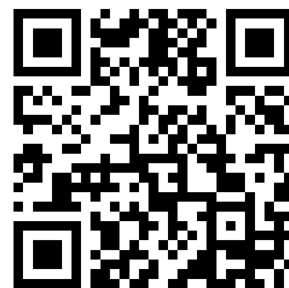
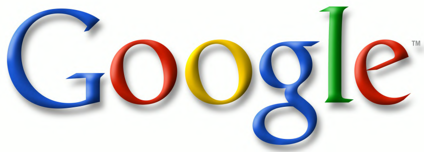
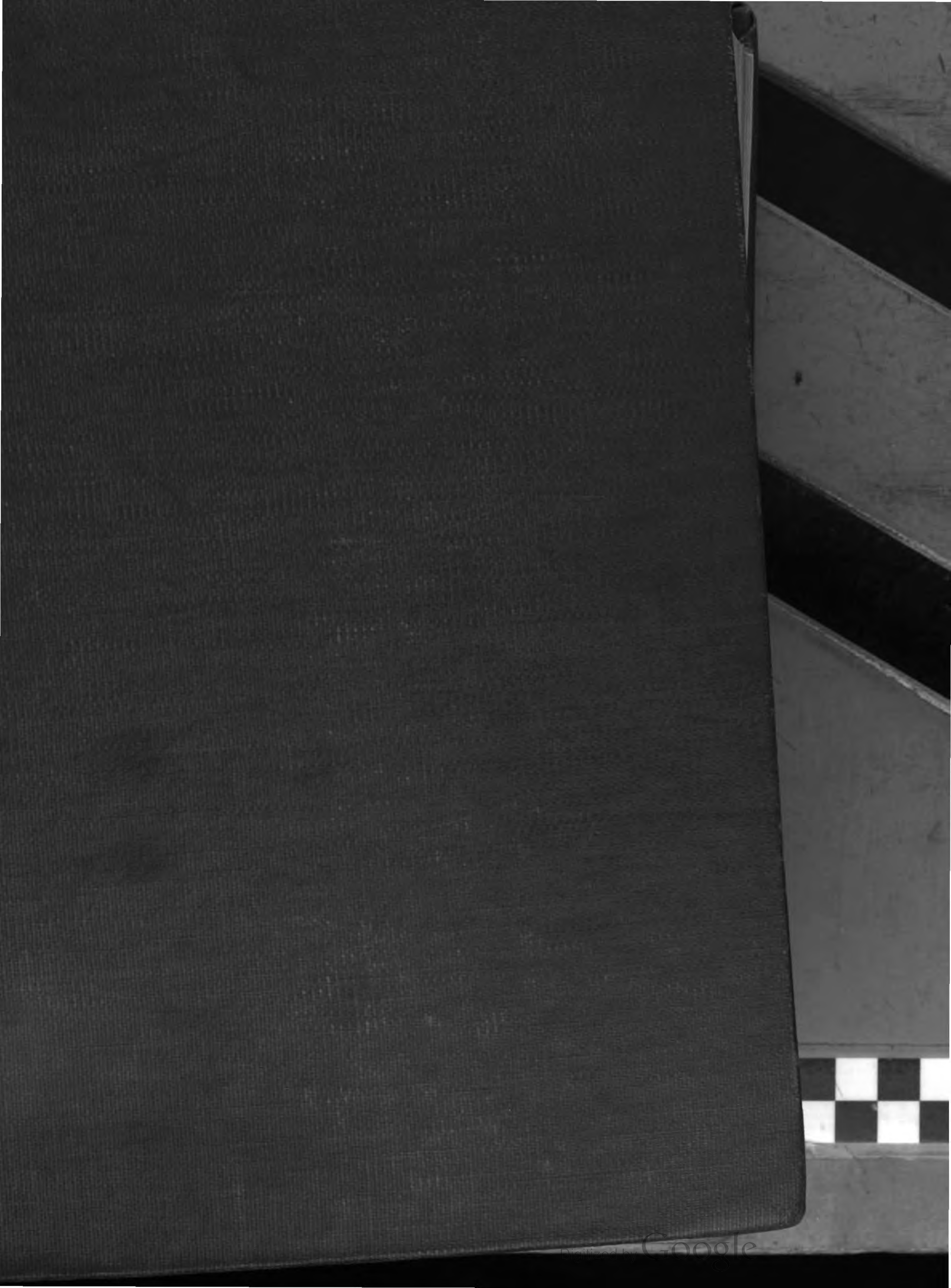
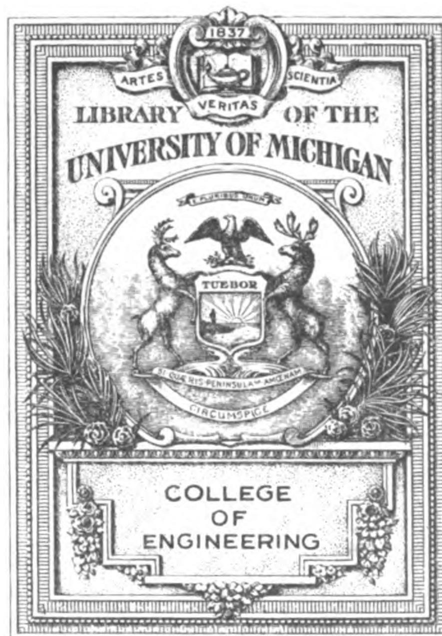











1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING

REVUE GÉNÉRALE
DE
L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

DIRECTEUR

J. BLONDIN, AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ

TOME XV

5 Janvier 1924 — 28 Juin 1924



PARIS

AUX BUREAUX DE LA REVUE

12, PLACE DE LABORDE (8e ARRT)

—

1924

CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT

CORDIER Gabriel. — Président d'honneur de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Président de l'Union des Industries métallurgiques et minières.

VICE-PRÉSIDENTS

LEGOUEZ Raynald. — Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques. — Ancien Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris.

MEYER Ferdinand. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Compagnie continentale Edison.

ADMINISTRATEURS

BIZET Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Administrateur de la Compagnie générale d'Électricité.

BERTHELOT Daniel. — Membre de l'Institut. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Société d'Électricité de Paris.

BRYLINSKI Emile. — Président d'honneur et Délégué général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Président du Comité électrotechnique français.

CAHEN Henri. — Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Vice-Président délégué du Sud-Électrique.

DUVAL Charles. — Directeur des Services électriques de la Société générale d'Entreprises.

ESCHWÈGE Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. — Administrateur-délégué de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris.

FONTAINE Eugène. — Trésorier du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique.

GIRARDEAU Emile. — Président du Syndicat professionnel des Industries radioélectriques. — Administrateur délégué de la Compagnie générale de Télégraphie sans fil.

LÉVI Lazare. — Administrateur, Directeur général de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Administrateur délégué de la Compagnie lorraine de Charbons, Lampes et Appareillage électriques.

MASSE René. — Ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur civil des Mines. — Vice-Président, Directeur de la Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice.

MAZEN Natalis. — Sous-directeur honoraire des Chemins de fer de l'État. — Professeur à l'Ecole supérieure d'Électricité.

MEYER Marcel. — Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques. — Directeur de la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force (Établissements Clémançon).

MICHEL Charles. — Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

PARÉ Marcel. — Ingénieur de la Société saint-quentinoise d'Eclairage, de Chauffage et de Force motrice. — Administrateur de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs.

PETIT Joseph. — Administrateur délégué de l'Omnium lyonnais de Chemins de fer et Tramways. — Administrateur de la Compagnie du Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris.

SAUREL Maurice. — Docteur en droit. — Administrateur délégué de la Compagnie des Lampes.

TICIER Armand. — Directeur de la Société d'Éclairage électrique de Bordeaux et du Midi.

SECRÉTAIRE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

DURANGEL George. — Secrétaire général honoraire de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

COMMISSAIRES DES COMPTES

DIEUDONNÉ Jules. — Chef de la comptabilité des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

ROSENFELD L. — Secrétaire du Conseil de la Compagnie de l'Air comprimé. — Membre de la Compagnie des Experts-comptables de Paris.

DIRECTEUR

BLONDIN J. — Agrégé de l'Université.

COMITÉ DE RÉDACTION

Charpenay, Banquier, Membre de la Chambre de Commerce de Grenoble, Administrateur délégué de la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.

Caudrelier, F., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Services électriques de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Cordier, F., Colonel d'Artillerie.

Cordier, Fernand, Ingénieur en chef aux Etablissements Schneider et Cie.

Drouin, F., Directeur des Services techniques de la Compagnie générale d'Electricité.

Eydoux, D., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

Eyrolles, L., Ingénieur, Directeur de l'Ecole spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie.

Flusin, Professeur d'Electrochimie et d'Electrométallurgie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Girod, Paul, Administrateur délégué des Etablissements Paul Girod, à Ugine.

Gratzmuller, L., Ingénieur en chef du matériel de traction électrique à la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Guyon, Directeur de la Compagnie des Tramways de Lyon.

Hugoniot, Ingénieur-conseil.

Imbs, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur général de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité.

Jumau, Ingénieur.

Juppont, Ingénieur-conseil.

Labour, P., Président du Syndicat professionnel des Ingénieurs électriciens français.

Labrouste, P., Ingénieur-conseil.

Laurain, H., Président de la Société d'Electricité de Reims et de la Société des Tramways électriques de Reims, Directeur des Services techniques de la Société du Gaz de Paris, Membre du Conseil de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Lauriol, P., Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées; Ancien ingénieur en chef des Services généraux d'Eclairage de la Ville de Paris.

Legouez, Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité; Ancien Président du Syndicat professionnel des Industries électriques; ancien Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris.

Lelong, Ingénieur en chef du Génie maritime, Ministère de la Marine.

Lépine, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-délégué de la Société hydroélectrique de Fure et Morge et de Vizille.

Lévy-Salvador, Paul, Chef du Service technique de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

Locherer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

Loppé, F., Ingénieur des Arts et Manufactures.

Lorin, Maître de conférences à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Mamy, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

de Marchena, Sous-Directeur de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

Mariage, André, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur général de la Compagnie des Transports en commun de la Région parisienne.

Maugas, Gabriel, Ingénieur général du Génie maritime.

Mazen, N., Sous-directeur honoraire des Chemins de fer de l'Etat, Professeur à l'Ecole supérieure d'Electricité.

Parodi, H., Ingénieur, Chef des Services électriques du Matériel et de la Traction du Chemin de fer de Paris à Orléans.

Picou, R., Ingénieur-conseil, ancien Président du Comité électrotechnique français.

Pinot, R., Vice-président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Resal, Eugène, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur-directeur des Tramways de Bordeaux.

Rey, J., Administrateur-directeur de la maison Sautter-Harlé.

Roth, E., Ingénieur électricien.

Roux, G., Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques.

de Valbreuze, Ingénieur électricien, Administrateur délégué des anciens Etablissements Deberghe et Lafaye.

Vautier, T., Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Walkenaer, C., Inspecteur général des Mines.

Weiss, Georges, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg.

SECTION DE LÉGISLATION

Bougault, P., Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Carpentier, E., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fernand-Jacq, Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fontaine, E., Trésorier du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.

Frenoy, Avocat à la Cour de Cassation et au Conseil d'Etat.

Mahieu, A., Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Monmerqué, A., Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, Président du Comité permanent d'Electricité.

Payen, F., Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Sirey, Ch., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Taillefer, A., Avocat à la Cour de Paris, ancien Elève de l'Ecole polytechnique, Membre de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle.

de la Taste, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Licencié ès sciences physiques et chimiques.

Weiss, Inspecteur général des Mines.

Zacon, Inspecteur du Travail.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Recherches et travaux scientifiques

GENERALITES

ELECTRICITE ET MAGNETISME

SCIENCES DIVERSES

Applications techniques et industrielles

GENERALITES

ENERGIE NATURELLE
PRODUCTION DE L'ENERGIE MECANIQUE

CONSTRUCTION DU MATERIEL ELECTRIQUE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

APPLICATIONS MECANIQUES

TRACTION ET LOCOMOTION

TELEGRAPHIE ET TELEPHONIE

APPLICATIONS THERMIQUES

ECLAIRAGE

ELECTROCHIMIE ET ELECTROMETALLURGIE

MESURES ET ESSAIS

ELECTRICITE MEDICALE

Economie sociale, industrielle, financière, etc.

GENERALITES

RICHESSES NATURELLES, PROPRIETE

TRAVAIL, TRAVAILLEURS

INDUSTRIE

COMMERCE

FINANCES

IMPOTS, DOUANES, ASSURANCES

ENSEIGNEMENT, EDUCATION, APPRENTISSAGE

Législation, Réglementation, Jurisprudence

GÉNÉRALITÉS

LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS, etc...

JURISPRUDENCE

Divers

SOCIETES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

SOCIETES PROFESSIONNELLES

SOCIETES INDUSTRIELLES, COMMERCIALES, FINANCIERES

ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHES

BIOGRAPHIES, DISTINCTIONS HONORIFIQUES, NECROLOGIES

CONGRES, EXPOSITIONS, CONCOURS, CONFERENCES, etc.

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

RÉPERTOIRE GÉOGRAPHIQUE

INDEX DES ANNONCES

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Accumulateurs.

Compagnie générale électrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Fulmen (Accumulateurs), 18, quai de Clichy, Clichy (Seine).

Gadot, Porte Champerret, Levallois (Seine).

Heinz (Accumulateurs), 2, rue Tronchet, Paris (9e).

Société des Accumulateurs électriques, 18, route de Cherbourg, Nanterre (Seine).

Société des Accumulateurs fixes et de Traction, route Nationale, Romainville (Seine).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société pour le Travail électrique des Métaux, 26, rue Laffitte, Paris (9e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Tudor, 26, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

Appareillage électrique.

Adt (Société nouvelle des Etablissements), 45, rue Turbigo, Paris (3e).

Aluminium français, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

Arzed (Etablissements E.), 24, rue Docteur-Gosselin, Arcueil (Seine).

Asea (Société suédoise d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Ateliers de Constructions électriques de Delle, 28, boulevard de Strasbourg, Paris (10e).

Ateliers de constructions électriques de Metz, 23, rue Charles-Pêtre, Metz.

Bardon, 61, boulevard National, à Clichy (Seine).

Bonvoisin, 35, boulevard Richard-Lenoir, Paris (11e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e)

Compagnie générale d'Electricité, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Compagnie générale électrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Constructions électriques, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Constructions électriques de France, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

Delafon (Vve), 82, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

Demoly (E.), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Gabreau, 12, rue du Président-Wilson, Levallois-Perret (Seine).

Gardy, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine-et-Oise).

Japy frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Lanston monotype corporation limited, 43 et 43a Fetter Lane, London, E.C. 4.

Legendre frères, 27, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

Maier (Charles) et Cie, 35, rue Boissy d'Anglas, Paris (8e).

Martinetto et Bigo, via Romani, 8 *bis*, Turin (Italie).

Matabon (Etablissements J.-L.), 159, avenue Thiers et rue de La Viabert, Lyon (Rhône).

Petrier, Tissot et Raybaud, 24, rue de la Part-Dieu, Lyon (Rhône).

Proner et Cie, 89, rue de la Roquette, Paris (11e).

Rich (transformateur de sonnerie), 22, chemin Saint-Eusèbe, Lyon (Rhône).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Société anonyme de Construction de Démarreurs et Interrupteurs, 20, rue du Télégraphe, Paris (20e).

Société anonyme des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

Société des Condensateurs de Trévoux, Trévoux (Ain).

Société d'Electricité Mors, 11, rue Petit, Clichy (Seine).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

Société d'Installations et de Constructions électriques et mécaniques Berthon et Touzot, 40, rue d'Aguesseau. Boulogne-sur-Seine.

Soulé (Société anonyme des Etablissements industriels), Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

Suter, 3, rue Alphonse-Penaud, Paris (20e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Transformateur (Le), 15, avenue Matignon, Paris (8e).

Très haute Tension (Procédés Magrini), 13, rue de Castellane, Paris (8e).

Trouvay, Cauvin et del Pozo (Etablissements), 80, rue Taitbout, Paris (9e).

Viéville (L.), 8, rue Rougemont, Paris (9e).

Charbons pour Balais et Lampes électriques.

COMPAGNIE LORRAINE DES CHARBONS, LAMPES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE FRANÇAISE DES CHARBONS POUR L'ELECTRICITÉ, avenue Jules-Quentin, Nanterre (Seine).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

LE CARBONE, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

SOCIÉTÉ DES ELECTRODES LA SAVOIE, Notre-Dame-de-Briançon (Savoie).

Condensateurs.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES CABLES DE LYON, 41, chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

SOCIÉTÉ DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX, Trévoux (Ain).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES, Fribourg (Suisse) et 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris (6e).

VARRET ET COLLOT (Société des Etablissements), 7, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Construction électrique et mécanique.

ASEA (Société suédoise d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE BOULOGNE-SUR-SEINE, 87, rue du Château, Boulogne-sur-Seine (Seine).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE DELLE, 28, boulevard de Strasbourg, Paris (10e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE LYON ET DU DAUPHINÉ, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE METZ, 23, rue Charles-Pêtre, Metz.

BACHELET (P.), 60 *ter*, rue Haxo, Paris (20e).

BONNIER, 20, rue Saint-Gilbert, Lyon (Rhône).

BORACH (Raymond), 1, rue de la Mésange, Strasbourg (Bas-Rhin).

BOSSAERT frères, 11, rue Bassano, Paris (16e).

BOUCHAYER ET VIALLET (Etablissements), 105, cours Berriat, Grenoble (Isère).

BRÉGUET (Maison), 34, rue de Châteaudun, Paris (9e).

COMPAGNIE ELECTRO-INDUSTRIELLE, 32, rue Jean-Jaurès, Levallois-Perret (Seine).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

COUFFINHAL (L.), Saint-Etienne (Loire).

DAUPHINOISE ÉLECTRIQUE (La), rue du Monestier-de-Clermont, Grenoble (Isère).

DORY ET GAIN, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

ESCHER WYSS ET Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

ETABLISSEMENTS MERLIN ET GÉRIN, rue du Monestier-de-Clermont, Grenoble (Isère).

FIVES-LILLE (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET D'HOMÉCOURT, Saint-Chamond (Loire) et 12, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e).

FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

GABREAU, 12, rue du Président-Wilson, Levallois-Perret.

GRAMMONT (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

HEWITTIC ELECTRIC Co LTD, 11, rue du Pont, Suresnes (Seine).

JAPY frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

JACQUET frères (Anciens Etablissements), Vernon (Eure).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

LEGENDRE frères, 37, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

MATABON, 149, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

MOTEUR ÉLECTRIQUE (Le), 18, route de Crémieux, Lyon (Rhône).

OERLIKON (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

PEYMEL ET GOUPILLE, 62, rue Jean-Claude-Vivant, Villeurbanne (Rhône).

SALMSON (Les Fils de Emile), 55, rue de la Grange-aux-Belles, Paris (10e).

SAUTTER-HARLÉ (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Territoire de), Mulhouse (Haut-Rhin), Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS ET DE FABRICATIONS INDUSTRIELLES, 14, rue de Bassano, Paris (16e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET DE LOCATION D'APPAREILS DE LEVAGE, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES DE BACCARAT (Meurthe-et-Moselle).

SOCIÉTÉ D'ETUDES ET DE CONSTRUCTIONS MÉTALLURGIQUES, 64, rue La Boétie, Paris (8e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS ET DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES ET MÉCANIQUES BERTHON ET TOUZOT, 40, rue d'Aguesseau, Boulogne-sur-Seine.

SOCIÉTÉ DES MOTEURS A GAZ ET D'INDUSTRIE MÉCANIQUE, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

SOCIÉTÉ SAVOISIENNE DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, Aix-les-Bains (Savoie).

SOCIÉTÉ D'USINAGE DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE, 26, rue Gambetta, Boulogne-sur-Seine (Seine).

SOULÉ (Société anonyme des Etablissements industriels), Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

SOULIER (Appareils électriques), 7, rue de la Gare, Arcueil (Seine).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRÈS HAUTE TENSION (Procédés Magrini), 13, rue de Castellane, Paris (8e).

WENGER (Anciens Etablissements F.), 13, chemin Guilloud, Lyon (Rhône).

WEYHER ET RICHEMOND (Anciens Etablissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin (Seine).

Matériel neuf et d'occasion.

BOUILLET (P.), 156, rue de Vanves, Paris (14e).

DORY ET GAIN, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

UNIVERSEL ELECTRIC (Etablissements Ad. Roulland), 37, rue de Bagnolet, Paris (20e).

Piles électriques.

DELAFON (Vve), 82, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

HEINZ (Accumulateurs), 2, rue Tronchet, Paris (9e).

LE CARBONE, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MESURES ET COMPTAGE

Appareils de Mesure.

ALLOCHIO BACCHINI ET Co, 13, rue de Castellane, Paris (8e).

BLANC (H.), 25, rue de Senlis, Asnières (Seine).

BRION, 40, quai Jemmapes, Paris (11e).

CARPENTIER (J.), 20, rue Delambre, Paris (14e).

CHAUVIN ET ARNOUX, 186, rue Championnet, Paris (18e).

COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE, 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine).

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ, 12, place des Etats-Unis, Montrouge (Seine).

DA ET DUTILH, 81, rue Saint-Maur, Paris (11e).

DANON ET Cie, 140, rue de la Croix-Nivert, Paris (15e).

DÉMOLY, 43, rue de Trévise, Paris (9e).

GARNIER, 82 *bis*, Chemin Feuillat et 290, Cours Gambetta, Lyon (Rhône).

GUERILLON, 4, rue du Borrego, Paris (20e).

LANDIS ET GYR, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DE CONTROLE ET INDUSTRIEL, 76, rue des Petits-Champs, Paris (2e).

NOVITAS, 1, rue Jeune-Anacharsis, Marseille (Bouches-du-Rhône).

RICHARD (J.), 25, rue Mélingue, Paris (19e).

SOCIÉTÉ ANONYME DES INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES DE BERNE, Gerbergasse, 27, Berne (Suisse).

SOCIÉTÉ ANONYME LOMBARDE C. G. S. (Anciennement Olivetti et Cie), 13, rue de Castellane, Paris (8e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION D'APPAREILS DE MESURE, 5, rue Godot-de-Mauroy, Paris (9e).

TRUB, TAUBER ET Cie, 36, boulevard de la Bastille, Paris (12e).

ZIVY ET Cie, 29 et 31, rue de Naples, Paris (8e).

Compteurs électriques.

COMPAGNIE CONTINENTALE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS A GAZ ET AUTRES APPAREILS, 17, rue d'Astorg, Paris (8e).

COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE, 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine).

COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINE A GAZ, 12, place des Etats-Unis, Montrouge (Seine).

GARNIER, 82 *bis*, Chemin Feuillat et 290, Cours Gambetta, Lyon (Rhône).

JAPY frères et Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

LANDIS ET GYR, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).

SOCIÉTÉ ANONYME DES INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES DE BERNE, Gerbergasse, 27, Berne (Suisse).

SOCIÉTÉ ANONYME LOMBARDE C. G. S., (anciennement Olivetti et Cie), 13, rue de Castellane, Paris (8e).

MATÉRIEL POUR LIGNES DE DISTRIBUTION

Câbles et Fils électriques.

ALUMINIUM FRANÇAIS, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES CABLES DE LYON, 41, Chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

FIL DYNAMO (Le), 17 et 19, rue Barrême, Lyon (Rhône).

FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

GEOFFROY ET DELORE, 28, rue des Chasses, Clichy (Seine).

GRAMMONT (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

JARRIANT (J.), 233, rue de la Croix-Nivert, Paris (15e).

LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE, 46, avenue de Breteuil, Paris

PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).

SEGHERS (Ad.), 7, rue Scribe, Paris (9e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ELECTRO-CABLE, 2, rue de Penthièvre, Paris (8e).

SOCIÉTÉ D'ELECTRO-MÉTALLURGIE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Isolateurs et Isolants.

ACIÉRIES DE GENNEVILLIERS (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

BARNIER (Etablissements), 95, avenue Victor-Hugo, Valence (Drôme).

BORSCHNECK, 17, rue de la Fraternité, Bagnolet (Seine).

CHARBONNEAUX ET Cie, VERRERIES DE REIMS, route de Cormontreuil, Reims (Marne).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRO-CÉRAMIQUE, 64, rue Franklin, Ivry-Port (Seine).

DÉMOLY (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

FEUGIER (Etablissements Louis), Sault-Brenaz (Ain).

FIBROMICA (Le), Joseph-Lévy, 9, place Sainte-Aurélie, Strasbourg (Bas-Rhin).

GALLANT (Albert), Comines (Nord) et 1, rue Laffitte, Paris (10e).

GARDY, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine-et-Oise).

GERMAIN (L.), 41, rue Olivier-Métra, Paris (20e).

GUICHARD (Aristide), Jallieu-Bourgoin (Isère).

HAEFELY (E.) et Cie, Bâle (Suisse).

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3, rue Taitbout, Paris (9e).

L. C. H. (Etablissements), 105, rue Lafayette, Paris (9e).

MANUFACTURE D'ISOLANTS ET OBJETS MOULÉS, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

MASSELIN, Bernay (Eure).

MATÉRIEL ISOLANT (Le), 20, rue Arago, Lyon-Villeurbanne (Rhône).

MICAFIL, Zurich-Altstetten (Suisse).

PARVILLÉE frères et Cie (Anciens Etablissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).

ROUTTAND, 133, avenue Jean-Jaurès, Aubervilliers (Seine).

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENNES USINES DE FUISSEAUX, Baudour (Belgique).

SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

SOCIÉTÉ FIBRE ET MICA, rue Frédéric-Fays, Villeurbanne (Rhône).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE CELLULOÏD, 5, impasse de la Planchette, Paris (3e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

SOCIÉTÉ DES LAQUES ET ISOLANTS « ISOLÉMAIL », 67, chemin des Quatre-Maisons, Lyon (Rhône).

SOCIETA ITALIANA MONTI ET MARTINI, 51, via Bergamo, Milan (Italie).

STERLING VARNISH Co, 13, rue du Départ, Paris (14e).

USINES DIÉLECTRIQUES DE DELLE, Delle (Territoire de Belfort).

VALDELIÈVRE ET C. MAITRE, 11, rue d'Hauteville, Paris (9e).

Protection des Réseaux

PROTECTION (La) ÉLECTRIQUE CAPART-DUBILIER, 36, rue Matignon, Paris, (8e).

Pylônes.

BOUCHAYER ET VIALLET (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère) et 124, rue La Boétie, Paris (8e).

DESAULTY, 13, rue de Longueville, Saint-Quentin (Aisne) et 11, rue de Provence, Paris (9e).

JOYA (Régis), Grenoble (Isère).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES, Baccarat (Meurthe-et-Moselle).

SOCIÉTÉ DE MÉTALLISATION, Procédés « Schoop », 48, boulevard Haussmann, Paris (9e).

INSTALLATIONS ET ENTREPRISES ÉLECTRIQUES

COLLET, frères, 1, avenue Berthelot, Lyon (Rhône).

COMPAGNIE AUXILIAIRE D'ÉLECTRICITÉ ET D'ENTREPRISES, 97, rue de Lille, Paris (7e).

COMPAGNIE D'ENTREPRISES ÉLECTROMÉCANIQUES, 27, rue de Courcelles, Paris (8e).

COMPAGNIE D'ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET DE TRAVAUX PUBLICS, 25, rue de Courcelles, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES, 20, rue du Laos, Paris (15e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (Anciens Etablissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris (9e).

DESAULTY, 13, rue de Longueville, Saint-Quentin (Aisne) et 11, rue de Provence, Paris (9e).

DORY ET GAIN, 33 à 39, rue du Pont-d'Ivry, Alfortville (Seine).

ELECTRO-ENTREPRISE, 43, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

ENTREPRISES ÉLECTRIQUES DU CENTRE (Les), 16, rue Oberkampf, Paris (11e).

FABRICATIONS D'APPAREILS EN CIMENT ARMÉ (Société de), 4, place de Bretagne, Nantes (Loire-Inférieure).

GIRAUDON, 11 *bis*, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

HAEFELI ET KAELIN, Lure (Haute-Saône).

LIGNE ÉLECTRIQUE (La), 22, rue de la Pépinière, Paris (8e).

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ MORS, 11, rue Petit, Clichy (Seine).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ELECTRIFICATION, 14, rue Taitbout, Paris (9e).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES, 126, rue de Provence, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE, 25, rue de Courcelles, Paris (8e).

UNIVERSEL ELECTRIC (Etablissements Ad. Roulland), 85, rue de Bagnolet, Paris (20e).

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

ECLAIRAGE ET CHAUFFAGE

ALUMINIUM FRANÇAIS, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

BARDON, 61, boulevard National, Clichy (Seine).

COMPAGNIE DES LAMPES, 41, rue La Boétie, Paris (8e).

COMPAGNIE LORRAINE DES CHARBONS, LAMPES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (Anciens Etablissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris (9e).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

GRAMMONT (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

HOLOPHANE (Société anonyme française), 156, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LACARRIÈRE (Société), 48, rue de la Victoire, Paris (9e).

LAMPE PHILIPS, 8, cité Paradis, Paris (10e).

MAIN ET Cie, 91, avenue de Clichy, Paris (17e).

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (15e).

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ MORS, 11, rue Petit, Clichy (Seine).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

VISSEAUX (J.), 87, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).

Accessoires pour l'Eclairage.

AMORTISSEUR PRESTON, 49, rue de la Victoire, Paris (9e).

NOVITAS, 1, rue Jeune-Anacharsis, Marseille (Bouches-du-Rhône).

UKAWS (Société anonyme), 22, rue Beccaria, Paris (12e).

Chauffage et Cuisine électriques.

CALOR (Société), 200, rue Boileau, Lyon (Rhône).

ETABLISSEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES DE STRASBOURG, rue des Poilus, Bischheim, près Strasbourg (Bas-Rhin).

PARVILLÉE frères (Anciens Etablissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

SALVIS, 27, route de la Vallée, Barr (Bas-Rhin).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

GRAMMONT (Etablissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ D'ELECTROCHIMIE, 2, rue Blanche, Paris (9e)

SOCIÉTÉ DES ELECTRODES DE SAVOIE, Notre-Dame-de-Briançon (Savoie).

SOCIÉTÉ D'ELECTROMÉTALLURGIE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LEVAGE ET MANUTENTION

Appareils de Levage et de Manutention

ACIÉRIES DE GENNEVILLIERS (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

ASEA (Société suédoise d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle)

COUFFINHAL (L.), Saint-Etienne (Loire).

FIVES-LILLE (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

FONDERIES ET ATELIERS DE LA COURNEUVE, 48, rue La Boétie, Paris (8e).

FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

JOYA (Régis), Grenoble (Isère).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

OERLIKON (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

PONTILLE, 13, rue des Tournelles, Lyon (Rhône).

SAUTTER-HARLÉ (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET DE LOCATION D'APPAREILS DE LEVAGE, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRANSPORTEURS SIMPLEX (Compagnie des), 43, rue Lafayette, Paris (9e).

WENGER (Anciens Etablissements F.), 13, chemin Guilloud, Lyon (Rhône).

MINES

Matériel pour Mines.

ACIÉRIES DE GENNEVILLIERS (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE DE NANCY, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

COUFFINHAL (L.), Saint-Etienne (Loire).

FIVES-LILLE (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

OERLIKON (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MATÉRIEL RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE

GAIFFE-GALLOT ET PILON (H.) (Société anonyme des Etablissements), 23, rue Casimir-Périer, Paris (7e).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Télégraphie sans fil.

SOCIETA ANONIMA BREVETI A. PEREGO, 10, Via Salaino, Milan (Italie) et 13, rue de Castellane, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX, Trévoux (Ain).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ELECTRIQUE, 79, boulevard Haussmann, Paris (9e).

Téléphonie.

BRÉGUET (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (15e).

SOCIETA ANONIMA BREVETI A. PEREGO, 10, Via Salaino, Milan (Italie) et 13, rue de Castellane, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ANONYME DES PORCELAINES ET APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2e).

Société industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

Téléphones Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

TRACTION

Traction électrique.

Asea (Société suédoise d'Electricité), Vesteras (Suède) et 114, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e)

Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Mathieu (A.-J.), 6, rue Saint-Georges, Paris (9e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques, 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Appareillage pour la Traction.

Démoly (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Matériel roulant pour Chemins de fer.

Aciéries de Gennevilliers (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Constructions électriques de France, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

Mathieu (A.-J.), 6, rue Saint-Georges, Paris (9e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort, Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Signaux et Enclenchements pour Chemins de fer

Société d'Electricité Mors, 11, rue Petit, Clichy (Seine).

MACHINES MOTRICES

MACHINES HYDRAULIQUES

Aménagements hydrauliques et accessoires.

Ateliers des Charmilles, 109, route de Lyon, Genève (Suisse).

Bouchayer et Viallet, 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Joya (Régis), Grenoble (Isère).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Société anonyme des Barrages automatiques, Zurich (Suisse).

Société hydro-mécanique, 61, allée de Brienne, Toulouse (Haute-Garonne).

Société des Turbines « Stam », 54-56, avenue de Saxe, Paris (15e).

Turbines hydrauliques.

Ateliers des Charmilles, 109, route de Lyon, Genève (Suisse).

Cirilli (L.) (Franco Tosi), 40, rue Condorcet, Paris (9e).

Constructions électriques de France, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

Constructions mécaniques Riva, 58, Via Savona, Milan (Italie).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Neyret-Beylier et Piccard-Pictet (Ateliers), Grenoble (Isère).

Société anonyme Th. Bell et Cie, Kriens-Lucerne (Suisse).

Société hydro-mécanique, 61, allée de Brienne, Toulouse (Haute-Garonne).

Société des Turbines « Stam », 54-56, avenue de Saxe, Paris (15e).

Teisset-Rose-Brault (Etablissements), 17, rue Bachaumont, Paris (2e) et Chartres (Eure-et-Loir).

MACHINES A GAZ, A EXPLOSION ET A COMBUSTION INTERNE

Gazogènes.

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Société de Moteurs a gaz et d'Industrie mécanique, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Moteurs.

Constructions électriques de France, 19, rue Louis-le-Grand, Paris (9e).

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Fives-Lille (Cie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Renault (L.), 15, rue Gustave-Sandoz, Billancourt (Seine).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisgonne, Paris (8e).

Société de Moteurs a gaz et d'Industrie mécanique, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MACHINES A VAPEUR

Chaudières.

Bouchayer et Viallet, 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Cirilli (L.) (Franco Tosi), 40, rue Condorcet, Paris (9e).

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fonderies et Ateliers de la Courneuve, 48, rue La Boétie, Paris (9e).

Jota (Régis), Grenoble (Isère).

Kestner, 7, rue de Toul, Lille (Nord).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Accessoires pour chaudières.

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 155, cours Berriat, Grenoble (Isère).

Etablissements Jules Cocard (Société anonyme des), 18 à 22, rue de Châtillon, Paris (14e).

Hopkinson et Cie Ltd, Huddersfield (Angleterre) et 94, rue Saint-Lazare, Paris (9e).

Jota (Régis), Grenoble (Isère).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Prache et Bouillon (Etablissements), 25, rue de la Pépinière, Paris (8e).

Société des anciens Etablissements Hotchkiss et Cie, 6, route de Gonesse, Saint-Denis (Seine).

Société de Condensation et d'Applications mécaniques, 10, place Edouard-VII, Paris (9e).

Société française des Pompes Worthington, 1, rue des Italiens, Paris (2e).

Société des Produits métallurgiques, 148, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Ulrici (Epurateur de vapeur), 13, rue Treilhard, Paris (8e).

Union thermique, 19, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Weir (G. et J.), Limited, Cathcart, Glasgow (Angleterre), et 94, rue de la Victoire, Paris (9e).

Wenger (Anciens Etablissements F.), 13, chemin Guilloud, Lyon (Rhône).

Tirage mécanique.

Compagnie Sturtevant, 60, rue Saint-Lazare, Paris (9e).

Niclausse (J. et A.), 24, rue des Ardennes, Paris (19e).

Machines à vapeur.

Cirilli (L.) (Franco Tosi), 40, rue Condorcet, Paris (9e).

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Weyher et Richemond (Anciens Etablissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin (Seine).

Turbines à vapeur.

Bréguet (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

Cirilli (L.) (Franco Tosi), 40, rue Condorcet, Paris (9e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Escher Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fives-Lille (Compagnie de), 7, rue Montalivet, Paris (8e).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort (Territoire de) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Société de Mécanique rotative, 8, avenue Percier, Paris (8e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

MATIÈRES PREMIÈRES ET OUTILLAGE

Combustible.

Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice, 22, rue de Calais, Paris (9e).

Société du Gaz de Paris, 6, rue Condorcet, Paris (9e).

Construction

Douce et Moulin (Terrazzolith), 64, rue Petit, Paris (19e).

Courroies et Transmission.

Poulié « DEM », 44, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Wyss et Cie, Seloncourt (Doubs).

Décolletage

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Stehli, (I.), 123, rue du Chemin-Vert, Paris (11e).

Engrenages

Aciéries de Gennevilliers (Anciens Etablissements Delachaux), 151-153, rue des Cabœufs, Gennevilliers (Seine).

Engrenage (L'), 62, rue Eugène-Muller, Saint-Etienne (Loire).

Epurateurs d'huile

Alfa Laval (Société), 10, rue Charles-V, Paris (4e).

Ferrures.

Alessandro Brizza, 21, rue Gluck, Milan (Italie).

Jacquemard (Jean), La Ricamarie (Loire).

Matériel Mahaut, 62, rue Saint-Lazare, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Fours industriels
Matériel pour Forges et Fonderies.

Méker (G.) et Cie, 105, boulevard de Verdun, Courbevoie (Seine).

Glaces, Verres et Verrerie.

Paniagua (Ph. de), Taulin, Hubert et Cie, 7, rue de Nemours, Paris (11e).

Huiles pour Machines et Appareils électriques

Huiles isolantes et corps gras, 5, rue de l'Isly, Paris (8e).

Mercier et Cie, 14, rue de Liége, Paris (9e).

SOCIÉTÉ DE LA MAILLERAYE, 77, rue de Miromesnil, Paris (8e).

VACUUM OIL Co, 34, rue du Louvre, Paris (2e).

VILLENEUVE, 47, boulevard Saint-Jacques, Paris (14e).

Machines à glace.

DELAUNAY-BELLEVILLE (Etablissements), St-Denis (Seine).

SOCIÉTÉ DE CONDENSATION ET D'APPLICATIONS MÉCANIQUES, 10, place Edouard-VII, Paris (9e).

Machines-outils, Outillage.

BLISS ET Cie (Etablissements), 53 à 57, boulevard Victor-Hugo, Saint-Ouen (Seine).

COUFFINHAL (L.), Saint-Etienne (Loire).

DEBRON, 91, rue du Centre, La Garenne-Colombes (Seine).

FENWICK FRÈRES ET Cie (Société des Etablissements), 8, rue de Rocroy, Paris (10e).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

LESTAEVEL (Constructions mécaniques), 54 et 56, rue des Ecoles, Villeurbanne, Lyon (Rhône).

MANUFACTURE DE MACHINES AUXILIAIRES POUR L'ELECTRICITÉ ET L'INDUSTRIE, 20, boulevard du Parc, Neuilly-sur-Seine (Seine) et 22, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

MICAFIL, Zurich-Altstetten (Suisse).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES POMPES WORTHINGTON, 1, rue des Italiens, Paris (2e).

Métallurgie.

ALUMINIUM FRANÇAIS, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

DURALUMIN (Société du), 3, rue La Boétie, Paris (8e).

FORGES ET ACIÉRIES DE LA MARINE ET D'HOMÉCOURT (Cie des), 12, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e).

PRODUITS MÉTALLURGIQUES (Société des), 18, rue Boissière, Paris (16e).

Métaux électrolytiques.

SOCIÉTÉ D'ELECTRO-MÉTALLURGIE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

Poteaux en bois, Moulure.

BOIS INDUSTRIELS D'ALSACE ET DE LORRAINE (Les), Florange (Moselle).

SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION ET DE TRAITEMENT DES BOIS, 134, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Produits chimiques.

SOCIÉTÉ D'ELECTRO-CHIMIE, 2, rue Blanche, Paris (9e).

Roulements à billes.

COMPAGNIE D'APPLICATIONS MÉCANIQUES, 15, avenue de la Grande-Armée, Paris (16e).

SOCIÉTÉ S. K. F., Bois-Colombes (Seine).

Refroidisseurs, Ventilateurs et Machines soufflantes

COMBEMALE, 12, rue Curlon, Clichy (Seine).

COMPAGNIE ELECTRO-MÉCANIQUE, 12, rue Portalis, Paris (8e).

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

COUFFINHAL (L.), Saint-Etienne (Loire).

LEFLAIVE (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

MATABON, 149, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

PLANCHE (R.) ET Cie, Villefranche (Rhône).

POURCEL ET VELUT, 38, rue du Louvre, Paris (1er).

OERLIKON (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

RATEAU (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

SAUTTER-HARLÉ (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DE CONDENSATION ET D'APPLICATIONS MÉCANIQUES, 10, place Edouard-VII, Paris (9e).

SOCIÉTÉ GRAMME, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

THOMSON-HOUSTON (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

DIVERS

Assurances.

PIEL (F.) gendre et LIÈVRE (J.-A.), 27, rue de Châteaudun, Paris (9e).

LE SOLEIL, 23, rue de Mogador, Paris (9e).

Bureaux d'études.

ASSOCIATION DES INGÉNIEURS-CONSEILS, 21, rue La Rochefoucauld, Paris (9e).

BŒTTCHER, fils, 39, boulevard Saint-Martin, Paris (10e).

Enseignement

INSTITUT NORMAL ÉLECTROTECHNIQUE, 40, rue Denfert-Rochereau, Paris (14e).

Levée de plan

CAMPS (F.), 179, rue de la Pompe, Paris (16e).

OFFICE D'INGÉNIEURS TOPOGRAPHES, 5, rue Clavel, Paris (19e).

Papiers

PAPETERIES DE FRANCE, 10, rue Commines, Paris (3e).

Protection contre l'incendie

PHILLIPS ET PAIN (Etablissements), 1, rue Taitbout, Paris (9e).

Renseignements commerciaux

LEBLANC ET Cie, 10, place des Victoires, Paris (2e).

8e Année. Tome XV — No 1. 5 Janvier 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. Wagram 90-84 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine No 181 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr

Société de la Mailleraye, 77, rue de Miromesnil, Paris (8e).

Vacuum Oil Co, 34, rue du Louvre, Paris (2e).

Villeneuve, 47, boulevard Saint-Jacques, Paris (14e).

Machines à glace.

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Société de Condensation et d'Applications mécaniques, 10, place Edouard-VII, Paris (9e).

Machines-outils, Outillage.

Bliss et Cie (Etablissements), 53 à 57, boulevard Victor-Hugo, Saint-Ouen (Seine).

Couffinhal (L.), Saint-Etienne (Loire).

Debron, 91, rue du Centre, La Garenne-Colombes (Seine).

Fenwick frères et Cie (Société des Etablissements), 8, rue de Rocroy, Paris (10e).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Lestaevel (Constructions mécaniques), 54 et 56, rue des Ecoles, Villeurbanne, Lyon (Rhône).

Manufacture de Machines auxiliaires pour l'Electricité et l'Industrie, 20, boulevard du Parc, Neuilly-sur-Seine (Seine) et 22, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Micafil, Zurich-Altstetten (Suisse).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Graffenstaden (Bas-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Société française des pompes Worthington, 1, rue des Italiens, Paris (2e).

Métallurgie.

Aluminium français, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

Duralumin (Société du), 3, rue La Boétie, Paris (8e).

Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt (Cie des), 12, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e).

Produits métallurgiques (Société des), 18, rue Boissière, Paris (16e).

Métaux électrolytiques.

Société d'Electro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

Poteaux en bois, Moulure.

Bois industriels d'Alsace et de Lorraine (Les), Florange (Moselle).

Société d'exploitation et de traitement des bois, 134, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Produits chimiques.

Société d'Electro-Chimie, 2, rue Blanche, Paris (9e).

Roulements à billes.

Compagnie d'Applications mécaniques, 15, avenue de la Grande-Armée, Paris (16e).

Société S. K. F., Bois-Colombes (Seine).

Refroidisseurs, Ventilateurs et Machines soufflantes

Combemale, 12, rue Curlon, Clichy (Seine).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Constructions électriques, 22, quai de la Bataille, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Couffinhal (L.), Saint-Etienne (Loire).

Leflaive (Société des Etablissements), Saint-Etienne (Loire) et 5, avenue du Coq, Paris (9e).

Matabon, 149, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

Planche (R.) et Cie, Villefranche (Rhône).

Pourcel et Velut, 38, rue du Louvre, Paris (1er).

Oerlikon (Société), à Oerlikon (Suisse) et 15, rue de Milan, Paris (9e).

Rateau (Société), 40, rue du Colisée, Paris (8e).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société alsacienne de Constructions mécaniques, Mulhouse (Haut-Rhin) et 32, rue de Lisbonne, Paris (8e).

Société de Condensation et d'Applications mécaniques, 10, place Edouard-VII, Paris (9e).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Thomson-Houston (Cie française pour l'Exploitation des Procédés), 173, boulevard Haussmann, Paris (8e).

DIVERS

Assurances.

Piel (F.) gendre et Lièvre (J.-A.), 27, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Le Soleil, 23, rue de Mogador, Paris (9e).

Bureaux d'études.

Association des Ingénieurs-Conseils, 21, rue La Rochefoucauld, Paris (9e).

Bœttcher, fils, 39, boulevard Saint-Martin, Paris (10e).

Enseignement

Institut normal électrotechnique, 40, rue Denfert-Rochereau, Paris (14e).

Levée de plan

Camps (F.), 179, rue de la Pompe, Paris (16e).

Office d'Ingénieurs topographes, 5, rue Clavel, Paris (19e).

Papiers

Papeteries de France, 10, rue Commines, Paris (3e).

Protection contre l'incendie

Phillips et Pain (Etablissements), 1, rue Taitbout, Paris (9e).

Renseignements commerciaux

Leblanc et Cie, 10, place des Victoires, Paris (2e).

8e Année. Tome XV — No 1. 5 Janvier 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine No 131794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**



DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 1. 5 JANVIER 1924.

La découverte du radium et son vingt-cinquième anniversaire. — Lorsque, en 1896, Henri Becquerel annonça que l'uranium et ses sels émettent un rayonnement particulier jusqu'alors insoupçonné, il sembla que cette découverte faisait partie du domaine de l'électricité, qui venait de s'enrichir de la découverte des rayons X, faite un an auparavant par Rœntgen. Les recherches entreprises par H. Becquerel se rattachaient, en effet, étroitement à celles qui se poursuivaient sur ces derniers rayons. Henri Poincaré avait fait remarquer que, puisque les rayons X provoquent la phosphorescence, il était possible, en vertu d'un principe de réciprocité assez souvent vérifié en physique, que la phosphorescence donnât lieu à des rayons X. H. Becquerel voulut vérifier l'exactitude de cette hypothèse et soumit à l'expérimentation un nombre considérable de corps rendus phosphorescents. Un seul de ces corps, le sulfate double d'uranium et de potassium, était capable d'émettre un rayonnement impressionnant une plaque photographique à travers une feuille de papier noir (1) ; mais ce rayonnement n'était pas dû à la phosphorescence, car il se manifestait, non seulement lorsque le sel d'uranium avait été insolé, mais même lorsqu'il avait été longtemps maintenu dans une obscurité complète (2). A cette propriété de l'uranium et de ses sels, Henri Becquerel donna le nom de radioactivité (1).

Mme Sklodowska Curie, qui à cette époque venait de terminer une série de recherches sur les propriétés magnétiques des aciers, orienta ses nouveaux travaux vers l'étude des substances radioactives. Les premiers résultats de ces travaux furent consignés dans une note présentée à l'Académie des Sciences le 12 avril 1898 ; ils montraient que la pechblende, minéral qui contient de l'uranium, devait vraisemblablement contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium. Quelques mois après, le 18 juillet 1898, elle annonçait que son mari et elle étaient parvenus à mettre en évidence l'existence dans ce minéral d'un nouvel élément, qu'ils appelèrent le polonium. A la fin de cette même année 1898, une nouvelle note de P. Curie, Mme Curie et G. Bémont faisait connaître la découverte, toujours dans le même minéral, d'un élément considérablement plus actif que l'uranium : le radium. Ces trois notes sont reproduites dans les pages suivantes ; leur lecture montre combien était impeccable la méthode scientifique qui a conduit à ces découvertes.

Au cours des vingt-cinq années écoulées depuis la découverte du radium, la radioactivité a pris un développement considérable. Par cela même, les liens qui la rattachaient au domaine de l'électricité se sont relâchés ; elle est devenue, au même titre que celle-ci, une des branches de la physique générale. Pour cette raison, les travaux qui s'y rapportent ont occupé une

(1) H. BECQUEREL ; Sur les radiations émises par phosphorescence. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 février 1896, t. CXXII, p. 420 ; *L'Eclairage électrique*, 7 mars 1896, t. VI, p. 472.

(2) H. BECQUEREL ; Sur les radiations émises par l'urane et les sels d'uranium. Communication faite à la séance du 20 novembre 1896 de la Société française de Physique. *L'Eclairage électrique*, 28 novembre 1896, t. IX, p. 415.

(1) On trouvera dans *L'Eclairage électrique*, t. X à XXV, toute une série de notes de H. Becquerel concernant ses travaux sur la radioactivité.

place de moins en moins importante dans les revues spécialement consacrées à l'électricité et ses applications. Mais, en élargissant nos idées sur la constitution de la matière, elle a fourni aux théories électriques basées sur la conception de l'électron de précieux points d'appui. La « Revue générale de l'Electricité » ne pouvait donc laisser passer le vingt-cinquième anniversaire de la découverte du radium, sans le signaler d'une façon toute spéciale à ses lecteurs et s'associer ainsi à la manifestation solennelle qui vient d'avoir lieu à la Sorbonne pour la commémoration de cet anniversaire.

Dans cette manifestation, présidée par M. Alexandre Millerand, président de la République, M. Appell, recteur de l'Académie de Paris, M. Perrin, membre de l'Institut, M. Lorentz, le célèbre physicien hollandais, M. Debierne, professeur à l'Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles, M. le docteur Antoine Beclère, de l'Académie de Médecine, enfin M. Léon Bérard, ministre de l'Instruction publique, ont fait ressortir l'importance des conséquences scientifiques et pratiques de la découverte de Pierre Curie et de Mme Curie. Cette dernière, en une courte allocution, retraça, non sans émotion, les principales phases de cette découverte; rappelant les débuts de ses recherches sur la pechblende, elle évoqua la médiocrité des moyens matériels dont elle et son mari disposaient alors. « La découverte du radium a été faite, dit-elle, dans des conditions précaires dans un hangar qui est revêtu des formes de la légende. Mais cet élément romanesque n'a pas été un avantage, il a usé nos forces et retardé les réalisations. Dans des conditions meilleures, on eût pu sans doute réduire à deux années les cinq premières années de notre travail. L'expérience, du moins, ne doit pas être perdue pour l'avenir. »

A la fin de cette cérémonie, M. Alexandre Millerand, prononça les paroles suivantes :

« Le nom de Curie est désormais inséparable, dit-il, des résultats bienfaisants obtenus par l'application du radium à la thérapeutique. Il sera à jamais associé aux révélations que l'étude de la substance nouvelle permet déjà d'entrevoir sur la constitution ultime de la matière et de l'atome.

» Interprètes fidèles du sentiment français, le Gouvernement de la République et le Parlement ont tenu à le concréter sous la forme de la récompense nationale qu'ils ont décidé d'offrir à Mme Curie.

« Qu'elle la reçoive, avec l'hommage solennel que nous lui apportons aujourd'hui, comme le faible et sincère témoignage des sentiments universels d'enthousiasme, de respect et de gratitude qui lui font cortège. »

La récompense nationale dont il est question dans cette allocution est, nos lecteurs l'ont déjà appris par la presse quotidienne, l'attribution à Mme Curie d'une pension annuelle de 40 000 fr, réversible par parts égales sur chacune de ses deux filles. En présentant à la Chambre des Députés, dans la séance du 19 décembre 1923, le rapport de la Commission de l'Enseignement sur le projet de loi relatif à cette récompense nationale, M. Gaston Deschamps, président de cette commission, rappelait que déjà le Parlement avait accordé des récompenses nationales à des savants, notamment à Daguerre et à Niepce, qui furent les inventeurs de la photographie et de l'héliogravure, et à Pasteur, dont les travaux ont ouvert une voie nouvelle et féconde aux recherches biologiques ; il ajoutait que, comme ces savants, Pierre Curie et Mme Curie ont toujours fait preuve du plus parfait désintéressement et que, en particulier, ils ont offert à l'Institut du Radium une quantité de radium dont la valeur est estimée à plus de trois millions de francs. C'est là une constatation tout à l'honneur de la science française et que, pour cette raison, il n'était pas inutile de signaler.

Bibliographie : Les isotopes, par F.-W. Aston, professeur au Collège de la Trinité à Cambridge, traduit par Mlle S. Veil, docteur ès sciences (1). — Le rôle important joué par l'auteur dans la découverte des corps isotopes donne à cet ouvrage une valeur toute particulière.

M. Aston s'est astreint, dans son livre, à simplifier et ordonner les notions qu'il a puissamment contribué à établir. Son but est de vulgariser ce sujet et de permettre l'introduction de l'isotopie dans l'enseignement. La rédaction de ce livre a été entreprise, en effet, à la sollicitation de nombreux professeurs de physique et chimie qui avaient demandé la publication des résultats obtenus dans la spectrographie de masse, sous une forme plus accessible au public que celle qui leur avait été donnée d'abord.

Pour cet exposé, on a tâché, bien que cela présente souvent de grosses difficultés, d'allier l'ordre logique, qui est de partir des phénomènes simples pour aboutir aux complexes, et l'ordre historique, qui est en général inverse, mais qu'il ne serait pas à propos de sacrifier délibérément en parlant d'un sujet nouveau.

Dans ces conditions, l'auteur, après quelques notions générales se rapportant à la question, a traité d'abord les isotopes radioactifs, les premiers connus, puis les rayons positifs et le néon. Il expose ensuite la question des spectres de masse, insistant sur les dispositifs expérimentaux, et celle de l'analyse des éléments, qui fait l'objet de deux chapitres.

Il passe ensuite à la théorie électrique de la matière, résumant les considérations nouvelles sur la constitution de l'atome et les diverses hypothèses nouvelles se rapportant à ces questions.

Les chapitres suivants sont consacrés au classement des isotopes dans le tableau des éléments chimiques et aux spectres des isotopes. L'ouvrage se termine par l'étude de la séparation des isotopes.

Quelques renseignements pratiques : liste des isotopes avec leur poids atomique, tableau périodique de Mendelejeff, résultats récents de Dempster, sont donnés en annexe.

Ajoutons que cette traduction a été faite dans les meilleures conditions, Mlle Veil ayant déjà eu l'occasion d'étudier la science des isotopes, d'en exposer les principes et de faire même une bibliographie complète de la question ; il est probable qu'elle trouvera un bon accueil auprès du public français. — B. E.

(1) Un volume, format 22 cm × 14 cm, de 164 pages, avec 21 figures dans le texte et 4 planches hors texte, édité par la librairie scientifique J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, à Paris. Prix : broché, 15 fr.

Le 25e anniversaire de la découverte du radium

C'est dans une note présentée à la séance du 26 décembre 1898 de l'Académie des Sciences par P. Curie, Mme Sklodowska Curie et M. G. Bemont que fut annoncée la découverte du radium. Vingt-cinq ans plus tard, jour pour jour, le 26 décembre dernier, la Fondation Curie, dont M. P. Appell, recteur de l'Académie de Paris, est le président, et le Dr E. Roux, directeur de l'Institut Pasteur, est le vice-président, célébrait cette découverte en une séance solennelle tenue dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne sous la présidence de M. Millerand, président de la République française, assisté de M. Léon Bérard, ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, séance dans laquelle M. Jean Perrin, professeur à la Sorbonne, membre de l'Académie des Sciences, fit une conférence sur « la Radioactivité et son importance dans l'Univers » et le Dr Antoine Béclère, une autre conférence intitulée « le Radium et la Médecine ». La « Revue générale de l'Electricité » s'associe à cette manifestation en l'honneur de la découverte du radium en reproduisant ci-dessous le texte de la note présentée à l'Académie des Sciences le 26 décembre 1898, il est précédé des textes de deux autres notes présentées quelques mois auparavant, également à l'Académie des Sciences, l'une par Mme Sklodowska Curie le 12 avril 1898, où se trouvent exposés les résultats de recherches faisant pressentir que la pechblende doit contenir d'autres éléments plus radioactifs que l'uranium, l'autre par P. Curie et Mme S. Curie le 18 juillet, où est annoncée l'existence dans ce minéral d'un élément radioactif voisin du bismuth et auquel est donné le nom de « polonium » en souvenir du pays d'origine de Mme Curie.

Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium, par Mme Sklodowska Curie [a]

J'ai étudié la conductibilité de l'air sous l'influence des rayons de l'uranium, découverts par M. Becquerel, et j'ai cherché si des corps autres que les composés de l'uranium étaient susceptibles de rendre l'air conducteur de l'électricité. J'ai employé pour cette étude un condensateur à plateaux ; l'un des plateaux était recouvert d'une couche uniforme d'uranium ou d'une autre substance finement pulvérisée. (Diamètre des plateaux, 8 cm ; distance, 3 cm.) On établissait entre les plateaux une différence de potentiel de 100 v. Le courant qui traversait le condensateur était mesuré en valeur absolue au moyen d'un électromètre et d'un quartz piézoélectrique.

J'ai examiné un grand nombre de métaux, sels, oxydes, et minéraux [1]. Le tableau ci-après donne, pour chaque substance, l'intensité du courant i en ampères (ordre de grandeur, 10^{-11}). Les substances que j'ai étudiées et qui ne figurent pas dans le tableau sont au moins 100 fois moins actives que l'uranium.

	Ampères.
Uranium légèrement carburé	24×10^{-12}
Oxyde noir d'uranium U^2O^5	27 id
Oxyde vert d'uranium U^3O^8	18 id
Uranates d'ammonium, de potassium, de sodium, environ	12 id
Acide uranique hydraté	6×10^{-12}
Azotate d'uranyle, sulfate uraneux, sulfate d'uranyle et de potassium, environ	7 id
Chalcolite artificielle (phosphate de cuivre et d'uranyle)	9 id
Oxyde de thorium en couche de 0,25 mm d'épaisseur	22 id
Oxyde de thorium en couche de 6 mm d'épaisseur	53 id
Sulfate de thorium	8 id
Fluoxytantalate de potassium	2 id
Fluoxyniobate de potassium et oxyde de cérium	0,3 id
Pechblende de Johanngeorgenstadt	83 id
Id. de Cornwallis	16 id
Id. de Joachimsthal et de Pzibran	67 id
Chalcolite naturelle	52 id
Autunite	27 id
Thorites diverses de 2 à	14 id
Orangite	20 id
Samarskite	11 id
Fergusonite, monazite, xénotime, niobite, aeschinite, Clévéite très active de 3 à	7 id

Tous les composés de l'uranium étudiés sont actifs et le sont, en général, d'autant plus qu'ils contiennent plus d'uranium.

Les composés du thorium sont très actifs. L'oxyde de thorium dépasse même en activité l'uranium métallique.

Il est à remarquer que les deux éléments les plus actifs, l'uranium et le thorium, sont ceux qui possèdent le plus fort poids atomique.

Le cérium, le niobium et le tantale semblent être légèrement actifs.

Le phosphore blanc est très actif, mais son action est probablement d'une autre nature que celle de l'uranium et du thorium. En effet, le phosphore n'est actif

(a) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 12 avril 1898, t. CXXVI, page 1101-1103. Cette note a été reproduite dans *l'Eclairage électrique*, 30 avril 1898, t. XV, p. 199-201.

(1) L'uranium employé pour cette étude a été donné par M. Moissan. Les sels et oxydes étaient des produits purs, provenant du laboratoire de M. Etard à l'Ecole de Physique et Chimie. M. Lacroix a bien voulu me procurer quelques échantillons de minéraux de provenance connue, de la collection du Muséum. Quelques oxydes rares et purs ont été donnés par M. Demarçay. Je remercie ces messieurs de leur obligeance.

ni à l'état de phosphore rouge ni à l'état de phosphates.

Les minéraux qui se sont montrés actifs contiennent tous des éléments actifs. Deux minéraux d'uranium : la pechblende (oxyde d'urane) et la chalcolite (phosphate de cuivre et d'uranyle) sont beaucoup plus actifs que l'uranium lui-même. Ce fait est très remarquable et porte à croire que ces minéraux peuvent contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium. J'ai reproduit la chalcolite par le procédé de Debray avec des produits purs; cette chalcolite artificielle n'est pas plus active qu'un autre sel d'uranium.

Absorption. — Les effets produits par les substances actives augmentent avec l'épaisseur de la couche employée. Cette augmentation est très faible pour les composés de l'uranium; elle est considérable pour l'oxyde de thorium, qui semble ainsi partiellement transparent pour les rayons qu'il émet.

Pour étudier la transparence des diverses substances, on les place en plaque mince par-dessus la couche active. L'absorption est toujours très forte. Cependant les rayons traversent les métaux, le verre, l'ébonite, le papier sous faible épaisseur. Voici la fraction du rayonnement transmise par une lame d'aluminium d'épaisseur 0,01 mm;

0,2 pour l'uranium, uranate d'ammoniaque, oxyde uraneux, chalcolite artificielle;

0,33 pour la pechblende et la chalcolite naturelle;

0,4 pour l'oxyde de thorium et le sulfate de thorium en couche de 0,5 mm;

0,7 pour l'oxyde de thorium en couche de 6 mm.

On voit que les composés d'un même métal émettent des rayons également absorbés. Les rayons émis par le thorium sont plus pénétrants que ceux émis par l'uranium; enfin, l'oxyde de thorium en couche épaisse émet des rayons beaucoup plus pénétrants que ceux qu'il émet en couche mince.

Impressions photographiques. — J'ai obtenu de bonnes impressions photographiques avec l'uranium, l'oxyde uraneux, la pechblende, la chalcolite, l'oxyde de thorium. Ces corps agissaient à petite distance, soit à travers l'air, soit à travers le verre, soit à travers l'aluminium. Le sulfate de thorium donne des impressions plus faibles et le fluoxytantalate de potassium des impressions très faibles.

Analogie avec les rayons secondaires des rayons de Röntgen. — Les propriétés des rayons émis par l'uranium et le thorium sont très analogues à celles des rayons secondaires des rayons de Röntgen, étudiés récemment par M. Sagnac. J'ai constaté d'ailleurs que, sous l'action des rayons de Röntgen, l'uranium, la pechblende et l'oxyde de thorium émettent des rayons secondaires qui, au point de vue de la décharge des corps électrisés, font généralement plus d'effet que les rayons secondaires du plomb. Parmi les métaux étudiés par M. Sagnac, l'uranium et le thorium viendraient se placer à côté et au delà du plomb.

Pour interpréter le rayonnement spontané de l'uranium et du thorium on pourrait imaginer que tout l'espace est constamment traversé par des rayons analogues aux rayons de Röntgen mais beaucoup plus pénétrants et ne pouvant être absorbés que par certains éléments à gros poids atomiques, tels que l'uranium et le thorium (1).

Sur une nouvelle substance radioactive contenue dans la pechblende, par P. Curie et Mme S. Curie (2)

Certains minéraux contenant de l'uranium et du thorium (pechblende, chalcolite, uranite) sont très actifs au point de vue de l'émission des rayons de Becquerel. Dans un travail antérieur, l'un de nous a montré que leur activité est même plus grande que celle de l'uranium et du thorium, et a émis l'opinion que cet effet était dû à quelque autre substance très active renfermée en petite quantité dans ces minéraux.

L'étude des composés de l'uranium et du thorium avait montré, en effet, que la propriété d'émettre des rayons qui rendent l'air conducteur et qui agissent sur les plaques photographiques, est une propriété spécifique de l'uranium et du thorium qui se retrouve dans tous les composés de ces métaux, d'autant plus affaiblie que la proportion du métal actif dans le composé est elle-même plus faible. L'état physique des substances semble avoir une importance tout à fait secondaire. Diverses expériences ont montré que l'état de mélange des substances ne semble agir qu'en faisant varier la proportion des corps actifs et l'absorption produite par les substances inertes. Certaines causes (telles que la présence d'impuretés) qui agissent si puissamment sur la phosphorescence ou la fluorescence sont donc ici tout à fait sans action. Il devient dès lors très probable que si certains minéraux sont plus actifs que l'uranium et le thorium, c'est qu'ils renferment une substance plus active que ces métaux.

Nous avons cherché à isoler cette substance dans la pechblende, et l'expérience est venue confirmer les prévisions qui précèdent.

Nos recherches chimiques ont été constamment guidées par le contrôle de l'activité radiante des produits séparés à chaque opération. Chaque produit est placé sur l'un des plateaux d'un condensateur, et la conductibilité acquise par l'air est mesurée à l'aide d'un électromètre et d'un quartz piézo-électrique, comme dans le travail cité ci-dessus. On a ainsi non seulement

(2) *Compte rendus de l'Académie des Sciences*, 18 juillet 1898, t. CXXVII, p. 175-178. Cette note a été reproduite dans *L'Eclairage électrique*, 6 août 1898, t. XVI, p. 232-254.

(1) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et de Chimie industrielles.

une indication mais un nombre qui rend compte de la richesse du produit en substance active.

La pechblende que nous avons analysée était environ deux fois et demie plus active que l'uranium dans notre appareil à plateaux. Nous l'avons attaquée par les acides, et nous avons traité la liqueur obtenue par l'hydrogène sulfuré. L'uranium et le thorium restent dans la liqueur. Nous avons reconnu les faits suivants :

Les sulfures précipités contiennent une substance très active en même temps que du plomb, du bismuth, du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine.

Cette substance est entièrement insoluble dans le sulfure d'ammonium qui la sépare de l'arsenic et de l'antimoine.

Les sulfures insolubles dans le sulfure d'ammonium étant dissous dans l'acide azotique, la substance active peut être incomplètement séparée du plomb par l'acide sulfurique. En épuisant le sulfate de plomb par l'acide sulfurique étendu, on parvient à dissoudre en grande partie la substance active entraînée avec le sulfate de plomb.

La substance active se trouvant en solution avec le bismuth et le cuivre est complètement précipitée par l'ammoniaque, ce qui la sépare du cuivre.

Finalement le corps actif reste avec le bismuth.

Nous n'avons encore trouvé aucun procédé exact pour séparer la substance active du bismuth par voie humide. Nous avons cependant effectué des séparations incomplètes basées sur les faits suivants :

Dans la dissolution des sulfures par l'acide azotique, les portions les plus faciles à dissoudre sont les moins actives.

Dans la précipitation des sels par l'eau les premières portions précipitées sont de beaucoup les plus actives.

Nous avions observé qu'en chauffant la pechblende on obtenait par sublimation des produits très actifs. Cette remarque nous a conduits à un procédé de séparation fondé sur la différence de volatilité du sulfure actif et du sulfure de bismuth. On chauffe les sulfures dans le vide dans un tube de verre de Bohême vers 700°. Le sulfure actif se dépose sous forme d'enduit noir dans les régions du tube qui sont à 250°-300°, tandis que le sulfure de bismuth reste dans les parties plus chaudes.

En effectuant ces diverses opérations, on obtient des produits de plus en plus actifs. Finalement nous avons obtenu une substance dont l'activité est environ 400 fois plus grande que celle de l'uranium.

Nous avons recherché, parmi les corps actuellement connus, s'il en est d'actifs. Nous avons examiné des composés de presque tous les corps simples ; grâce à la grande obligeance de plusieurs chimistes, nous avons eu des échantillons des substances les plus rares. L'uranium et le thorium sont seuls franchement actifs, le tantale l'est peut-être très faiblement.

Nous croyons donc que la substance que nous avons retirée de la pechblende contient un métal non encore signalé, voisin du bismuth par ses propriétés analytiques. Si l'existence de ce nouveau métal se confirme, nous proposons de l'appeler polonium, du nom du pays d'origine de l'un de nous.

M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre du corps que nous étudions. Il n'a pu y distinguer aucune raie caractéristique en dehors de celles dues aux impuretés. Ce fait n'est pas favorable à l'idée de l'existence d'un nouveau métal. Cependant, M. Demarçay nous a fait remarquer que l'uranium, le thorium et le tantale offrent des spectres particuliers, formés de lignes innombrables, très fines, difficiles à apercevoir (1).

Qu'il nous soit permis de remarquer que si l'existence d'un nouveau corps simple se confirme, cette découverte sera uniquement due au nouveau procédé d'investigation que nous fournissent les rayons de Becquerel.

(1) La singularité de ces trois spectres est signalée dans la belle publication de M. Demarçay : *Spectres électriques*, 1895.

Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende, par M. P. Curie, Mme P. Curie et M. G. Bémont (1)

Deux d'entre nous ont montré que, par des procédés purement chimiques, on pouvait extraire de la pechblende une substance fortement radioactive. Cette substance est voisine du bismuth par ses propriétés analytiques. Nous avons émis l'opinion que la pechblende contenait peut-être un élément nouveau, pour lequel nous avons proposé le nom de polonium (1).

Les recherches que nous poursuivons actuellement sont en accord avec les premiers résultats obtenus ; mais, au courant de ces recherches, nous avons rencontré une deuxième substance fortement radioactive et entièrement différente de la première par ses propriétés chimiques. En effet, le polonium est précipité en solution acide par l'hydrogène sulfuré ; ses sels sont solubles dans les acides, et l'eau les précipite de ces dissolutions ; le polonium est complètement précipité par l'ammoniaque.

La nouvelle substance radioactive que nous venons de trouver a toutes les apparences chimiques du baryum presque pur : elle n'est précipitée ni par l'hydrogène

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 décembre 1898, t. CXXVII, p. 1215-1217. Cette note a été reproduite dans *L'Eclairage électrique*, 28 janvier 1899, t. XVII, p. 151-153.

(1) M. P. Curie et Mme P. Curie. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVII, p. 175.

sulfuré, ni par le sulfure d'ammonium, ni par l'ammoniaque ; le sulfate est insoluble dans l'eau et dans les acides ; le carbonate est insoluble dans l'eau ; le chlorure, très soluble dans l'eau, est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré et dans l'alcool. Enfin cette substance donne le spectre du baryum, facile à reconnaître.

Nous croyons néanmoins que cette substance, quoique constituée en majeure partie par le baryum, contient en plus un élément nouveau qui lui communique la radioactivité et qui, d'ailleurs, est très voisin du baryum par ses propriétés chimiques.

Voici les raisons qui plaident en faveur de cette manière de voir :

1° Le baryum et ses composés ne sont pas d'ordinaire radioactifs ; or, l'un de nous a montré que la radioactivité semblait être une propriété atomique, persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière (¹). Dans cette manière de voir, la radioactivité de notre substance n'étant pas due au baryum doit être attribuée à un autre élément ;

2° Les premières substances que nous avons obtenues avaient, à l'état de chlorure hydraté, une radioactivité 60 fois plus forte que celle de l'uranium métallique (l'intensité radioactive étant évaluée par la grandeur de la conductibilité de l'air dans notre appareil à plateaux). En dissolvant ces chlorures dans l'eau et en en précipitant une partie par l'alcool, la partie précipitée est bien plus active que la partie restée dissoute. On peut, en se basant sur ce fait, opérer une série de fractionnements permettant d'obtenir des chlorures de plus en plus actifs. Nous avons obtenu ainsi des chlorures ayant une activité 900 fois plus grande que celle de l'uranium. Nous avons été arrêtés par le manque de substance, et, d'après la marche des opérations, il est à prévoir que l'activité aurait encore beaucoup augmenté, si nous avions pu continuer. Ces faits peuvent s'expliquer par la présence d'un élément radioactif, dont le chlorure serait moins soluble dans l'eau alcoolisée que celui du baryum ;

3° M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre de notre substance avec une obligeance dont nous ne saurions trop le remercier. Les résultats de son examen sont exposés dans une note spéciale à la suite de la nôtre. M. Demarçay a trouvé dans le spectre une raie qui ne semble due à aucun élément connu. Cette raie, à peine visible avec le chlorure 60 fois plus actif que l'uranium, est devenue notable avec le chlorure enrichi par fractionnement jusqu'à l'activité de 900 fois celle de l'uranium. L'intensité de cette raie augmente donc en même temps que la radioactivité, et c'est là, pensons-nous, une raison très sérieuse pour l'attribuer à la partie radioactive de notre substance.

Les diverses raisons que nous venons d'énumérer nous portent à croire que la nouvelle substance radioactive renferme un élément nouveau, auquel nous proposons de donner le nom de radium.

Nous avons déterminé le poids atomique de notre baryum actif, en dosant le chlore dans le chlorure anhydre. Nous avons trouvé des nombres qui diffèrent fort peu de ceux obtenus parallèlement avec le chlorure de baryum inactif ; cependant les nombres pour le baryum actif sont toujours un peu plus forts, mais la différence est de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

La nouvelle substance radioactive renferme certainement une très forte proportion de baryum ; malgré cela, la radioactivité est considérable. La radioactivité du radium doit être énorme.

L'uranium, le thorium, le polonium, le radium et leurs composés rendent l'air conducteur de l'électricité et agissent photographiquement sur les plaques sensibles. A ces deux points de vue, le polonium et le radium sont considérablement plus actifs que l'uranium et le thorium. Sur les plaques photographiques on obtient de bonnes impressions avec le radium et le polonium en une demi-minute de pose ; il faut plusieurs heures pour obtenir le même résultat avec l'uranium et le thorium.

Les rayons émis par les composés du polonium et du radium rendent fluorescent le platinocyanure de baryum ; leur action, à ce point de vue, est analogue à celle des rayons de Rontgen, mais considérablement plus faible. Pour faire l'expérience, on pose sur la substance active une feuille très mince d'aluminium sur laquelle est étalée une couche mince de platinocyanure de baryum : dans l'obscurité, le platinocyanure apparaît faiblement lumineux en face de la substance active.

On réalise ainsi une source de lumière, à vrai dire très faible, mais qui fonctionne sans source d'énergie. Il y a là une contradiction, tout au moins apparente, avec le principe de Carnot.

L'uranium et le thorium ne donnent aucune lumière dans ces conditions, leur action étant probablement trop faible (¹).

(¹) Mme P. Curie. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVI, p. 1101.

(¹) Qu'il nous soit permis de remercier ici M. Suess, correspondant de l'Institut, professeur à l'Université de Vienne. Grâce à sa bienveillante intervention, nous avons obtenu du gouvernement autrichien l'envoi, à titre gracieux, de 100 kg d'un résidu de traitement de pechblende de Joachimsthal, ne contenant plus d'urane, mais contenant du polonium et du radium. Cet envoi facilitera beaucoup nos recherches.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La Section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Dans cette note, l'auteur signale ou décrit succinctement les appareils et les documents exposés dans les stands de la section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F. La trop courte durée de celle-ci et les délais qu'exige la réalisation matérielle de notre Revue n'ont pas permis qu'elle fût publiée avant que l'Exposition eût fermé ses portes. Mais si sa publication tardive prive nos lecteurs d'un guide qui leur eût été précieux, elle n'en conserve pas moins le grand intérêt de nous faire revivre en quelques lignes tout un siècle de la Physique française et de nous rappeler la part prépondérante qui lui revient dans les découvertes scientifiques qui ont conduit aux merveilles que la science et l'industrie françaises nous présentaient dans le cadre du Grand Palais.

La Section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F. occupe deux stands situés à l'entrée du Grand-Palais par la porte monumentale de l'avenue Alexandre III ; le stand de droite en allant vers la sortie contient les appareils et documents relatifs à la physique générale et, plus largement, à l'électricité générale; celui de gauche, ceux se rapportant à la radiocommunication et aux radiations.

Bordant le stand de droite, une vitrine aux amples dimensions abrite :

La première lentille à échelons de Fresnel (1788-1827) [1];

Le violon de Savart (1791-1841) ;

Un autographe de 1819 (lettre écrite par Fresnel à Ampère) ;

Le premier électrodynamomètre : la balance électrodynamique de Lallemand (1848) qui fut professeur et doyen à la Faculté des Sciences de Poitiers de 1870 à 1886, et dont l'appareil, construit avec toute la précision et la sensibilité réalisables alors, est antérieur à celui de Weber ;

Une pile thermoélectrique de Pouillet de 1846 ;

Un cathétomètre ayant servi à Gay-Lussac (1778-1850) ;

Une barre de métal invar obtenue par M. Guillaume (1896) ;

Un thermo-isolateur permettant de réaliser une enceinte expérimentalement adiabatique, assurant dès lors la conservation momentanée de l'air liquide, appareil dû à M. d'Arsonval (1887) ;

Le miroir tournant ayant servi à Foucault pour la mesure de la vitesse de la lumière (1849) ;

Une lunette terrestre datant du commencement du XIXe siècle.

[1] Les couples de dates de cette notice indiquent les dates de naissance et de décès des savants dont elles suivent les noms. Les dates uniques, celles de la réalisation de l'appareil cité.

Cette vitrine contient également trois instruments ayant servi à la découverte et à la première étude du radium : un condensateur de mesure de Curie de 1898, un électromètre du même savant, ainsi qu'un quartz piézo-électrique.

A côté de cette vitrine :

Le lumenmètre de M. Blondel ;

Puis une très curieuse machine électrique à frottement de Van Marum remontant à 1797, remarquable par sa robustesse et le fini de sa construction.

A côté et bordant l'allée latérale, on trouve successivement :

La roue dentée de Savart, de 1830, pour la mesure de la hauteur des sons ;

Un télescope à miroir de verre construit par Secrétan et portant la signature de Foucault ;

Une machine pneumatique de l'abbé Nollet, formant un meuble artistique, d'une superbe facture ; le piston s'actionne au moyen d'une pédale ;

Un appareil ayant servi à Regnault pour la détermination du point 100 de l'échelle du thermomètre ;

Une machine magnétoélectrique de Méritens (Compagnie l'Alliance) du type de celles qui, naguère, servirent à l'éclairage électrique des phares ;

Une vieille machine à fer tournant de Page, curieuse par sa solide construction : une manivelle met en rotation le fer, tournant très exactement dans un plan; une seconde manivelle commande une vis soigneusement filetée et qui permet d'avancer le bâti de la partie fixe au voisinage du plan du fer tournant ; c'est le premier alternateur à fer tournant ;

Enfin la première machine à air liquide à détente avec travail extérieur de M. G. Claude ; cet intéressant dispositif, qui date de 1901, a produit 50000 kg d'air liquide.

Au milieu du même stand :

La célèbre table d'Ampère de 1822 qui servit au génial savant pour la démonstration des faits expérimen-

taux à la base de sa très élégante théorie électrodynamique (actions des courants sur les courants); cette table provient des collections du Collège de France;

Des enroulements sphériques dits « bobines de Mascart » lui ayant servi à des expériences d'électricité (1895);

La bobine d'induction construite par Masson en 1842 et qui doit être considérée comme ayant inspiré au célèbre constructeur Ruhmkorff la réalisation de son appareil d'induction;

Le premier transformateur industriel, dit générateur secondaire, de Gaulard (1832).

Au sujet de ces derniers appareils, le lecteur soucieux d'information lira avec intérêt une notice qu'écrivit naguère Gossart, l'ingénieux inventeur de l'homéotropie : « A propos du centenaire d'Antoine Masson » (1).

Toujours dans le même stand :

Une machine électromagnétique de Pixii, qui fut construite en 1832 sous la direction d'Ampère.

On remarquera également à l'intérieur d'une deuxième vitrine disposée dans ce même stand de droite :

Un portrait d'Ampère d'après un dessin fait sous la Restauration par un élève du Collège royal de Bordeaux et dont la légende rappelle qu'Ampère fut inspecteur général de l'enseignement secondaire de 1808 à sa mort (1836);

Le petit appareil dénommé coup de poing de Bréguet, qui, par l'arrachement brusque (obtenu d'un coup de poing), d'une armature d'électroaimant polarisé, produit entre les deux extrémités du circuit, une étincelle; c'est l'ancêtre des actuelles magnétos servant à l'allumage de nos moteurs d'automobiles;

Une curieuse médaille commémorative de la première usine génératrice d'électricité de France établie à Tours; la médaille rappelle que cette usine date de 1885;

Un ampèremètre d'origine inconnue, mais de construction antérieure à 1890;

L'analyseur harmonique de M. Boucherot (1892) et divers appareils de M. Blondel dont il sera question plus loin.

Dans une autre vitrine du même stand :

Un cercle de Jamin (1818-1886);

Le prisme de Fresnel qui servit au grand savant à vérifier sa théorie de la polarisation rotatoire et à montrer que non seulement l'hypothèse de vibrations circulaires l'une gauche, l'autre droite, douées de vitesses différentes, rendaient compte des particularités que présente la polarisation rotatoire, mais qu'il était même possible de séparer, grâce à ce prisme de Fresnel, les deux vibrations circulaires hypothétiques, ce qui précisa l'intuition très précieuse du célèbre physicien.

A signaler encore comme appareils fameux et classiques :

Le miroir tournant, déjà cité, qui servit à Foucault à mesurer en 1849 la vitesse de la lumière, ainsi que le mouvement d'horlogerie qui permit au même physicien la mesure de la vitesse de rotation de son miroir; les expériences de Foucault, en permettant la comparaison des vitesses de la lumière dans l'air et dans l'eau, confirmèrent les conclusions de la théorie des ondes, infirmèrent les calculs basés sur l'émission et firent, dès lors, définitivement triompher les ondulations comme mécanisme explicatif des phénomènes lumineux;

Le couple secondaire de Planté, le premier accumulateur industriel (1860).

On trouve également, réunis aux stands de la Section rétrospective, un certain nombre d'appareils plus récents et qui n'en sont pas moins très interessants :

Le premier galvanomètre de M. d'Arsonval (1881);

Un appareil pour courants de haute fréquence destinés à des usages médicaux dû au même savant (1891);

Puis une très importante et très intéressante collection de dispositifs et d'appareils imaginés par M. Blondel :

D'abord dans le domaine de la photométrie en lequel le savant membre de l'Institut possède une si indéniable maîtrise. Le lumenmètre Blondel de 1895 signalé plus haut; un photomètre portatif à lampe fixe de 1907; le luxmètre Blondel (1912); un pyromètre optique à lame à incandescence et à œil de chat de 1912 également; le photomètre binoculaire à verres absorbants qui date de 1915; un étalon à éclat intrinsèque (1 bd : cm²) dû également à M. Blondel (1912); enfin un nitomètre pour la mesure des éclats (1912).

On trouve encore du même physicien : un miroir tournant polygonal à lentilles cylindriques de 1905;

Un appareil pour l'étude des vibrations transversales des cordes de 1906.

Dans le domaine de l'électricité, domaine dans lequel M. Blondel n'a pas montré une maitrise moindre, loin de là, on remarque :

Un interrupteur utilisant une turbine à mercure qui servit à l'éminent savant, en 1906, pour l'étude des cyclographes;

Et trois appareils : un oscillographe bifilaire triple de 1900; un grand équipage bifilaire pour harmonigraphe de 1906; l'harmonigraphe à fer doux de 1913 qui rappellent les études classiques du savant professeur sur l'inscription, l'étude et la recherche des harmoniques des courants alternatifs;

Enfin un relais oscillant à période réglable, pour appareil de télégraphie sans fil de 1912.

Cette collection d'un certain nombre d'appareils dus à l'ingéniosité et à la sagacité de l'éminent maître de l'École nationale des Ponts et Chaussées souligne la rare activité, en de si divers et si nombreux domaines, d'un des savants qui honore le plus actuellement la physique française et auquel on a peut-être pas toujours rendu l'hommage qu'il mérite.

Bordant la stand de gauche, on remarque les divers appareils qui servirent à l'auteur de cet article, dès

(1) *Compte rendu du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*, Lyon 1906.

1911, à l'inscription graphique et photographique des signaux de l'heure et des radiotélégrammes météorologiques, ainsi que le résonateur à coupure comportant un téléphone et qui fut (de novembre 1894 à mars 1895) le premier récepteur de signaux Morse transmis par télégraphie sans fil (expériences faites dans les caves de la Faculté des Sciences de Bordeaux, à 25 m de distance, à travers quatre murs de 0,50 m d'épaisseur chacun).

Toujours dans le stand de gauche :

Une vitrine offrant une collection d'ampoules à rayons X, de 1895 à nos jours ;

Un moteur à répulsion compensé de M. Latour (1901) ;

Une collection d'appareils de télégraphie sans fil, de la télégraphie militaire : poste à lampe (1917), amplificateur pour lampes à corne (1916), premier alternateur d'avion (1911), une magnéto à haute tension qui servit au premier poste émetteur d'avion de M. le capitaine Brenot (1910).

A côté un poste de télégraphie sans fil à cohéreur.

Dans une vitrine :

Un tube de Lee de Forest de 1907 provenant de la collection des Amis de la T.S.F. et qui est la première lampe détectrice.

Le détecteur électrolytique Ferrié (1900) ; le cohéreur de M. Branly de 1890 ;

Un tube triode de la télégraphie militaire de 1915.

Puis :

Une machine Gramme, type d'atelier (1873) ;

Le vibrateur de M. Boucherot pour poste émetteur T.P.S. (télégraphie par le sol) de 1915 ;

Un ballon dirigeable par application de la télémécanique de MM. Hurm et Prévost (1909).

Nous terminerons cet exposé en signalant encore :

Deux réfractomètres de M. Ch. Féry (petit modèle 1891, et grand modèle, 1920) ;

Et une très intéressante exposition d'appareils de transmission de l'image et les résultats obtenus en cette technique : une reproduction obtenue naguère le 6 janvier 1865 avec le pantélégraphe Caselli (1860) extraite de la collection de M. Georges Brunet, et celles que fournit le premier télestéréographe de M. Belin : paysage transmis de Lyon à Bordeaux en 1907.

L'histoire de la Physique matérialisée d'une si intéressante manière, dans les deux stands de la section rétrospective est l'œuvre d'un modeste et d'un savant, dont l'effort, aussi laborieux qu'intelligent, a su réunir une très diverse, et cependant assez cohérente collection.

M. Bethenod, le sympatique président de la section rétrospective à l'Exposition de Physique et de Télégraphie sans fil, est à la vérité coutumier des tours de force, et ceux qui connaissent son œuvre, œuvre scientifique et œuvre d'ingénieur, tout en admirant ce nouveau résultat, n'en seront point étonnés. Ne lui doit-on pas la théorie de la résonance avec bobines à noyau ferromagnétique (1907), celle des circuits couplés en oscillations entretenues (1909-1919), la théorie de l'autoexcitation des générateurs à lampes (1916), celle de la réception sur antenne horizontale de grande longueur (1923) et bien d'autres études ? Et parmi les nombreux brevets qui portent son nom ne convient-il pas de signaler ceux relatifs aux machines à haute fréquence, au haut parleurs téléphoniques, etc., etc?.. Quoi d'étonnant qu'un technicien aussi averti tant en électrotechnique générale qu'en radiocommunication ait merveilleusement organisé, avec méthode et avec goût, les deux stands de la section rétrospective?

A. Turpain,
Professeur à l'Université de Poitiers.

Revues, analyses et informations

Les courants de Foucault dans les masses de fer.

L'auteur a pour but d'établir une théorie approximative des courants de Foucault dans les masses de fer et il traite le cas suivant : « un noyau de fer lamellé k (fig. 1) est placé à l'intérieur d'un tube de cuivre Cu, le tout est enveloppé dans un paquet de fer lamellé Fe. Le tube de cuivre est parcouru par des courants dont la somme est pratiquement égale à celle des ampères-tours nécessaires pour créer le flux dans le noyau de fer. Ce flux dans k, est de grandeur telle que la force électromotrice dans le tube soit juste suffisante pour faire circuler le courant ». Le diagramme vectoriel de la figure 2 montre en ac la force magnétisante résultante et créant dans le noyau, un flux qui est décalé de 90° sur celui qui existe dans le reste de la masse de fer Fe. L'auteur analyse le cas du noyau circulaire (fig. 3) qu'il considère comme composé par un très grand nombre de cylindres très minces et concentriques. Chacun de ces cylindres a une très grande résistance et est parcouru par un courant qui dépend de la force électromotrice induite, celle-ci étant elle-même proportionnelle au flux qui circule dans le tube ; la somme géométrique de tous les courants élémentaires (tous de phases différentes) est approximativement égale au nombre d'ampères-tours d'excitation. La force magnétisante totale existe pour le tube extérieur et l'induction peut y être très élevée, étant limitée seulement par la saturation du fer ; cette induction diminue de l'extérieur au centre et passe par les valeurs B, B_1, B_2... (fig. 4) ; la courbe de flux est donnée par la figure 5, la variation brusque au point a est due à l'existence du genou de la courbe d'induction du fer ; à partir de ce point, l'induction est pratiquement nulle. La

(1) E. Rosenberg, *Electrician*, 24 août 1923, t. XCI, p. 188-191, 3500 mots, 13 fig ; *Elektrotechnische Zeitschrift*, 6 et 13 décembre 1923, t. XLIV, p. 1055-1057 et 1074-1078.

perte dans le centre du noyau peut être considérée comme négligeable devant celles qui existent dans les couches extérieures. Dans un but de simplification, l'auteur admet que

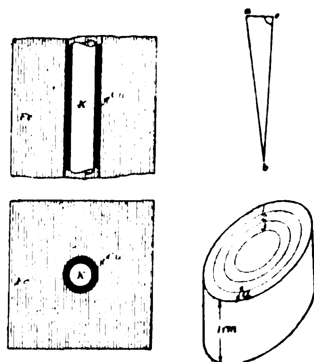


Fig. 1. — Schéma d'un noyau de fer lamellé enrolée dans un tube de cuivre et une autre masse de fer lamellé. — Fig. 2. Diagramme des ampères-tours correspondants. — Fig. 3. Décomposition d'un cylindre en fer massif, en tubes concentriques.

le flux pénètre seulement à une épaisseur a dans le noyau et que dans cette épaisseur a, l'induction est égale à B. La courbe de densité du courant peut alors être représentée par

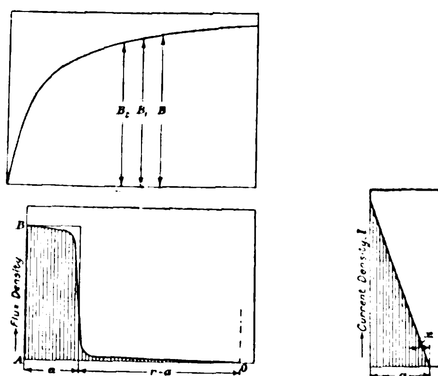


Fig. 4. — Courbe de magnétisme. — Fig. 5. Variation du courant et de l'induction d'un noyau de fer massif du centre à la périphérie. — Fig. 6. Courbe de la densité de courant.

la figure 6, la partie centrale $(r - a)$ étant entièrement négligée. L'auteur calcule ensuite l'épaisseur a qui a pour expression

$$a = 6\,700 \sqrt{\frac{\rho N}{f B}}.$$

N désignant les ampères-tours par centimètre de longueur; ρ, la résistance spécifique et f, la fréquence. On obtient ensuite le courant

$$j = \frac{1}{3\,350} \sqrt{\frac{f N B}{\rho}};$$

la puissance perdue dans le noyau a pour expression

$$P = 2.10^{-4} \sqrt{\rho f N^3 B}.$$

La discussion des formules montre un certain nombre de faits intéressants; considérons un noyau de fer de résistance spécifique $\rho = 0{,}15\ 10^{-4}$ ohm-cm, de fréquence $f = 50$ p : s, ayant 30 ampères-tours par centimètre et une induction $B_{max} = 15\,600$; il en résulte pour l'épaisseur a une valeur égale à 0,16 cm qui est extrêmement faible comparée avec l'épaisseur d'un boulon ou d'une plaque. L'épaisseur varie en raison inverse de la racine carrée de la fréquence; à 12,5 p : s, elle est double de l'épaisseur à 50 périodes par seconde. La pénétration est aussi proportionnelle à la racine carrée de la résistance spécifique. La perte ne dépend pas du volume total du métal et, dans un tube mince, elle peut être égale à celle qui existe dans un boulon de même diamètre que le tube. La perte P est proportionnelle à $\sqrt{N^3 B}$; mais pour un métal de perméabilité constante, elle serait proportionnelle à N^2; pour le fer, la saturation augmente peu pour les grandes valeurs de N. L'auteur admet que les pertes peuvent être prises approximativement fonction de la puissance 1,5 de N; à titre d'exemple, il calcule la perte dans un boulon de transformateur, placé au centre du noyau, et il la trouve égale à 0,112 w par centimètre carré de surface. Les plaques de serrage des transformateurs ou autres pièces de machines soumises aux variations de flux peuvent être étudiées de la même manière. L'auteur a entrepris une série d'essais pour la vérification de ses formules et la figure 7

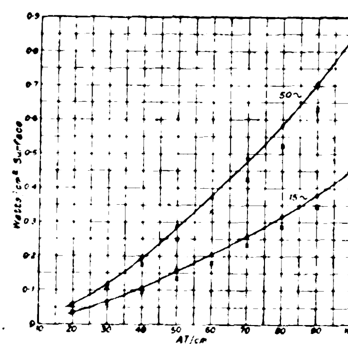


Fig. 7. — Courbe des pertes en fonction des ampères-tours. Les croix correspondent aux pertes calculées.

donne les pertes mesurées sur un cylindre de fer de 60 millimètres de diamètre; les points marqués d'une croix sont les points calculés; la proportionnalité des pertes à la puissance 1,5 de N est nettement indiquée. L'auteur applique sa méthode au calcul de la pénétration et des pertes dans les barres et plaques minces; la perte par kilogramme de tôle est égale à $P_{kg} = 2{,}13 \times 10^{-14} \frac{f^2 B^2 d^2}{\rho}$, d étant l'épaisseur de la tôle; il est entendu que cette épaisseur ne doit pas être supérieure à $2a$, le double de la profondeur de pénétration. Pour un boulon de section circulaire, les formules donnent la même perte si le rayon est égal à $\sqrt{2}\,a$; le rayon critique est alors

$$R = 9\,500 \sqrt{\frac{\rho N}{f B}}.$$

L'auteur traite ensuite rapidement le cas de grosses masses de fer ou de fonte à faces non parallèles et il donne la formule pratique

$$B\,a = 6\,700 \sqrt{\frac{\rho}{f}}\, B N,$$

applicable en particulier au cas des rotors en fer ou en fonte utilisés dans certains moteurs pour appareils de levage : dans ce cas, l'épaisseur a est quelquefois assez importante et peut atteindre le tiers du rayon. — E. B.

SECTION INDUSTRIELLE

Mesure pratique de l'énergie réactive

Nous croyons utile, au moment où la tarification de l'énergie réactive tend à se généraliser de plus en plus, de résumer, aussi simplement que possible, les principes de fonctionnement, de réglage et de pose de deux types de compteurs pour courants triphasés non équilibrés, 3 fils, dont nous avons étudié, en laboratoire, les caractéristiques et dont nous avons apprécié, chez le client, l'excellente tenue.

I. **Introduction.** — Les compteurs étudiés se rattachent à deux types, assez différents l'un de l'autre :

Le premier (Aron, Société genevoise d'Instruments de Physique, Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs, Landis et Gyr) ne diffère pas sensiblement, comme aspect intérieur, des compteurs triphasés ordinaires. Il comporte, comme ceux-ci, deux équipages, mais avec électroaimants de tension à flux déphasé de $\frac{\pi}{3}$ sur la tension. Les divers modèles que l'on trouve dans le commerce peuvent présenter quelques particularités de construction résultant notamment de l'introduction de résistances ou de spires de court-circuit, mais la conception, basée sur le principe de la mesure de l'énergie active par la méthode du double wattmètre, reste la même.

Le second (créé par la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs) diffère du précédent, en ce sens que chacun des équipages comporte deux bobines série, que les bobines tension sont analogues à celles des compteurs ordinaires, dont le flux est déphasé de $\frac{\pi}{3}$ sur la tension et que le principe de fonctionnement ne découle pas directement de la méthode du double-wattmètre dont nous parlons plus haut.

II. **Considérations générales.** — Nous n'entrerons dans le détail ni des théories relatives à la puissance active et réactive d'un circuit électrique, ni de la construction des compteurs d'énergie.

En maintes occasions, des plumes plus autorisées que la nôtre ont donné à ce sujet, dans les colonnes même de cette revue, des communications pleines d'intérêt auxquelles nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter (¹).

Nous rappellerons cependant, aussi brièvement que possible, quelques notions essentielles à la compréhension de ce qui va suivre.

1. Définitions et formules. — Soit

$$U = U_m \cos \omega t,$$

une tension alternative sinusoïdale produisant un courant

$$I = I_m \cos(\omega t - \varphi),$$

dans un circuit monophasé.

La puissance instantanée du circuit, essentiellement variable, est égale à UI et *la puissance moyenne active* ou plus simplement la puissance W a pour expression

$$W = \frac{1}{T}\int_0^T UI.\mathrm{d}t = U_{ef} I_{ef} \cos \varphi,$$

avec

$$U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \qquad \text{et} \qquad I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}},$$

U_{ef} et I_{ef} étant les valeurs efficaces de la tension et du courant.

La puissance apparente est $P = U_{ef} I_{ef}$ et la *puissance réactive ou magnétisante*, $R = U_{ef} I_{ef} \sin \varphi$.

Ces définitions sont générales et s'appliquent à un circuit à n phases quelconque. Dans le cas du courant triphasé, en particulier, la puissance est la somme des puissances des différentes branches. Si l'on désigne alors par e_1, e_2, e_3, i_1, i_2 et i_3, les valeurs instantanées des tensions étoilées et des courants en ligne ; par E_1, E_2, E_3, I_1, I_2, I_3 les valeurs efficaces des mêmes élé-

(¹) Iliovici. *R. G. E.*, 9 mars 1918, t. III, p. 349, et 27 juillet 1918, t. IV, p. 102.
Boucherot. *R. G. E.*, 19 janvier 1918, t. III, p. 83 et 26 mars 1921, t. IX, p. 426.
Scoumanne. *R. G. E.*, 9 et 23 février 1918, t. III, p. 227 et 281 ; 1er et 9 janvier 1921, t. IX, p. 14 et 37 ; 27 août 1921, t. X, p. 37.
Bargeton et Genkin, *R. G. E.*, 18 décembre 1920, t. VIII, p. 863 ; 5 février 1921, t. IX, p. 187.
Dumartin. *R. G. E.*, 15 mai 1920, t. VII, p. 643.
Yernaux. *R. G. E.*, 10 juin 1922, t. XI, p. 851, etc.

ments et par φ_1, φ_2, φ_3, les angles de déphasage des courants sur les tensions étoilées et par u_{12}, u_{23}, u_{31}, U_{12}, U_{23}, U_{31} les valeurs instantanées et efficaces des tensions composées, on a :

Puissance instantanée

$$= e_1 i_1 + e_2 i_2 + e_3 i_3;$$

puissance moyenne

$$= W = \frac{1}{T}\int_0^T (e_1 i_1 + e_2 i_2 + e_3 i_3)\, dt,$$

qui peut s'écrire, en passant aux valeurs efficaces,

$$W = E_1 I_1 \cos\varphi_1 + E_2 I_2 \cos\varphi_2 + E_3 I_3 \cos\varphi_3. \quad (1)$$

La puissance réactive s'exprime par une formule analogue

$$R = E_1 I_1 \sin\varphi_1 + E_2 I_2 \sin\varphi_2 + E_3 I_3 \sin\varphi_3, \quad (2)$$

et M. Boucherot a démontré que :

« La puissance active et réactive à fournir à un groupe de dérivations est égale respectivement à la somme des puissances actives et réactives mises en jeu dans ces diverses dérivations ».

Ce théorème met en évidence tout l'intérêt qui s'attache, pour une station génératrice, à l'amélioration du facteur de puissance de chacun de ses abonnés.

Si, reprenant les formules ci-dessus, on remarque que

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0,$$

et que :

$$u_{23} = e_2 - e_3,$$
$$u_{31} = e_3 - e_1,$$
$$u_{12} = e_1 - e_2,$$

on peut écrire

$$W = i_1 . u_{12} + i_2 . u_{23},$$

ou, en passant aux valeurs efficaces,

$$W = I_1 U_{13} \cos(30° - \varphi_1) + I_2 U_{23} \cos(30° + \varphi_2). \quad (3)$$

On verrait de même que

$$R = I_1 U_{13} \sin(30° - \varphi_1) + I_2 U_{23} \sin(30° + \varphi_2). \quad (4)$$

2. Mesure pratique des puissances active et réactive. — *Système monophasé.* — Considérons deux vecteurs $OA = I$ et $OB = E$ (intensité et tension), faisant entre eux un angle φ (fig. 1) et représentant les valeurs efficaces du courant et de la tension.

On a

$$W = EI\cos\varphi,$$
$$R = EI\sin\varphi.$$

On sait, d'autre part, que deux flux Φ_E, Φ_I en phase avec E et I produisent, dans un compteur à induction, un couple de la forme

$$K = \Phi_E \Phi_I \sin\varphi.$$

1° *Mesure de la puissance active.* — Elle pourra être mesurée :

1° Soit par un wattmètre, bobine série parcourue par $I = OA$; bobine tension excitée suivant $E = OB$;

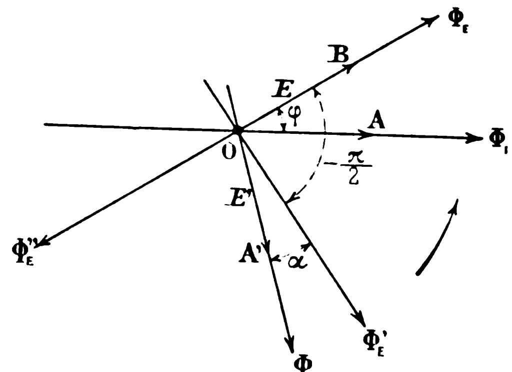


Fig. 1. — Mesure de la puissance en courant monophasé. Disposition des vecteurs.

2° Soit par un compteur, bobine série parcourue par $I = OA$; bobine tension excitée suivant $E = OB$.

Dans le compteur, le champ de tension est déphasé, par construction, de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension et vient en Φ'_E.

Le couple agissant est de la forme

$$\Phi_I \Phi_E \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \Phi_I \Phi_E \cos\varphi = EI\cos\varphi,$$

et le compteur, connecté comme un wattmètre, mesure bien la puissance correspondante.

2° *Mesure de la puissance réactive.* — Elle pourra être mesurée :

1° Par un wattmètre : bobine série parcourue par $I = OA$; bobine tension excitée suivant $O\Phi_E$.

L'appareil mesure, en effet, dans ce cas,

$$R = \Phi_E \Phi_I . \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = EI\sin\varphi.$$

2° Par un compteur du type ordinaire, avec bobine série parcourue par $I = OA$; bobine tension excitée suivant $O\Phi_E$, connecté par conséquent de la même façon que le wattmètre.

On remarque, comme précédemment, que le champ de tension déphasé de $\frac{\pi}{2}$ est dirigé suivant Φ''_E égal et opposé à Φ_E et que le couple agissant est de la forme

$$\Phi_E'' \Phi_I \sin(\pi - \varphi) = \Phi_E \Phi_I \sin\varphi = EI\sin\varphi.$$

Si l'on ne dispose que d'une tension $E' = OA'$ faisant

avec OB un angle $\frac{\pi}{2} + \alpha$, on voit que le compteur peut encore mesurer l'énergie réactive, à la seule condition que le champ de tension soit déphasé de $\frac{\pi}{2} - \alpha$ sur la tension, au lieu de $\frac{\pi}{2}$.

Telles sont les considérations sur lesquelles est basée la construction de la plupart des compteurs d'énergie réactive du premier type et qui conduisent à la règle suivante :

Règle. — 1° Pour mesurer la puissance réactive du système E, I, φ, avec un wattmètre ou un compteur ordinaire, il suffit, si l'on dispose d'une tension déphasée de $\frac{\pi}{2}$ sur E, d'exciter l'un ou l'autre appareil avec cette tension.

2° Si l'on ne dispose que d'une tension déphasée de $\frac{\pi}{2} \pm \alpha$ sur E, on ne peut mesurer l'énergie réactive qu'avec un compteur dont le flux de tension est déphasé de $\frac{\pi}{2} \pm \alpha$ et dont la bobine tension est excitée à $\frac{\pi}{2} \pm \alpha$ en arrière de E.

Système triphasé. — Il est facile de passer du cas étudié précédemment au cas où le système est triphasé.

Considérons, en effet, le système triphasé où les phases

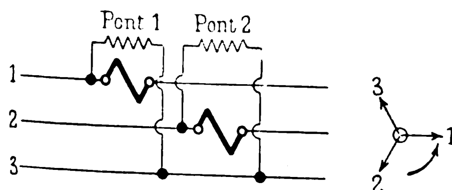


Fig. 2. — Méthode classique de mesure dite « des deux wattmètres » (énergie active).

se succèdent dans l'ordre 1, 2, 3 et où le sens de rotation des vecteurs est le sens direct.

On a vu que la puissance active du système 1, 2, 3, s'exprimait par la formule (3)

$$P = I_1 U_{13} \cos(30° - \varphi_1) + I_2 U_{23} \cos(30° + \varphi_2),$$

(voir schéma de la figure 3).

Nous mesurerons la *puissance réactive* totale de ce système en appliquant, à chacun des éléments qui constituent le second membre de la formule ci-dessus, les règles que nous avons établies plus haut.

Nous réalisons ainsi les *compteurs du premier type*.

Dans ces appareils, la puissance réactive du *premier élément* sera mesurée (fig. 3) : par un wattmètre à bobine série parcourue par I_1 et à bobine tension excitée suivant E_2 à $\frac{\pi}{2}$ en arrière de U_{13}, par un compteur à bobine série parcourue par I_1 et à bobine de tension excitée suivant U_{21} à $\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = 120°$ en arrière de U_{13} et dont le flux de tension est déphasé de $\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} = 60°$ en arrière de U_{21}.

On verrait de même que la puissance réactive du *se-*

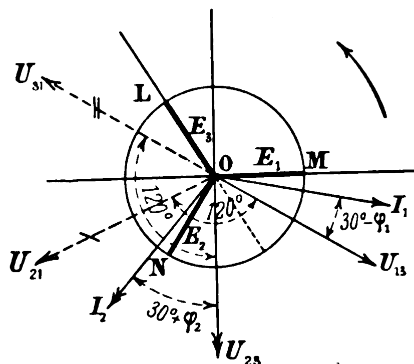


Fig. 3. — Diagramme justificatif des connexions des figures 31 et 41.

cond élément pourrait être mesurée soit par un wattmètre excité suivant E_1 soit par un compteur à flux déphasé de 60° excité suivant U_{31}.

Le schéma des connexions est représenté sur la figure 4. Il se justifie en considérant le diagramme de

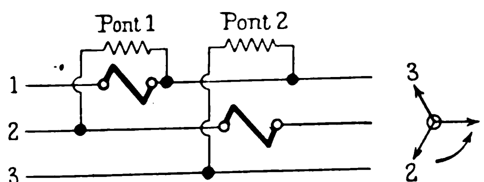


Fig. 4. — Extension aux compteurs du 1er type de la méthode des deux wattmètres (énergie réactive).

la figure 3. Si l'on utilise, en effet, deux équipages wattmétriques ordinaires pour mesurer la puissance réactive du système, il est clair que celle-ci s'exprime par la formule

$$R = I_1 E_2 \sqrt{3} . \cos(120° - \varphi_1) + I_2 E_1 \sqrt{3} . \cos(60° - \varphi_2),$$

qui permet bien de vérifier, si le système est équilibré, que :

pour $\varphi = 0$, on a $R = 0$;

pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$, on a $R = IE\sqrt{3}$.

Si l'on utilise, au contraire, un compteur triphasé du premier type à flux de tension déphasés de 60°, on

remarque que l'expression ci-dessus peut s'écrire

$$R = I_1 E_2 \sqrt{3} . \cos\left[\frac{\pi}{2} + 30° - \varphi_1\right]$$

$$+ I_2 E_1 \sqrt{3} . \cos\left[\frac{\pi}{2} - 30° - \varphi_2\right].$$

et que si l'appareil est excité, comme il est expliqué, suivant la tension composée U_{21} pour le premier élément et U_{31} pour le second, l'expression devient

$$R = I_1 U_{21} . \cos\left[\frac{\pi}{2} + (30° - \varphi_1)\right]$$

$$+ I_2 U_{31} \cos\left[\frac{\pi}{2} - (30° + \varphi_2)\right].$$

ou

$$R = I_2 U_{31} . \sin(30° + \varphi_2) - I_1 U_{21} \sin(30° - \varphi_1), \quad (5)$$

formule donnant en sinus la valeur de l'énergie réactive du système triphasé déséquilibré.

On voit ainsi que, si le système est équilibré, les deux équipages tournent en sens contraires lorsque $0 < \varphi < \frac{\pi}{6}$ et dans le même sens, lorsque $\frac{\pi}{6} < \varphi < \frac{\pi}{2}$.

Il est aisé, dans ce cas, de construire la courbe (fig. 5)

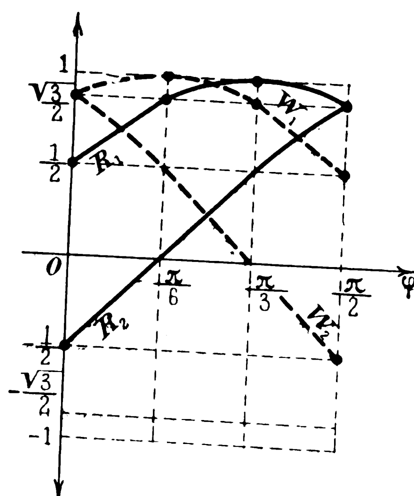


Fig. 5. — Variation, en système équilibré, des couples agissants de chaque pont (compteur du 1er type). En tirets : cas du compteur actif.

représentant les variations de chacun des termes R_1 et R_2 de la formule (5), en posant, pour simplifier

$$I_1 U_{21} = I_2 U_{31} = 1.$$

On voit que :

a) Pour $\varphi = 0$, chaque élément doit donner des indications proportionnelles à

$$I_1 U_{21} \sin 30° = \frac{1}{2},$$

le premier dans un sens, le second dans le sens opposé. Le compteur soumis à deux actions égales et de sens contraires ne tourne pas.

b) Pour $\varphi = \frac{\pi}{6} = 30°$, l'un des éléments s'annule, le compteur tournant sous l'action d'un seul équipage avec une vitesse proportionnelle à $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

c) Pour $\varphi = \frac{\pi}{2} = 90°$, les deux éléments sont égaux, le compteur tournant avec une vitesse proportionnelle à $\sqrt{3}$, sous l'action des deux équipages.

III. **Réglage des compteurs du premier type.** — Il y a plusieurs façons d'effectuer le réglage des compteurs du premier type.

1° Avec trois wattmètres connectés suivant le schéma

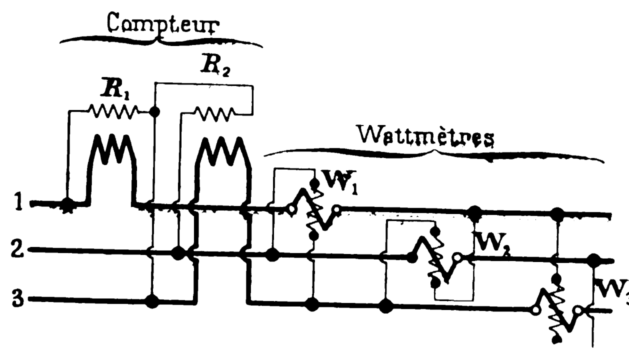


Fig. 6. — Réglage avec 3 wattmètres des compteurs d'énergie réactive (1er ou 2e type).

de la figure 6 et en observant avec soin le sens de rotation des phases.

Les indications du compteur doivent être égales à la somme des indications des wattmètres divisée par $\sqrt{3}$.

On voit, en effet, en se reportant à la formule (2), que chaque wattmètre excité à $\frac{\pi}{2}$ en arrière de I_1 mesure une puissance de la forme

$$\sqrt{3}\, E_1 I_1 \sin \varphi,$$

2° Avec deux wattmètres connectés suivant le schéma de la figure 7, on peut opérer pont par pont, ou avec les deux ponts à la fois. Il faut avoir soin de multiplier par $\sqrt{3}$ les indications des wattmètres (qui sont excités par une tension $\frac{U}{\sqrt{3}}$ et de choisir convenablement le sens des excitations. Il faut, de plus, s'assurer que le système est rigoureusement équilibré (neutre au centre de l'étoile) et nous ne saurions trop recommander, à ce propos, de se méfier des transformateurs étoile-étoile.

Les deux méthodes que nous indiquons permettent de procéder, sans appareillage spécial, à une vérification rapide des compteurs du premier type.

L'étalonnage précis de ces appareils s'opère en laboratoire d'une façon un peu plus compliquée, avec emploi de déphaseurs spéciaux. Les constructeurs, en général, donnent volontiers à ce sujet, tous détails utiles.

Pose. — La pose des compteurs triphasés d'énergie réactive, simple lorsque l'alimentation est directe, devient très délicate lorsque le circuit comporte des transformateurs d'intensité et de tension. Dans ce dernier cas, il est pratiquement impossible, si le circuit n'est pas équilibré, de réaliser sans hésitation les connexions correctes.

Nous supposons donc, et la chose est toujours réalisable en pratique, que l'on opère avec un système sensiblement équilibré et que l'on dispose d'un compteur d'énergie active en série avec le compteur à mettre en service.

Premier cas : Le circuit ne comporte pas de transformateur réducteur. — *a)* Si l'on dispose d'un indicateur de champ tournant, pas de difficultés : on connecte le compteur suivant l'ordre des phases indiqué par le constructeur.

b) Sinon, on vérifie que le système est sensiblement équilibré et on remarque que si $0 < \varphi < \frac{\pi}{6}$, la phase prépondérante doit tourner dans le sens direct, l'autre en sens inverse.

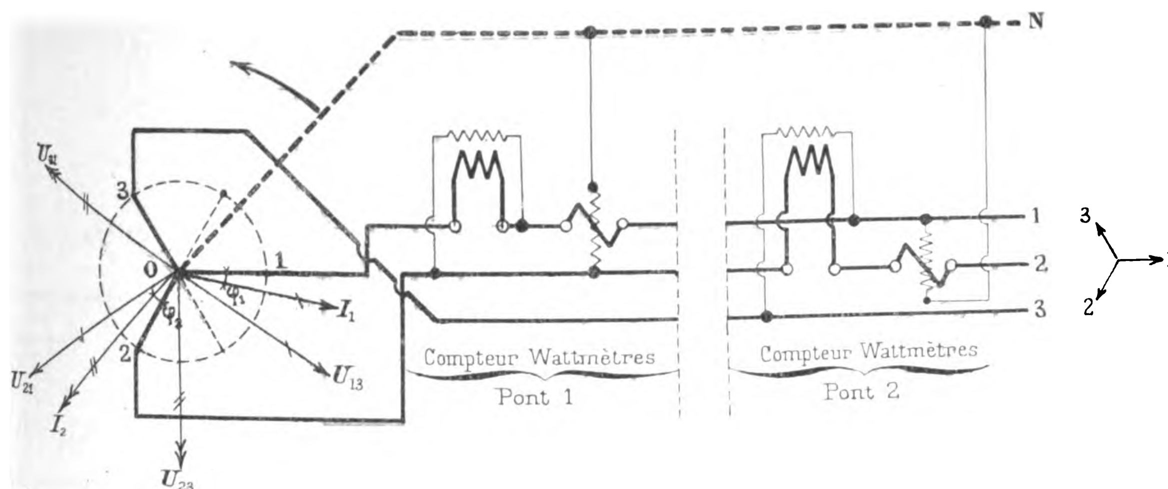


Fig. 7. — Réglage pont par pont en courant monophasé (compteurs d'énergie réactive du 1er type).

Si $\frac{\pi}{6} < \varphi < \frac{\pi}{2}$, les deux phases doivent tourner dans le sens direct,

On mesure ensuite le déphasage φ moyen :

1° Avec le compteur actif

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} \sqrt{3}.$$

2° En faisant le rapport $\frac{R}{W}$ des indications des deux compteurs, on doit obtenir sensiblement le même résultat.

Deuxième cas : Le circuit comporte des transformateurs réducteurs. — Il faut alors être très prudent. On pose le compteur d'énergie réactive en série, pont par pont, avec le compteur d'énergie active correctement branché et on applique les règles ci-dessus (voir fig. 8) en observant avec soin l'ordre de succession des phases.

Exactitude du compteur sur un système déséquilibré. — L'examen du diagramme (fig. 3) permet de vérifier d'une façon simple, mais approximative, l'exactitude du compteur lorsque les courants sont déséquilibrés.

Prenons, par exemple, le cas extrême où le circuit d'utilisation, que nous supposerons sans inductance, est branché sur la phase 1.3 seulement.

Le vecteur OM qui représente le courant de ligne change d'orientation et prend la direction LM parallèle à U_{13}. Le couple agissant du premier élément est alors de la forme

$$I_1 E_2 \sqrt{3} \cos | \overline{I_1}, \overline{E_2} | = 0.$$

Celui du second élément est nul puisque I_2 est nul et le compteur ne tourne pas, comme on devait le prévoir.

Même raisonnement si la phase 2.3 seule est chargée. Si, enfin, la phase 1.2 alimente seule un circuit actif, le vecteur du courant de ligne prend la direction MN parallèle à U_{21} et le couple agissant est de la forme

$$I_1 E_2 \sqrt{3} \cos | I_1, E_2 | + I_1 E_1 \sqrt{3} \cos | \overline{I_1}, \overline{E_1} | ;$$

puisque

$$I_1 = I_2,$$

on a encore

$$I_1 E_2 \sqrt{3} \cos 30^\circ + I_1 E_2 \sqrt{3} \cos 120^\circ = 0,$$

et le compteur ne tourne pas.

Le raisonnement est analogue, quoique plus compliqué, si le circuit d'utilisation est inductif.

Cas particulier du système triphasé équilibré. — Les méthodes indiquées se simplifient dans le cas assez fréquent où le système est équilibré, c'est-à-dire où

$E_1 = E_2 = E_3 = E_{ef}$ (tension étoilée);

$U_{12} = U_{13} = U_{23} = U_{ef}$ (tension composés);

$I_1 = I_2 = I_3 = I_{ef}$ (intensité en ligne);

$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$ (déphasage de I_{ef} sur E_{ef}).

1° La puissance active moyenne s'exprime alors par la formule

$$P = U_{ef} I_{ef} \sqrt{3} \cos \varphi,$$

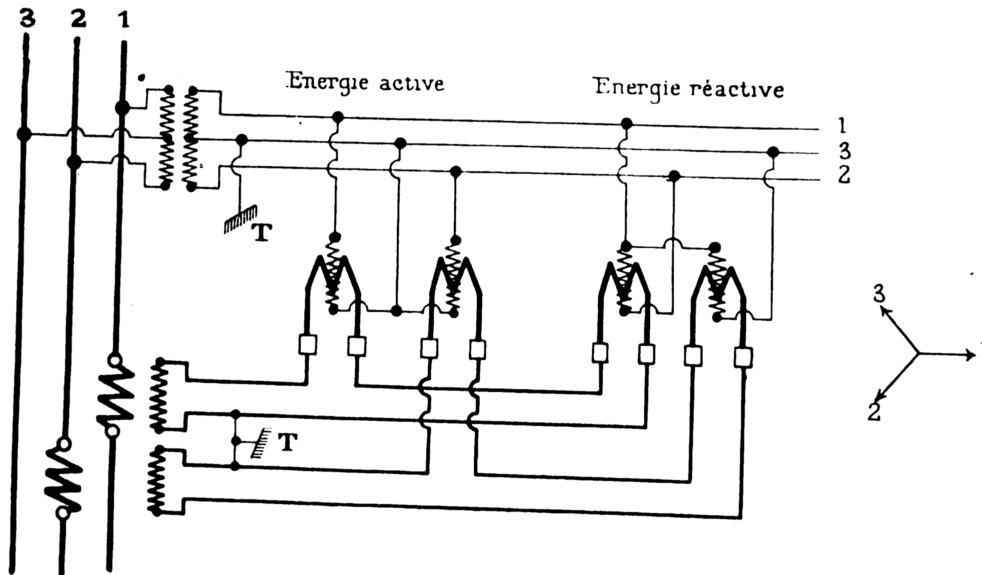


Fig. 8. — Schéma de pose de 2 compteurs (énergie active et énergie réactive) en série sur transformateurs réducteurs

La puissance réactive par la formule

$$R = U_{ef} I_{ef} \sqrt{3} \sin \varphi, \quad (6)$$

et l'on sait que, si l'on désigne par W_1 et W_2 les indications de 2 wattmètres branchés suivant la méthode classique, on a l'égalité

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} \sqrt{3}, \quad (7)$$

Les formules 6 et 7 permettent ainsi de mesurer la puissance réactive avec deux wattmètres, un ampèremètre et un voltmètre.

2° L'énergie réactive peut être mesurée par un compteur triphasé ordinaire dont un des enroulements de tension est inversé.

La formule (3) indiquée précédemment se simplifie en effet dans le cas où le système est équilibré et devient

$$P = U_{ef} I_{ef} [\cos (30^\circ - \varphi) + \cos (\cos^\circ + \varphi)].$$

Si l'on inverse l'un des enroulements tension, le second membre s'écrit

$$U_{ef} I_{ef} [\cos (30^\circ - \varphi) - \cos (30^\circ + \varphi)],$$
$$= 2\, U_{ef} I_{ef} \sin 30^\circ \sin \varphi,$$
$$= U_{ef} I_{ef} \sin \varphi = \frac{R}{\sqrt{3}}.$$

et le compteur enregistre l'énergie réactive R au coefficient $\sqrt{3}$ près.

3° Il est enfin possible de combiner les deux méthodes ci-dessus et de mesurer simultanément l'énergie active totale W_A et l'énergie réactive totale W_R. Il suffit, pour cela, d'installer deux compteurs monophasés connectés suivant la méthode des doubles wattmètres.

Si l'on désigne par C_1 et C_2 leurs consommations respectives, on voit que l'on a

$$W_A = C_1 + C_2,$$
$$W_R = W_A \operatorname{tg} \varphi = (C_1 - C_2) \sqrt{3},$$

grandeurs facilement mesurables en faisant la somme et la différence des consommations.

Remarque. — Les méthodes que nous venons d'indiquer doivent être rejetées dans le cas du système déséquilibré.

Le cos ψ moyen est donné, dans ce cas, par la formule

$$\cos \psi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + R^2}}. \qquad (8)$$

Il n'a aucun rapport avec le cos φ calculé par la formule (7), comme il est facile de s'en rendre compte à l'examen du diagramme. Au surplus, les résultats que nous indiquons ci-dessous de mesures effectuées sur deux compteurs, l'un A d'énergie active, l'autre R d'énergie réactive, montrent bien la différence :

TABLEAU I.

Charge répartie sur les ponts	Compteur A watts lus			Compteur R watts lus	Calcul des cosinus	
	Pont 1	Pont 2	Total	Total	Form. 8	Form. 7
1 et 2	4 500	— 3 760	740	4 600	0,16	0,05
2 et 3	475	0	475	4 500	0,10	0,5
1 et 3	0	+ 680	680	4 550	0,145	0,5

IV. **Compteurs du deuxième type.** — 1° CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — La construction et le fonctionnement de ces appareils sont basés sur les considérations suivantes.

Remontons au système triphasé déséquilibré étudié plus haut.

On a vu que la puissance réactive est exprimée par la formule

$$R = I_1 E_1 \sin \varphi_1 + I_2 E_2 \sin \varphi_2 + I_3 E_3 \sin \varphi_3.$$

Soit, en valeurs instantanées,

$$R = \frac{1}{\sqrt{3}} (i_1 u_{23} + i_2 u_{31} + i_3 u_{12}).$$

Si l'on remarque que

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0,$$

et que

$$u_{23} + u_{31} + u_{12} = 0,$$

la formule ci-dessus peut s'écrire

$$\sqrt{3}\, R = i_1 u_{23} + i_2 u_{31} + (i_1 + i_2)(u_{23} + u_{31}),$$

$$\sqrt{3}\, R = (2 i_1 + i_2)\, u_{23} + (2 i_2 + i_1)\, u_{31}, \qquad (9)$$

qui justifie ce schéma (fig. 9) de montage des compteurs d'énergie réactive du deuxième type.

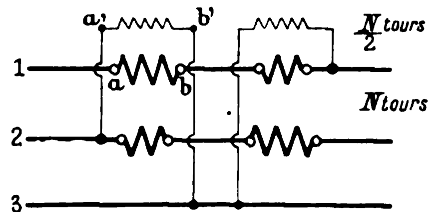


Fig. 9. — Schéma du compteur d'énergie réactive du 2e type de la Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs.

2° ÉTUDE DU DIAGRAMME. — Il est facile de construire le diagramme de fonctionnement (fig. 10).

On voit que la formule donnant l'énergie réactive moyenne peut se mettre sous la forme suivante

$$R\sqrt{3} = \overline{OA}\,.\,\overline{U_{23}} \cos(\alpha - \theta_1) + \overline{OB}\,.\,\overline{U_{31}} \cos(\beta - \theta_2).$$

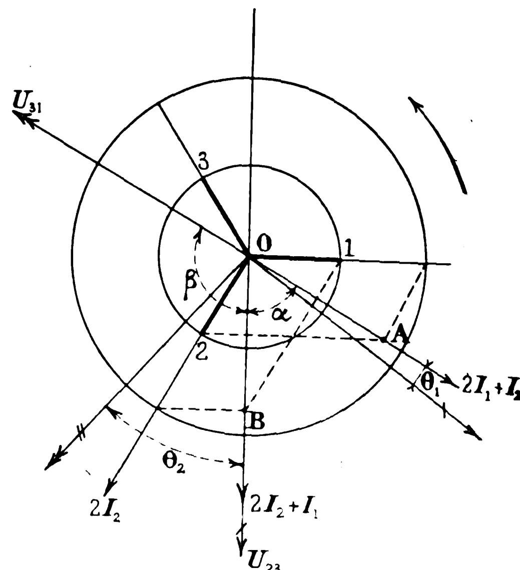


Fig. 10. — Diagramme justificatif des connexions du schéma de la figure 9.

Si l'on suppose, pour simplifier, que les courants de ligne sont sensiblement les mêmes, on a

$$OA = I_{ef} \sqrt{3} = OB,$$

$$U_{23} = U_{31} = U_{ef},$$

$$\alpha = \frac{\pi}{3},$$

$$\beta = \frac{2\pi}{3},$$

c'est-à-dire

$$R = I_{ef} U_{ef} [\cos(60° - \theta_1) - \sin(30° - \theta_2)]. \quad (10)$$

2 p

En désignant par R_1 et R_2 chacun des termes en cosinus qui composent la formule (10), on peut aisément construire les courbes donnant ces variations de R_1 et de R_2 en fonction de φ (fig. 11).

Un des éléments est prépondérant, l'autre faible, comme dans le compteur d'énergie active. Lorsque

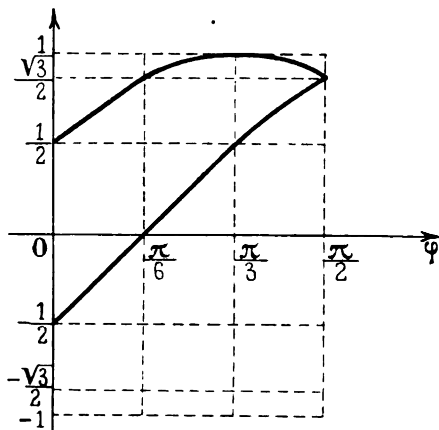


Fig. 11. — Variation dans un système triphasé des couples agissants de chaque pont. (Compteurs du 2e type de la Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs.)

$\varphi = 0$, les deux déviations sont de sens contraires et le compteur ne tourne pas. Lorsque le déphasage augmente, l'une des déviations augmente et reste positive. L'autre, d'abord négative, s'annule pour $\varphi = 30°$, devient positive et égale à la première lorsque $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Vérification des sens de rotation. — Si l'on se reporte au schéma de la figure 9, on voit que chacun des ponts du compteur est constitué par deux bobines d'intensité et une bobine de tension, ces dernières étant identiques aux bobines de tension des compteurs ordinaires à flux déphasé de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension. Lorsque $\varphi = 0$, un des ponts doit tourner dans le sens direct, l'autre dans le sens inverse. Il est facile, en repérant l'ordre des phases et en se reportant au diagramme, de différencier les 2 ponts.

Si le pont I, par exemple, doit tourner dans le sens direct, il suffit (voir fig. 9) de faire la vérification en courant monophasé. Le courant entre par a, dans le gros enroulement et sort par b. L'électroaimant de tension est excité suivant a' b' et le compteur doit tourner dans le sens direct. Même raisonnement pour le petit enroulement et mêmes opérations pour le deuxième pont.

Il est évident que, si les deux phases sont en série, le compteur ne doit pas tourner.

On peut d'ailleurs constater, en examinant le diagramme, qu'à l'inverse des compteurs ordinaires d'énergie réactive, le compteur d'énergie réactive du deuxième type doit, comme celui du premier type, être connecté sur le réseau triphasé en observant avec soin l'ordre de succession des phases.

Dans le cas d'un branchement correct (fig. 10), on a, en supposant, pour simplifier, que les intensités en ligne sont les mêmes,

$$R = U_{ef} I_{ef} \left[\cos(60° - \theta_1) - \sin(30° - \theta_2)\right]. \quad (11)$$

Si l'on branche d'une façon incorrecte en inversant

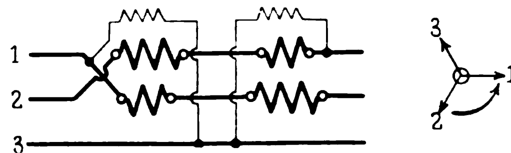


Fig. 12. — Inversion des connexions par rapport au sens de rotation des phases (compteur du 2e type de la Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs.

les phases 1 et 2, par exemple (fig. 12), on voit en construisant le diagramme correspondant (fig. 13), que :

$$R' = U_{ef} I_{ef} \left[\cos(\alpha + \theta_1) + \cos(\beta + \theta_2)\right],$$
$$R' = U_{ef} I_{ef} \left[\cos(60° + \theta_1) + \sin(30° + \theta_2)\right], \quad (12)$$

formule qui n'a rien de commun avec la formule (11)

Réglage. — On fait le réglage en courant monophasé, élément par élément. L'élément prépondérant de chaque

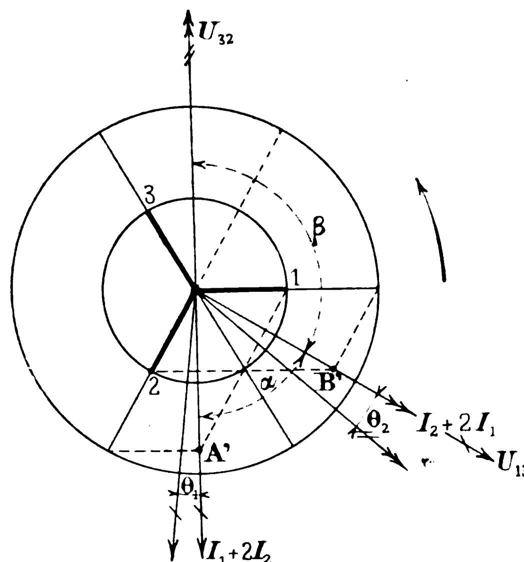


Fig. 13. — Inversion des connexions. Diagramme explicatif.

électroaimant doit être réglé à 115,4 pour 100 ; l'élément faible, à la moitié de cette valeur.

Considérons, en effet, l'élément prépondérant. La formule 9 montre que les indications du compteur doivent être multipliées par $\sqrt{3}$.

Si, d'autre part, on suppose, pour simplifier, que

les courants en ligne sont les mêmes, on voit que lorsque le compteur est branché normalement, l'action du gros élément de droite, dans lequel il passe un courant $2 I_1$, s'ajoute à celle du petit élément de gauche dans lequel il passe un courant I_1. Le compteur enregistre alors une énergie proportionnelle à $2 I_1 + I_1 = 3 I_1$. Puisque le gros élément seul est intéressé, les indications du wattmètre doivent être multipliées par $\frac{2}{3}$, soit, en définitive, par $\frac{2\sqrt{3}}{3} = 115,4$ pour 100.

On ferait un raisonnement identique pour le réglage du petit élément.

POSE. — Même disposition que pour les compteurs du premier type. Il suffit de se reporter à la figure 11 pour constater que les variations des couples agissants, sous l'action de l'un ou de l'autre des équipages, sont les mêmes.

EXACTITUDE EN CAS DE DÉSÉQUILIBRAGE. — Le compteur, comme celui du premier type, est exact en cas de déséquilibrage.

Si nous considérons, pour simplifier, le cas où le circuit d'utilisation non inductif est branché entre 1 et 3, par exemple, on voit, en examinant le diagramme (fig. 10), que le compteur mesure

$$2 I_1 U_{23} \cos 60^\circ + I_1 U_{31} \cos 120^\circ = 0,$$

puisque $I_2 = 0$.

Même raisonnement si la charge est répartie sur 2 et 3.

Si, enfin, $I_3 = 0$, le compteur mesure

$$2 I_1 U_{23} \cos 120^\circ + I_1 U_{31} \cos 120^\circ + 2 I_1 U_{31} \cos 60^\circ + I_1 U_{23} \cos 60^\circ = 0,$$

et ne tourne pas.

L'examen des formules qui ont servi de base à la construction de l'appareil prouve d'ailleurs, à priori, qu'il doit en être ainsi, quels que soient les courants I_1, I_2, I_3 et les déphasages φ_1, φ_2, φ_3.

I. **Conclusion**. — Nous avons rédigé ces quelques notes sommaires, et sans prétention, dans l'unique espoir de favoriser l'éclosion d'articles plus documentés que le nôtre, sur les compteurs d'énergie réactive.

Il nous semble, en effet, que l'exploitant livré à ses seules ressources lorsqu'il s'agit de vérifier, même d'une façon simple, le fonctionnement et les connexions d'un tel compteur, ne dispose pas, comme dans le cas de l'énergie active, de procédés simples et pratiques applicables en toute sécurité.

Nous avons essayé, pour combler cette lacune, de justifier quelques méthodes que nous jugeons insuffisantes encore, et nous laissons à d'autres, plus qualifiés, le soin d'entrer plus avant dans la question.

CH. DEVANT,
Ingénieur E. C. P.,
Ingénieur à la Société des Forces du Fier.

Un nouveau phase-anglemètre

L'instrument dont il est question dans cette note est, en principe, un phasemètre dynamométrique ordinaire, c'est-à-dire un instrument qui donne, par lecture directe, la valeur du déphasage entre la tension et le courant dans un même circuit, mais, grâce à l'adjonction d'un commutateur approprié, il peut aussi donner l'angle de phase entre les courants de deux circuits quelconques. Pour cela, le fil fin reste constamment en relation avec le circuit étalon à 110 ou 12 volts; puis on connecte le circuit du courant successivement aux deux circuits dont on veut connaître le déphasage des courants I_1 et I_2. Par ces deux lectures, on obtient les déphasages φ_1 et φ_2 entre E et I_1; puis entre E et I_2; la différence $\varphi_2 - \varphi_1$ ou $180^\circ - |\varphi_2 + \varphi_1|$ indique le déphasage cherché. On mesure ainsi l'angle de phase à 1° près pour des courants de 1 ampère et au-dessous.

Cet instrument a été conçu spécialement dans le but de pouvoir déterminer la différence angulaire de phase entre la tension et le courant d'un circuit, ou le déphasage de plusieurs courants dans un système de distributions à relais.

L'échelle de cet appareil, uniformément graduée en degrés de 0° à 90°, a une longueur de 133 mm. L'appareil est muni d'un commutateur qui permet la détermination du déphasage dans les quatre quadrants du diagramme vectoriel.

Le « phase-anglemètre » relève du type dynamométrique et possède deux circuits parfaitement isolés. L'un, dénommé circuit de champ ou de courant, peut être parcouru par un courant d'une intensité maximum de 5 A; l'autre, dénommé circuit de potentiel, est prévu pour la mise sous tension à 110 ou 12 V au choix. L'instrument indique donc l'angle de phase entre le circuit courant et le circuit tension. La résistance de ce dernier est de 0,081 ohm et son inductance, de 0,00026 henry. Cette constante de l'appareil montre que la faiblesse de l'impédance du circuit est telle que son insertion dans n'importe quel circuit à relais n'agira pas d'une façon appréciable sur l'intensité des courants en service et leurs déphasages.

La précision de cet instrument est telle qu'il permet de faire des mesures avec une erreur inférieure à 1° pour des courants de l'ordre de 1 A et elle n'est pas moindre pour des courants de 0,5 A.

Voici quel est le mode d'emploi de l'appareil.

La bobine de potentiel est montée en dérivation sur le circuit d'utilisation, le vecteur tension étant pris pour origine des phases. On insère ensuite le circuit du courant en série sur la ligne et on lit le déphasage en degrés.

Nous indiquons ci-dessous comment on procède pour déterminer le déphasage entre deux courants : supposons que l'on désire mesurer l'angle de phase entre I_1 et I_2 dans les circuits locaux et de voie d'un relais, en considérant que les sens des courants soient ceux

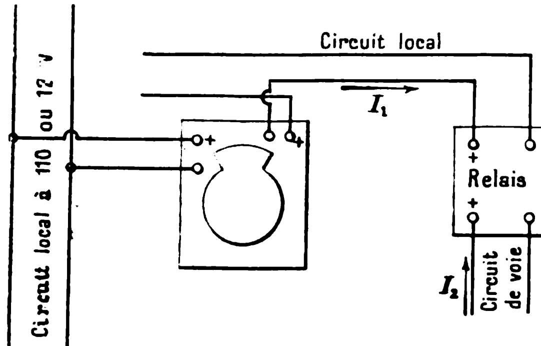


Fig. 1.

indiqués sur la figure 1, faute de quoi la mesure n'aurait aucun sens.

Connectons le circuit du courant de l'instrument au circuit local de telle manière que la polarité des connexions soit conforme à la figure.

Agissons ensuite sur le commutateur jusqu'à ce que l'on obtienne une déviation de l'aiguille.

Le vecteur du courant sera alors situé dans le quadrant indiqué par le commutateur et son déphasage par rapport à l'origine sera celui indiqué par l'appareil (dans le sens $+ V$ ou $- V$).

Admettons maintenant que la déviation obtenue pour I_1, en agissant sur le commutateur, se trouve dans

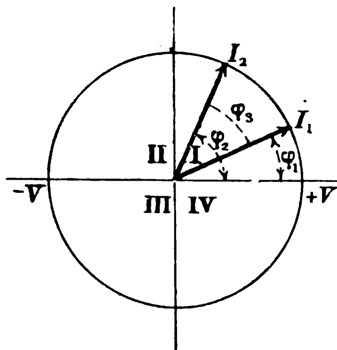


Fig. 2.

le quadrant I (sens positif $+ V$) et qu'elle soit de 28° (angle φ_1) (fig. 2).

Pour déterminer le déphasage du courant I_2, nous substituerons les fils du circuit de voie aux fils du circuit local, en observant les mêmes prescriptions que ci-dessus quant à la polarité, les connexions du circuit tension restant les mêmes pour ne pas changer l'origine des phases.

On procède comme ci-dessus et l'on trouve

$$\varphi_2 = 80°.$$

Le déphasage entre I_1 et I_2 sera donc

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 80° - 28° = 52°.$$

Supposons que, pour obtenir le déphasage de I_2, il ait fallu agir sur le commutateur de telle manière que

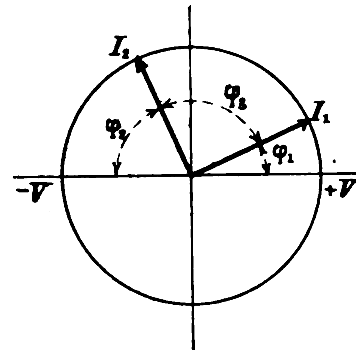


Fig. 3.

la lecture se rapporte au cadran II (sens des V négatifs) et que le chiffre relevé soit 70° (fig. 3).

Le déphasage entre I_2 et I_1 serait alors

$$\varphi_3 = 180 - (\varphi_1 + \varphi_2) = 180 - (70 + 28) = 82°.$$

En principe, la méthode consiste donc à choisir une origine convenable des phases et à déterminer ensuite le déphasage du ou des courants intéressés.

L'usage de cet instrument est recommandable spécialement sur les circuits utilisant de faibles courants et des relais, notamment dans les services de signalisation des compagnies de chemin de fer. Lorsqu'il est nécessaire de mesurer le déphasage de courants très faibles dans certains circuits très sensibles, pour déterminer certaines conditions de fonctionnement, on se trouve en présence de réelles difficultés, dues à la faiblesse des courants d'utilisation et à l'inconvénient qu'il y a de shunter des circuits sensibles avec des appareils de résistance non appropriée et à forte consommation.

Le « phase-anglemètre » Weston permet d'obvier à cet inconvénient; c'est pourquoi son usage est déjà très répandu dans les compagnies de chemins de fer américaines [1] et nous pensons qu'il est appelé à intéresser les services de nos compagnies nationales.

Albert REYMOND,
Ingénieur.

[1] *Railway Signal Engineer*, octobre 192?.

Revues, analyses et informations

L'application d'un tambour magnétique tournant aux relais électriques, siphons recorders, et manipulateurs de transmission radiotélégraphique [1].

Cet appareil consiste essentiellement en un tambour de fer, portant un encastrement annulaire dans lequel sont situées une ou plusieurs bobines de fil dont les extrémités sont reliées aux paires de bagues correspondantes. Il est monté sur billes et sa périphérie, qui est recouverte d'anneaux de fonte, est rectifiée avec précision, à 0,002 mm près. Une petite semelle de fer ou d'acier suit exactement les contours extérieurs des anneaux. Lorsqu'un courant passe dans la bobine, le tambour est aimanté et le sabot est attiré vers les anneaux avec une force considérable. Si le tambour tourne, un effort est nécessaire pour permettre le glissement de la semelle par rapport aux anneaux. La grandeur de la force tangentielle ainsi obtenue est beaucoup plus grande que celle calculée d'après le produit de la pression due à l'attraction magnétique $\left(\text{en se servant de } \frac{\mathcal{B}^2 . 1}{8\pi}\right)$ et en admettant un coefficient de frottement $\mu = \frac{1}{3}$. Des expériences ont montré cependant que la valeur de μ est d'environ 0,6. Le rapport de la poussée expérimentale à celle calculée (en prenant $\mu = 0,6$) dépend de la densité de flux au contact du sabot et peut atteindre 50. Ceci paraît provenir d'une forme particulière de l'action attractive exercée par le magnétisme. Le travail ci-dessous a rapport à ce phénomène, mais plus particulièrement dans son application aux relais électriques, aux siphons recorders pour les lignes et la radiotélégraphie ainsi qu'aux manipulateurs de télégraphie sans fil. Les circuits électriques pour simple courant ou double, et la lampe valve sont décrits en détail.

I. Lignes générales. — Les bobines sont coaxiales avec le tambour. Lorsque le courant circule dans l'une d'elles, l'attraction magnétique qui en résulte oblige la semelle à s'appliquer sur le tambour.

Une force considérable est alors obtenue, due au déplacement des deux surfaces l'une par rapport à l'autre.

Elle peut être utilisée pour actionner des contacts de relais, un siphon recorder ou un autre appareil enregistreur approprié.

Le fonctionnement de cet appareil se devine aisément sur la figure 1, qui montre le dispositif en élévation et plan. Le tambour tournant en fer suédois bien recuit, muni de deux bobines et des paires correspondantes de bagues, est monté sur roulement à billes.

Une extrémité de l'arbre est reliée à un engrenage réducteur $\left(\frac{15}{1}\right)$, à pignon et vis sans fin, la vis étant conduite par un moteur électrique à vitesse variable de 1/20 à 1/8 de cheval, ayant une vitesse maximum de 3000 t : mn. Pour diminuer l'usure, deux bagues de fonte sont emmanchées à force sur le tambour et forment surface d'appui pour le sabot, qui consiste en une bague de fer suédois (ou acier). Ce dernier est fixé à un crochet de bronze au moyen d'un écrou.

Une extrémité du crochet est reliée à un ressort faible X_2, qui sert à le fixer; l'autre s'attache à un levier coudé qui pivote sur la manivelle d'aluminium L. De l'autre côté du levier coudé est un fort ressort X_1 qui, en l'absence de signaux, maintient la lame L contre l'arrêt S. La tension de X_1 peut être réglée par une vis. Un tampon peut être prévu pour assurer la propreté de la surface des anneaux (sans que cela soit essentiel).

Le siphon en argent A passe de l'encrier B, à travers le levier L, où il est maintenu par un verrou. Son extrémité inférieure descend à environ 15 mm au-dessous. Elle repose sur la bande de papier qui se déroule sur le tambour D.

Lorsque le tambour est aimanté par le courant du signal, le sabot, attiré par les anneaux de fonte, entraîne le levier L vers l'arrêt M, contre lequel il est maintenu jusqu'à ce que le courant manque. Alors le ressort X_1 ramène le levier en arrière. Et le mouvement du siphon sur le papier produit l'inscription du signal. Grâce à la force élevée et à l'inertie relativement petite des parties en mouvement, on obtient, spécialement au-dessus de 100 mots par minute, des résultats incomparablement supérieurs à ceux obtenus avec les modèles précédents.

Le recorder se fait en deux variétés. Dans la première, un engrenage à friction change la vitesse du papier. On peut donc régler la vitesse du tambour indépendamment de celle du papier.

Dans la deuxième, il n'y a pas d'engrenages et les vitesses du tambour et du papier sont modifiées simultanément.

Le moteur et les engrenages sont isolés de la base en bois par des tampons qui amortissent le bruit.

II. Détails de construction. — Ils sont indiqués sur la figure 2. — Le tambour est tourné avec une grande précision. Les anneaux de fonte doivent être ajustés à 0,002 millimètre près. Pour assurer le changement de bobines avariées, le tambour est divisé de manière à pouvoir être réassemblé d'une manière précise après réparation.

Il faut en effet que les deux colliers soient replacés dans leur position d'origine. Une légère tolérance est prévue pour les tourillons et les colliers.

Il est à remarquer que la variation de réluctance de l'ensemble : sabot, anneaux et espace intermédiaire, doit être le moindre possible, quand le tambour tourne. Il faut donc choisir le fer suédois soigneusement trempé (traitement à chaud et refroidissement sont des opérations essentielles pour le matériel qui doit être magnétiquement homogène). On peut déceler les irrégularités radiales pendant le mouvement à l'aide d'une bobine, connectée à une batterie et un galvanomètre ou un oscillographe. Un mouvement du spot indique une variation de réluctance (qui peut d'ailleurs être due aux surfaces incorrectement appliquées l'une sur l'autre).

Le mode d'attache du crochet en bronze au sabot est représenté figure 3. L'effort sur le crochet et le talon du sabot doit être régulier et la tension du ressort ainsi que son inclinaison doivent être le plus faible possible.

[1] N. W. Mc Lachlan. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, août 1923, t. LXI, p. 903-927, 14000 mots, 40 fig.

Le frottement naturel du sabot sur le tambour sera donc pratiquement minimum.

Pour assurer un contact parfait entre le sabot et le tambour en rotation, on rode les surfaces avec de la poudre d'émeri très fine en faisant tourner le tambour pendant que circule dans les bobines un courant de 12 milliampères, durant quinze minutes. Les surfaces sont ensuite nettoyées avec du pétrole.

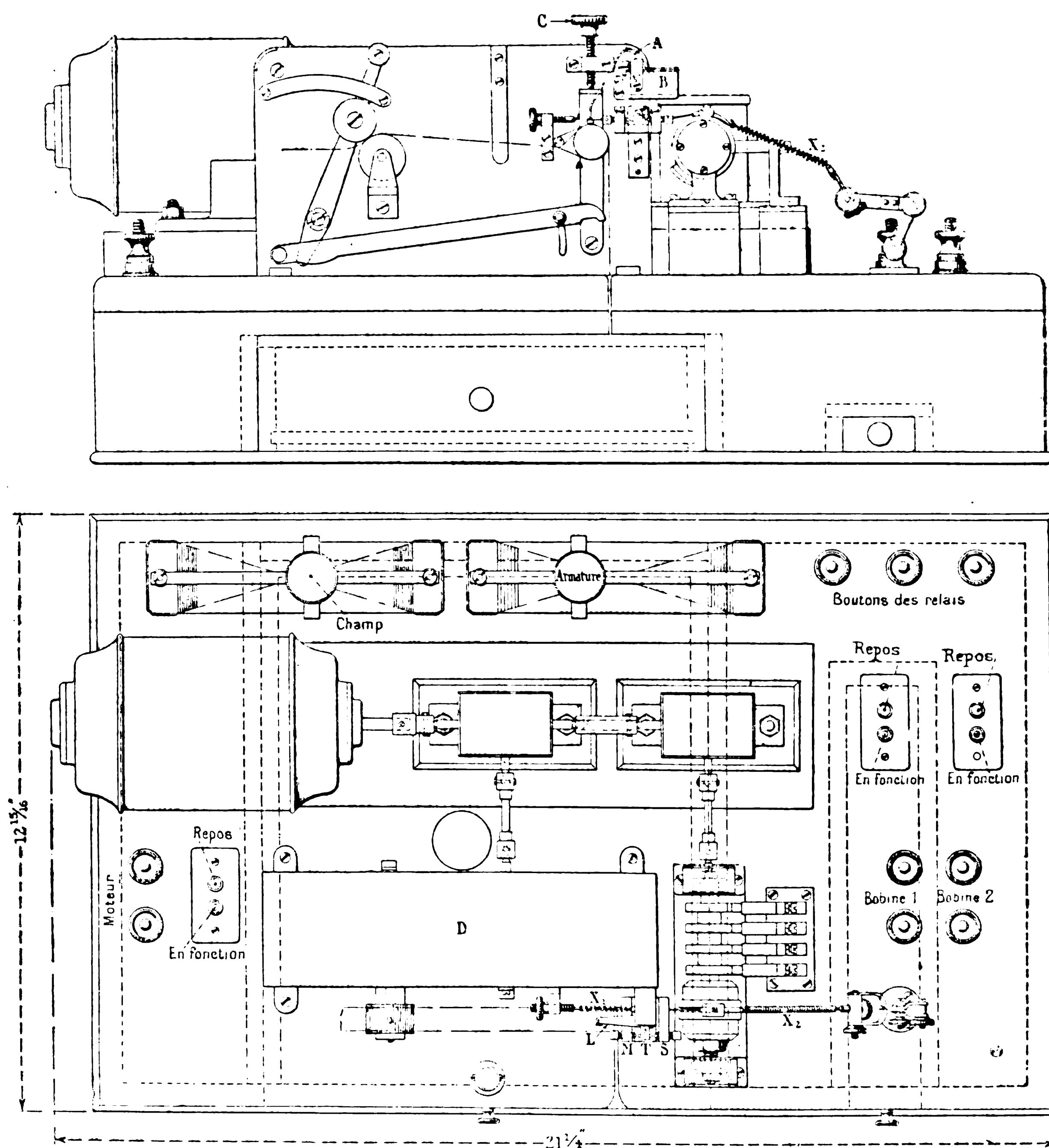


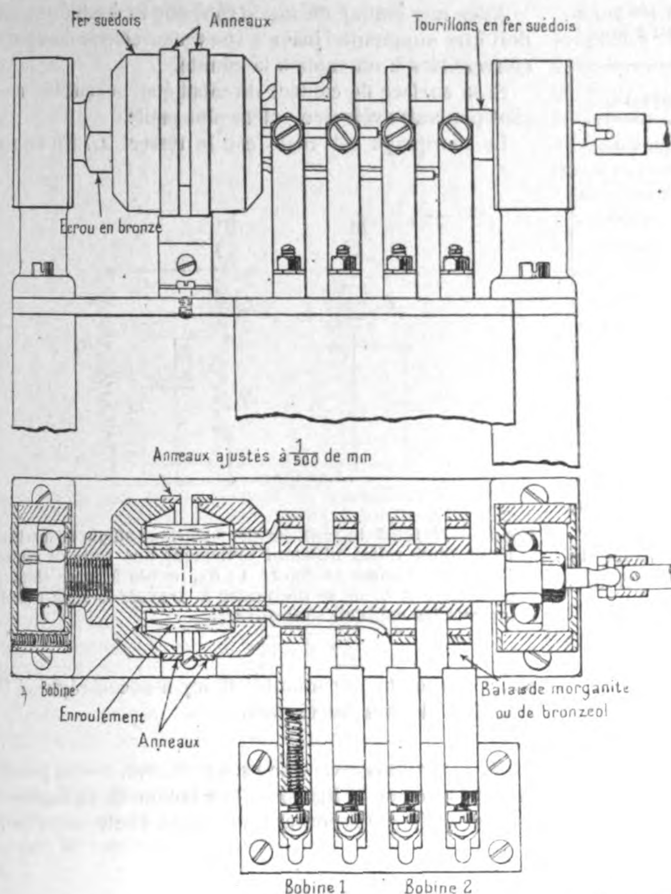
Fig. 1*. — Plan et élévation d'un dispositif général de recorder complet avec vitesse variable de déroulement du papier. Echelle 3/10 de la grandeur réelle. (Le ressort X_2 n'est pas détendu durant la manœuvre ainsi que le montre la figure).
* Dans cette figure, le sabot serait de la même largeur que les anneaux de fonte, et le tampon ne serait pas représenté.

Il convient de vérifier à la main la force nécessaire au fonctionnement.

Un sabot peut durer de 3 000 à 5 000 heures, selon son épaisseur initiale.

La position du levier du siphon, les contacts de relais et la fixation du sabot et du ressort X, sont donnés en figure 3.

Le siphon d'argent a même axe d'oscillation que le levier. L'extrémité inférieure du siphon est verrouillée par un loquet à l'extrémité du levier. Aux vitesses de fonctionne-



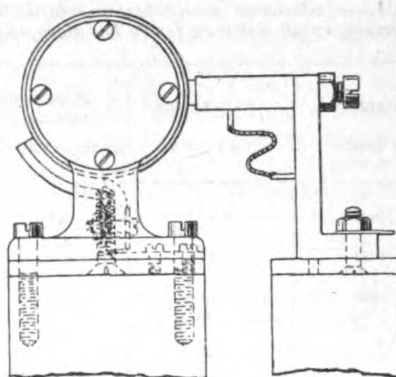


Fig. 2. — Disposition de tambour et de bagues de relais ou recorder. Le tampon n'est pas représenté.

ment et pour des oscillations supérieures à 150 mots par minute, de grande amplitude, la partie libre du siphon vibre et des irrégularités se produisent sur le papier, à moins que le serrage sur le levier soit suffisamment fort.

La pression du siphon sur le papier peut être réglée par l'écrou C (fig. 1).

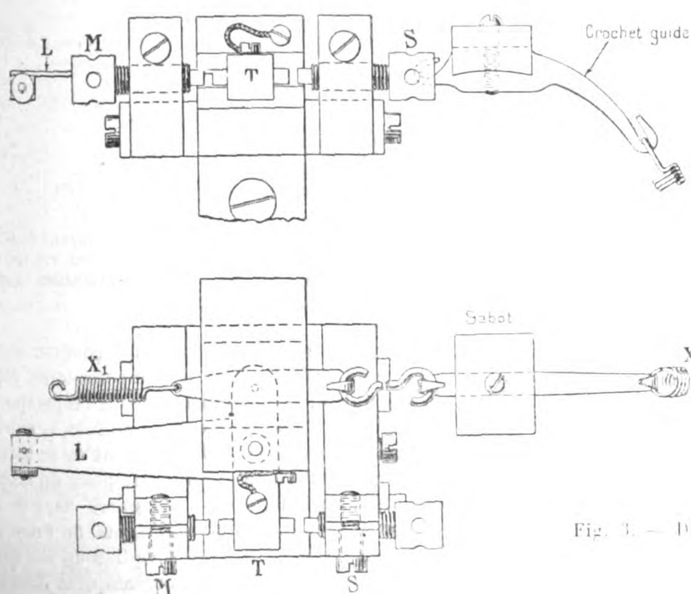
III. Fonctionnement avec courant unique. — Les connexions sont indiquées en figure 4. La tension de la batterie, pour une vitesse de 150 mots par minute, varie de 70 à 100 v; à 250 mots par minute, il faudra 150 ou 200 v.

Par suite de la grande inductance de la bobine recevant le signal, une tension élevée et un condensateur shunté sont nécessaires là partir de 50 mots par minute.

La variation de l'inductance en fonction de la vitesse du tambour, mesurée à la fréquence de 100 p : s, est donnée dans le tableau I.

Si l'on se reporte à la figure 4, lorsque T et S sont en contact et $CR^2 = L$, la tension du condensateur équilibre celle due à la chute à travers le recorder. Si le condensateur a une capacité supérieure à la valeur donnée par $CR^2 = L$, il se décharge à travers le recorder et annule rapidement le champ magnétique. Les caractéristiques sont telles que, si l'inductance était constante, la décharge serait oscillante.

Avec des vitesses allant jusqu'à 120 mots par minute, C et R peuvent évoluer dans de larges limites.



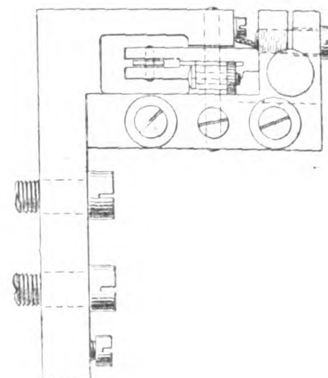


Fig. 3. — Dispositif du mécanisme du recorder.

TABLEAU I. — *Inductance des bobines du recorder à $f = 100$ p : s. Ampères-tours : 40. Sabot en fer de Lowmoor, épaisseur : 2 mm.*

NOMBRE de tours	RÉSISTANCE en ohms	INDUCTANCES EN HENRYS avec le sabot	sans sabot
500	»	0,16	0,125
1 000	»	0,65	0,5
2 000	1 900 bobine extérieure	2,6	2,0
4 000	»	10,4	8,0
8 000	»	41,6	32,8

Avec une batterie de 100 v, les valeurs appropriées sont : $R = 25\,000$ ohms, $C = 0,5$ µF pour une bobine comportant 8000 spires.

La figure 5 montre un circuit de relais sans contact de retour. La décharge du condensateur, dans ce cas, se produit

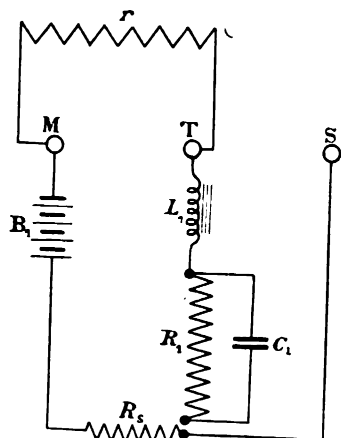


Fig. 4. — Circuit du recorder pour le courant simple de travail d'un relais utilisant un contact de retour.

M, contact marqueur ; T, languette ; S, contact d'espacement ; C_1R_1, capacité shuntée ; R_1, résistance de 25 000 à 30 000 ohms ; C_1, capacité de 0.5 µF ; B_1, batterie de 100 v ; r, résistance pour étouffer les étincelles au contact (40 000 à 60 000 ohms) ; R_s, résistance de sécurité pour empêcher la batterie d'être court-circuitée à travers les contacts.

à travers la résistance R_3 dont on peut déterminer la valeur par un essai.

Il y a une latitude considérable pour la valeur de l'intensité de courant.

La traction exercée sur le levier croit d'abord, comme le montre la figure 14, avec l'intensité du courant, puis devient sensiblement constante à partir d'une certaine valeur de cette dernière. Il suffit de constater que 25 ampères-tours sont nécessaires habituellement pour une vitesse inférieure à 250 mots à la minute et qu'une valeur plus petite peut être utilisée pour les vitesses plus basses.

Le nombre de spires de la bobine dépend :

a) De la vitesse de fonctionnement ;

b) Du courant ;

c) De la tension.

Avec une bobine de 15000 spires de fil émaillé, la tension doit être augmentée jusqu'à 100 v pour obtenir des résultats convenables à 200 mots à la minute.

Si la surface de contact du sabot était augmentée, le courant pourrait avoir une valeur plus petite.

Le marquage est réglé par le ressort X_1. S'il est réglé

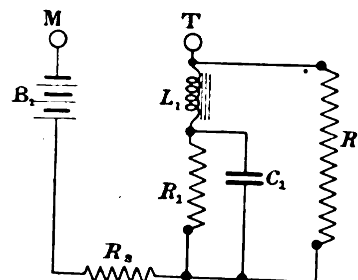


Fig. 5. — Circuit du recorder pour courant unique de fonctionnement d'un relais utilisant seulement une paire de contacts ; C_1, R_1, B_1 comme en figure 1 ; R_3, 10 000 à 30 000 ohms pour permettre à C_1 de se décharger à travers le siphon recorder lorsque les contacts sont ouverts.

pour 200 mots par minute, il n'y a aucun réglage à faire pour des vitesses inférieures.

IV. FONCTIONNEMENT AVEC DEUX COURANTS. — On se sert de la disposition de la figure 6. Une bobine du siphon recorder est traversée par le courant du signal, l'autre est reliée à la

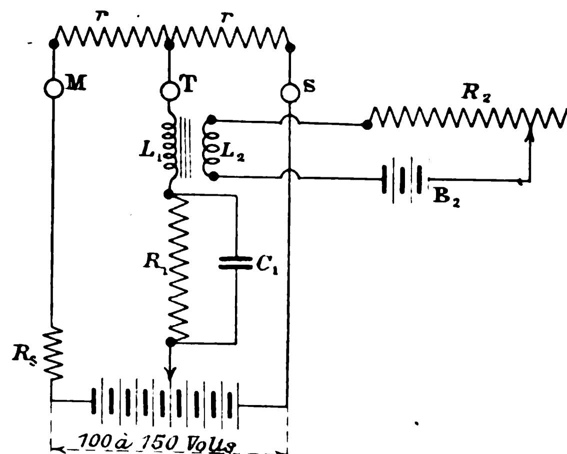


Fig. 6. — Disposition de circuit pour double courant de fonctionnement d'un relais utilisant un contact arrière. r r, résistances de 40 000 à 60 000 ohms pour étouffer les étincelles au contact.

batterie B_2 et au rhéostat R_2. La superposition des deux courants augmente ou diminue les ampères-tours effectifs.

Pour le marquage, il y a addition ; pour l'espacement, il y a soustraction. Pour l'espacement, le ressort X_1 entraîne le levier vers l'arrêt S (fig. 1). Si le courant de la batterie B_2 est inversé, l'espacement se produit à la place du marquage.

En utilisant une bobine de 2000 spires dans le circuit de la batterie B_2 et une bobine de signal de 6000 spires, on peut atteindre une vitesse d'inscription de 200 mots par minute avec un courant de 100 microampères dans chaque

circuit, la tension totale de la batterie étant 110 v et l'amplitude sur la bande étant 22 mm.

La résistance R_1 est d'environ 500 000 ohms ; $C_1 = 0{,}25$ à 0,5 μF.

On a représenté (fig. 7) un système à double courant, utilisant deux contacts seulement. A cause de la résistance R_2, une tension plus élevée que lorsqu'il y a trois contacts est nécessaire.

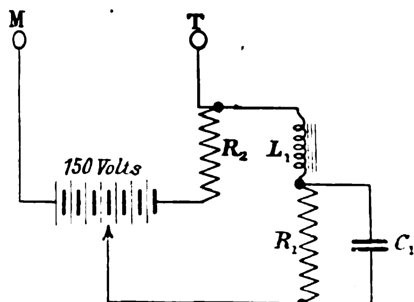


Fig. 7. — Circuit pour double courant de fonctionnement sans contact de retour. Avec le siphon recorder à tambour magnétique, un courant de polarisation doit être utilisé, comme le montre la figure 6.

V. Vitesses atteintes. — La plus haute vitesse atteinte avec 100 v a été de 250 mots par minute. Ce n'est pas la limite. Des inscriptions tout à fait lisibles ont été obtenues à 600 mots, mais avec moins de netteté. En augmentant la tension, on peut atteindre 300 mots. Il faut alors diminuer l'inductance du tambour, en réduisant le nombre de spires à 2000.

VI. Effets divers. — Si on fournit un courant alternatif au recorder, les déviations se feront toutes du même côté de la ligne-repère. Ceci parce que la traction sur le sabot est indépendante du sens du courant. Mais on peut supprimer la moitié des alternances en utilisant un courant approprié pour polariser une des bobines.

Quand la languette et les contacts du recorder sont connectés à un condensateur shunté en série avec une batterie et l'une des bobines, comme le montre la figure 8, il est possible d'obtenir un effet de réaction.

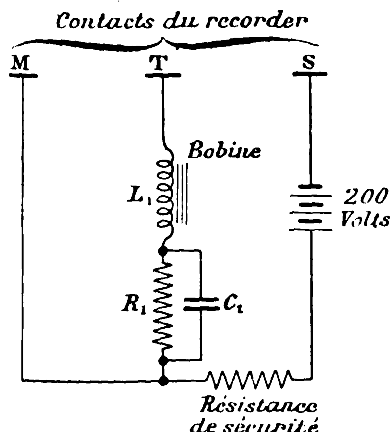


Fig. 8. — Circuit pour obtenir la réaction électromécanique.

Imaginons que la languette touche le contact d'espacement. La traction sur le sabot, due au passage du courant dans la bobine, oblige la languette à quitter le contact d'espacement et à venir sur le contact d'inscription. Mais le ressort tire le mécanisme du siphon recorder et la languette vers le contact d'espacement. Ce processus se continue tant que l'énergie est fournie par la batterie. Le système vibre rapidement et donne un son, dont l'amplitude peut être variée en modifiant la résistance, la tension du ressort ou l'espacement des contacts. La fréquence varie entre 200 et 500 p : s.

Il n'y a pas de force électromotrice induite dans la bobine par suite du mouvement du sabot sur le tambour, et le siphon recorder est pratiquement irréversible. La seule force contre-électromotrice est due à l'inductance.

Cet instrument convient particulièrement aux petits courants.

VII. Fonctionnement avec lampe-valve. — En général, la résistance d'une valve est grande et absorbe une partie notable de l'énergie de la batterie. Il faut donc, pour assurer au siphon recorder un courant suffisant, accroître la tension, mettre plusieurs valves en parallèle, ou utiliser une valve simple de faible résistance. Pour combattre la force contre-électromotrice du recorder lorsque le courant cesse, le facteur d'amplification de la valve doit être grand pour éviter l'utilisation d'un potentiel négatif trop bas sur la grille.

Le recorder usuel est représenté en figure 9, où V_1 représente une ou plusieurs valves de redressement en parallèle, de sorte que la résistance ne dépasse pas 2 000 à 5 000 ohms. B_1 est la batterie de l'anode dont la tension est de 150 à 200 v (de préférence 200 v).

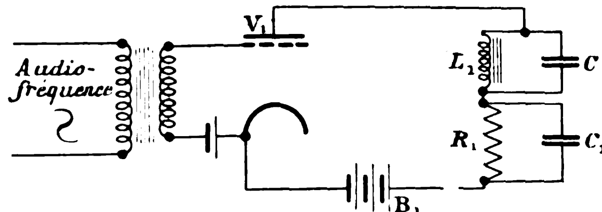


Fig. 9. — Circuit simple de siphon recorder.

V_1, valves de redressement en parallèle ; C, capacité de 0,5 à 1 μF, valeur expérimentale pour obtenir une fréquence audible ; R_1, résistance de 10 000 à 20 000 ohms ; C_1, capacité de 3 à 1 μF ; B_1, batterie de 150 v ou plus.

On peut utiliser une résistance en dérivation sur le siphon recorder, si c'est nécessaire.

Le courant dans ce circuit peut se décomposer en une composante fixe et une composante alternative de fréquence audible avec ses harmoniques. Il faut régulariser le courant alternatif. Pour cette raison, le recorder est shunté par un condensateur de capacité C.

Ce dispositif convient jusqu'à 50 mots à la seconde, mais, au-dessus, il est préférable d'empêcher le courant alternatif de traverser le siphon recorder. On emploie alors le dispositif de la figure 10. V_1 est une valve de redressement dont le circuit d'anode comporte une capacité C_2 et une résistance R_2 les extrémités de R_2 étant reliées à la grille et au filament d'une valve V_2. Le recorder avec condensateur shunté C_1, R_1 et résistance R_3 est connecté à l'anode de V_2 avec plusieurs « filtres » de résistance et inductance faibles. Ces

derniers sont accordés au moyen d'un téléphone convenablement connecté (aux bornes du siphon recorder par exemple), de façon à rendre les composantes du courant alternatif pratiquement inaudibles.

Pratiquement, C_2 sert au réglage des filtres.

En se référant à la figure 10 et au circuit de valve V_2

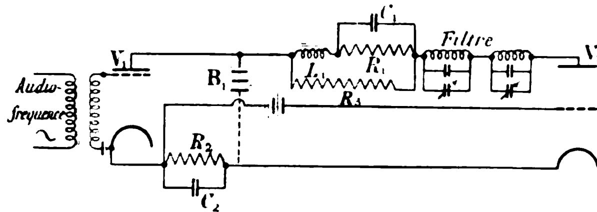


Fig. 10. — Circuit de recorder dans lequel le courant alternatif est éliminé.

V_1, valves redresseuses ; V_2, valves en parallèle ; R_1, résistance de 10 000 à 20 000 ohms ; C_1, capacité de 3 à 1 μ F ; C_2, capacité d'accord de 0,01 μ F donnant une fréquence audible ; R_2, résistance de 50 000 à 100 000 ohms ; R_3, résistance de 10 000 ohms ; B_1, batterie de 150 v ou plus.

(dont le recorder est représenté en figure 11), on voit que le dispositif nécessite seulement une bobine ou deux en séries. Les valeurs de C_1, R_1 et R_3 sont obtenues par l'expé-

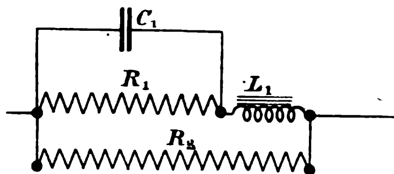


Fig. 11. — Montage d'un recorder.

L_1, recorder ; C_1 R_1, condensateur shunté ; R_3, ré-sistance permettant au condensateur de se décharger à travers L_1.

rience. R_1 est habituellement de 10 000 à 20 000 ohms ; C_1, de 3 à 1 μ F et R_3, de 10000 à 20000 ohms pour une bobine de 4 000 spires. La fonction de R_3 est de permettre la décharge de C_1 à travers le recorder à la fin du signal.

VIII. Étude du fonctionnement. — Considérons le circuit (fig. 4) pendant que la languette du relais qui manœuvre se meut au-dessus du contact d'espacement. On peut, à ce moment, le ramener à celui de la figure 12.

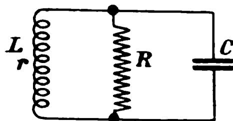


Fig. 12. — Circuit équivalant à celui de la figure 4, lorsque la languette est sur le plot d'espacement.

Supposons, pour simplifier, que L et la résistance effective de la bobine soient constantes et que le temps mis par la languette pour se mouvoir du contact de marquage à celui d'espacement soit négligeable ; l'équation du régime oscillant est

$$i = \frac{V_0}{R} e^{-kt} \cos \omega t,$$

où i est le courant dans la bobine de rupture ; V_0, la tension initiale du condensateur quand le contact d'espacement est fermé ;

$$k = \frac{1}{2}\left(\frac{r_c}{L} + \frac{1}{CR}\right),$$

r_c étant la résistance effective de la bobine et R, la résistance shuntée par C ; enfin, on a

$$\omega = \left[\frac{1}{LC}\left(1 + \frac{r_c}{R}\right) - \frac{1}{4}\left(\frac{r_c}{L} + \frac{1}{CR}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}},$$

Lorsque L et r_c sont variables, les calculs ne permettent pas de prévoir les résultats. Il est nécessaire, dans ce cas, d'employer l'oscillographe, en se servant des calculs uni-

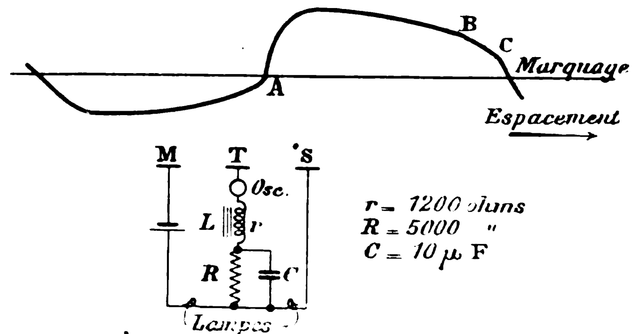


Fig. 13. — Oscillogramme. Caractéristiques du recorder : 50 mots par minute, 220 v, courant permanent de 35 milliampères traversant deux bobines en parallèle de 4 000 spires chacune, sabot en contact avec le tambour.

quement pour se guider empiriquement vers les meilleures conditions.

De l'aspect de la courbe représentée en figure 13 et de

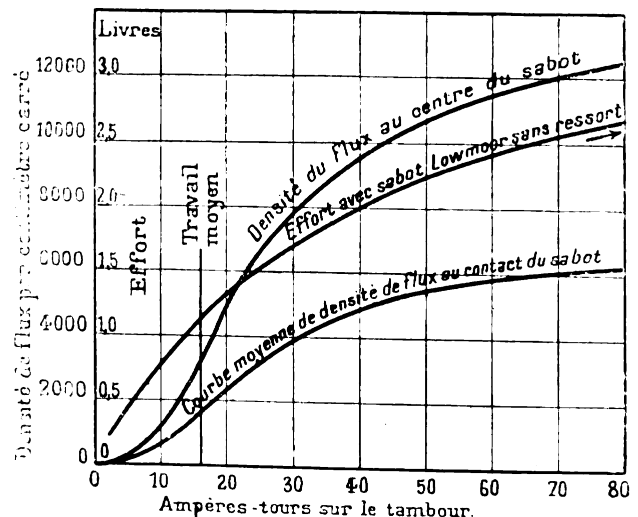


Fig. 14. — Recorder avec sabot en fer de Lowmoor. Section du sabot : 0,16 cm² ; surface de contact ; 2 × 0,32 cm².

celui de la bande obtenue, on déduit qu'il faut employer un courant inverse pour annuler les courants parasites et le champ magnétisant.

IX. Force de glissement entre le tambour et le sabot. — Si on suppose simplement que μ est le coefficient de frottement et f, la pression du sabot sur le tambour due à l'attraction magnétique, la force nécessaire pour obtenir le glissement sera μf, f étant calculée par la formule $f = \frac{\mathcal{B}^2 \cdot 1}{8\pi}$; la figure 14 montre que le résultat obtenu est complètement différent de celui donné par le calcul. Les courbes montrent la relation entre les ampères-tours et la pression du sabot sur le tambour, ainsi qu'entre la densité de flux au contact du sabot et les ampères-tours (résultats d'expérience).

Avec ces deux courbes on obtient celles de la figure 15.

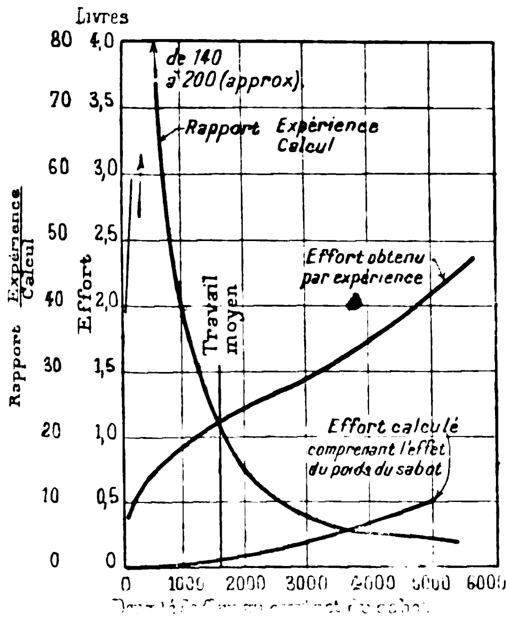


Fig. 15. — Siphon recorder avec sabot en fer de Lowmoor.

On a ajouté sur cette figure la courbe des résultats du calcul effectué à l'aide de la formule ci-dessus. Enfin, une troisième courbe indique le rapport des résultats théoriques et expérimentaux. — C. F.

Sélecteur de terres pour réseaux triphasés sans mise à la terre [1].

Une perte à la terre, survenant dans un réseau non mis à la terre, se fait sentir sur toute la distribution. Il n'y a pas d'autre moyen de localiser la ligne défectueuse que de débrancher successivement des sections du réseau et de voir quand la perte à la terre disparaît. Celle-ci produit une surtension de 73 pour 100 sur les deux phases saines, et peut, si elle dure quelque temps, causer une perforation à un autre point faible du réseau. Il faut donc pouvoir éliminer la section mise à la terre dans le plus bref délai possible ; c'est dans ce but qu'a été imaginé le sélecteur de terres.

L'idée fondamentale est de produire volontairement un court-circuit aussitôt qu'une terre s'établit. On y arrive en mettant automatiquement à la terre une des phases saines aux barres de l'usine principale par la fermeture d'un disjoncteur à huile, immédiatement après l'apparition du défaut. Un court-circuit entre phases se produit alors et une surintensité passe dans la ligne défectueuse. La protection ordinaire contre les surcharges entre alors en jeu et débranche cette ligne, puis le disjoncteur de terre s'ouvre automatiquement et l'état du réseau redevient normal.

(1) P. Ackerman. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, avril 1923, t. XLII, p. 311-319, 5 500 mots, 3 fig. 4 tab.

La figure 1 représente schématiquement le dispositif. P_1, P_2, P_3 sont des transformateurs de tension monophasés dont les primaires sont montés en étoile avec point neutre à la

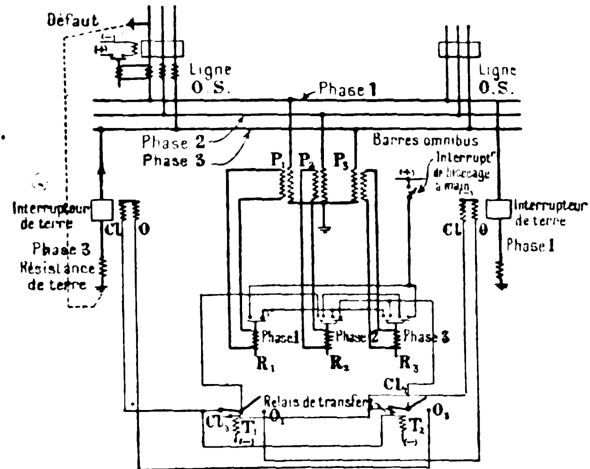


Fig. 1. — Schéma d'un dispositif de protection contre les mises à la terre pour un réseau non mis à la terre.

terre. Les secondaires de ces transformateurs sont reliés à des relais de surtension R_1, R_2 et R_3 qui, agissant deux à la fois, ferment les interrupteurs de terre. Les relais T_1 et T_2, appelés relais de transfert, ont pour objet d'assurer le déclanchement automatique du disjoncteur de terre après que la ligne défectueuse a été éliminée, comme il sera expliqué plus loin.

A l'état normal, les trois phases du réseau sont équilibrées par rapport à la terre et, par suite, la tension sur les transformateurs P_1, P_2 et P_3 est la même et égale à 58 pour 100 de la tension entre phases. Une terre sur une phase abaisse la tension sur le transformateur correspondant et, en même temps, la tension sur les deux autres phases tend à s'élever jusqu'à la valeur de la tension composée. On se sert de cette surtension sur les deux phases saines pour faire fonctionner les deux relais de surtension correspondants, dont la fermeture simultanée fera enclancher automatiquement un des interrupteurs de terre.

Soit, par exemple, une terre sur la phase 1, causant une surtension sur les phases 2 et 3. Le fonctionnement simultané des relais R_2 et R_3 fermera l'interrupteur de terre de la phase 3, d'où un court-circuit franc entre les phases 1 et 3, et l'élimination de la ligne défectueuse par surcharge. Cette mise à la terre ayant disparu, il en resterait une sur la phase 3, le disjoncteur de terre étant fermé. Les relais à surtension des phases 1 et 2 fonctionneraient alors et fermeraient le disjoncteur de terre 1, ce qui causerait un court-circuit sur les barres, si les relais de transfert n'empêchaient pas leur action. Le relais de transfert coupe le circuit de fermeture du second disjoncteur de terre immédiatement après la fermeture du premier, et prépare en même temps le déclanchement du disjoncteur de terre qui a été fermé. Quand le disjoncteur de terre 3 se ferme, il excite la bobine du

relais de transfert T_2, ce qui pousse le levier sur l'autre position de contact. Le levier étant dans cette position, la surtension des phases 1 et 2, due à ce que le disjoncteur de terre 3 est dans la position de fermeture, déclanche ce disjoncteur et rétablit ainsi les conditions normales au lieu de fermer intempestivement le disjoncteur de terre 1.

De la même manière, le relais de transfert 1 empêchera l'enclanchement du disjoncteur de terre 3 et assurera la coupure du disjoncteur de terre 1 quand les relais à surtension R_2 et R_3 fonctionneront après qu'une terre sur les phases 2 ou 3 aura été éliminée.

Il a fallu ajouter quelques autres appareils, non représentés dans le schéma, pour rendre ce système pratique : ce sont les suivants :

Le schéma montre seulement trois relais à surtension, sans rien qui empêche ces relais de fonctionner sous l'action de surtensions triphasées, qui peuvent se produire pour des causes variées. Cette action ne serait pas nuisible en elle-même, puisque aucun des disjoncteurs de terre ne pourrait se fermer. Les circuits de fermeture seraient coupés instantanément par les relais de transfert dès le début de leur excitation. Mais ce fait inquiéterait inutilement l'opérateur et nécessiterait la remise du système en état de marche. Pour cette raison, on a ajouté un relais d'équilibrage de tensions qui n'agit qu'en cas de déséquilibre des tensions par rapport au sol. Ce relais bloque le fonctionnement des relais à surtension tant qu'il n'est pas actionné lui-même.

Comme garantie contre tout fonctionnement inattendu du sélecteur de terres, les disjoncteurs de terre sont munis de relais à surcharge, réglés assez haut pour que la protection de la ligne soit éliminée avant que le disjoncteur de terre ne s'ouvre. Comme précaution supplémentaire, chaque disjoncteur de terre est pourvu d'une commande électrique complète qui permet à l'opérateur de l'actionner manuellement en cas de nécessité. Il existe aussi un interrupteur de blocage à manœuvre manuelle qui permet d'arrêter l'action automatique du système sans toutefois empêcher la manœuvre manuelle des disjoncteurs de terre.

Une résistance est intercalée entre les disjoncteurs de terre et le sol ; on lui donne une faible valeur pour ne diminuer que légèrement l'importance des courts-circuits éloignés, mais elle tend à maintenir la tension aux barres pour les courts-circuits très voisins de l'usine.

Le sélecteur de terres ne peut fonctionner qu'une fois et on doit le remettre en ordre de marche à la main en replaçant le relais de transfert dans sa position initiale. Ceci a été jugé préférable à une remise au point automatique, qui pourrait causer des troubles au cas où une terre produirait un court-circuit et débrancherait le feeder avant que le disjoncteur de terre ait été complètement fermé.

Comparaison des réseaux avec et sans mise a la terre. — L'auteur fait cette comparaison sous forme d'un tableau détaillé, où il considère les diverses parties du réseau et les divers cas d'exploitation, dans des circonstances normales ou anormales. Il conclut que les avantages les plus importants du réseau sans mise à la terre avec sélecteur de terres B, par rapport au réseau mis à la terre A, sont les suivants :

1° La liberté du choix dans le mode de montage des transformateurs. — Le réseau mis au sol exige le montage étoile-étoile pour permettre la mise au sol des divers réseaux. Il y a danger du fait de l'harmonique 3, danger qui ne peut être écarté que par l'emploi d'un enroulement tertiaire en triangle. — Le réseau non mis au sol, avec sélecteur de terres, permet l'emploi d'un montage quelconque de transformateurs : étoile-triangle, triangle-étoile, triangle-triangle, V-V. Nul danger de la part du troisième harmonique.

2° Terres momentanées disparaissant d'elles-mêmes (un seul conducteur à la terre). Avec le réseau mis au sol, ce cas produira immédiatement un court-circuit qui actionne les relais et cause une interruption partielle. On peut éviter l'interruption au moyen d'un extincteur d'arcs, mais la perturbation du court-circuit ne peut être évitée. Dans le réseau B, si la terre disparait avant que le sélecteur de terres ne se ferme, il n'y aura pas de perturbation de tension dynamique, donc pas d'interruption en aucune partie du réseau.

3° Plus grande facilité d'adaptation du sélecteur de terres, particulièrement aux réseaux installés avec transformateurs montés en triangle. — Dans le réseau A, si les transformateurs sont en étoile, on peut facilement mettre au sol le point neutre. Mais si les transformateurs sont en triangle, il faudra pour la mise à la terre une installation spéciale, qui sera particulièrement coûteuse si elle doit être d'impédance assez faible pour assurer un courant suffisant aux relais. — Dans le réseau B, le sélecteur de terres peut s'installer facilement sur les barres d'une des usines principales, quel que soit le montage des transformateurs existants.

4° Réseau A. Dans le cas où les points neutres de tous les transformateurs fonctionnant en parallèle sont mis au sol, l'effort du court-circuit sera réparti également entre tous les transformateurs. Mais s'il n'y a qu'un alternateur ou transformateur mis à la terre, ou si l'on emploie pour cette mise à la terre un transformateur spécial, tout l'effort du court-circuit sera supporté par cet appareil. — Réseau B. Le sélecteur de terres : assurant un court-circuit direct entre phases, partagera également l'effort du court-circuit entre les transformateurs et alternateurs marchant en parallèle.

5° Influences inductives sur les conducteurs voisins. — Dans le réseau A, les courants résiduels peuvent être réduits, mais jamais éliminés complètement. Dans le réseau B, on peut éliminer les courants résiduels par des transpositions convenables des conducteurs.

6° Il s'établit parfois des terres de forte résistance. Dans le cas du réseau A, il n'y a que 58 pour 100 de la tension en ligne sur le défaut, et il est à craindre que le courant à la terre ne soit insuffisant pour actionner les relais ; cela peut arriver aussi, même pour une résistance normale du défaut, si la ligne est longue, à cause de l'accroissement de réactance dû au circuit de retour par la terre. — Dans le réseau B, le sélecteur de terres, en se fermant, appliquera la pleine tension en ligne sur le défaut, de sorte que le courant sera 1,73 fois plus grand, pour les mêmes circonstances, que si le neutre était à la terre ; l'action des relais sera donc mieux assurée.

Résultats d'exploitation. — L'auteur donne les résultats d'exploitation, au point de vue de la protection des lignes, de deux réseaux où le sélecteur de terres est employé depuis plusieurs années. L'un d'eux est le réseau à 12 000 V de Toronto, où l'énergie est reçue à la tension de 90 000 V, abaissée à 12 000 V par des transformateurs montés en étoile-triangle, la distribution à 12 000 V fonctionnant sans mise à la terre.

Ce réseau à 12 000 V comprend environ 130 km de câbles souterrains et 130 km de lignes aériennes. Les terres étaient autrefois très fréquentes ; beaucoup s'éliminaient d'elles-mêmes sans causer aucune perturbation au réseau. Mais les terres permanentes amenaient toujours des troubles graves et des pannes jusqu'à leur localisation. Plusieurs fois le réseau fut complètement paralysé par des claquages secon-

daires ; l'auteur appelle ainsi (*secondary breakdown*) la perforation qui se manifeste lorsque la surtension, produite sur deux des phases par une terre sur la troisième, cause une terre sur l'une de ces phases, d'où un court-circuit par le sol. Le sélecteur de terres, qu'on mit en service en 1918, s'est montré très efficace, comme l'indique le tableau ci-dessous :

TABLEAU I. — *Perturbations du réseau à 12000 volts de Toronto.*

DIFFÉRENTS INCIDENTS	1919		1920		1921	
	NOMBRE	TAUX EN CENTIÈMES	NOMBRE	TAUX EN CENTIÈMES	NOMBRE	TAUX EN CENTIÈMES
1° Terres éliminées par le sélecteur de terres............	34	30	30	31	32	23
2° Terres s'éliminant d'elles-mêmes, sans perturbations de tension, ni arrêts partiels.....................	17	15	18	18	39	21
3° Courts-circuits.............	63	55	50	51	66	48
Total..............	114	100	98	100	137	100

Depuis l'installation du sélecteur de terres, il n'y a pas eu une seule perforation secondaire. L'interruption partielle a toujours été limitée au feeder défectueux. Dans un seul cas, la terre accidentelle s'est trouvée trop résistante pour permettre au courant de perte de faire agir les relais.

Un réseau isolé du sol, muni d'un sélecteur de terres et d'une bonne protection par relais, est donc préférable à un réseau mis au sol, du moins jusqu'à 60 000 v. Au-dessus de cette tension, la complication et le prix peuvent devenir excessifs. De plus, cette conclusion ne s'applique pas nécessairement aux artères principales fonctionnant en parallèle, pour lesquelles la mise à la terre du neutre aux deux extrémités peut être meilleure et moins coûteuse. — P. L.

La géométrie des câbles et le calcul de leur capacité limite [1].

L'intensité du courant que l'on peut faire passer dans un câble est limitée par la température atteinte par l'isolant au point le plus chaud, généralement la surface du conducteur. Pour une température donnée à la surface du conducteur et pour une température donnée du sol, on connaît l'élévation de température permise : l'intensité de courant juste suffisante pour produire cette élévation de température par pertes Joule (en négligeant les pertes diélectriques) est l'intensité limite.

On divise l'élévation de température d'un câble en trois parties distinctes : T_A, du conducteur par rapport à la gaine de plomb ; T_B, de la gaine par rapport au caniveau ; T_C, du caniveau par rapport au sol. Le parcours thermique est analogue à un circuit électrique comportant trois résistances en série et la différence des températures aux extrémités de chacun des éléments est égale au produit de la chaleur dissipée par seconde, exprimée en watts, par la résistance thermique de l'élément en ohms thermiques.

[1] D. M. SIMONS. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mai 1923, t. XLII, p. 525-539, 12000 mots, 4 fig., 4 tab.

Pour des câbles à un seul conducteur, la résistance thermique en ohms thermiques par unité de longueur est donnée par la formule

$$R_{th} = \frac{\rho}{2\pi} \log_e \frac{R}{r}, \qquad (1)$$

où ρ est la résistivité thermique ; R et r, les rayons extérieur et intérieur de la couche isolante. Cette formule est rigoureuse pour un isolement homogène.

Pour les câbles à trois conducteurs, on a donné plusieurs formules, toutes de la forme

$$R_{th} = \frac{\rho}{6\pi} \log_e F_1, \qquad (2)$$

où F_1 est une fonction des dimensions du câble donnée sous des formes différentes par divers auteurs [1] :

Formule de Mie

$$\log_e F_1 = \log_e \frac{1 - \alpha\beta + \sqrt{(1-\alpha^2)(1-\beta^2)}}{\alpha - \beta}, \qquad (3)$$

où

$$\alpha = \left(\frac{r + a}{R}\right)^3 \quad \text{et} \quad \beta = \left(\frac{a - 3r}{a + 3r}\right)\alpha.$$

Première formule de Russell

$$\log_e F_1 = \log_e \frac{R^6 - a^6}{3 R^3 a^2 r}. \qquad (4)$$

Deuxième formule de Russell

$$\log_e F_1 = \log_e \frac{R^3 - a^3}{a^3 - (a - r)^3}. \qquad (5)$$

Dans toutes ces formules, R est le rayon du câble sous la gaine de plomb ; a, le rayon de la circonférence sur laquelle se trouvent les centres des conducteurs et r, le rayon du conducteur.

On désignera par le symbole G_1 le facteur géométrique du câble, $\log_e F_1$.

Ces différentes formules donnent lieu à des écarts importants quand on les applique à des câbles de fabrication courante.

Les formules (3), (4) et (5) contiennent trois variables, mais, comme le terme sous le signe $\log_e$ est toujours un rapport, elles peuvent être exprimées en fonction de deux paramètres.

Soit T l'épaisseur de l'isolant entre conducteurs ; t, l'épaisseur d'isolant entre la gaine de plomb et les conducteurs et d, le diamètre des conducteurs. On choisira comme paramètres

$$\alpha = \frac{T + t}{d} \quad \text{et} \quad \beta = \frac{t}{T}.$$

Pour tous les câbles pour lesquels $t = T$, on a représenté le facteur géométrique en fonction de $\frac{T + t}{d}$ (fig. 1) d'une

[1] G. MIE, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 février 1905, t. XXV, p. 137-143.
A. RUSSELL, *Alternating Currents*, 1914, p. 187.
MATAIMOTO, *Electrotechnical Laboratory, Tokyo*, 3e section, 1916. Rapport n° 24.

part, selon les formules (3), (4) et (5) et, d'autre part, d'après les résultats des expériences d'Atkinson sur lesquelles on

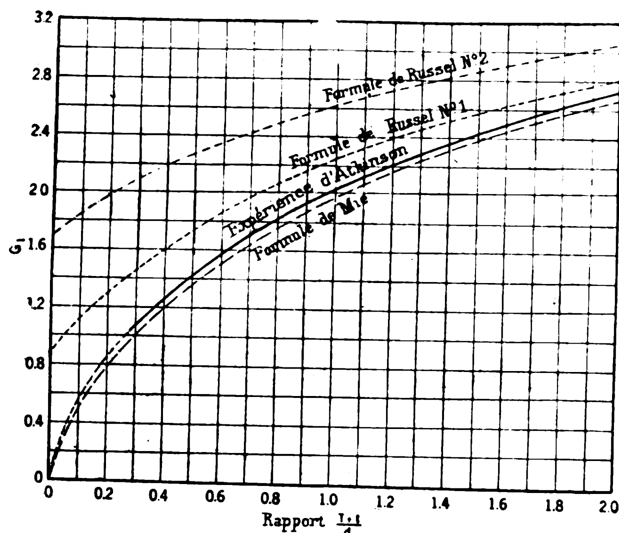


Fig. 1. — Facteur géométrique des câbles à 3 conducteurs. Comparaison des valeurs calculées par différentes formules pour $\frac{t}{T} = 1$.

reviendra plus loin. Les différences entre les quatre courbes sont importantes et il convient d'examiner les erreurs pour des cas extrêmes.

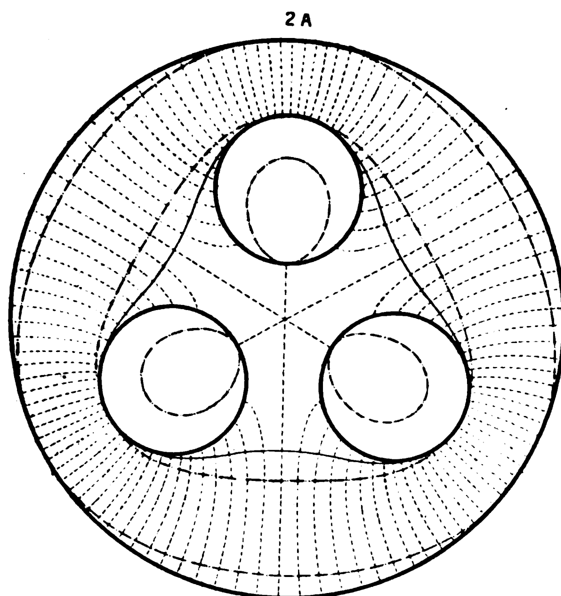
Une valeur nulle du rapport $\frac{T+t}{d}$ correspondrait à un câble ayant des conducteurs d'épaisseur non nulle et dépourvus d'isolement. Dans ce cas, la résistance thermique et le facteur géométrique sont nuls et les deux formules de Russell donnent des résultats très éloignés de la réalité. Pour un rapport $\frac{T+t}{d}$ égal à 10, ce qui pratiquement n'est jamais réalisé, G_1 a, suivant les formules (3), (4) et (5), les valeurs respectives 4,35, 4,37 et 4,39.

Il est facile d'expliquer les erreurs propres aux différentes formules.

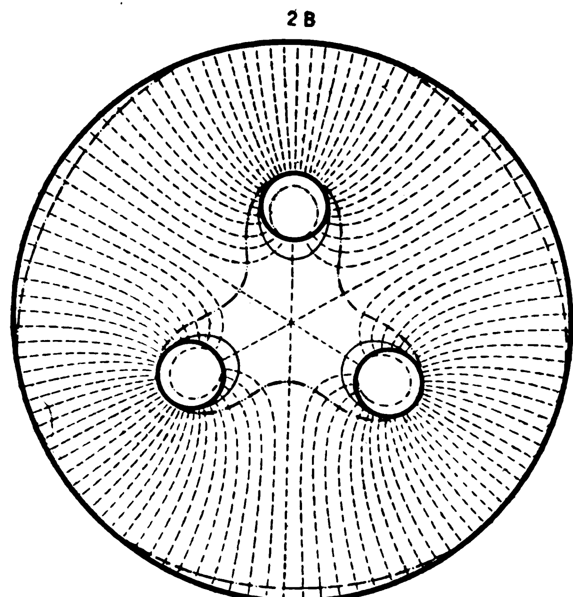
Si l'on néglige la torsion des conducteurs, on a à résoudre un problème de géométrie plane. Les formules approximatives obtenues n'emploient pas la figure réelle mais la remplacent par une autre qui se prête mieux aux développements mathématiques (fig. 2 A et 2 B). L'inexactitude importante de la deuxième formule de Russell est due à ce que le plus grand flux de chaleur passe entre les conducteurs et la gaine par le plus court chemin, et ceci d'autant plus que l'isolant est moins épais. Si on substitue une représentation approximative du câble au câble réel, il doit y avoir coïncidence entre les deux représentations aux points où la densité du flux de chaleur est la plus grande et la deuxième formule de Russell a été revisée en rendant les ovales tangents aux conducteurs aux points les plus éloignés du centre. On obtient ainsi, pour le facteur géométrique, l'expression

$$G_1 = \log_e \frac{R^3 - a^3}{(a + r)^3 - a^3}. \qquad (6)$$

Les lignes pointillées des figures 2 A et 2 B sont les lignes



Correction graphique : $\frac{T+t}{d} = 0{,}5$ et $\frac{t}{T} = 1{,}0$.



Correction graphique : $\frac{T+t}{d} = 2{,}0$ et $\frac{t}{T} = 1{,}0$.

Fig. 2. — Les figures substituées pour les câbles à trois conducteurs.
——— Conducteurs réels et gaines.
— — — Figure substituée pour les conducteurs d'après la formule de Mie.
- - - - - Lignes suivant lesquelles se fait le transport de la chaleur calculées d'après les formules de Mie.
— · — · — Figures substituées pour les conducteurs et la gaine d'après la deuxième formule de Russell.
— · · — · · — Figure substituée pour les conducteurs d'après la formule (6), cette formule employant pour la gaine la même figure substituée que la deuxième formule de Russell.

orthogonales aux isothermes et les intervalles ont même résistance thermique.

La formule de Mie donne lieu à une erreur systématique quand on l'applique, mais elle donne une valeur rigoureuse de la conductance thermique et du facteur géométrique du câble dont la figure substituée serait la représentation. La conductance entre la gaine et les trois conducteurs ou la figure substituée est inversement proportionnelle au facteur géométrique. Si donc nous pouvons, par un moyen quelconque, obtenir le rapport de la conductance entre la figure substituée par Mie et la gaine, à la conductance réelle d'un câble quelconque, le produit de ce rapport par le facteur géométrique donné par la formule de Mie sera le facteur géométrique exact de ce câble. Par suite de la symétrie d'un câble, il est suffisant de considérer la moitié d'un conducteur.

Les lignes de flux représentées sur la figure 3 ont été calculées par la formule de Mie et, d'après leur définition, la conductance entre la figure substituée et la gaine est la même pour tous les chemins compris entre ces lignes. Si nous prenons la conductance d'un de ces chemins pour unité, la conductance totale sera 18 sur la figure 3. La conductance du câble réel doit être déterminée avec les mêmes unités. La figure de Mie coïncide avec le conducteur pour les 8 ou 9 premiers chemins et, pour les suivants, les longueurs sont plus grandes pour le câble réel et on obtiendra leur conductance en multipliant l'unité par le rapport des longueurs moyennes des parcours sur la figure de Mie et sur le câble. On obtiendra ainsi, section par section, les différentes conductances.

La conductance totale sera plus faible que 18 et le produit du rapport, plus petit que l'unité, des conductances par le facteur géométrique de Mie donnera le facteur correct.

Cette méthode est très laborieuse et introduit des erreurs systématiques : les lignes suivant lesquelles la chaleur est transmise sont déterminées sur la figure substituée et c'est seulement si ces lignes étaient parallèles que l'on pourrait

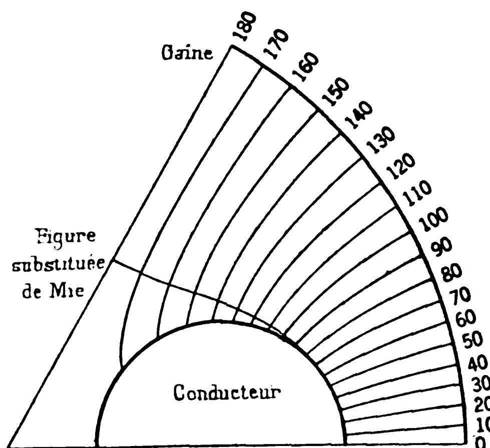


Fig. 3. — Correction graphique pour le câble à trois conducteurs

$$\frac{T + t}{d} = 0{,}5 \qquad \frac{t}{T} = 1.$$

dire que les conductances des divers tronçons sont inversement proportionnelles à la longueur. Ces erreurs sont toutefois négligeables et le tableau suivant donne les valeurs du facteur géométrique corrigé.

Tableau I.

$\frac{t}{T}$	$\frac{T+t}{d}$	Câbles à deux conducteurs			Câbles à trois conducteurs			Câbles à quatre conducteurs		
		G_1 calculé (Mie)	Facteur graphique de correction	G_1 corrigé	G_1 calculé (Mie)	Facteur graphique de correction	G_1 corrigé	G_1 calculé (Mie)	Facteur graphique de correction	G_1 corrigé
1,0	0,15	0,602	1,057	0,636	0,668	1,089	0,727	0,728	1,094	0,796
	0,30	0,889	1,055	0,938	1,015	1,078	1,094	1,121	1,087	1,219
	0,50	1,179	1,042	1,229	1,369	1,063	1,455	1,524	1,072	1,634
	0,75	1,456	1,031	1,501	1,710	1,052	1,799	1,909	1,061	2,025
	1,00	1,681	1,022	1,718	1,978	1,045	2,067	2,210	1,053	2,327
	1,50	2,023	1,012	2,047	2,383	1,020	2,431	2,661	1,035	2,754
	2,00	2,280	1,006	2,294	2,681	1,014	2,719	2,989	1,021	3,052
	2,50	2,486	1,004	2,496	2,916	1,009	2,942	3,243	1,015	3,292
0,5	0,15	0,604	1,057	0,638	0,668	1,086	0,725	0,725	1,094	0,793
	0,30	0,891	1,055	0,940	1,009	1,073	1,083	1,107	1,088	1,204
	0,50	1,177	1,038	1,222	1,350	1,059	1,430	1,488	1,074	1,598
	0,75	1,451	1,025	1,487	1,672	1,045	1,747	1,845	1,057	1,950
	1,00	1,669	1,017	1,697	1,921	1,035	1,988	2,120	1,048	2,222
	1,50	1,995	1,007	2,009	2,297	1,014	2,329	2,529	1,026	2,595
	2,00	2,242	1,004	2,251	2,572	1,009	2,595	2,817	1,011	2,848
	2,50	2,440	1,002	2,445	2,789	1,005	2,80	3,050	1,008	3,074
0,0	0,15	0,613	1,055	0,647	0,668	1,082	0,723	0,721	1,094	0,789
	0,30	0,896	1,042	0,934	1,000	1,069	1,069	1,085	1,088	1,180
	0,50	1,178	1,028	1,211	1,321	1,053	1,391	1,435	1,068	1,533
	0,75	1,454	1,015	1,476	1,618	1,033	1,671	1,753	1,045	1,832
	1,00	1,651	1,009	1,666	1,846	1,020	1,883	1,995	1,031	2,057
	1,50	1,967	1,004	1,975	2,187	1,008	2,204	2,352	1,015	2,38[illegible]
	2,00	2,205	1,002	2,209	2,439	1,003	2,446	2,612	1,006	2,6[illegible]8
	2,50	2,396	1,001	2,398	2,638	1,002	2,643	2,820	1,003	2,830

On peut déterminer le facteur géométrique d'une autre manière. Ce facteur géométrique est, en effet, exactement le même que celui que l'on trouve dans l'expression de la résistance électrique et de la capacité. Atkinson et Sacchetto ont mesuré la résistance d'un système de trois tubes symétriquement placés et entourés d'un quatrième, le tout étant placé dans une cuve d'électrolyte. Cette méthode de détermination du facteur géométrique est théoriquement correcte et elle n'est sujette qu'à des erreurs expérimentales.

La formule empirique suivante donne les valeurs de G_1 à 0,5 pour 100 près pour les câbles triphasés

$$G_1 = (0,85 + 0,2\beta)\log_e[(8,3 - 2,2\beta)\alpha + 1]. \tag{7}$$

Pour des câbles à n conducteurs, on peut utiliser la formule suivante, qui est suffisante quand on ne désire pas une très grande exactitude

$$G_1 = \log_e\left[\frac{n(8T + t)(T + t)}{4dT} + 1\right]. \tag{8}$$

On peut maintenant calculer l'élévation de température T_A.

Résistance thermique $= \frac{1}{2\pi}\frac{\rho G_1}{n}$ ohms thermiques par centimètre de câble (entre les n conducteurs et la gaine).

L'élévation de température, en degrés centésimaux, des conducteurs par rapport à la gaine est

$$T_A = \frac{1}{2\pi}\frac{W\rho G_1}{n},$$

où G_1 est donné par le tableau I ou par les formules (7) ou (8); n, nombre de conducteurs du câble; ρ, résistivité thermique de l'isolant en degrés centigrades par watt par centimètre; W, pertes par effet Joule par centimètre de câble.

L'intensité du courant que l'on peut faire passer dans un câble souterrain est généralement déterminée par des considérations d'échauffement, sauf pour les câbles à très basse tension où la chute de tension est le facteur le plus important; on peut aussi tenir compte de la règle économique de lord Kelvin. Considérons seulement les câbles au point de vue de l'échauffement. L'élévation de température, en degrés centésimaux, est égale au produit de la résistance thermique par centimètre en ohms thermiques par les watts dissipés par centimètre de câble pour une charge constante.

Entre la gaine de plomb et le caniveau, la résistance thermique par centimètre de câble peut être représentée par

$$r_{th} = \frac{1}{\pi}\cdot\frac{E}{D} \text{ ohms thermiques}. \tag{9}$$

dans laquelle E est un coefficient qui varie peu et qui représente la résistivité superficielle de la gaine, indépendante de D et exprimée en degrés centésimaux par watt par centimètre carré, D étant le diamètre extérieur du câble en centimètres. Les dimensions du caniveau n'interviennent pas dans cette expression, car le transport de la chaleur ne se fait qu'en partie par conduction et se fait surtout par convection et rayonnement. Pour une même perte en watts, l'élévation de la température T_B d'un câble sera la même, qu'il soit suspendu dans l'air ou placé dans un caniveau étroit. Le calcul de l'élévation de température du caniveau par rapport au sol est très aléatoire. Pour un cylindre de faible diamètre placé sous terre, la résistanc thermique par centimètre est proportionnelle à $\rho'\log_e\frac{4l}{D}$, ρ' étant la résistivité du sol; D, le diamètre extérieur du câble et l, la distance de l'axe du câble à la surface du sol. Quand le câble est placé dans un caniveau, la formule est moins approchée, car le rapport du diamètre du caniveau à la distance à la surface du sol devient important. On se servira, pour le calcul de la résistance thermique H, en ohms thermiques, par centimètre de caniveau, de l'expression

$$H = \frac{1}{2\pi}\times\rho'\times\log_e\frac{4l}{L} \tag{10}$$

où L est la longueur du côté du carré de section égale à celle du caniveau considéré. H varie de 20 à 50 et peut être pris égal à 30 en moyenne.

La résistance thermique totale par centimètre de longueur de câble, est

$$R_{th} = \frac{1}{2\pi}\frac{\rho G_1}{n} + \frac{1}{\pi}\cdot\frac{E}{D} + NH. \tag{11}$$

L'élévation de température totale s'obtient en multipliant la perte en watts par centimètre par R_{th} et le courant limite est donné par

$$I = 68,83\times\sqrt{\frac{A(T_0 - T_1)}{nR_{th}}}, \tag{12}$$

où I est donné en ampères, par conducteur; T_0, température limite de l'isolant en degrés centigrades; T_1, température du sol; A, section du conducteur en millimètres carrés.

Les pertes diélectriques diminuent le courant limite. En divisant ces pertes par la résistance thermique de l'isolant, on obtient l'élévation de température qu'elles entraînent et il suffit de retrancher cette élévation de température de T_0 dans la formule (12).

Il est à remarquer que, pour un câble à un seul conducteur, il faut diminuer de moitié le premier terme de la formule (11) quand on se sert de cette formule pour calculer l'échauffement du diélectrique. On a démontré, en effet, que pour une perte donnée dans le diélectrique, l'élévation de température d'un câble à un seul conducteur est moitié de celle qu'on constaterait si cette puissance était perdue dans le conducteur même.

Dans le cas de câbles à un seul conducteur, les courants de Foucault induits dans la gaine peuvent avoir une influence considérable sur la capacité de transport de ces câbles. Si on calcule la résistance totale effective due à ces courants et si l'on connaît la résistance du conducteur à la température atteinte, le courant limite sera calculé facilement en augmentant les deuxième et troisième termes de la formule (11) dans le rapport de la résistance effective totale à la résistance du conducteur.

Quand un caniveau contient des câbles de deux types différents, on calcule l'élévation de température permise pour chaque type en retranchant de la température de l'isolant la température du sol. On exprime l'élévation totale de température en fonction des watts par centimètre de câble (inconnus) et des résistances thermiques (connues). Dans chaque cas, on égale l'élévation totale de température à l'élévation de température permise et on obtient deux équations pour déterminer les deux pertes, en watts, cherchées. Il est à remarquer que l'élévation totale de température d'un type comporte, outre le terme habituel, l'élévation de température du caniveau due à l'autre type qui sera égale à NH fois le nombre de watts par centimètre de cet autre type. Cette méthode s'applique naturellement à un nombre quelconque de types de câble logés dans un même caniveau. — F. K.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Omnium lyonnais.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 NOVEMBRE 1923.

Dans l'ensemble des filiales de la société, la progression des recettes constatée l'an dernier s'est maintenue pendant l'exercice, grâce, d'une part, au trafic voyageurs qui est en légère augmentation et grâce, d'autre part, à des relèvements de tarifs. Ces plus-values de recettes ont permis de faire face à l'augmentation des dépenses d'exploitation et aux nouvelles revendications du personnel, conséquence de l'élévation du coût de la vie qui se fait sentir depuis le printemps dernier.

Les négociations, soit amiables, soit contentieuses, engagées avec les différents pouvoirs concédants ont été poursuivies.

A Cannes, un accord amiable définitif est sur le point d'être conclu, aux termes duquel la compagnie recevra du Département une avance de 1 million de francs pour le renouvellement de ses voies et de son matériel; en outre, le Département et les communes intéressées participeront, par une subvention, à la réalisation des travaux projetés de mise des voies en accotement sur une notable partie du parcours. Enfin, un relèvement de tarifs, qui vient d'être accordé, permettra de parachever le programme envisagé en procurant à la compagnie les ressources nécessaires pour faire face aux charges financières que constitueront le paiement des intérêts et l'amortissement de l'avance consentie par le Département. Il permettra, en outre, de couvrir l'augmentation de dépenses résultant du dernier relèvement de salaires qui vient d'être accordé aux agents.

A Troyes, un projet de régie intéressée, qui a reçu l'approbation de l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et de l'ingénieur de la Ville, doit être, à titre de transaction sur procès, soumis à la ratification du Conseil municipal.

A Pau, des pourparlers viennent d'être engagés pour obtenir de la Ville une subvention destinée à la remise en état du matériel et des voies.

A Fontainebleau, conformément au jugement du Conseil de Préfecture, les experts désignés ont rédigé et déposé leurs rapports qui concluent au versement d'une indemnité à la compagnie. L'accord n'ayant pu être réalisé entre les experts quant au montant de cette indemnité, le Conseil de Préfecture aura à en fixer l'importance.

A Poitiers, les rapports des experts désignés par le Conseil de Préfecture n'ont point encore été déposés.

Le Conseil rend compte des résultats d'exploitation des sociétés filiales :

Compagnie des Tramways électriques d'Avignon. — Le solde créditeur du compte « Profits et pertes » arrêté au 31 décembre 1922, s'est élevé à 44072,67 fr qui a permis la mise en distribution d'un dividende de 7,50 fr par action, égal à celui de l'an dernier.

Compagnie des Chemins de fer à Voie étroite de Saint-Etienne, Firminy, Rive-de-Gier et extensions. — Le solde créditeur, après amortissement et déduction des charges obligataires et autres, s'est élevé à 414491,60 fr, chiffre sensiblement égal à celui du précédent exercice, et qui a permis la mise en distribution d'un dividende égal à celui de l'exercice précédent.

Au cours de l'année écoulée, cette société a, tout en assurant l'entretien normal de son réseau, amélioré son outillage et ses voies et augmenté son matériel qui répond maintenant, aussi complètement que possible, aux besoins de son service.

Société des Chemins de fer sur Routes d'Algérie. — Le solde créditeur de l'exercice 1922 s'est élevé, y compris le report à nouveau de l'exercice précédent, à 429394,72 fr, qui a permis la mise en distribution, aux actions privilégiées comme aux actions ordinaires, d'un intérêt de 5 pour 100.

Les résultats bruts de l'exercice 1922 ont fait ressortir un total de recettes de 10939698,38 fr, en augmentation de 400000 fr environ sur l'exercice 1921, et les dépenses se sont élevées à 10271523,02 fr, en diminution d'environ 900000 fr.

Compagnie genevoise de Tramways électriques. — Les résultats de l'exercice 1922 ont encore été influencés d'une façon profonde par la crise économique qui sévit en Suisse à l'heure actuelle.

Les recettes du dernier exercice ne se sont, en effet, élevées qu'à 6091137,10 fr, en diminution de près de 500000 fr.

Par contre, les dépenses ont pu être ramenées de 6632943,25 fr à 5711225,75 fr, soit une diminution d'environ 900000 fr.

Le compte de « Profits et pertes » qui, l'an dernier, se soldait par une perte de 42373,45 fr, a pu, grâce au jeu du compte spécial pour travaux d'entretien et de renouvellement différés, être complètement équilibré.

Les résultats de l'exercice 1922 accusent donc, dans l'ensemble, une amélioration de la situation de cette société, et on peut espérer que l'application des mesures de stricte économie mises en vigueur parviendront à rétablir la situation normale dans un avenir prochain.

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris. — Au cours de l'exercice 1922, le nombre de billets délivrés a atteint 81279114 en augmentation de plus de 2 millions sur le chiffre de l'exercice précédent.

Cette augmentation de recettes a eu naturellement une répercussion sur la rémunération de la société qui, aux termes des accords intervenus avec la Ville de Paris, est en rapport avec le nombre de billets délivrés; les recettes annexes se sont également trouvées en progression. De leur côté, les dépenses ont, du fait de la baisse des charbons, diminué légèrement malgré les augmentations considérables des salaires.

L'ensemble des primes et participations de la société, pour l'exercice 1922, s'est élevé à 4742226,73 fr.

Les produits des immeubles, fonds et valeurs lui appartenant et le report de l'exercice 1921 ont donné un total de 297238,71 fr, formant ensemble 5039465,44 fr qui, après les prélèvements statutaires, ont permis la mise en distribution d'un dividende de 14 fr brut par action.

Le conseil municipal a approuvé, en juillet 1923, un programme de travaux comportant l'augmentation du matériel roulant et des transformations au terminus de la Porte de Versailles, ainsi que l'extension du garage de La Chapelle. Les ressources nécessaires doivent être fournies par un emprunt obligataire.

Société franco-italienne du Chemin de fer métropolitain de Naples. — Cette société, qui a obtenu le 2 août 1922, la résiliation de sa concession, a pu encaisser une nouvelle partie de son cautionnement « État ». Mais des négociations vraisemblablement longues devront se poursuivre pour obtenir la restitution des sommes qui restent encore déposées, tant auprès de l'État qu'auprès de la Ville.

Les travaux de remise en état des immeubles endommagés, qui furent par décision de justice mis à la charge de la société, sont sur le point d'être terminés. Les litiges existant avec des tiers vont donc, de ce fait, se trouver enfin réglés.

Le Conseil d'administration a procédé, en juillet 1923, à un appel de 25 fr par action non encore entièrement libérée; selon les prévisions faites, les sommes encaissées de ce fait doivent permettre d'éteindre le passif de la société sans autre appel de fonds.

Société française minière au Maroc. — Les pourparlers engagés en vue d'aboutir à un accord avec deux groupes concurrents n'ayant pu aboutir, l'Administration procéda, en février dernier, à l'attribution des permis demandés. Dans cette répartition, la société a obtenu la plus grande partie des zones minéralisées demandées.

A l'heure actuelle, les recherches sont activement poussées en vue de découvrir de nouveaux points d'enrichissement du minerai; les résultats obtenus à ce jour paraissent encourageants.

Société des Mines de Boudjoudoun. — Au cours de cet exercice, les travaux extérieurs d'installation à Boudjoudoun ont été activement poussés et sont sur le point d'être terminés. D'autre part, les travaux d'aménagement intérieur de la mine se sont poursuivis.

A l'heure actuelle, il ne reste plus qu'à entreprendre la construction de l'usine d'enrichissement des minerais.

La Société des Mines de Boudjoudoun a acquis, l'an dernier, un gisement de fer contigu à sa concession et situé au lieu dit « Tissimiran »; une demande en concession a été déposée et les formalités se poursuivent.

Ce gisement, qui se présente dans des conditions de puissance remarquable, ne pourra être exploité que lorsque la ligne de chemin de fer, que construit actuellement le Gouvernement général de l'Algérie, reliera la mine au port de Djidjelli en passant par El-Milia.

Société électrique de la Sidérurgie lorraine. — Les demandes en concession, déposées depuis le mois de mai 1920, n'ont pas encore reçu satisfaction. Néanmoins, d'importants travaux étudiés par les services techniques de la société et dirigés par eux, ont pu être commencés sous le régime d'autorisations provisoires.

Société anonyme des Entreprises Monod-Guillain. — Le chiffre d'affaires de cette société qui, en 1921, s'élevait, en chiffres ronds, à 11000000 fr, s'est élevé en 1922 à environ 19000000 fr. La progression des travaux poursuit sa marche ascendante et régulière.

Au 31 décembre 1922, le solde créditeur était de 1 million 509279,15 fr, ce qui a permis la mise en distribution d'un dividende de 9 pour 100 brut.

Les circonstances n'ayant pas favorisé l'extension des opérations sociales, les profits de l'exercice n'ont pu qu'être consolidés à leur chiffre de l'année précédente. Les bénéfices bruts d'exploitation s'élèvent à 1795524,11 fr contre 1946713,58 fr l'an dernier.

Il y a lieu d'en déduire les frais généraux qui ont été ramenés à 509686,43 fr, alors que ceux du précédent exercice étaient de 656305,34 fr.

Le bénéfice net reste donc de 1285837,68 fr, chiffre égal, à peu près, à celui de l'an dernier qui était de 1290408,24 fr et à celui de 1920-1921 arrêté à 1284799,06 fr.

Si l'on ajoute à ce bénéfice net le report de l'exercice précédent, soit 40537,66 fr, le solde disponible est de 1 million 326375,34 fr.

Cette somme sera répartie comme suit :

5 pour 100 à la réserve égale; un dividende de 6 pour 100; au Conseil d'administration, 15 pour 100 du reste, un dividende supplémentaire de 4 pour 100; aux parts de fondateur, 133333,33 fr.

Le report à nouveau est de 35518,26 fr.

Le dividende de 10 fr est payé, sous déduction des impôts de finances, depuis le 1er décembre 1923.

BILAN AU 30 JUIN 1922.

Actif.

	fr
Immeuble	700 000 »
Terrains	913 821,25
Caisse et disponibilités en banques	1 254 849,68
Fonds d'État français (bons, obligations et rentes)	7 038 365,90
Coupons à encaisser	119 601,75
Débiteurs :	
Divers	714 121,98
Avances aux filiales	556 552,77
Portefeuille, titres des filiales	3 838 696 »
Portefeuille, titres divers :	
Actions	7 616 095,50
Obligations	513 650 »
Frais de premier établissement, Études et divers	1 »
	23 265 755,83

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve légale	823 765,27
Fonds de prévoyance	5 000 000 »
Titres à libérer	2 639 975 »
Créanciers divers	3 436 404,14
Coupons Omnium lyonnais	39 236,08
Profits et pertes :	
Report de l'exercice précédent	40 537,66
Bénéfice net de l'exercice 1921-1922	1 285 837,68
	23 265 755,83

SECTION DE LÉGISLATION

Un projet international de protection de la propriété scientifique

L'auteur, qui a consacré déjà à cette question, qui agite passionnément l'attention des savants, des juristes et de la Confédération des Travailleurs intellectuels, deux études précédentes, analyse et critique le projet d'ordre international que vient d'élaborer la Société des Nations.

Nous avons rendu compte des premières manifestations du mouvement en faveur de l'élaboration d'une législation destinée à protéger la propriété scientifique (¹).

Nous avons loyalement exposé, en présence des premiers projets de M. Joseph Barthélémy et de la Confédération des Travailleurs intellectuels, nos critiques et les conceptions ayant nos préférences.

Sous la pression des promoteurs du mouvement et parce que l'idée qui les guide est généreuse et sympathique, des projets d'ordre international se sont fait jour; la Société des Nations, dont le programme d'activité tend à s'accroître constamment, s'est résolument mise à la tête de la réforme, qui ne peut évidemment réussir que si elle revêt un caractère international (²).

Si nous résumons, en effet, les conclusions exposées ici même, nous constatons qu'après avoir mis le public en garde contre des conceptions sentimentales et hâtives, susceptibles de grever considérablement l'industrie nationale, au regard de celle des pays concurrents, qu'après avoir jugé indispensable de séparer la législation envisagée relative à la propriété scientifique de celle concernant la propriété industrielle (brevets d'invention), de fixer un maximum à l'ensemble des redevances à percevoir par le « découvreur », il apparaissait indispensable de soumettre tout d'abord un projet de ce genre à une conférence internationale (Commission de la Société des Nations, Chambre de Commerce internationale, Bureau international de Berne), afin que de telles dispositions, susceptibles d'ébranler considérablement les conditions actuelles d'exploitation industrielle, pussent être applicables en même temps dans la plupart des pays.

Sur ce point, notre conception de ce problème si complexe et si difficile à résoudre en pratique (et c'est l'application positive qui seule importera) a donc reçu une consécration, dont nous nous bornerons à prendre acte.

Mais avant d'exposer et éventuellement de discuter les caractéristiques du projet de la Commission de la Coopération intellectuelle de la Société des Nations, nous voudrions revenir sur l'examen des bases mêmes du problème dont l'étude fut par elle entreprise.

Pour ce faire, nous ferons, au travail que vient de publier sur le même sujet le Bureau international de la Propriété intellectuelle de Berne, quelques emprunts et nous suivrons l'ordre critique qu'il a développé dans sa très remarquable étude.

I. Nature de la propriété scientifique. Propositions concrètes et critiques. — La proposition J. Barthélémy était une combinaison de la législation sur les brevets d'invention et de la législation sur la propriété littéraire et artstiique ; l'institution du brevet de principe proposée par M. J. Barthélémy et du brevet d'auteur participent en effet de la conception du droit d'auteur.

Le projet de la Confédération des Travailleurs intellectuels participe encore plus nettement de la législation sur le droit d'auteur.

D'ailleurs, le mouvement est visiblement inspiré de la récente législation sur le droit de suite aux artistes, qui est une application des principes du droit d'auteur.

Cette assimilation au droit d'auteur est-elle légitime? Tout d'abord, remarque le rédacteur du « Bulletin de la Propriété industrielle de Berne », les découvertes applicables industriellement sont déjà protégées dans plus de quarante pays par des lois sur le brevet d'invention. La découverte applicable immédiatement, protégée au profit de l'inventeur, constitue l'exercice d'un droit évident, d'ailleurs étroitement limité dans sa durée (quinze à vingt ans au maximum). Les législations en vigueur ne reconnaissent donc pas à l'inventeur un droit de propriété proprement dit, mais un simple monopole d'usage, pendant une courte période, et cette limitation a pour effet d'assurer à l'inventeur qui suivra le même avantage et cela pour faire profiter également le public des avantages de la découverte et assurer la marche normale du progrès.

Les législateurs de tous les pays ont donc limité à l'invention utile sa récompense, ils l'ont refusée jusqu'ici à l'auteur d'une découverte de principe, dont l'application n'est ni prévue, ni immédiatement possible.

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 18 novembre 1922, t. XII, p. 785 et 792 et 17 mars 1923, t. XIII, p. 463-468.
(²) Voir nos observations à ce sujet. *Revue générale de l'Electricité*, 17 mars 1923.

Comment justifier, non seulement l'assimilation désormais des deux catégories d'inventeurs et comment, surtout, justifier l'octroi de droits beaucoup plus étendus dans la seconde que dans la première?

Le droit d'auteur consiste dans un monopole absolu d'édition ou de représentation pendant toute sa vie et une durée post mortem atteignant, en France, cinquante ans. Il tire ainsi profit d'une œuvre qui est sa création très personnelle; il livre au public ses idées, les formes qu'il a créées, matérialisées dans un livre, une œuvre picturale, sculpturale ou musicale, contre un prix généralement peu élevé.

L'avantage analogue accordé au savant, au découvreur de principes, serait évidemment beaucoup plus important et, au surplus, applicable tout différemment puisque la redevance s'étendrait à toutes les applications éventuelles, quel qu'en soit le nombre; ainsi un savant ayant découvert un principe, sans en apercevoir d'application positive, pourrait percevoir, pendant une longue durée, des redevances multipliées sur une infinité d'applications, découvertes par les inventeurs successifs.

Il apparaît immédiatement qu'il n'y a pas analogie suffisante entre les deux sortes de créations pour que leurs droits respectifs reçoivent la même application.

Entre l'auteur littéraire ou artistique, qui crée son œuvre sciemment, lui donnant sa forme personnelle pour obtenir un résultat voulu et le savant qui découvre, parfois inconsciemment, un principe, guidé par des principes antérieurs du domaine public, et sans but certain, il y a une considérable différence.

Il y a, constate le rédacteur du Bulletin de Berne « un rapport de causalité entre un principe scientifique et ses applications, entre un théorème et ses corollaires. Le principe et les corollaires existent par eux-mêmes, le premier existe alors que le savant ne l'a pas découvert, les seconds existent alors qu'aucun industriel ne les a utilisés. Voici un industriel (ou un inventeur technicien quelconque) qui trouve les moyens de l'utiliser, d'en déduire des applications et de réaliser des bénéfices. Le savant n'est pas la cause efficiente de ces bénéfices. Il n'a pas le droit strict d'exiger de l'industriel une part de ceux-ci. Le principe qu'il a découvert n'est pas sa création personnelle, ne lui appartient pas en propre. »

Ces observations sont judicieuses.

En énonçant une loi théorique, le savant fait une constatation, il signale l'existence d'une chose existant déjà, il ne crée pas et c'est à l'inventeur proprement dit qu'incombe le soin de chercher à l'appliquer, d'en trouver l'application positive, d'en procurer l'utilité.

Sans l'inventeur d'application, le principe fût resté indéfiniment sans intérêt, sans utilité, et si les applications se multiplient, au contraire, le savant n'y est pour rien.

Comment alors justifier son droit au partage des éventuels profits, qui pourront être considérables si les applications découvertes après lui sont nombreuses et rémunératrices; comment en déterminer l'étendue?

Envisageons un autre point de vue. Le profit est en fonction du risque, des expériences, des capitaux engagés. Plusieurs exploitants de l'application d'un même principe peuvent respectivement réussir ou se ruiner, alors que l'auteur de la découverte de principe demeure également étranger à leurs efforts et à leurs mérites.

II. Propositions du Bureau international de la Propriété intellectuelle de Berne. — Mais arrêtons là ces réflexions, que nous pourrions poursuivre, et envisageons, toujours en suivant le travail du Bureau international de Berne, la question des applications, qui distingue le terrain national et le terrain international.

Au point de vue national, le Bureau de Berne envisage la perception par l'Etat d'une légère taxe additionnelle à l'impôt sur le commerce et l'industrie, destinée à alimenter une caisse de récompenses professionnelles à l'usage des savants, inventeurs de chaque pays, laquelle, dirigée par diverses catégories de membres qualifiés, répartirait aux « découvreurs » des émoluments proportionnés à leurs mérites; les membres compétents et consciencieux offriraient toutes les garanties d'équité, récompensant les savants au gré des avantages procurés, sans écraser la production nationale.

Quant aux conditions de constatation de la découverte, la délivrance par ce corps de compétences d'un certificat de priorité scientifique pourrait suffire ; ce certificat servirait de titre au « découvreur » dont, en tout cas, les droits n'excéderaient pas la durée de sa vie et, en cas de décès prématuré, un certain laps de temps, moindre que les trente ou cinquante ans prévus par les diverses législations sur le droit d'auteur.

Les savants récompensés pourraient même « prendre, à concurrence d'une fraction de leur récompense et d'une fraction du capital social, des actions, spécialement des actions de préférence, dans les sociétés exploitant des applications des principes par eux découverts ».

Cette solution pourrait aussi, au lieu de l'impôt envisagé, instituer une taxe supplémentaire sur les brevets d'invention, ce qui serait d'application facile, mais pourrait gêner les petits inventeurs, qui souvent ne bénéficient guère de leurs découvertes, même intéressantes, et réclament déjà la réduction des taxes actuelles.

Mais le point de vue international s'impose également à notre attention. Il n'y a pas de découverte de principe qui ne soit d'ordre international ; comme les principes découverts dédaignent les frontières politiques, il faudrait donc conclure des accords entre les divers pays ou, mieux encore, élaborer une convention internationale, inspirée de celle de l'Union de Paris de 1883 et en constant perfectionnement depuis, concernant l'assimilation de l'étranger au national. Faudrait-il rendre internationale la caisse des récompenses prévue déjà? Comment fonctionnerait-elle ? La solution, ingrate certes, n'offrirait pas plus de difficultés

que la caisse nationale envisagée ; son fonctionnement permettrait de réduire les taxes en raison de l'extension des redevances.

Tel était l'état de la question de la Propriété scientifique lorsque parvint la nouvelle que la Société des Nations, prise d'un zèle ardent, avait élaboré un projet international à recommander aux Etats adhérents.

Nous ne reviendrons pas sur l'analyse des projets Barthélémy, Dalimier et Gallié (ces derniers rapporteurs pour la Confédération des Travailleurs intellectuels), ni sur les propositions du même ordre présentées sous des formes plus ou moins vagues par la presse d'information.

III. **Préparation du projet de la Commission de la Société des Nations.** — Saisie de la question au début de l'année dernière, la Commission de la Coopération intellectuelle de la Société des Nations la mettait à l'étude à l'occasion de la session tenue à Genève du 26 juillet au 2 août 1923. Cette session avait été précédée, le 23 juillet, d'une séance de la Sous-Commission de la Propriété intellectuelle, présidée par M. Bergson, de l'Académie française, au cours de laquelle un rapport sur la propriété scientifique avait été présenté par le professeur Ruffini de l'Université de Turin, lequel concluait à la nécessité pour les divers pays de conclure une Convention internationale assurant la protection de la propriété scientifique, inspirée des projets français de M. J. Barthélémy et de la Confédération des Travailleurs intellectuels.

A cette séance avait été convoqué M. Röthlisberger, directeur des Bureaux internationaux de la Propriété intellectuelle de Berne, qui exposa avec la haute compétence et l'indépendance qui le caractérisent, les vues du Bureau international sur cette grave question.

Après une discussion à laquelle prirent part les délégués des pays représentés, le rapport Ruffini fut approuvé ; il fut convenu que le projet qui sanctionnait ce rapport serait transmis au Conseil de la Société des Nations, avec avis très favorable.

Dans sa séance du 15 septembre 1923, la cinquième Commission de l'Assemblée de la Société des Nations, sur la proposition du délégué français M. Bardoux, votait l'ordre du jour suivant : « L'assemblée, donnant son approbation au principe du projet de M. le sénateur Ruffini relatif à la protection de la propriété scientifique, et tenant compte de la résolution adoptée à ce sujet par le Conseil, décide de transmettre ce projet à tous les gouvernements en les priant de vouloir bien communiquer au Secrétariat de la Société des Nations leurs observations éventuelles, afin que la Commission de Coopération intellectuelle puisse rédiger éventuellement un projet de Convention définitif, qui serait mis à l'ordre du jour de la cinquième assemblée et soumis ensuite à tous les Etats pour signature et ratification ».

IV. **Rapport Ruffini.** — Nous laisserons volontairement de côté, si intéressant qu'il puisse nous apparaître, l'exposé critique et historique de la question présenté par l'éminent rapporteur, pour n'examiner que la partie « constructive » :

Après avoir rejeté sans discussion les objections concernant la surcharge d'exploitation, dont serait frappée l'industrie de chaque pays, du fait de la perception de multiples redevances, en estimant que les réformes de cette nature finissent toujours par profiter au pays qui a eu l'audace de les adopter, M. Ruffini se demande comment déterminer la récompense envisagée pour le savant « découvreur » et comment la percevoir ?

Pour M. Ruffini, le système de la récompense est à rejeter parce que ce système aurait « conservé de son origine comme une tare d'irrespect à l'égard de l'homme de science, qu'on cherche à mettre hors de cause le plus rapidement possible, en lui donnant une obole ». D'autre part, ce système présenterait des difficultés d'ordre pratique pour le mettre en application. Enfin, déclare-t-il, il « détruit tous les liens entre le créateur et l'œuvre, et cela à une époque où l'on cherche, au contraire, par le droit moral et le droit de suite, etc... à les resserrer de plus en plus dans les autres domaines de la propriété intellectuelle. De sorte qu'on a la sensation de marcher au rebours du progrès juridique et même social. Le mécanisme, même impersonnel et national, n'est-il pas une forme de rémunération qu'on considère aussi dans l'art comme historiquement dépassé? »

M. Ruffini reconnaît d'ailleurs qu'il y aura lieu de « se rabattre sur le système des prix dans le cas où il ne serait pas possible d'établir entre l'idée et son rendement économique, entre le travail scientifique et son utilité pratique, entre la découverte et son application industrielle, des relations directes et sûres. Et cela, soit en raison du caractère général de la science (hautes mathématiques par exemple), soit en raison du caractère spécial de la découverte scientifique ». Et l'on pourrait payer aux savants découvreurs de principes des redevances versées dans une caisse spéciale, redevances perçues sur les industriels exploitant une invention dont le brevet est expiré, redevances pouvant servir au surplus à subventionner certains établissements privés ou publics destinés à l'avancement des sciences ou groupements qualifiés du même ordre.

Sur ces bases une Union internationale pourrait être conclue, dont le contrôle serait confié à la Société des Nations et aux Bureaux internationaux de Berne à l'instar des Conventions déjà existantes (Paris 1883, Madrid 1892).

Un projet de loi-type serait présenté aux Etats adhérents pour leur permettre de mettre leur législation interne en harmonie avec les principes de la Convention envisagée.

M. Ruffini, après avoir posé en principe que le savant doit profiter des fruits de son travail intellectuel, admet cependant que, lorsque la découverte ne fera que constater les démonstrations scientifiques d'un résultat ou d'un procédé déjà acquis en fait, c'est-à-dire déjà appliqué industriellement, il n'aura aucun droit à

revendiquer ; ce droit ne se révélera qu'au gré des applications éventuelles.

Comme le savant n'est pas, par disposition naturelle et au surplus faute de moyens, capable de tenter lui-même les applications de sa découverte, il apparaît nécessaire d'en apprécier la valeur utilitaire dans un temps déterminé.

M. Ruffini estime qu'il ne faut pas distinguer les découvertes de principe et les inventions proprement dites, car toute restriction relative à la nature de la découverte opérée par le génie d'un chercheur, qu'elle relève d'une science quelconque, a le même mérite ; la protection doit être assurée sans réserves, même à l'égard des découvertes concernant les remèdes.

Quant au mode de constatations de la découverte qui, en principe, pour être reconnu, ne doit pas être lié à l'accomplissement d'une formalité, il peut être obtenu soit par la publication dans un organe qualifié, soit au moyen d'un dépôt sous enveloppe, notamment à l'aide de l'enveloppe perforée système Soleau, ou encore par la délivrance d'un brevet de principe ou d'un brevet ordinaire.

Si le savant veut exploiter lui-même sa découverte, il doit le pouvoir faire ; s'il préfère en concéder l'exploitation il fixera une redevance qu'à défaut d'accord les tribunaux arbitreront.

Si un différend s'élève entre ressortissants d'Etats différents, l'arbitrage obligatoire le résoudra, suivant le mode envisagé par le projet adopté le 24 mai 1923 par le Comité économique de la Société des Nations.

Quant à la durée du droit du savant, elle sera égale à celle du droit d'auteur dans les pays les plus favorables (durée de la vie et 50 ans après la mort).

Le projet Ruffini emprunte une série de dispositions secondaires aux propositions de M. J. Barthélémy et de la Confédération des Travailleurs intellectuels et aux dispositions des Conventions internationales en vigueur.

Ce projet, si succinctement exposé, appellerait de nombreuses critiques, déjà indiquées précédemment et sur lesquelles nous ne reviendrons pas ; nos lecteurs voudront bien se reporter aux études antérieures publiées sous notre signature comme aux objections émises par le Bureau international de Berne, aussi qualifié pour les émettre que d'ailleurs enclin à favoriser sous toutes ses formes la défense des droits intellectuels.

Quoi qu'il en soit, le rapport Ruffini, adopté par la Commission de Coopération intellectuelle de la Société des Nations, a préparé et assuré le vote d'un projet de Convention internationale pour la protection de la propriété scientifique dont, pour plus de précision, nous donnons ci après le texte.

V. Texte du projet de Convention internationale constituant une Union pour la protection des droits des auteurs sur leurs découvertes ou inventions scientifiques. — ARTICLE PREMIER. — Les pays contractants sont constitués à l'état d'Union pour la protection des droits d'auteurs sur leurs découvertes ou inventions scientifiques.

ART. 2. — Les auteurs de découvertes ou d'inventions scientifiques jouiront du droit exclusif de tirer profit de leurs découvertes ou inventions.

ART. 3. — Sont considérées comme protégées par la présente Convention les découvertes, c'est-à-dire, les exposés et les démonstrations de l'existence jusqu'alors inconnue de lois, principes, corps, agents ou propriétés des êtres vivants ou de la matière, et les inventions, c'est-à-dire, les créations de l'esprit (consistant en méthodes, appareils, produits, compositions de produits encore inconnus, et d'une façon générale, toutes les applications nouvelles des découvertes et inventions), dont le caractère spécifiquement scientifique les soustrait à la protection assurée aux œuvres de l'industrie, de l'art et de la littérature.

ART. 4. — Les auteurs des découvertes et inventions visées aux articles 2 et 3 de la présente Convention ne pourront s'opposer à l'exploitation industrielle ou commerciale de leurs découvertes ou inventions, mais ils conserveront un droit d'auteur sur les avantages économiques d'une telle exploitation.

Ils ont, par conséquent, le droit d'exiger une redevance, dont le taux sera déterminé par l'accord des parties et, à défaut, par le tribunal.

Ce droit ne peut compéter aux auteurs que si les appellations industrielles ou commerciales dont il s'agit sont le résultat de leurs découvertes ou inventions ; et non pas, par conséquent, lorsque lesdites découvertes ou inventions ne font que donner la démonstration scientifique d'un résultat ou d'un procédé déjà acquis de fait ; c'est-à-dire déjà appliqué auparavant dans la pratique industrielle ou commerciale.

ART. 6. — Chacun des Etats contractants pourra classer la découverte ou l'invention comme nécessaire à l'intérêt public et déterminer les conditions dans lesquelles sera fixé le droit de l'inventeur.

Ce droit de chacun des Etats ne se rapporte qu'aux découvertes et inventions de ses ressortissants, sauf le cas où les Etats adhérents à l'Union se mettraient d'accord pour étendre l'exercice de ce droit à tous les territoires de l'Union.

L'auteur de la découverte ou de l'invention sera tenu de concéder les licences utiles pour assurer la fourniture nécessaire à l'usage public, à charge pour les différents fabricants ou exploitants de lui réserver un droit d'auteur, aux termes de l'article 5 de la présente Convention.

ART. 7. — Pour établir ce droit, l'auteur de la découverte ou de l'invention devra fournir la preuve que cette découverte ou invention a été l'objet d'une publicité suffisante.

Sera considérée comme suffisante la publication de la découverte ou invention dans les revues spéciales, dans les actes des congrès et dans les mémoires académiques.

ART. 8. — L'auteur d'une découverte ou invention

pourra faire établir l'objet et la priorité de sa découverte ou de son invention, au moyen de l'envoi d'une enveloppe perforée du type « Soleau », au Bureau international de Berne, suivant la procédure établie depuis 1915 pour les modèles et dessins industriels.

Art. 9. — L'auteur d'une découverte ou invention peut faire constater son droit au moyen d'un brevet de principe délivré dans les conditions fixées par les conventions en vigueur pour les brevets d'application.

La durée du droit dérivant de la concession d'un brevet de principe sera celle qui a été fixée à l'article 4 de la présente Convention.

Art. 10. — Les auteurs de découvertes ou d'inventions concernant la thérapeutique jouiront du bénéfice de la présente Convention.

Art. 11. — A la déchéance, pour quelque cause que ce soit, d'un brevet qui a pour objet l'application d'une découverte ou d'une invention scientifique, l'auteur de celle-ci et titulaire du brevet en question n'en conserve pas moins son droit de suite, conformément aux dispositions des articles 4,5 et 6 de la présente Convention.

Art. 12. — Les questions relatives à la priorité d'une découverte ou d'une invention et les questions relatives au montant de la redevance revenant à l'auteur sur l'exploitation industrielle de sa découverte ou de son invention seront tranchées par les tribunaux de chacun des Etats, dans le cas où ces questions viendront à être soulevées entre ressortissants d'un même Etat.

Les tribunaux devront utiliser, autant que le droit interne de chaque pays le permet, le concours d'experts, appartenant de préférence aux corps académiques et aux groupements professionnels compétents.

Art. 13. — Les sujets ou citoyens de tous les Etats contractants jouiront, dans tous les autres Etats de l'Union, de droits analogues à ceux que les lois respectives accordent ou accorderont, par la suite, aux nationaux.

Art. 14. — Toutefois, chacune des parties aura le droit de recourir à l'arbitrage d'experts appartenant de préférence aux corps académiques ou aux groupements professionnels compétents.

Chacune des parties nommera un ou deux arbitres qui désigneront à leur tour un surarbitre.

Dans les cas où les parties appartiendraient à des Etats différents, elles devront nommer deux arbitres, dont l'un appartiendra à un autre pays que le leur. Le surarbitre devra être ressortissant d'un Etat autre que les Etats auxquels appartiennent les parties.

Art. 15. — Le siège du Tribunal arbitral sera, sauf accord contraire entre les parties, le siège des Bureaux internationaux réunis de la Propriété industrielle, littéraire et artistique à Berne.

Les indemnités et remboursements dus aux arbitres seront ceux qui sont accordés aux membres des Commissions de la Société des Nations.

Le Tribunal arbitral décidera à qui devront incomber et comment seront répartis les frais de l'arbitrage.

Art. 17. — Les pays contractants s'engagent à ce que les sentences arbitrales rendues sur leur propre territoire ou sur le territoire d'une des hautes parties contractantes, en vertu des articles précédents, soient exécutées par leurs autorités, conformément aux dispositions de la loi nationale.

Art. 18. — Les auteurs de découvertes et d'inventions pourront se faire représenter, dans leurs rapports avec les exploitants, par un gouvernement professionnel qui, en leur lieu et place, traitera et exercera le contrôle des ventes et la perception des droits.

Art. 19. — Tous différends qui surgiraient relativement à l'interprétation ou à l'application de la présente Convention seront portés, à défaut d'entente directe avec les parties, devant la Cour permanente de Justice internationale, et les hautes parties contractantes s'engagent à accepter la juridiction de la Cour pour le règlement de ces différends.

Art. 20. — Tout état contractant pourra demander la convocation d'une conférence de revision de la présente Convention. La première aura lieu à ..... et décidera du lieu de réunion de la suivante. Le Secrétariat de la Société des Nations préparera, avec le concours des Bureaux internationaux de Berne, les travaux des conférences. La Direction des Bureaux internationaux sera représentée aux séances des conférences; son ou ses représentants prendront part aux discussions sans voix délibérative.

Art. 21. — Les pays qui n'ont pas pris part à la présente Convention et qui assurent chez eux la protection légale des droits faisant l'objet de la présente Convention, seront admis à y accéder sur leur demande.

Cette accession sera notifiée par écrit à la Société des Nations, enregistrée par le Secrétariat de ladite société, et communiquée, par le secrétaire général, à tous les autres Etats intéressés.

Elle comportera, de plein droit, adhésion à toutes les clauses et admission à tous les avantages stipulés par la présente Convention.

Art. 22. — Tout pays accédant à la présente Convention s'engage à l'appliquer à ses colonies, possessions et protectorats.

Art. 23. — Les Bureaux réunis de Berne centraliseront les renseignements de toute nature relatifs à la protection de la propriété scientifique. Ils procéderont aux études d'utilité commune intéressant l'Union et les publieront dans une des feuilles périodiques rédigées par eux, tant et aussi longtemps que la création d'un périodique spécial pour la propriété scientifique n'aura pas été décidée.

Au cas où les attributions prévues à l'alinéa précédent entraîneront pour les Bureaux internationaux de Berne des dépenses supplémentaires, celles-ci seront réparties entre les Etats signataires suivant les règles posées aux alinéas 7, 8 et 9 de l'article 13 de la Convention internationale, pour la propriété industrielle (Convention de Paris du 20 mars 1883 revisée à Washington le 2 juin 1911).

VI. **Conclusions.** — Il y aurait beaucoup à dire sur le mérite de ce projet de Convention internationale, qui, bien qu'adopté par les délégations des divers Etats

représentés à la Société des Nations, aurait quelque peine à obtenir l'agrément immédiat des pays intéressés.

Certaines dispositions heurtent trop vivement des dispositions formelles de législations en vigueur pour pouvoir ou les détruire ou les transformer aussi radicalement.

Néanmoins, cet effort d'un organisme international est à retenir, au moins comme une manifestation susceptible de donner à la question, si nouvelle et aux incidences si complexes, qu'elle recommande à l'attention du monde entier, un caractère d'actualité aiguë de nature à en imposer l'étude approfondie.

Nul plus que nous ne souhaite voir assurer plus complètement qu'aujourd'hui la défense des droits de la pensée, dans ce qu'elle a de plus noble et de plus utile; mais, dans l'intérêt même de ceux qu'on veut protéger, parce qu'ils sont les agents du progrès humain, il faut procéder avec prudence et attention.

Il faudra maintenant reprendre l'examen méthodique du problème de la propriété scientifique dans le calme des Commissions nationales, au sein des organisations qualifiées pour en connaître et demander aux juristes et techniciens, aux hommes de bonne volonté, qui ont consacré le meilleur de leur activité à l'étude de ces questions si importantes, mais si difficiles, de tenter de les résoudre.

FERNAND-JACQ,
Docteur en Droit,
Avocat à la Cour de Paris.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur l'application de la loi du 1er juin 1923 concernant le registre du commerce

Le « Journal officiel » du 30 novembre 1923 publie, pages 3809 et 3810 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », une série de demandes et de réponses relatives aux modalités d'application de l'article de cette loi prescrivant l'obligation de mentionner le numéro d'inscription sur certains papiers commerciaux. Bien que ces modalités aient été très clairement et très complètement indiquées dans la circulaire ministérielle du 31 octobre 1923, qui a été insérée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 24 novembre 1923, t. XIV, p. 822, il nous parait utile de reproduire ci-dessous ces demandes et réponses qui font suite à celles publiées dans la « Revue générale de l'Electricité » du 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1096.

18766. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre du Commerce si les agents de fabriques sont tenus de mentionner, sur leurs papiers de commerce à leur nom, l'immatriculation au registre du commerce des maisons dont ils placent les produits. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Les dispositions de la loi du 1er juin 1923 s'appliquent, en vertu de l'article premier, à tous les commerçants et sociétés commerciales assujettis par la loi du 18 mars 1919 à se faire immatriculer dans le registre du commerce au lieu de leur domicile ou de leur siège social. En conséquence, si l'agent de fabrique n'est pas considéré comme exerçant la profession de commerçant et par suite n'est pas immatriculé personnellement au registre du commerce de son domicile, la loi ne lui est pas applicable.

18767. — M. Périnard, député, demande à M. le ministre du Commerce, si la loi qui oblige les commerçants à mentionner sur les factures, lettres, tarifs, etc..., le nom du tribunal du Commerce où ils sont immatriculés et le numéro de leur immatriculation, s'applique aussi aux affiches, clichés de publicité dans la presse et paquetage des objets vendus, et si les pénalités prévues par cette loi frapperont, au moment de sa mise en vigueur, le commerçant qui aura mis antérieurement en circulation des prospectus ou des tableaux-réclame, et dont il est impossible de retrouver la trace. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — L'énumération contenue dans l'article premier de la loi du 1er juin 1923 des papiers qui doivent recevoir l'indication de l'immatriculation au registre du commerce, doit être considérée comme strictement limitative. En conséquence, cette indication n'est pas obligatoire sur les papiers et documents commerciaux qui n'y sont pas repris, tels que les affiches, tableaux-réclame, buvards-réclame, cartes de représentants, étiquettes, empaquetages de produits, etc..., ainsi qu'il est expliqué d'ailleurs dans la circulaire ministérielle du 31 octobre 1923, insérée au Journal officiel du 7 novembre. Il va de soi que les dispositions de la loi n'ont pas d'effet rétroactif et ne s'appliquent qu'aux papiers imprimés après le 5 décembre 1923.

Sur le droit de contrôle des agents du fisc pour l'évaluation des bénéfices des assujettis forfaitaires à la taxe sur le chiffre d'affaires.

Le « Journal officiel » du 15 novembre 1923 publie, page 1639 des « Débats parlementaires, Sénat », la question et la réponse qui suivent :

5832. — M. Serre, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si le montant du forfait, arrêté conformément à la loi, entre le contribuable et l'agent compétent pour la perception de la taxe sur le chiffre d'affaires, doit servir obligatoirement de base pour l'évaluation des bénéfices commerciaux ou industriels ou si la direction des Contributions directes conserve quand même un droit de contrôle et de vérification chez l'assujetti et, dans ce dernier cas, que le montant du forfait arrêté pour le calcul de l'impôt sur le chiffre d'affaires serve obligatoirement pour celui des impôts cédulaires. (Question du 29 mai 1923.)

Réponse. — Réserve faite pour les commerces et industries comportant des opérations qui sont exonérées de la taxe instituée par l'article 59 de la loi du 25 juin 1920, le chiffre d'affaires, qui est retenu pour la liquidation de ladite taxe doit, en principe, servir également de base pour l'évaluation des bénéfices en vue de l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. Cette règle est susceptible, en particulier, de recevoir son application lorsque la taxe sur le chiffre d'affaires a été calculée d'après un forfait. Toutefois, le service des contributions directes conserve le droit de vérifier si ce forfait correspond au chiffre d'affaires effectivement réalisé pendant l'année antérieure à celle de l'imposition, attendu que c'est ce chiffre qui, d'après l'article 9 de la loi du 31 juillet 1917, doit servir de base, le cas échéant, à l'évaluation des bénéfices industriels et commerciaux.

8e Année. Tome XV — N° 2. 12 Janvier 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 2. 12 JANVIER 1924.

Nécrologie : Alfred Dennery. — Nous avons annoncé, dans l'un des derniers numéros de la « Revue générale de l'Electricité », le décès récent de M. A. Dennery, inspecteur général des Postes et Télégraphes et directeur de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes. Nous rappellerons à grands traits, dans les lignes qui vont suivre, la vie et l'œuvre de ce chef actif et remarquable qui fut membre de notre Comité de Rédaction.

Né à Marckolsheim, en Alsace, le 4 juin 1871, il entra, à l'âge de vingt ans à l'Ecole polytechnique pour en sortir sous-lieutenant d'artillerie en 1893. Il se tourna aussitôt vers les études techniques et, après avoir obtenu la licence ès sciences, fut admis comme élève-ingénieur à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes qu'il devait, quelques années plus tard, diriger avec tant de maîtrise.

Il débuta dans l'Administration en qualité de sous-chef de bureau à la direction du matériel et de la construction, mais, peu de temps après, en 1906, il fut appelé à la direction du cabinet de M. Simyan, alors sous-secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes.

Les qualités qu'il montra en cette occasion, dans une période d'ailleurs difficile, le firent désigner le 16 mai 1910 pour la direction de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes. Il en entreprit la réorganisation et l'on peut dire que, sur ce point, son œuvre fut couronnée de succès. Il s'occupa, en particulier, de la refonte des programmes et de l'organisation de stages pratiques pour les élèves et fit créer le Service d'Etudes et de Recherches techniques dont le rôle s'étend de jour en jour.

M. Dennery s'intéressa beaucoup, d'autre part, aux « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », organe de l'Administration française des Postes et Télégraphes. Sous son impulsion, cette revue se développa rapidement au point d'attirer l'attention de nombreux ingénieurs sur des questions auxquelles le technicien non spécialisé s'intéressait jusqu'alors assez peu.

Dans un ordre d'idées assez voisin, il créa la station radiotéléphonique de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes dont le rôle est double, puisque c'est à la fois un poste de diffusion très apprécié des amateurs et un poste d'expériences à l'aide duquel de sérieuses études ont pu être faites sur la propagation des ondes et sur leur réception.

Il semble bien que toutes ces créations ou améliorations aient été poursuivies par M. Dennery dans le même esprit : faire profiter l'Administration de tous les progrès de la science et de ceux de l'organisation industrielle. Cette méthode, que d'autres ont également préconisée et ont même cherché à appliquer dans diverses occasions, donna, sous sa haute direction, des résultats particulièrement brillants.

Pendant la guerre, M. Dennery collabora à l'organi-

4 P

sation de la télégraphie militaire en qualité de sous-directeur. Au moment de l'armistice, il fut envoyé en mission en Alsace-Lorraine; nommé administrateur des Postes et Télégraphes des Provinces restituées, il remplit avec zèle ce rôle difficile en donnant de nouvelles preuves de ses hautes qualités techniques et administratives.

Il faisait partie de plusieurs conseils ou comités, parmi lesquels nous pouvons citer les comités de perfectionnement de l'Ecole polytechnique et du Conservatoire national des Arts et Métiers et jouissait, parmi ses collègues, d'une très grande autorité. C'est qu'il prenait en toute chose une part très active. Sachant provoquer les avis compétents et ne négligeant jamais d'examiner les problèmes qui lui étaient soumis sous toutes leurs faces, il arrivait presque toujours à une conviction solide que, dès lors, il soutenait avec une ardeur vigoureuse dans toutes les discussions.

M. Dennery laisse parmi ceux qui l'ont connu, amis ou collaborateurs, un souvenir durable prolongeant une estime bien méritée. De son côté, l'Administration française des Postes et Télégraphes perd en lui un chef de haute valeur et un organisateur éclairé qui a su donner une importance considérable à des services dont le rôle, avant lui, s'était un peu effacé. Souhaitons que cette œuvre, que l'on a déjà pu apprécier dans ses heureux effets, trouve maintenant des continuateurs. — B. E.

Société française des Electriciens : **Séance du samedi 5 janvier 1924**. — Trois communications étaient portées à l'ordre du jour. M. Prenat étant souffrant, la présentation des appareils haut-parleurs du Matériel téléphonique qu'il devait faire fut remise à une date ultérieure.

M. le lieutenant de vaisseau Bonneau présenta des appareils haut-parleurs des Etablissements Gaumont. Il rappela tout d'abord le principe des haut-parleurs ordinairement utilisés jusqu'ici et qui comportent une partie électrique et une partie mécanique. L'inertie et l'élasticité des pièces vibrantes sont causes que celles-ci ne répondent pas avec fidélité aux forces électriques qui les sollicitent : il en résulte des déformations de la parole qui peuvent prendre une telle importance que le son émis devient incompréhensible. Les haut-parleurs des Etablissements Gaumont sont établis sur un principe entièrement nouveau ; c'est le même organe qui constitue à la fois la partie électrique et l'appareil producteur des vibrations sonores. Cet organe est un cône vibrant comprenant un fil conducteur de 5, 7 ou 10 millièmes de millimètre, enroulé sur une membrane de soie convenablement imprégnée. Ce cône est placé dans un champ magnétique et est parcouru par le courant téléphonique ; sous l'action de ce courant, il se met à vibrer dans l'entrefer et communique ses vibrations à l'air contenu dans cet entrefer ; des évents placés dans la masse magnétique transmettent dans le cornet du haut-parleur, les vibrations émises.

M. le lieutenant de vaisseau Bonneau présenta les trois types principaux de haut-parleurs construits d'après ce principe par les Etablissements Gaumont, ainsi que les appareils accessoires : lampes oscillatrices, microphones, etc., dont la création a été imposée par l'apparition des nouveaux haut-parleurs dont les plus puissants consomment plus de 20 w. et peuvent être entendus à plusieurs centaines de mètres. Des expériences concluantes accompagnèrent la très intéressante communication de M. le lieutenant de vaisseau Bonneau.

La deuxième communication, « Expériences nouvelles sur la transmission des images à distance », fut faite par M. Belin. Le conférencier exposa les derniers perfectionnements qu'il a apportés, depuis sa dernière communication à la Société, aux appareils de téléautographie dont il est l'inventeur et qui sont actuellement mis en service entre Paris, Lyon et Strasbourg par les Postes, Télégraphes et Téléphones.

M. Belin exposa également les nouveaux procédés qu'il utilise pour obtenir le secret absolu des transmissions. Il communiqua ensuite des photographies transmises par télégraphie sans fil au moyen de ses procédés et posa, d'une façon précise, le problème de la téléphotographie, dont il cherche actuellement la solution. Il vient de faire un grand pas en avant dans cette nouvelle science et espère soumettre d'ici peu à la Société des expériences inédites et concluantes. — H. C.

Bibliographie : **Les effluves et les arcs**, par Camille Andry (1). — Ce n'est pas sans un certain scepticisme que nous avons ouvert ce petit livre de poèmes consacrés à la fée moderne : l'électricité, et dont le titre, tout en nous rappelant les vers fameux sur « le carré de l'hypoténuse », nous faisait craindre la mise en alexandrins des équations de Maxwell, voire même de la théorie des électrons.

Mais nous devons avouer qu'il est mieux que nous le pensions. Sans doute, on se trouve assez dérouté de rencontrer, sous forme de poèmes, la lutte de l'humanité contre l'obscurité, l'abandon actuel des piles, l'utilisation prochaine des marées ; cependant il est certain que l'auteur, qui ne croit pas que « le progrès scientifique ni la fièvre contemporaine puissent frapper à mort la poésie dans l'inspiration », a fait un effort sérieux pour justifier cette assertion.

Une longue préface empreinte d'une conviction un peu exagérée et, ce qui vaut mieux, des vers en général bien faits et des idées dont quelques-unes arrêtent le lecteur, sont probablement le résultat du généreux enthousiasme d'un jeune que le « struggle for life » n'a pas encore tempéré.

Sans nous exagérer la valeur de ce petit livre, nous conseillons aux autres « jeunes » de consacrer quelques minutes à le parcourir. Il constitue une distraction et, si on atténue quelques passages un peu trop lyriques, un exemple montrant que les questions techniques peuvent être traitées tout au moins en français. — B. G.

Bibliographie : **Champ de gravitation d'une sphère matérielle et signification physique de la formule de Schwarzschild**, par Jean Becquerel, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle (2). — Cette brochure est la rédaction, complétée sur certains points, d'une leçon qui a été faite par l'auteur dans son cours sur le champ de gravitation d'un centre matériel.

Cette question a soulevé certaines controverses et l'auteur estime qu'elle a été mal comprise. C'est pour cette raison qu'il a tâché de la mettre au point de façon telle que toute personne quelque peu initiée à la théorie d'Einstein puisse le suivre sans difficulté dans son exposé. — Y. G.

(1) Un volume, format 19 cm × 12 cm de 100 pages, édité par la librairie R. Chiberre, 7, rue de l'Eperon, à Paris. Prix : broché, 4 fr.

(2) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 32 pages avec 5 fig. dans le texte, édité par la Librairie scientifique J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, à Paris. Prix : broché, 5 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Etude de l'influence de la forme des aimants sur le magnétisme rémanent

Dans cette étude, l'auteur s'est proposé de rechercher comment varie l'intensité d'aimantation rémanente quand on fait varier la forme et les dimensions des aimants et, comme conclusion de son travail, il donne une formule qui permet de calculer, au moins approximativement, l'intensité d'aimantation d'un aimant en fer à cheval en ne tenant compte que de la valeur du champ magnétisant et de la forme de la courbe d'hystérésis de l'acier à aimant.

On sait que l'aimantation rémanente des aimants dépend, dans une large mesure, de leur forme et de leurs dimensions. Les aimants trapus donnent des intensités d'aimantation plus faibles que les aimants de grande hauteur. C'est une conséquence de l'influence du champ démagnétisant qui varie suivant la forme de l'aimant.

Il nous a paru intéressant d'étudier d'une façon systématique les variations de l'intensité d'aimantation rémanente lorsqu'on fait varier la forme et les dimensions des aimants.

Cette étude a pour objet d'évaluer approximativement l'intensité d'aimantation d'un aimant en fer à cheval de forme quelconque et de déterminer la forme des aimants ayant le maximum de rendement.

Les essais ont porté sur l'acier à aimant normal au tungstène, trempé à l'eau. Ils ne sont rigoureusement valables que pour les aciers ayant sensiblement les mêmes propriétés magnétiques.

Cette étude est divisée en deux parties. Dans la première, nous nous sommes placés uniquement au point de vue expérimental. Nous avons fait varier systématiquement la forme des aimants en mesurant chaque fois l'intensité d'aimantation rémanente et nous avons cherché à déterminer des règles pratiques concernant la forme des aimants.

Dans la deuxième partie, nous avons essayé d'établir une formule donnant approximativement l'intensité d'aimantation d'un aimant en fer à cheval quelconque, en nous basant sur la valeur du champ démagnétisant et sur la forme de la courbe d'hystérésis de l'acier à aimant.

Dans un appendice, nous avons étudié l'aimantation des barreaux droits au tungstène et l'aimantation des aimants au cobalt (aimants en fer à cheval et aimants droits).

A. Etude expérimentale. — La forme d'un aimant est déterminée par les quatre caractéristiques suivantes (fig. 1) :

1° La surface s de la section des branches de l'aimant que nous supposerons constante sur toute la longueur de l'aimant ;

2° La forme de la section ;

3° L'écartement d'axe en axe des branches, d;

4° La hauteur de la fibre neutre, h.

On peut supposer, à priori, que, si la pénétration de trempe est parfaite et, si le métal est bien homogène, des aimants semblables doivent donner les mêmes intensités d'aimantation.

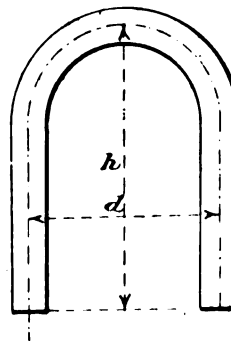


Fig. 1. — Dimensions caractéristiques d'un aimant en fer à cheval.

Cette vérification a fait l'objet d'expériences préliminaires. Nous avons cherché en même temps à déterminer l'influence de la forme de la section.

I. Etude d'aimants semblables. — *Influence de la forme de la section.* — Les essais [1] ont porté sur des aimants de cinq formes différentes : aimants à section circulaire, à section carrée, à section rectangulaire et à section très aplatie (les aimants étant cintrés à plat

[1] Tous les essais ont été effectués en double pour éliminer, dans la mesure du possible, les erreurs accidentelles. Tous les aimants d'essai ont été prélevés dans le même lingot.

et sur champ). Le diamètre de la section circulaire a varié de 6,95 à 27,8 mm. Les intensités d'aimantation

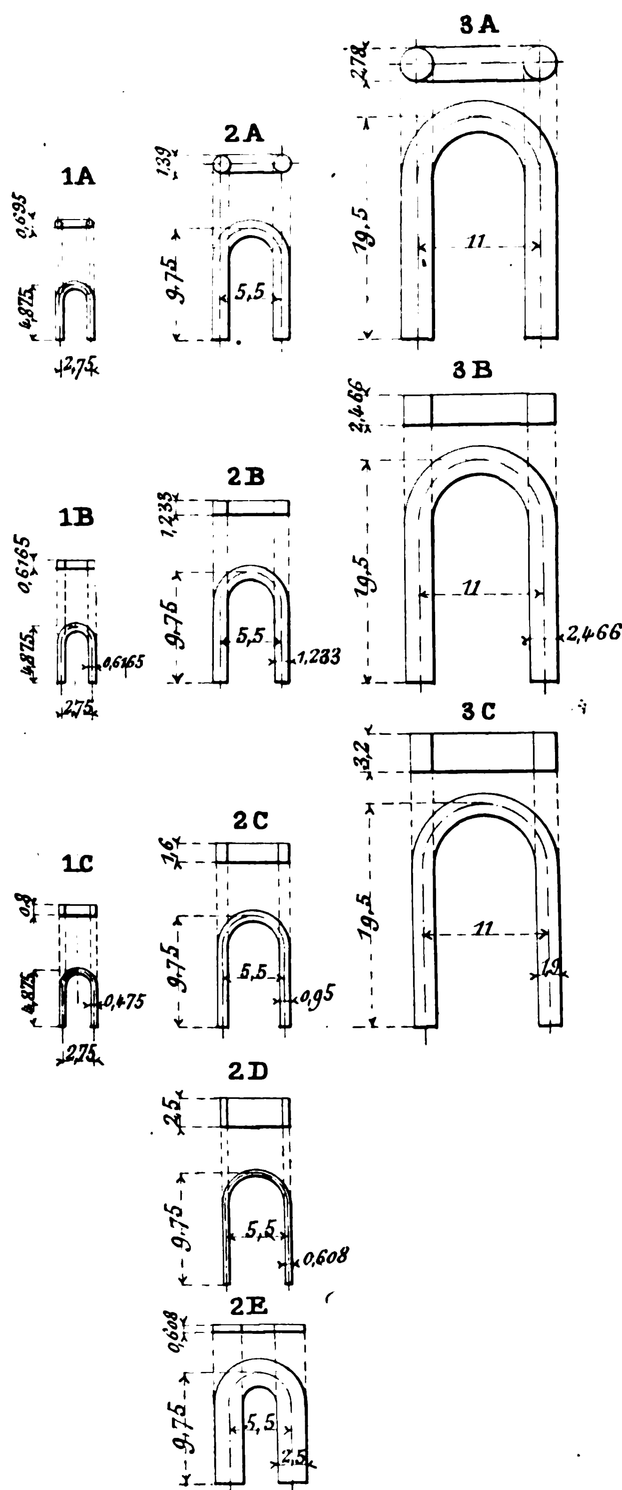


Fig. 2. — Croquis des aimants ayant servi aux essais de similitude et de l'influence de la forme de la section.

ont été mesurées avec armature et sans armature (voir en figure 2 les croquis des aimants dont on a fait varier la distance d'axe en axe et la hauteur ; les résultats des mesures sont résumés dans le tableau I).

Tableau I

ESSAI DE SIMILITUDE ET INFLUENCE DE LA FORME DE LA SECTION

Repère de l'aimant (figure 2)	Valeurs de $\mathfrak{J}$ sans armature	Valeurs de $\mathfrak{J}$ avec armature
1 A	565	615
1 B	565	615
1 C	565	615
2 A	565	620
2 B	565	620
2 C	576	625
2 D	565	620
2 E	588	638
3 A	576	625
3 B	588	635
3 C	602	650

Ces essais préliminaires ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Le principe de similitude est vérifié sensiblement dans les conditions où nous avons opéré. Il est clair que ce principe est relié à la pénétration de trempe et que, pour des aimants énormes, il pourrait être en défaut (nous avons eu cependant l'occasion de le vérifier pour des aimants de très forte section).

On n'a donc pas avantage, lorsque l'épaisseur des barres ne dépasse pas 3 ou 4 cm, à employer des aimants à deux lames superposées. Un aimant unique donnerait le même résultat ;

2° Pour des valeurs de s, d et h déterminées, l'intensité d'aimantation est à peu près indépendante de la *forme* de la section.

Il est intéressant de constater que des aimants de formes aussi différentes que ceux que nous avons essayés donnent à peu près les mêmes intensités d'aimantation. Cette règle dépend également en partie de la pénétration de trempe.

L'application de ces deux règles permet de simplifier considérablement l'étude de la forme des aimants. L'action du deuxième facteur (forme de la section) disparaît. Il ne reste plus que les trois autres facteurs qui, suivant la règle de similitude, n'interviennent que par les rapports

$$\frac{d}{\sqrt{s}} \quad \text{et} \quad \frac{h}{\sqrt{s}}.$$

Il suffit en définitive de choisir, à priori, une section quelconque s, qui sera la même pour tous les aimants d'essais, et de faire varier systématiquement les deux dimensions d et h.

II. Influence des dimensions de l'aimant. — Nous avons choisi une section s circulaire égale à 1,52 cm², cette section étant couramment employée pour certains types d'aimants.

Les essais ont porté sur sept séries d'aimants, d restant constant dans chaque série, mais variant graduellement d'une série à l'autre ([1]), alors que la hauteur h variait progressivement dans chaque série (fig. 3).

L'intensité d'aimantation a été mesurée aussitôt après aimantation, sans armature et avec armature (voir tableau II). En se basant sur la règle de similitude, on peut calculer les intensités d'aimantation d'aimants de forme quelconque.

On peut tirer de ces mesures les conclusions suivantes :

1. *Hauteur*. — Pour une section et un écartement d'axe en axe déterminés, l'intensité d'aimantation $\mathcal{J}$ croît avec la hauteur et tend vers une limite qui est égale à l'intensité d'aimantation en circuit fermé $\mathcal{J}_f = OA$. (Voir plus loin, figure 7.)

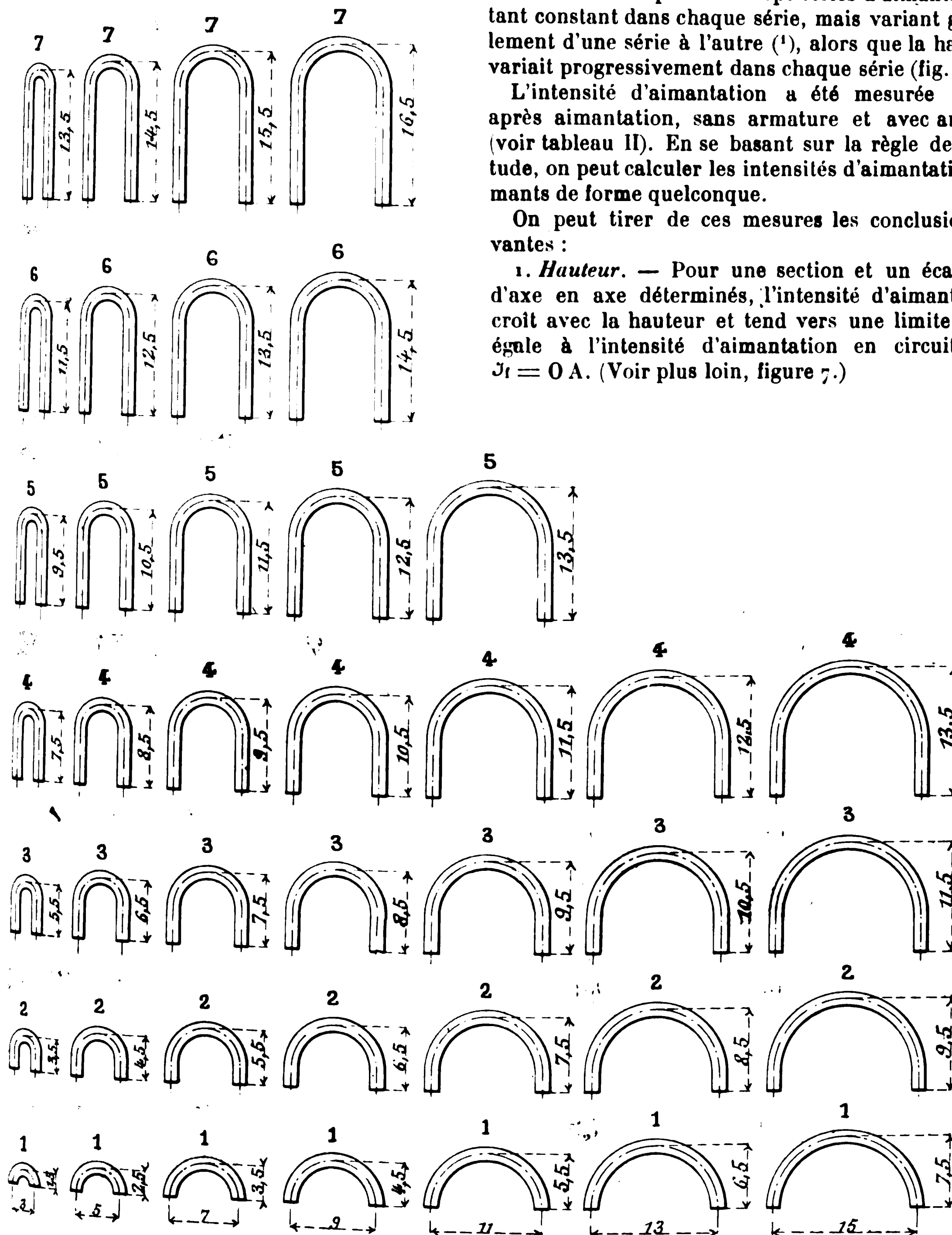


Fig. 3. — Croquis d'aimants à écartement d'axe en axe et hauteur variables.

2. *Section*. — Pour une hauteur et un écartement d'axe en axe déterminés, $\mathcal{J}$ varie en sens inverse de la section.

3. *Écartement d'axe en axe*. — Pour une hauteur et une section déterminées, si l'on part d'un écartement d'axe en axe d très faible, $\mathcal{J}$ commence par décroître lorsque d augmente, puis passe par un minimum et

([1]) Nous avons effectué quelques essais complémentaires sur aimants très minces et très trapus dont les résultats ne figurent pas sur les tableaux.

Tableau II. — *Aimants à écartement d'axe en axe et à hauteur variables.*

Caractéristiques de l'aimant (figure 3)		VALEURS DE $\mathcal{J}$					
		sans armature			avec armature		
valeurs de d en centimètres	valeurs de h en centimètres	expérimentale	calculée	différence en centièmes	expérimentale	calculée	différence en centièmes
3	1,5	71			189		
	3,5	199	194	— 2,5	304	313	+ 3.0
	5,5	375	384	+ 2,4	448	470	+ 4.9
	7,5	544	555	+ 2,0	597	611	+ 2.3
	9,5	647	676	+ 4,5	680	711	+ 4.5
	11,5	743	746	+ 0,4	761	769	+ 1.0
	13,5	775	789	+ 1,8	782	804	+ 2.8
5	2.5	139			248		
	4.5	280	294	+ 5.0	385	396	+ 2.9
	6.5	424	436	+ 2.8	508	513	+ 1.0
	8,5	578	564	— 2,4	625	619	1,0
	10,5	660	658	— 0,3	686	696	+ 1.5
	12,5	733	724	— 1,2	749	751	+ 0.3
	14,5	759	768	+ 1,2	767	787	+ 2.6
7	3,5	235			350		
	5,5	372	390	+ 4.8	466	474	+ 1.7
	7.5	513	500	— 2,5	576	565	1.9
	9,5	615	596	— 3,1	657	645	— 1.8
	11,5	702	670	4.5	728	706	3.0
	13.5	730	724	— 0.8	741	751	+ 1.4
	15.5	753	764	+ 1.4	763	784	+ 2.8
9	4.5	345			440		
	6.5	471	479	+ 1,7	550	548	— 0.4
	8,5	576	558	3.1	634	614	— 3.2
	10.5	650	620	— 4,6	683	664	— 2.8
	12.5	723	688	— 4.8	741	722	— 2.6
	14.5	756	731	— 3.3	768	756	— 1.6
	16.5	788	765	— 2.9	796	785	— 1.4
11	5,5	437			515		
	7,5	544	544	0	597	602	+ 0.8
	9.5	628	608	— 3.2	663	655	— 1.2
	11,5	693	664	— 4.2	714	702	— 1.7
	13,5	734	710	— 3,3	749	740	— 1.2
13	6.5	526			586		
	8,5	612	604	— 1.3	655	652	— 0.5
	10.5	665	652	— 2.0	693	692	— 0.1
	12.6	697	693	— 0,6	712	725	+ 1.8
15	7,5	577			634		
	9.5	670	649	— 3.1	702	688	— 2.0
	11.5	712	685	— 3.8	733	719	— 2.0
	13.5	743	716	— 3.6	756	744	— 1.5

croît ensuite avec d. Pour les essais effectués sans armatures, le minimum de $\mathcal{J}$ correspond en général à $d = 0{,}8\,h$ environ, pour les divers aimants que nous avons étudiés. Les variations de $\mathcal{J}$ en fonction de d sont d'autant plus faibles que la valeur de h est plus élevée.

Ces variations en sens inverse s'expliquent en faisant intervenir la notion du champ démagnétisant [1].

[1] On peut arriver à cette notion du champ démagnétisant de la manière suivante.

Considérons un tore d'acier vierge coupé par un entrefer et soit l_1 la longueur moyenne de la partie d'acier, l_2 celle de l'entrefer ; supposons ce tore recouvert par un enroulement de fil dans lequel passe un courant d'intensité i, en ampères ; la force magnétomotrice produite dans la ligne moyenne du tore est $\frac{4\pi}{10} Ni$, N étant le nombre de spires bobinées sur le tore, et nous avons

$$\frac{4\pi}{10} Ni = \mathcal{B}\frac{l_1}{\mu} + \mathcal{B} l_2, \qquad (1)$$

$\mathcal{B}$ étant l'induction produite.

Si le tore avait été complet, l'induction aurait été supérieure à $\mathcal{B}$, soit $\mathcal{B}'$ correspondant, sur la courbe d'aimantation, au champ

$$\mathcal{H}' = \frac{\frac{4\pi}{10} Ni}{l_1 + l_2}.$$

Pour obtenir l'induction $\mathcal{B}$ dans un circuit magnétique fermé, il aurait fallu appliquer un champ

$$\mathcal{H}_1 = \frac{\mathcal{B}}{\mu}.$$

Mais l'équation (1) peut s'écrire

$$\frac{4\pi}{10} Ni = \frac{\mathcal{B}}{\mu}\left[(l_1 + l_2) + (\mu - 1)\, l_2\right],$$

ou

$$\frac{4\pi}{10} Ni = \mathcal{H}_1 (l_1 + l_2) + (\mu - 1)\, l_2 \mathcal{H}_1 ;$$

d'où on tire

$$\mathcal{H}_1 = \frac{\frac{4\pi}{10} Ni}{l_1 + l_2} - \frac{\mathcal{H}_1 (\mu - 1)\, l_2}{l_1 + l_2}. \qquad (2)$$

Posons

$$\frac{l_2}{l_1 + l_2} = 4\pi K ;$$

on sait, d'autre part, que

$$\mathcal{J} = \frac{(\mu - 1)\,\mathcal{H}'}{4\pi} ;$$

la relation (2) devient alors

$$\mathcal{H}_1 = \frac{\frac{4\pi}{10} Ni}{l_1 + l_2} - K\mathcal{J},$$

$$\mathcal{H}_1 = \mathcal{H}' - K\mathcal{J}.$$

Donc le fait de créer un entrefer dans le tore revient à diminuer le champ magnétisant d'une quantité proportionnelle à l'intensité d'aimantation correspondant à l'induction. Le facteur K est le facteur démagnétisant. Si nous considérons alors le cas particulier de l'aimant permanent placé hors de tout champ appliqué, $i = 0$; donc $\mathcal{H}' = 0$, alors

$$\mathcal{H}_1 = - K\mathcal{J}.$$

Tout se passe comme si le circuit fermé était soumis à un

Ces diverses conclusions se rapportent à la valeur absolue de $\mathcal{J}$ et non pas au rendement de l'aimant, qui

est égal au rapport du flux $\Phi = \mathcal{J}s$ au poids P. Ainsi, lorsque la hauteur augmente, $\mathcal{J}$ augmente constamment, mais le rapport $\frac{\mathcal{J}s}{P}$ décroît à partir d'une certaine valeur de h.

III. Aimant de rendement maximum. — En général, le problème peut être posé en pratique de la façon suivante :

On veut obtenir un flux déterminé Φ dans un entrefer déterminé e et on cherche quel est l'aimant de poids minimum permettant de réaliser ces conditions.

Il est clair que des considérations d'un autre ordre doivent intervenir (encombrement, largeur de l'entrefer, etc.). Nous en ferons abstraction dans cette étude. On pourra, après coup, modifier la forme des aimants en tenant compte de ces diverses considérations.

D'autre part, nous avons pris comme caractéristique l'écartement d'axe en axe au lieu de l'entrefer. Il résulte des expériences précédentes que l'on a avantage à employer une lame assez mince cintrée à plat ; on peut ainsi augmenter l'entrefer sans faire varier le poids et l'intensité d'aimantation (en supposant que s, d et h restent constants). La minceur de la lame est d'ailleurs limitée, par des raisons de fabrication.

Les mesures de flux ont été effectuées au cintre de l'aimant. Le flux dans l'entrefer sera évidemment plus faible en général ; le rapport de ces flux variera suivant la forme des masses polaires et des noyaux de fer doux. Néanmoins la détermination du flux au cintre peut servir de base pour des essais préliminaires. C'est, d'ailleurs, généralement dans ces conditions que l'on détermine l'intensité d'aimantation de l'aimant.

D'après la règle de similitude, nous pouvons choisir un écartement d'axe en axe quelconque ; nous l'avons pris égal à 1 cm et nous avons tracé les courbes des poids en fonction de Φ pour toute une série de sections de valeurs croissantes (fig. 4 et 5).

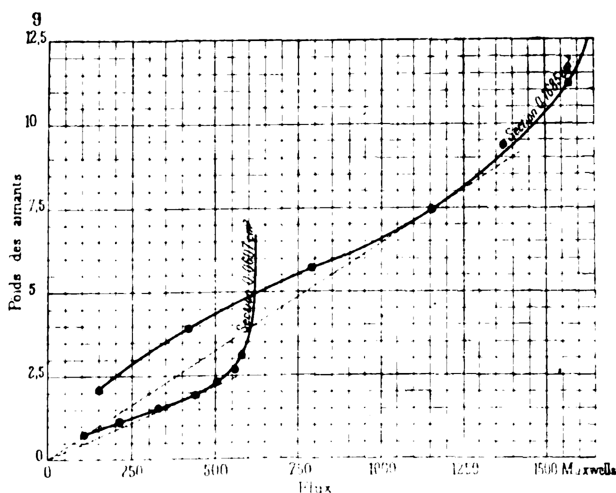


Fig. 4. — Courbes des poids P, en fonction du flux Φ, des aimants ayant un écartement de 1 cm d'axe en axe des branches ; sections de 0,0607 et 0,1685 cm².

En menant à toutes ces courbes des tangentes issues de l'origine, on détermine, pour chaque courbe, l'aimant de rendement maximum qui correspond au point de tangence. On peut, d'ailleurs, vérifier sur ces diagrammes qu'une variation de poids de 10 pour 100 en plus ou en moins ne modifie pas sensiblement le rendement de l'aimant. L'écartement d'axe en axe, le poids et la section, étant connus, on peut calculer la hauteur h et l'aimant est complètement déterminé (sauf la *forme* de la section, que l'on peut faire varier sans modifier sensiblement le flux et qu'il convient de choisir un peu aplatie comme nous l'avons vu précédemment).

Nous avons établi un diagramme (fig. 6) qui donne les valeurs de $\sqrt{s}$ et de h en fonction de $\sqrt{\Phi}$ pour les aimants de rendement maximum [1].

La courbe de $\sqrt{s}$ en fonction de $\sqrt{\Phi}$ s'écarte relative-

---

champ démagnétisant O p (fig. 3 bis) égal à $-\mathcal{H}_1$; le point représentatif vient en P ; et comme $OP = \mathcal{J}$ et $Op = -\mathcal{H}_1$, on a

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Op}{Pp} = \frac{\mathcal{H}_1}{\mathcal{J}} = K.$$

Par conséquent, pour nous servir de la courbe d'hystérésis dans l'étude des aimants, nous devons considérer que

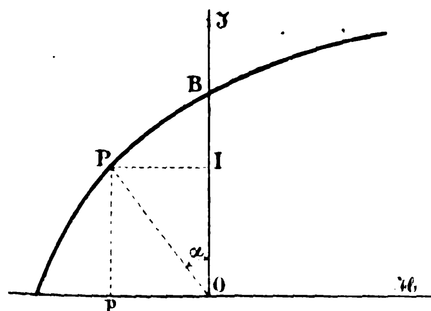


Fig. 3 bis.

le point figuratif de l'état magnétique est P, sur le rayon vecteur correspondant au facteur démagnétisant.

La valeur de ce facteur démagnétisant est très variable suivant la forme et les dimensions de l'aimant et celles de l'entrefer. Le cas le plus simple est celui du barreau droit ; la valeur de K dépend du rapport de la longueur l au diamètre d et est d'autant plus grand que ce rapport est plus petit, c'est-à-dire que l'aimant est plus court à égalité de diamètre. Nous donnons ci-dessous les valeurs de K pour un certain nombre de valeurs de $\frac{l}{d}$.

$\frac{l}{d}$	10	15	20	30	50	100	1 000
K	0,216	0,1206	0,0775	0,039	0,0161	0,0045	0,00005

(1) Ce diagramme a été établi pour un écartement d'axe en axe d égal à 1 cm, mais, en appliquant la règle de similitude, on peut l'utiliser pour un écartement quelconque.

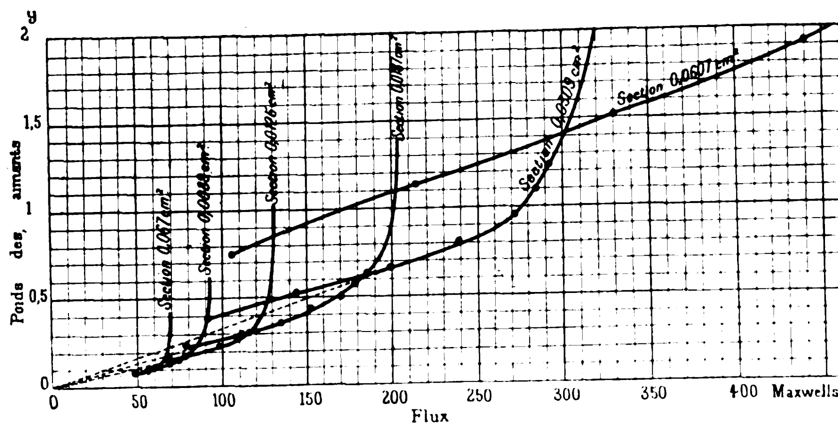


Fig. 5. — Mêmes courbes qu'en figure 4, mais pour des poids allant seulement jusqu'à 2 g et des flux jusqu'à 500 maxwells.

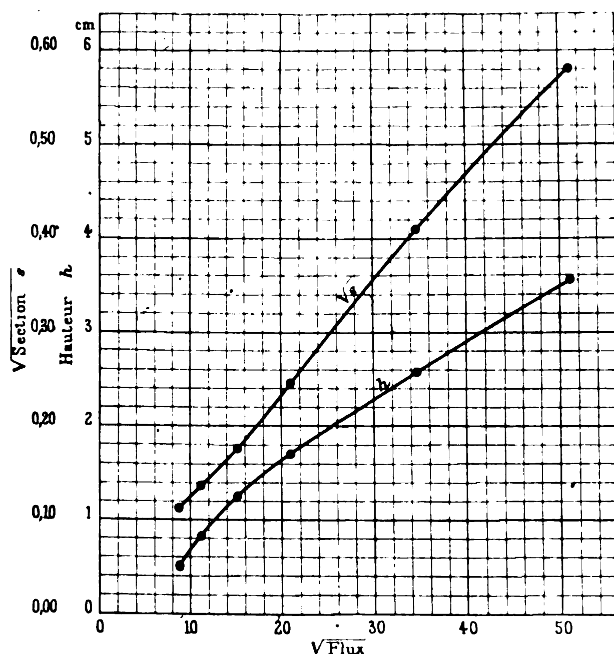


Fig. 6. — Courbe des racines carrées des sections et hauteurs en fonction des racines carrées du flux pour des aimants optima de 1 cm d'axe en axe des branches.

Nota. — En appliquant la règle de similitude, ce diagramme peut être utilisé pour un écartement d'axe en axe quelconque. *Exemple.* — Déterminer la section s et la hauteur h de l'aimant optimum correspondant à un flux de 25 600 maxwells et à un écartement d'axe en axe de 5 cm (au lieu de 1 cm).

Le rapport de similitude est 5.

Pour l'aimant semblable, de 1 cm d'écartement d'axe en axe,

on a $$\sqrt{\Phi} = \frac{\sqrt{25\,600}}{5} = 32.$$

En portant cette valeur sur le diagramme on trouve :

$$\sqrt{s} = 0{,}378 \text{ cm}^2 \quad \text{et} \quad h = 2{,}4 \text{ cm}.$$

Pour obtenir les caractéristiques de l'aimant à déterminer, il suffit de multiplier ces valeurs par le rapport de similitude, d'où :

$$\sqrt{s} = 0{,}378 \times 5 \quad \text{ou} \quad s = 3{,}5721 \text{ cm}^2$$

et $$h = 2{,}4 \times 5 \quad \text{ou} \quad h = 12 \text{ cm}.$$

ment peu d'une droite entre les limites où nous avons opéré.

L'intensité d'aimantation des aimants de rendement optimum est donc à peu près constante et voisine de 575. On peut admettre un écart de 10 pour 100 en plus ou en moins sans diminution importante de rendement.

La courbe de h en fonction de $\sqrt{\Phi}$ a une forme parabolique. On peut constater que le rapport $\frac{h}{\sqrt{s}}$ est compris entre 4,5 et 7 pour tous les aimants que nous avons étudiés; pour les aimants ordinaires, il est voisin de 6,5. On peut ainsi, d'après les dimensions d'un aimant, reconnaître assez rapidement si son rendement est satisfaisant.

Lorsqu'on emploie plusieurs aimants accolés, il faut tenir compte du fait que l'ensemble de ces aimants se comporte comme un aimant unique. Si la section totale est très forte, la hauteur doit être relativement grande.

B. Calcul de l'intensité d'aimantation. —

I. Observations préliminaires. — Considérons la courbe d'hystérésis de l'acier à aimant (fig. 7) déterminée à

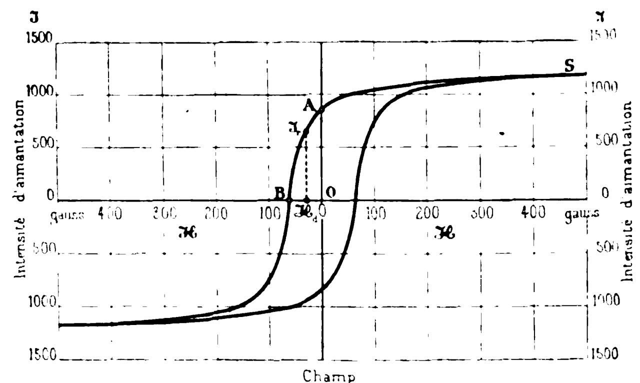


Fig. 7. — Courbe d'hystérésis de l'acier à aimant au tungstène.

l'aide d'un tore en employant des champs assez intenses pour amener l'aimant à saturation, $\mathcal{H} = 600$ gauss environ. Si l'on supprime le courant magnétisant, le point figuratif décrit la courbe SA. Le point A correspond à l'intensité d'aimantation en circuit fermé $\mathcal{J}_f$ qui est une des caractéristiques magnétiques de l'acier employé. Pour l'acier normal au tungstène trempé, $\mathcal{J}_f$ a une valeur voisine de 850.

Si le champ $\mathcal{H}$ devient négatif, l'aimantation décroit progressivement et s'annule pour une valeur OB du champ qui est le champ coercitif. Pour l'acier à aimant, OB est voisin de 65 gauss, en général. OA et OB

peuvent, d'ailleurs, varier plus ou moins, suivant la dureté de l'acier et le traitement.

Si nous aimantons à saturation un aimant en fer à cheval, avec un circuit magnétique fermé et si nous supprimons le courant magnétisant *sans enlever l'armature*, le point figuratif viendra en A. Enlevons l'armature; les pôles de l'aimant créeront au cintre de l'aimant un champ démagnétisant $\mathcal{H}_d$ qui tendra à réduire l'intensité d'aimantation. L'intensité d'aimantation au cintre de l'aimant sera égale à $\mathcal{J}_r$.

Nous tâcherons de déterminer une valeur approximative de $\mathcal{H}_d$ en fonction de $\mathcal{J}_r$ en nous basant, d'une part, sur la forme de l'aimant et, d'autre part, sur la courbe AB. En égalant ces deux valeurs de $\mathcal{H}_d$, nous obtiendrons une formule approchée permettant de déterminer $\mathcal{J}_r$ en fonction des caractéristiques *s*, *h* et *d* de l'aimant.

II. Calcul du champ démagnétisant au cintre, sans armature, $\mathcal{J}_r$. — Considérons un aimant ayant les caractéristiques suivantes : section *s*, en centimètres carrés; hauteur de la fibre neutre *h*, en centimètres; écartement d'axe en axe *d*, en centimètres.

Supposons que l'aimant ait été aimanté à saturation en circuit magnétique fermé et que nous supprimions le courant magnétisant. Si nous laissons l'armature, l'aimantation sera à peu près uniforme et égale à $0A = \mathcal{J}_f$.

Enlevons l'armature et supposons d'abord que l'aimantation reste uniforme et que les pôles soient localisés aux extrémités de l'aimant.

Soit $\mathcal{J}_r$ l'intensité d'aimantation rémanente. Nous aurons en A (fig. 8) une masse magnétique $s\mathcal{J}_r$ et en B

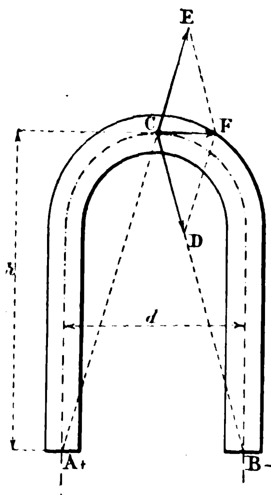


Fig. 8. — Coupe d'un aimant idéal pour le calcul du champ démagnétisant au cintre, sans armature.

une masse magnétique $- s\mathcal{J}_r$. La masse $s\mathcal{J}_r$ créera en C un champ magnétique

$$CE = \frac{s\mathcal{J}_r}{\overline{CA}^2},$$

en admettant que cette masse agisse comme si elle était concentrée au centre A de la section de l'aimant. La masse $- s\mathcal{J}$ créera un champ

$$CD = \frac{s\mathcal{J}_r}{\overline{CB}^2}.$$

Ces deux forces ont une résultante égale à CF. On a, d'ailleurs

$$\frac{CF}{AB} = \frac{CD}{CB};$$

d'où

$$CF = CD\,\frac{AB}{CB} = \frac{s\mathcal{J}_r}{\overline{CB}^2} \times \frac{d}{CB} = \frac{sd\mathcal{J}_r}{\left(h^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}}}.$$

En admettant l'hypothèse précédente, le champ démagnétisant au cintre est donc donné par la formule

$$\mathcal{H}_d = \mathcal{J}_r \frac{sd}{\left(h^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}}}. \qquad (1)$$

L'hypothèse précédente est inexacte. En réalité, les lignes d'aimantation sont incurvées vers la surface de l'aimant comme l'indique le croquis de la figure 9.

Notre calcul sera basé sur l'hypothèse suivante : nous supposerons qu'il suffira de remplacer les points A

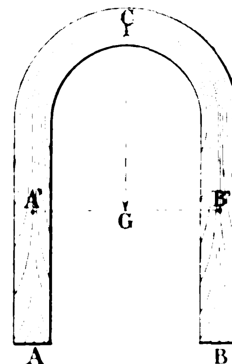


Fig. 9. — Forme exacte des lignes d'aimantation à l'intérieur d'un aimant en fer à cheval sans armature.

et B par des points A' et B' tels que $CG = nh$, n étant une constante *quelles que soient les dimensions de l'aimant*.

Cette hypothèse n'est certainement pas rigoureuse; *n* doit varier plus ou moins suivant les caractéristiques de l'aimant.

Il semble néanmoins, d'après les mesures que nous avons effectuées, que les variations de *n* sont relativement faibles.

L'égalité précédente devient, dans ces conditions,

$$\mathcal{H}_d = \mathcal{J}_r \frac{sd}{\left(\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}}}. \qquad (2)$$

le coefficient n restant à déterminer expérimentalement

L'expression

$$A = \frac{sd}{\left(\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}}}$$

est le facteur démagnétisant.

Considérons maintenant la portion AB de la courbe d'hystérésis tracée en employant les mêmes échelles en abscisses et en ordonnées (fig. 10).

Pour simplifier les calculs, nous remplacerons cette courbe par la droite CD en prenant OC = 875 et OD = 71. Nous obtenons ainsi la relation

$$\mathcal{H}_d = 0{,}081\,(875 - \mathcal{J}_r). \qquad (3)$$

En égalant les deux valeurs de $\mathcal{H}_d$ données par les formules (2) et (3), on trouve

$$\mathcal{J}_r = \frac{71}{0{,}081 + \frac{sd}{\left(\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{\overline{nh}^2 + \frac{d^2}{4}}}}. \qquad (4)$$

Nous avons constaté qu'en prenant une valeur de n égale à 0,58, la formule précédente donne des valeurs de $\mathcal{J}_r$ qui ne s'écartent pas de plus de 5 pour 100 des valeurs déterminées expérimentalement pour toutes les formes d'aimants que nous avons étudiées dans le chapitre précédent (voir tableau II).

On peut donc adopter la formule approchée

$$= \frac{71}{0{,}081 + \frac{sd}{\left((0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{(0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}}}}. \qquad (5)$$

Il est aisé d'en déduire les diverses règles que nous avons déterminées expérimentalement. Etudions, par exemple, l'influence des variations de d. $\mathcal{J}_r$ varie en sens inverse du facteur démagnétisant

$$A = \frac{sd}{\left((0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}\right)\sqrt{(0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}}}.$$

Étudions les variations de ce facteur en fonction de d. La dérivée de A par rapport à d est égale à

$$A' = \frac{s}{\left((0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}\right)^2\sqrt{(0{,}58\,h)^2 + \frac{d^2}{4}}}(0{,}336\,h^2 - 0{,}5\,d^2).$$

Le deuxième facteur s'annule pour $d = 0{,}82\,h$, ce qui correspond à un maximum de A et à un minimum de $\mathcal{J}_r$. Le premier facteur est d'autant plus faible que h est plus grand. Pour une valeur de h assez grande, A' reste très petit et, par suite, les variations de A et de $\mathcal{J}_r$ sont relativement faibles.

On peut s'expliquer ces résultats en considérant la figure 8. Lorsque d augmente, l'inclinaison de la droite CD diminue, ce qui provoque une augmentation du champ démagnétisant ; mais, d'autre part, la valeur de CD diminuant, le champ tend aussi vers une réduction. Pour les faibles valeurs de d, la première action est prédominante et le champ augmente avec d ; mais, lorsque d croît au delà d'une certaine limite, c'est la deuxième influence qui est prépondérante et le champ diminue lorsque d augmente. Pour les aimants de grande hauteur, les variations de $\mathcal{J}_r$ en fonction de d sont relativement faibles ; les pôles étant éloignés du cintre, le champ démagnétisant reste faible.

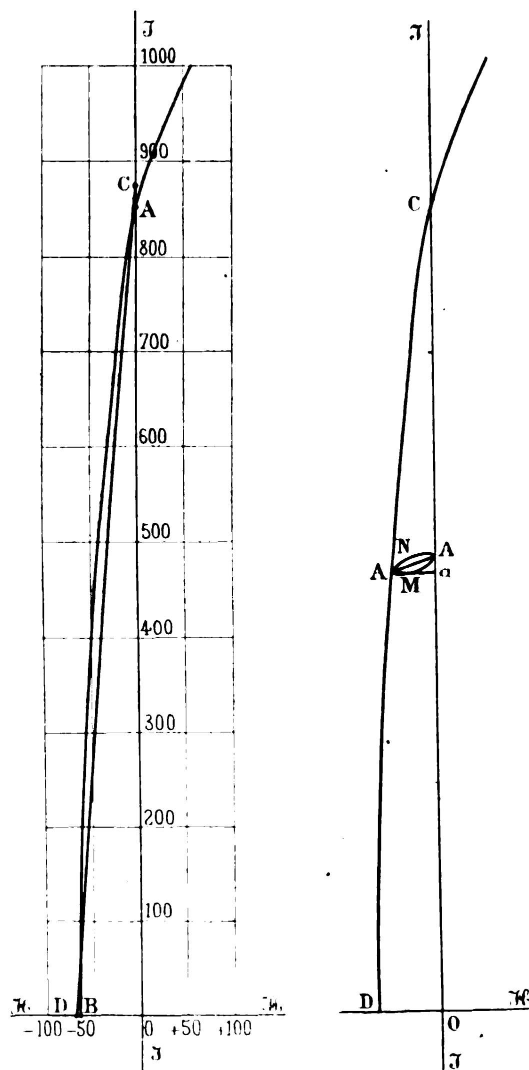


Fig. 10. — Portion AB de la courbe d'hystérésis (fig. 7).
Fig. 11. — Variation de l'intensité d'aimantation par déplacement de l'armature.

C. Calcul de l'intensité d'aimantation au cintre avec armature. — Aimantons un aimant à

saturation, supprimons le courant et enlevons l'armature. Soit A le point correspondant du diagramme. Supposons que nous remettions l'armature. Le champ démagnétisant est à peu près annulé et le point figuratif décrit la courbe AMA' (fig. 11). Si nous supprimons de nouveau l'armature, le point figuratif décrira la courbe A'NA ([1]). Nous admettrons que l'inclinaison de la droite A A' reste constante pour tous les aimants en fer à cheval, et nous remplacerons, comme nous l'avons fait précédemment, la courbe CD par une droite. Dans ces conditions, l'augmentation de l'intensité d'aimantation, est

$$\Delta\mathfrak{J} = K\,(875 - \mathfrak{J}_r).$$

En prenant une valeur de K égale à 0,175, on constate que les valeurs calculées coïncident, à moins de 5 pour 100 près, avec les valeurs déterminées expérimentalement pour tous les types d'aimants que nous avons étudiés. On obtient ainsi la formule :

$$\Delta\mathfrak{J} = 153 - 0{,}175\,\mathfrak{J}_r.$$

L'intensité d'aimantation avec armature $\mathfrak{J}_{ra}$ sera donnée par la formule

$$\mathfrak{J}_{ra} = \mathfrak{J}_r + \Delta\mathfrak{J},$$

ou

$$\mathfrak{J}_{ra} = 0{,}825\,\mathfrak{J} + 153. \qquad (7)$$

ou, d'après la formule (5),

$$\mathfrak{J}_{ra} = \frac{56{,}6}{0{,}081 + \dfrac{sd}{\left((0{,}58\,h)^2 + \dfrac{d^2}{4}\right)\sqrt{(0{,}58\,h)^2 + \dfrac{d^2}{4}}}} \quad 153, \qquad (8)$$

Il est clair que la formule (8), comme la formule (5), ne s'applique qu'aux aimants en acier au tungstène normal ou en acier analogue. D'ailleurs, même pour ces aciers, la courbe d'hystérésie varie plus ou moins suivant le traitement et la dureté de l'acier. Dans ces conditions, ces formules ne peuvent donner qu'une valeur approchée à 10 pour 100 environ de l'intensité d'aimantation réelle. Elles peuvent cependant présenter un certain intérêt pour des calculs préliminaires.

D. **Résumé**. — Nous résumerons ci-dessous les principales conclusions qui se dégagent de cette étude (aimants en acier au tungstène normal) :

1° Des aimants géométriquement semblables ont sensiblement la même intensité d'aimantation (sauf pour des aimants énormes) ;

2° Sous certaines réserves, l'intensité d'aimantation est à peu près indépendante de la forme de la section ;

3° Il n'y a pas d'avantage, au point de vue magnétique, à employer des aimants à double lame ou accolés (sauf pour des aimants de très grandes dimensions) Un aimant unique de même section donnerait un flux équivalent ;

4° Les aimants de rendement maximum ont une intensité d'aimantation au cintre voisine de 575 en circuit ouvert. On peut tolérer, sans grand inconvénient, un écart de 10 pour 100 en plus ou en moins. Le rapport de la hauteur moyenne à la racine carrée de la section s'écarte peu de 6,5 pour les aimants les plus courants ;

5° L'intensité d'aimantation au cintre d'un aimant en fer à cheval est donné par les formules suivantes, avec une approximation de 10 pour 100 environ ;

$$\mathfrak{J}_{\text{sans armature}} = \frac{71}{0{,}081 + \dfrac{sd}{\left((0{,}58\,h)^2 + \dfrac{d^2}{4}\right)\sqrt{(0{,}58\,h)^2 + \dfrac{d^2}{4}}}}$$

$$\mathfrak{J}_{\text{avec armature}} = \frac{56{,}6}{0{,}001 + \dfrac{sd}{\left((0{,}58h)^2 + \dfrac{d^2}{4}\right)\sqrt{(0{,}58h^2) + \dfrac{d^2}{4}}}} + 153.$$

Appendice. — I. Aimantation des barreaux droits (acier au tungstène). — Dans certains cas, on a l'occasion d'utiliser des aimants droits qui sont généralement de section rectangulaire. Il est intéressant de prévoir quelle intensité d'aimantation on peut obtenir pour un barreau de dimensions déterminées.

Nous avons vu que des aimants en fer à cheval semblables ont la même intensité d'aimantation et que cette intensité est indépendante de la forme de la section. Il en est de même pour les barreaux droits. L'intensité d'aimantation d'un barreau droit dépend donc uniquement du rapport $\frac{L}{\sqrt{s}}$ de la longueur à la racine carrée de la section. Nous l'avons d'ailleurs vérifié en effectuant une série d'expériences qui, traduites sous formes de courbes, indiquent les variations de $\mathfrak{J}_r$ en fonction de $\frac{L}{\sqrt{s}}$.

II. Aimants au cobalt. — Une addition de cobalt à l'acier à aimant permet d'augmenter considérablement le champ coercitif ([1]).

Les usines Holtzer fabriquent deux nuances d'acier au cobalt :

1° Une nuance douce pour aimants en fer à cheval ou pour aimants circulaires d'appareils de mesure. Cet acier a sensiblement la même intensité rémanente en circuit fermé que l'acier au tungstène, avec un champ coercitif double (voir la courbe d'hystérésis, fig. 7). On obtient avec cet acier une intensité rémanente en circuit

([1]) En réalité, le point figuratif ne revient pas rigoureusement au point A, mais l'écart est relativement faible.

([1]) L. Gumlich : Une nouvelle substance pour aimants permanents. *R. G. E.*, 7 juillet 1923, t. xiv, p. 32

ouvert nettement supérieure à celle que donne l'acier au tungstène. En outre, ces aimants sont beaucoup plus permanents;

2° Une nuance dure, dont le champ coercitif est plus du triple de celui de l'acier au tungstène. Cet acier est utilisé pour la fabrication de plaquettes (barreaux droits, très courts) qui conservent un magnétisme rémanent relativement très élevé. Ces plaquettes, munies d'armatures en fer doux, peuvent remplacer avec avantage les aimants en fer à cheval ordinaires pour les magnétos d'automobile.

On peut facilement déterminer à priori, d'une façon approximative, le magnétisme rémanent d'un aimant au cobalt. Il suffit de déterminer au préalable l'intensité que l'on obtient avec un aimant de même forme en acier au tungstène (fer à cheval ou barreau droit). On marque le point correspondant A sur la courbe de l'acier au tungstène; en prolongeant la droite OA jusqu'à sa rencontre avec les courbes de l'acier au cobalt supposées connues on détermine les points B et C qui correspondent aux deux nuances d'acier au cobalt.

Observations sur les aimants au cobalt. — Les aimants au cobalt sont caractérisés par un champ coercitif très élevé; il en résulte deux conséquences pratiques :

1° Les aimants à grand champ démagnétisant (aimants droits, aimants en fer à cheval de faible hauteur et de forte section) sont beaucoup plus puissants lorsqu'on emploie l'acier au cobalt, à la place de l'acier à aimant ordinaire au tungstène. On peut ainsi réduire considérablement l'encombrement des aimants en employant des aimants très courts. C'est un avantage très sérieux pour la fabrication des appareils de mesures électriques (voltmètres, galvanomètres, wattmètres, ampèremètres, etc.) et des magnétos de moteurs d'automobiles et d'avions;

2° Les aimants sont très permanents, la permanence étant reliée directement au champ coercitif. Les variations de température, les chocs et, d'une façon générale, toutes les causes qui tendent à diminuer l'aimantation ont une influence très faible sur les aimants au cobalt. C'est un avantage considérable pour les appareils de mesure où la constance des aimants joue évidemment un rôle prépondérant. Cette propriété est également très importante pour les magnétos; nous avons souvent eu l'occasion de vérifier, en démontant des magnétos, que les aimants avaient perdu une grande partie de leur aimantation initiale; la force électromotrice de la magnéto étant fortement réduite, on est conduit à rapprocher les pôles des bougies, ce qui facilite les encrassements et les courts-circuits.

Une expérience très simple permet de mettre en évidence la supériorité des aimants au cobalt; il suffit de les appliquer à plat l'un contre l'autre, les pôles de même nom étant en regard. On observe une répulsion très forte. En faisant la même expérience avec des aimants ordinaires, la force répulsive est très inférieure, les aimants se désaimantant mutuellement.

A. Michel,
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Chef de service de fabrication des établissements Jacob Holtzer.

Luc Veyret,
Ingénieur des Mines, Chef du service des recherches des établissements Jacob-Holtzer.

Revues, analyses et informations

La courbe d'échauffement pour une charge fonction linéaire du temps et son application à des charges fonctions quelconques du temps [1],

Pour déterminer les courbes d'échauffement correspondant à des charges variant d'une manière quelconque, on représente les pertes en fonction du temps et on décompose la courbe ainsi obtenue en portions correspondant à des temps assez courts pour que l'on puisse considérer les pertes comme constantes pendant chaque intervalle et établir, pour chacun d'eux, l'équation d'échauffement, à pertes constantes. Ce procédé est long et imprécis, surtout quand la courbe des pertes est très tombante et que l'on doit, pour cette raison, la fractionner en nombreux intervalles de courte durée.

On arrive beaucoup plus vite au but visé en décomposant la courbe des pertes de chaleur en portions successives pendant lesquelles on l'assimile à une fonction linéaire du temps convenablement choisie. Les intervalles de temps peuvent être pris beaucoup plus grands que dans la méthode précédente. Il n'est même pas nécessaire, ainsi que nous le montrerons, de suivre toute la courbe d'échauffement, car il suffit, d'après les conditions de maximum de celle-ci, de calculer l'échauffement maximum atteint.

Considérons un intervalle de temps de durée t_1 et prenons comme origine des temps ($t = 0$), le commencement de l'intervalle de temps pendant lequel les pertes de chaleur sont une fonction linéaire du temps. Désignons ensuite par Q_0 les pertes au temps $t = t_0$ et par Q_1 les pertes au temps $t = t_1$. La quantité de chaleur produite par seconde au temps t est

$$Q = Q_0 + \frac{Q_1 - Q_0}{t_1} t. \qquad (1a)$$

Soit h le nombre de calories rayonnées par unité de surface; S, la surface; cG, le produit de la chaleur spécifique par le poids de l'ensemble chauffé et θ l'échauffement (différence de température). L'équation différentielle de l'échauffement s'écrit

$$Q_0 \, dt + \frac{Q_1 - Q_0}{t_1} t \, dt - hS\theta \, dt = cG \, d\theta, \qquad (1)$$

[1] Rudolf Richter. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 mai 1923, t. XLIV, p. 449-450, 1 500 mots, 1 fig.

ou bien

$$T\frac{d\theta}{dt} + \theta = \Theta_0 + (\Theta_1 - \Theta_0)\frac{t}{t_1}, \qquad (2)$$

si l'on a posé

$$T = \frac{cG}{hS}, \qquad (5a)$$

constante de temps, et

$$\Theta = \frac{Q_0}{hS}, \qquad (5b)$$

$$\Theta_1 = \frac{Q_1}{hS}, \qquad (5c)$$

échauffements fictifs que donneraient, en régime permanent, les pertes constantes Q_0 et Q_1.

La solution de l'équation différentielle est

$$\theta = \Theta_0 + \Theta_T\left(\frac{t}{T} - 1\right) + Ce^{-\frac{t}{T}}. \qquad (3)$$

où l'on a encore posé pour simplifier

$$\Theta_T = (\Theta_1 - \Theta_0)\frac{T}{t_1}. \qquad (5d)$$

La constante d'intégration C se détermine d'après l'échauffement au temps $t = 0$ que nous désignons par θ_0.

Il vient donc

$$C = \theta_0 - \Theta_0 + \Theta_T. \qquad (4)$$

L'équation 3 s'écrit alors

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{t}{T}} + (\Theta_0 - \Theta_T)\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \Theta_T\frac{t}{T}. \qquad (5)$$

Si nous posons $Q_1 = Q_0 = Q$, alors $\Theta_T = 0$ et $\theta_0 = 0$; nous obtenons l'équation connue de la courbe d'échauffement à pertes constantes

$$\theta = \Theta\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right), \qquad (6a)$$

où Θ est l'échauffement en régime stationnaire.

Si nous posons : $Q_0 = Q_1 = 0$, alors on a $\Theta_0 = \Theta_T = 0$ et nous obtenons l'équation connue de la courbe de refroidissement

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{t}{T}}. \qquad (6b)$$

Si les pertes sont proportionnelles au temps

$$\Theta_0 = 0 \qquad \text{et} \qquad \Theta_T = \Theta\frac{T}{t_1}.$$

L'équation de la courbe d'échauffement est

$$\theta = \left(\theta_0 + \Theta_1\frac{T}{t_1}\right)e^{-\frac{t}{T}} + \Theta_1\frac{T}{t_1}\left(\frac{t}{T} - 1\right). \qquad (6c)$$

Dans l'intervalle de temps où θ passe par un maximum, nous obtenons, d'après l'équation (5), la température maximum en écrivant que $T\frac{d\theta}{dt}$ est nul ou

$$T\frac{d\theta}{dt} = (\Theta_0 - \Theta_T - \theta_0)e^{-\frac{t}{T}} + \Theta_T = 0. \qquad (7)$$

Ce maximum de température a lieu pour le rapport de temps

$$\frac{t}{T} = \frac{t_{max}}{T} = \log_e\left(1 + \frac{\theta_0 - \Theta_0}{\Theta_T}\right). \qquad (8a)$$

Sa valeur est

$$\theta_{max} = \Theta_0 + \Theta_T\frac{t_{max}}{T}. \qquad (8b)$$

A la fin de l'intervalle de temps considéré, on a, d'après l'équation (7),

$$T\frac{d\theta}{dt} = (\Theta_0 - \Theta_T - \theta_0)e^{-\frac{t_1}{T}} + \Theta_T, \qquad (9)$$

et au commencement de l'intervalle de temps suivant, pour lequel nous faisons de nouveau t égal à o,

$$T\frac{d\theta}{dt} = \Theta'_0 - \theta'_0, \qquad (10)$$

où θ'_0 est donné par l'équation (5)

$$\theta'_0 = \theta_0 e^{-\frac{t_1}{T}} + (\Theta_0 - \Theta_T)\left(1 - e^{-\frac{t_1}{T}}\right) + \Theta_T\frac{t_1}{T}. \qquad (10a)$$

θ'_0 représente l'échauffement à la fin du premier intervalle de temps et Θ_0 l'échauffement fictif qui se produirait en régime permanent, à pertes constantes Q'_0 au commencement du second intervalle.

En se reportant à l'équation (5 d), on obtient finalement pour le commencement du deuxième intervalle la relation suivante :

$$T\frac{d\theta}{dt} = (\Theta_0 - \Theta_T - \theta_0)e^{-\frac{t_1}{T}} + \Theta_T + (\Theta'_0 - \Theta_1). \qquad (11)$$

En identifiant les équations (11) et (9), on constate que le terme différentiel $\frac{d\theta}{dt}$ est le même à la fin d'un intervalle et au commencement du suivant, quand $\Theta'_0 = \Theta_1$ ou $Q'_0 = Q_1$, c'est-à-dire quand la courbe des pertes représente une fonction régulièrement croissante entre le premier et le second intervalle. La courbe d'échauffement est dans ce cas une courbe sans coude.

Si les pertes sont proportionnelles au temps ($\Theta_0 = 0$) et si, pour $t = 0$, l'échauffement θ_0 est nul aussi, il en résulte, d'après l'équation (7), que le coefficient angulaire de la tangente à l'origine de la courbe d'échauffement est nulle et que la tangente coïncide avec l'axe des abscisses.

Déterminons la courbe d'échauffement correspondant aux pertes représentées par la figure 1. On a porté en ordonnées le rapport $\frac{Q}{hS}$, de manière que les ordonnées correspondent

aux échauffements fictifs en régime permanent qui se produiraient effectivement si la constante de temps était nulle $\left(\text{or celle-ci a été prise telle que } T = \frac{cG}{hS} = 3\,600 \text{ s}\right)$.

Dans le premier intervalle de temps, $0 < t < 1\,000$,

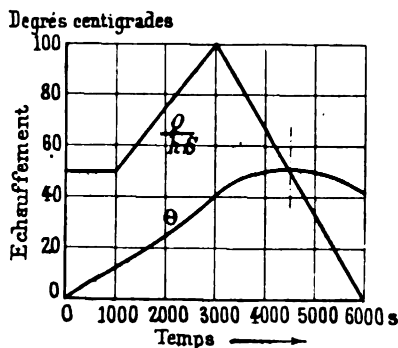


Fig. — Courbe d'échauffement θ déduite de la courbe des pertes $\frac{Q}{hS}$.

$\Theta = \frac{Q}{hS} = 50°C$ et reste constant; $\theta_0 = 0$. L'équation (6a) devient

$$\theta = 50\left(1 - e^{-\frac{t}{3\,600}}\right).$$

Pour $t = 1\,000$

$$\theta_{1\,000} = 12{,}1°\,C.$$

Dans le second intervalle de temps, $1\,000 < t < 3\,000$, on compte de nouveau les temps, à partir de zéro et l'on prend t' à la place de t; donc $t' = t - 1\,000$. On a

$$t'_1 = 2\,000, \quad \theta_0 = 12{,}1, \quad \Theta_0 = 50, \quad \Theta_1 = 100,$$

$$\Theta_T\ (100 - 50)\frac{3\,600}{2\,000} = 90°\,C.$$

L'équation (5) donne

$$\theta = 12{,}1.e^{-\frac{t'}{3\,600}} - 40\left(1 - e^{-\frac{t'}{3\,600}}\right) + \frac{25}{1\,000}\,t'.$$

Pour $t = 3\,000$ ou $t' = 2\,000$, on a :

$$\theta_{3\,000} = 39{,}9°\,C.$$

Dans le troisième intervalle de temps,

$$3\,000 < t < 6\,000, \quad t' = t - 3\,000,$$
$$t' = 3\,000, \quad \theta_0 = 39{,}9, \quad \Theta_0 = 100, \quad \Theta_1 = 0,$$

$$\Theta_T = -100\frac{3\,600}{3\,000} = -120.$$

L'équation (5) donne

$$\theta = 39{,}9.e^{-\frac{t'}{3\,600}} + 220\left(1 - e^{-\frac{t'}{3\,600}}\right) - \frac{t'}{30}.$$

Pour $t = 6\,000$ ou $t' = 3\,000$, on a

$$\theta_{6\,000} = 42{,}2°C.$$

Dans le troisième intervalle, l'échauffement atteint son maximum. Celui-ci se produit, d'après l'équation (8 a), au temps

$$t' = t'_{max} = 3\,600 \log_e 1{,}501 = 1\,463 \text{ s},$$

ou

$$t = 3\,000 + t'_{max} = 4\,463 \text{ s}.$$

et l'équation (8 b) donne la valeur maximum de l'échauffement

$$\theta_{max} = 100 - 120\frac{1\,463}{3\,600} = 51{,}25°C.$$

B. H.

Sur la décharge en haute fréquence dans les gaz raréfiés.

Tel est le titre d'une communication faite par M. C. Gutton à la séance du 22 novembre 1923 de la Section de Nancy de la Société française de Physique. Le « Bulletin 193 » du 7 décembre de cette société en donne le résumé suivant.

Les tubes à électrodes extérieures, constituées par des feuilles d'étain collées sur la surface externe du verre, ont un aspect très différent lorsque la différence de potentiel entre électrodes est à basse ou à haute fréquence.

L'expérience simple suivante le montre. La pression dans un tube étant trop grande pour que, en réunissant les électrodes à une bobine de Ruhmkorff, on obtienne une fluorescence du tube, cette fluorescence apparait, si on fait jaillir une étincelle oscillante en dérivation sur les électrodes du tube.

L'observation de ces phénomènes a conduit M. Gutton, avec la collaboration de MM. Ylostalö et Mitra à étudier la différence de potentiel efficace pour laquelle se produit sous diverses fréquences et sous diverses pressions l'illumination de tubes à électrodes intérieures ou extérieures.

Cette étude est possible en utilisant les oscillations sinusoïdales produites par les triodes ; les mesures de différences de potentiel efficaces se faisaient au moyen d'un électromètre idiostatique de faible capacité, celles de fréquence avec un ondemètre.

Des mesures ont été faites jusqu'à la fréquence 2 000 000 p : s, qui correspond à 150 m de longueur d'onde. Les auteurs se proposent de les étendre jusqu'aux oscillations hertziennes.

Les courbes qui représentent les résultats obtenus paraîtront dans un prochain fascicule de « Le Journal de Physique et le Radium ».

SECTION INDUSTRIELLE

Les moteurs de traction ventilés à courant continu

L'auteur décrit dans cette note les divers systèmes employés actuellement pour la ventilation des moteurs de traction (ventilation simple, double, série, etc.). Il rappelle ensuite un certain nombre d'essais, faits soit en Europe, soit aux Etats-Unis, qui montrent nettement l'influence de la ventilation sur les différents régimes de fonctionnement des moteurs. Malgré les inconvénients constatés dans quelques exploitations avec les moteurs ventilés, ceux-ci se répandent de plus en plus: leur emploi devient même nécessaire dans bien des cas, par suite de l'augmentation des puissances utilisées par les véhicules et de la place réduite dont on dispose pour loger les moteurs.

Dans certaines machines électriques, telles que les turboalternateurs, les transformateurs ou dans certains moteurs réservés à des applications spéciales, on a employé depuis longtemps le refroidissement par ventilation et, dans ce cas, un courant d'air traversant la machine est insufflé par un ventilateur extérieur. Un procédé semblable a été appliqué également dans les moteurs de traction, lorsque la place disponible sur le véhicule obligeait à réduire l'encombrement du moteur. Mais ce n'est guère que depuis quelques années qu'on a commencé à recourir à la ventilation propre (ou autoventilation) provoquée par un ventilateur faisant partie intégrante de la machine.

La ventilation propre, produite auparavant par des ailettes disposées sur le croisillon d'induit ou entre les paquets de tôles du noyau, et étudiée d'une façon rudimentaire, ne donnait pas un gain très appréciable ; par contre, les essais faits avec un ventilateur monté sur l'arbre de l'induit et faisant circuler suivant un parcours judicieux un courant d'air à l'intérieur du moteur, ont donné des résultats si favorables que ce système de ventilation tend à se généraliser dans les moteurs de traction.

Suivant le circuit parcouru par l'air à l'intérieur du moteur, on peut distinguer deux genres de ventilation propre : la *ventilation simple* appelée aussi demi-ventilation, et la *ventilation double*.

I. **Ventilation simple**. — Ici, l'air aspiré à l'extérieur est conduit soit le long de la surface de l'induit entre les bobines inductrices, soit par des canaux longitudinaux à l'intérieur de l'induit et du collecteur.

Dans ce dernier cas, représenté schématiquement par la figure 1, l'air aspiré du côté du collecteur peut aussi s'échapper en partie par l'arrière de l'induit et en partie vers l'entrefer par des canaux ménagés radialement entre les tôles. Les conduits radiaux ont été peu à peu abandonnés et l'on s'est contenté de la circulation longitudinale de l'air à travers l'induit.

Le refroidissement est beaucoup plus efficace sur l'induit que sur les bobines inductrices ; cela provient de ce que le courant d'air peut être mieux conduit et renforcé à l'intérieur de l'induit que dans la vaste chambre interne située entre l'entrefer et les bobines inductrices. Aussi emploie-t-on généralement la ventilation simple pour l'intérieur de l'induit : les bobines inductrices sont alors complètement négligées.

On utilise, cependant, quelquefois la ventilation seule des bobines inductrices : c'est dans le cas de petits diamètres d'induit. L'air ne peut alors être canalisé à l'intérieur de l'induit, la section de tôles nécessaire ne permettant aucune réduction en vue d'établir les canaux de circulation de l'air.

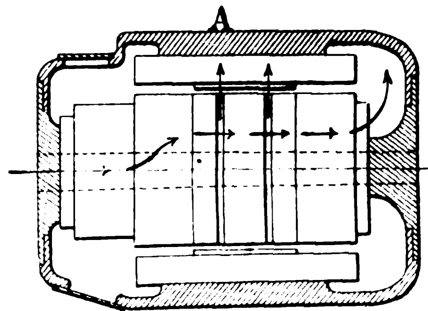


Fig. 1. — Moteur à ventilation simple.

La ventilation double est bien supérieure, car elle réunit les avantages d'un bon refroidissement à la fois de l'induit et des bobines inductrices.

II. **Ventilation double**. — Dans ce mode de ventilation, l'air est conduit en deux courants séparés parallèles à l'axe du moteur, l'un à travers l'induit, l'autre autour de l'induit. Lorsque ces deux courants d'air circulent parallèlement l'un à l'autre, la ventilation est dite *parallèle* ; par opposition, elle est dite *série* lorsque le courant d'air qui a traversé une partie du moteur (l'intérieur de l'induit, par exemple) vient ensuite circuler autour de la deuxième partie (les bobines inductrices, dans l'exemple choisi).

La *ventilation série*, dont une disposition de principe est représentée schématiquement par la figure 2, donne lieu à un refroidissement inégal, étant donné qu'une partie du moteur est toujours parcourue par de l'air froid tandis que l'autre est parcourue par de l'air déjà réchauffé à une température plus ou moins élevée.

Ce système de ventilation ne s'est pas beaucoup répandu et l'on utilise, en général, la *ventilation parallèle* qui donne de meilleurs résultats. Celle-ci exige, le plus souvent, des diamètres de ventilateur plus grands que la ventilation série : il faut, en effet, produire non seulement un fort tirage d'air dans les canaux intérieurs de l'induit, mais aussi au-dessus de l'induit. Pour produire la circulation de l'air dans le sens convenable, il y a avantage à employer des ventilateurs aspirant l'air et non des ventilateurs qui le refoulent : on obtient ainsi que la vitesse d'entrée de l'air soit beaucoup plus faible que celle de sortie, ce qui évite le dépôt des poussières à l'intérieur du moteur.

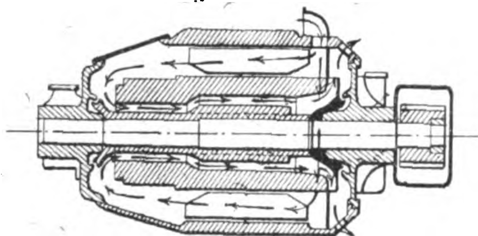


Fig. 2. — Moteur à ventilation série.

La figure 3 montre une disposition qui a été appliquée sur des moteurs de tramways : une partie de l'air aspiré par le ventilateur placé du côté du pignon entre dans le moteur par la boite E, traverse le croisillon du collecteur et les canaux des tôles d'induit et sort du moteur par les ouvertures S; une autre partie de l'air entrant par E circule autour des inducteurs et de la surface de l'induit et s'échappe également par les ouvertures d'évacuation S.

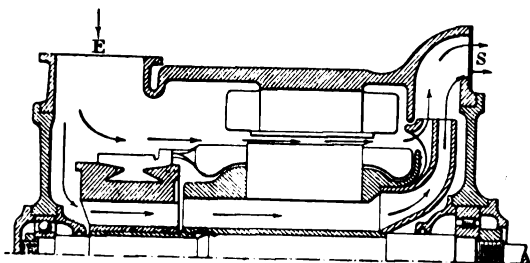


Fig. 3. — Moteur à ventilation parallèle avec entrée d'air du côté du collecteur.

La figure 3 bis représente deux autres variantes également utilisées de ce mode de ventilation.

Il a été constaté, dans différentes exploitations et plus particulièrement avec les moteurs ventilés du type représenté par les figures 3 et 3 bis, une très grande usure latérale des balais : alors que l'extrémité s'usait normalement, le charbon s'usait rapidement sur les côtés au point d'exiger le remplacement après 3 à 4 mois de service. La vie des charbons sur des moteurs non ventilés effectuant le même service était en moyenne de 12 à 18 mois.

On a cru pouvoir expliquer cette usure anormale par des actions électriques ou mécaniques dues à l'emploi de courants d'intensité plus élevée dans les moteurs ventilés, mais les preuves de ces actions ne sont pas concluantes et il semble à peu près admis maintenant que la poussière et la boue jouent un rôle prépondérant dans l'usure latérale des charbons. Des essais en service ont donné lieu, en effet, aux constatations suivantes :

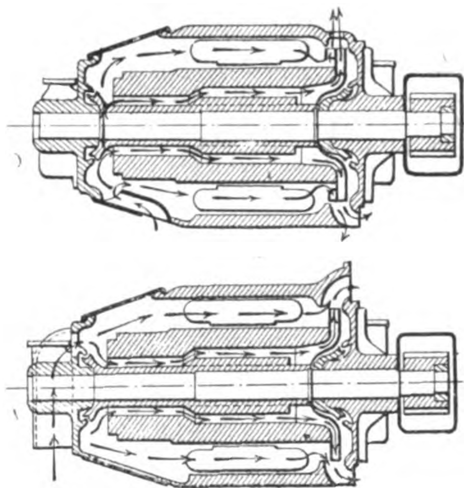


Fig. 3 *bis*. — Variantes de la ventilation parallèle avec entrée d'air du côté collecteur.

1° Une usure latérale beaucoup plus rapide en été qu'en hiver indique que l'état de la surface de la route entre en jeu ;

2° L'usure latérale dépend de l'emplacement de l'entrée de l'air dans la carcasse du moteur ;

3° Le filtrage de l'air à son entrée réduit l'usure latérale. En disposant à l'entrée de l'air un filtre en crin analogue à ceux employés pour les installations de frein à air comprimé, la vie des charbons fut triplée ; en même temps, l'usure du collecteur et des porte-charbons fut grandement réduite. Toutefois, la présence du crin provoque un accroissement des températures, comme le montrent les valeurs ci-dessous relevées au thermomètre :

Parties du moteur	Accroissement de la température en degrés C
Noyau d'armature	2,5
Cuivre id.	5
Bobines inductrices principales	11,5
id. auxiliaires	11,5
Collecteur	7,5
Carcasse	5

Le filtrage de l'air présente donc le danger de réduire l'efficacité de la ventilation et de produire une surélévation de température des moteurs, inconvénient beaucoup plus grave que de changer quelques charbons en raison de leur usure latérale. Cette pratique du filtrage n'est donc pas recommandable comme un remède général; elle ne peut être appliquée qu'après s'être assuré que la ventilation est néanmoins suffisante pour le service.

4° Sur les voitures à un seul sens de marche (poste de manœuvre unique), l'usure latérale fut beaucoup plus prononcée sur les moteurs d'arrière (n°s 3 et 4) que sur les moteurs d'avant (1 et 2) ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

TABLEAU I.

Numéros des moteurs	1	2	3	4
Nombre de kilomètres parcourus	10 500	10 500	10 500	9 800
Usure latérale moyenne, en millimètres	0,152	0,305	1,73	1,86

Ces différences d'usure entre les moteurs s'expliquent par la poussière qui peut envelopper entièrement l'extrémité arrière de la voiture pendant son mouvement. Il n'en est évidemment pas ainsi sur des routes bien arrosées ou goudronnées et les essais faits sur des plates-formes de constitution différente ont montré très nettement l'influence de l'état de la route sur l'usure latérale des charbons.

Un autre inconvénient également grave de l'entrée de l'air du côté du collecteur est l'entraînement dans le moteur de la poussière de charbon produite par le collecteur; cette poussière se fixe dans les enroulements et les canaux de ventilation. Elle diminue ainsi le refroidissement; d'autre part, elle forme des chemins dangereux si elle se fixe sous le collecteur; enfin, comme cette poussière est inflammable, elle peut prendre feu à l'intérieur du moteur, soit par inflammation spontanée, soit par les étincelles du collecteur. Elle enflamme alors les isolants et provoque des courts-circuits susceptibles de mettre le moteur hors service. Le danger est encore plus grand si les poussières s'agglutinent avec de l'huile. On peut toutefois remédier dans une certaine mesure à ces difficultés par l'emploi de balais très durs et par des nettoyages fréquents des moteurs par un courant d'air sous pression élevée.

Ces difficultés sont évitées avec le système de ventilation représenté par la figure 4 et appliqué, en particulier, dans les derniers types de moteurs de tramway de la Société A. E. G. L'air étant aspiré du côté du pignon, derrière le carter des engrenages, est naturellement beaucoup plus pur que du côté du collecteur; il parcourt d'abord les enroulements bien protégés des bobines inductrices et de l'induit, de sorte qu'il est dépourvu de poussières en arrivant au collecteur. Celui-ci et les porte-balais restent ainsi à l'abri des poussières aussi bien que dans les moteurs complètement clos non ventilés. L'ouverture d'entrée, protégée par une toile métallique à mailles fines, est largement dimensionnée, de sorte que la vitesse de l'air est très faible. A l'intérieur du moteur, par contre, la vitesse de l'air est accélérée, afin d'entraîner et d'expulser hors

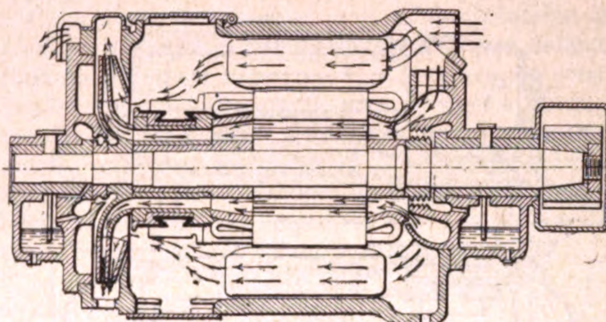


Fig. 4. — Moteur à ventilation parallèle de la Société A. E. G.

du moteur les impuretés et les particules de poussière. En même temps, du fait que l'air sort du moteur du côté du collecteur à une vitesse assez grande, les corps étrangers ne peuvent rentrer de ce côté; les ouvertures d'évacuation de l'air sont d'ailleurs protégées spécialement par des chapeaux de forme appropriée.

Dans les moteurs modernes, dont les enroulements sont déterminés par l'essai horaire d'après les prescriptions du Verband deutscher Elektrotechniker, l'induit deviendrait habituellement, en service continu, plus chaud que les bobines inductrices. La Société A. E. G. a tenu compte de cette différence en divisant les courants d'air de telle façon que l'induit soit plus fortement refroidi que les inducteurs ; elle est arrivée ainsi à obtenir pratiquement, en service normal, de faibles écarts de température entre les différentes parties et à réaliser ainsi une excellente utilisation des matériaux.

III. **Ventilation compound**. — Par analogie avec les appellations précédentes, on a désigné sous le nom de ventilation compound le système dans lequel il existe à la fois un courant d'air traversant successivement l'intérieur de l'induit et les bobines inductrices en même temps qu'un courant d'air circulant parallèlement au premier dans la seconde moitié de son parcours.

Dans une disposition de ce genre (fig. 5) décrite par Mauermann, un premier courant d'air entre du côté du collecteur, traverse l'intérieur de l'induit sur toute sa longueur, passe dans le ventilateur, d'où il est chassé à travers les chambres des bobines inductrices, puis au-dessus du collecteur et à l'extérieur. Dans la chambre des bobines, il s'unit avec un deuxième courant d'air qui est aspiré de l'extérieur du côté des engrenages. Les ateliers Brown, Boveri et C° ont exposé, à la Foire de Leipzig de 1922, un moteur pour voie normale de tramway dans lequel la circulation de l'air était établie d'une façon tout à fait analogue ; on retrouve, dans

ce moteur, l'avantage que donne, au point de vue des poussières, la sortie de l'air chaud par le côté collecteur. La position du ventilateur du côté du pignon permet en outre un démontage facile, puisqu'il suffit avec le moteur à carcasse en une pièce, de déboulonner les flasques pour sortir l'induit : lorsque le ventilateur est, au contraire, placé du côté collecteur, le démontage est moins simple, car on doit enlever les porte-balais et le pignon en même temps que les flasques.

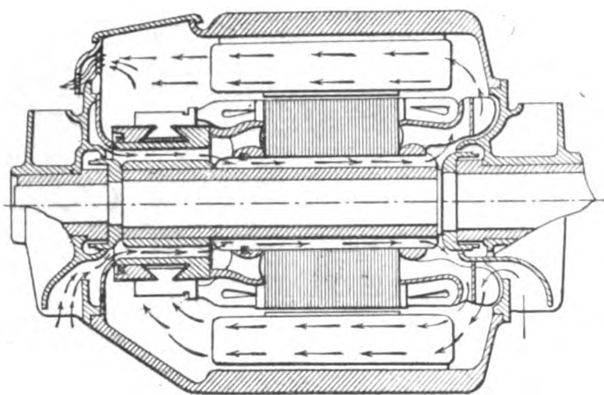


Fig. 5. — Moteur à ventilation compound.

IV. Augmentation de la puissance continue des moteurs grâce à la ventilation. — La ventilation a pour effet d'abaisser les températures internes et, par suite, d'obtenir des moteurs beaucoup plus puissants pour un même poids de matière. Des essais faits par M. Gray montrent d'une façon saisissante jusqu'à quel point la ventilation permet d'augmenter la puissance des moteurs fermés. Le moteur d'induction triphasé qu'il a essayé fournissait, avec une carcasse ouverte, 59 kw ; en le fermant complètement, sa puissance tomba à 18,4 kw et put être de nouveau portée à 73,6 kw en soufflant de l'air à l'intérieur.

Par des essais faits sur un grand nombre de moteurs, Hellmund a trouvé les valeurs suivantes pour l'augmentation de la puissance continue avec différents procédés de ventilation par rapport à la disposition fermée non ventilée :

	Jusqu'à 55 kw augmentation en centièmes	Au delà de 55 kw augmentation en centièmes
Ventilateur série	25 à 55	35 à 80
id. shunt	30 à 70	40 à 100
id. compound	30 à 70	40 à 100
id. par air sous pression	—	50 à 250

Ces données se rapportent à des mesures sur plateforme : en service, le gain de puissance n'est pas aussi grand, puisque la ventilation extérieure joue alors un grand rôle.

La ventilation présente donc un grand intérêt, surtout lorsqu'il est nécessaire de réduire l'encombrement ou le poids des machines, comme c'est le cas le plus fréquent pour le matériel de traction. D'ailleurs, la puissance absorbée par le ventilateur est faible (5 pour 100 au maximum des pertes totales à la vitesse de régime) et cette perte se trouve plus que compensée par une meilleure utilisation des matériaux.

Pour un moteur donné, le gain obtenu par la ventilation étant grossièrement proportionnel à la vitesse périphérique du ventilateur, on aura avantage à adopter de grandes vitesses de rotation pour les moteurs ventilés. On le voit nettement sur le graphique de la figure 6 représentant les pertes, en watts, dans une armature en fonction de la vitesse, pour un échauffement donné, et sur le graphique de la figure 7 qui donne les variations de la puissance continue en fonc-

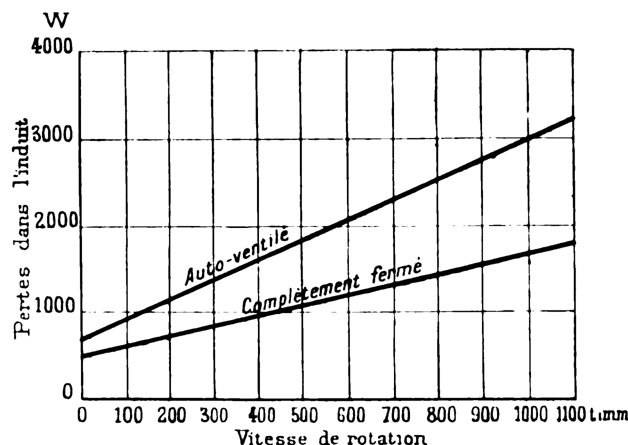


Fig. 6. — Caractéristiques donnant la relation entre les pertes en watts dans l'armature en régime continu et sa vitesse, sur la base d'un échauffement de 65° C (thermomètre), dans un moteur de traction de 65 ch.

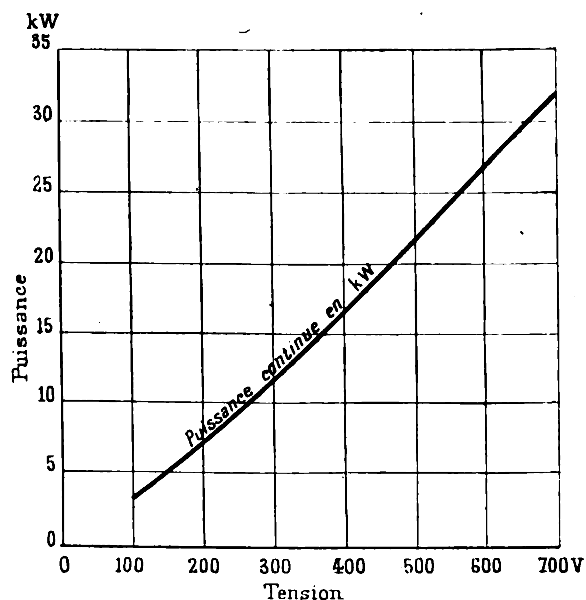


Fig. 7. — Variation de la puissance continue en fonction de la tension.

tion de la tension dans le moteur A. E. G. ventilé de 33 kw, 600 t : mn à 550 v. La puissance continue croît fortement lorsque la tension et le nombre de tours du moteur augmentent : l'effet de la ventilation se fera, par suite, d'autant plus sentir que la tension moyenne effective aux bornes du moteur sera plus élevée et que les éloignements entre stations seront plus grands. Mais, même pour de petits éloignements et des départs fréquents, et aussi avec une tension moyenne de 300 à 400 v aux bornes du moteur, la puissance continue du moteur A. E. G. considéré atteint encore 14 à 16 kw, valeur également beaucoup plus élevée que la puissance horaire du moteur clos non ventilé.

V. Influence de la ventilation sur les régimes horaire et de surcharge. — La ventilation augmente le régime continu sans augmenter beaucoup le régime horaire, d'une part, en raison des vitesses plus élevées en régime continu et, d'autre part, du fait que, pour ce régime, toute la chaleur produite par les pertes du moteur est dissipée aussitôt qu'elle est engendrée : il n'y a pas emmagasinement de chaleur dans le moteur.

C'est ainsi, par exemple, que, si l'on examine les résultats trouvés par M. Luke sur quelques moteurs (tableau II), on remarque que 81,9 pour 100 des pertes totales s'accumulent dans la machine pour le premier moteur ventilé dans la marche horaire, tandis qu'en marche continue toutes les pertes sont transmises à l'air environnant (62 pour 100 sont dissipées par la carcasse et 38 pour 100 emportées par l'air de ventilation).

TABLEAU II. — *Répartition des pertes dans les moteurs de traction.*

MODE DE REFROIDISSEMENT	MOTEUR FERMÉ		MOTEUR A VENTILATION PROPRE				MOTEUR A VENTILATION SÉPARÉE (1)	
Durée de la charge	1 heure	continue	1 heure	continue	1 heure	continue	1 heure	continue
Tension, en volts (Données caractéristiques de la charge)	600	450	600	450	600	450	600	450
Puissance, en chevaux (Données caractéristiques de la charge)	60	—	65	—	25	—	200	—
Intensité, en ampères (Données caractéristiques de la charge)	88	36	95	60	37	35	280	220
Vitesse en t : mn (Données caractéristiques de la charge)	700	827	700	638	1 225	950	670	550
Poids du moteur sans accessoires, en kilogrammes	1 075	—	1 075	—	306	—	2 386	—
Poids de l'induit	121	—	281	—	106	—	780	—
Pertes en watts :								
Pertes en watts dans le cuivre de l'induit	1 800	301	2 100	840	820	733	3 980	2 450
id. fer de l'induit	1 170	560	1 170	620	780	500	3 250	2 500
id. : demi-frottement des paliers et de l'air	300	400	325	280	220	155	900	700
id. dans les balais	264	108	285	180	111	105	840	660
id. totales dans l'induit	3 534	1 369	3 880	1 920	1 931	1 493	8 970	6 310
id. dans le cuivre du champ	1 825	306	2 360	950	650	580	4 690	2 900
id. demi-frottement des paliers et de l'air	300	400	325	280	220	155	900	700
id. totales	5 659	2 075	6 565	3 150	2 801	2 228	14 560	9 910
Répartitions des pertes :								
Emmagasinées dans le moteur, en centièmes	81,4	0	81,9	0	57,5	0	69,0	0
Libérées par la carcasse, en centièmes	10,8	100	4,6	62	12,5	45	4,9	14,3
Enlevées par l'air de refroidissement, en centièmes	7,8	0	13,5	38,0	30,0	55	26,1	85,7

(1) Ventilation séparée dans la marche continue seulement.

Les durées d'échauffement jusqu'à la température de régime seront donc très différentes dans un moteur ventilé et dans un moteur non ventilé de même puissance horaire, mais de poids différents. En rapprochant, dans un même graphique (fig. 8), les courbes d'échauffement d'un moteur ventilé et d'un moteur non ventilé, on constate que, pour les charges plus grandes que la puissance horaire, les deux courbes sont très voisines et s'éloignent rapidement à mesure que la charge diminue au-dessous de la puissance horaire : tandis que le moteur ventilé atteint la température finale en quatre heures environ, le moteur non ventilé l'atteint en huit ou dix heures.

Cette différence caractéristique se traduit par une différence dans la valeur du rapport de la puissance horaire à la puissance continue dans les deux types de moteurs : ce rapport est de 2,5 à 2 dans les moteurs complètement clos et diminue beaucoup dans les moteurs ventilés pour se rapprocher de l'unité à mesure que la ventilation devient plus énergique.

Le tableau ci-dessous reproduit, pour des moteurs de tramway Brown, Boveri et C°, des données intéressantes à ce point de vue.

Tableau III

	Moteurs non ventilés		Moteurs ventilés	
	1	2	3	4
Puissance horaire en ch.	60	60	30	45
id. continue id.	24	48	24	36
Poids relatifs	1	0.95	0.60	0.80
Puissance horaire / Puissance continue	2.5	1.25	1.25	1.25

Les moteurs 1 et 2 de même puissance horaire et sensiblement de même poids ont des puissances continues très différentes ; les moteurs 1 et 3 de même puissance continue ont des puissances horaires et des poids tout à fait différents.

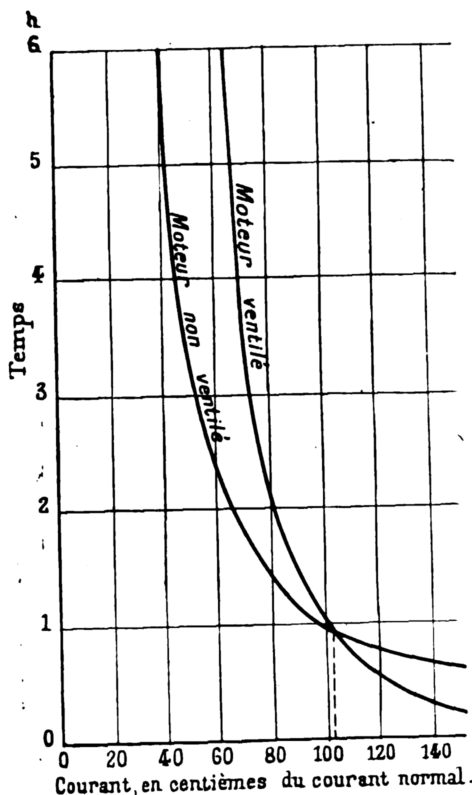


Fig. 8. — Durée d'échauffement à 75°C de la partie accessible la plus chaude.

Dans un service de traction, les moteurs sont essentiellement soumis à des surcharges (démarrages, fonctionnement avec la moitié des moteurs hors circuit, avec les freins serrés, avec une voiture avariée, etc.), qui exigent une forte capacité thermique pendant un temps relativement court : celle-ci ne peut être obtenue que par des masses de fer et de cuivre suffisantes pour absorber momentanément les pertes pendant les surcharges. On s'en rend compte aisément à l'aide des courbes de la figure 9 qui ont été relevées par M. Luke

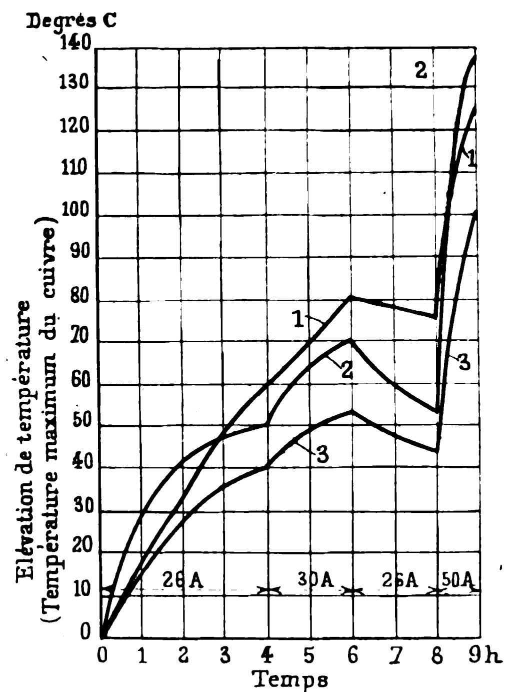


Fig. 9. — Echauffement de 3 moteurs de traction. 1, moteur fermé de 40 ch ; 2, moteur autoventilé de 25 ch : 3, moteur autoventilé de 40 ch.

sur trois moteurs de traction ayant les caractéristiques suivantes :

Tableau IV.

Moteur n°	Puissance unihoraire ch	Vitesse t : mn	Courant en régime continu A	Poids kg	Type de moteur
1	40	700	26	950	Fermé
2	25	1 200	32	500	Autoventilé
3	40	700	38	950	Autoventilé

Chacun de ces moteurs accomplissait le même cycle comprenant :

4 heures sous courant moyen de 26 A
2 id 30
2 id 26
1 id 50 (surcharge).

On remarque que la courbe d'échauffement du moteur ventilé le plus léger a tout d'abord une montée plus raide que celle du moteur fermé. Par contre, au régime continu, la température sera beaucoup plus basse dans le moteur ventilé. Au commencement du dernier régime, le moteur ventilé léger est de 22° C plus froid que le moteur enfermé. Mais, en surcharge, comme l'échauffement est pratiquement déterminé par les pertes en watts par kilogramme de cuivre et de fer, le moteur ventilé aura un échauffement plus rapide. Si les deux types de moteur sont appelés à fournir une forte surcharge en partant de la même température initiale, le moteur fermé offrira une marge considérable au-dessus du moteur ventilé léger et sera capable de supporter cette surcharge plus longtemps. D'autre part, un moteur ventilé de même poids et de mêmes caractéristiques que le moteur fermé donnera une température beaucoup plus basse au commencement de la surcharge et pourra marcher une heure à la charge de 50 A sans dépasser un échauffement de 100° C.

Dans tous les cas, pour la détermination du moteur à employer au point de vue des surcharges, il conviendra de tenir compte de ce que les échauffements des diverses parties du moteur ne sont pas toujours égaux et qu'ils sont surtout concentrés dans les enroulements dont le poids est faible. L'échauffement du cuivre est, par suite, rapide et risque d'atteindre des températures dangereuses, sans que la température moyenne mesurée dépasse la normale ; le moteur employé devra donc être assez lourd pour donner toute sécurité.

VI. **Inconvénients des moteurs ventilés.** — Certains réseaux de traction, et surtout les réseaux de tramways, ont éprouvé, avec les moteurs ventilés, des ennuis provenant de l'introduction de boue, de poussières ou de neige dans le moteur ; quelquefois aussi des ouvertures de drainage ont été bouchées par de la neige et ont provoqué des avaries. Ces inconvénients peuvent être évités en protégeant convenablement les orifices de ventilation.

Mais un inconvénient plus grave est celui qui résulte de la présence d'humidité à l'intérieur du moteur : cette humidité donne lieu à des accidents lorsque l'isolant n'est pas en parfait état. C'est pour cette raison que, sur les locomotives américaines à courant alternatif, on a été amené à installer des séparateurs d'eau sur les transformateurs où l'on admettait, tout d'abord, directement l'air de l'extérieur. Sur les moteurs de traction, l'isolant a, en outre, tendance à se craqueler lorsqu'il est chauffé et refroidi continuellement et soumis à des vibrations inévitables. Aussi est-il nécessaire de surveiller les isolants dans les moteurs en service et, si l'on constate de tels défauts, il est indispensable d'imprégner de nouveau parfaitement les enroulements de l'armature et des bobines inductrices. Les enroulements doivent d'abord être séchés avec soin dans un four, puis plongés à chaud dans du vernis « sterling » ou une matière équivalente, et finalement séchés de nouveau au four. Le vernis remplira toutes les petites crevasses et craquelures et, si ce procédé est répété de temps en temps, il prolongera considérablement la vie des isolants.

Dans de bonnes conditions d'entretien, le moteur ventilé ne donnera pas plus d'ennuis que le moteur non ventilé. La neige et l'humidité rentreront certainement en plus grande quantité que dans un moteur non ventilé, mais le courant d'air qui traverse le moteur ventilé entraine rapidement la vapeur d'eau. Dans un moteur non ventilé, la proportion d'humidité est plus faible, mais persiste plus longtemps et peut ainsi pénétrer plus complètement l'isolant que dans le moteur ventilé.

VII. **Conclusion.** — Les essais satisfaisants faits jusqu'ici avec les moteurs ventilés laissent prévoir que ce type de moteurs aura rapidement supplanté sur les tramways le moteur clos non ventilé.

Il faut cependant remarquer que la grandeur de l'économie réalisée par la ventilation, dans le cas d'un cycle de charge intermittent comme celui de la traction, est limitée du fait que la puissance horaire pour un petit moteur diminue par suite de sa moindre aptitude à absorber la chaleur et de la moindre efficacité de la ventilation au démarrage. Si l'on considère, par exemple, les différents moteurs figurant dans le tableau II, il ne sera généralement pas possible de remplacer le moteur 1 (non ventilé) par le moteur 3 (ventilé), tous deux de même puissance continue, et l'on sera amené à employer le moteur 4, dont la puissance horaire est inférieure à celle du moteur 1, mais dont la puissance continue est plus grande. Le poids de ce moteur atteindra environ 80 pour 100 du poids du moteur 1 : il donnera lieu, néanmoins, à une économie intéressante.

Les avantages du moteur ventilé sont surtout caractéristiques là où, pour une largeur de voie donnée et un diamètre de roues imposé, la nécessité de refroidir le moteur d'une façon continue est si grande qu'il est impossible, faute de place, d'installer un moteur non ventilé.

E. HELDÉ.

Les compteurs d'électricité à consommation réduite

Le compteur à induction, du calibre 10 ampères, 110 volts, 50 périodes par seconde, décrit dans cette note, offre quelques perfectionnements intéressants, parmi lesquels nous citerons particulièrement : la diminution de la puissance absorbée par le circuit en dérivation qui est de 0,25 watt par 100 volts, alors que la tolérance administrative est de 1,5 watts par 100 volts ; une erreur nulle de 100 à 1 200 watts, pour $\cos \varphi = 1$ et de 1 pour 100 à 1 000 watts pour $\cos \varphi = 0,7$, l'erreur relative n'étant d'ailleurs que de 1 à 2 pour 100 au-dessous de 100 watts ; démarrage au 1/400 de la charge normale et enregistrement certain au 1/150 de cette charge, etc. Par la description qui suit, on se rendra compte des détails de construction, notamment du dispositif hermétique adopté pour le boîtier, qui reste impénétrable aux fraudeurs d'électricité. Ce modèle de compteur, qui vient d'être approuvé par le Ministère des Travaux publics, sera certainement bien accueilli par les distributeurs qui s'adressent à la clientèle rurale, par suite de la faible consommation propre de cet appareil.

On connaît toute l'importance que présente, pour les entreprises de distribution d'électricité, la question de la consommation interne des compteurs, puisque la perte dans les circuits « tension » constitue, surtout chez les abonnés ruraux, une part appréciable de l'énergie totale distribuée.

L'arrêté ministériel du 8 janvier 1920 a fixé à 1,5 w par 100 v le maximum de la consommation à tolérer dans les circuits « tension » des compteurs à induction. Actuellement, la plupart des compteurs en usage restent aux environs de cette limite, mais peu descendent au-dessous de 1 w par 100 v.

Si nous considérons, par exemple, le cas d'un petit abonné, contrôlé par un compteur de 2 A, 120 v, 50 p : s, sa consommation annuelle moyenne varie de 400 à 500 hw-h. L'excitation du circuit « tension » du compteur de cet abonné, en admettant une perte de 1 w par 100 v, représente donc pour le secteur une dépense annuelle de 105 hw-h environ, soit de 20 à 25 pour 100 de l'énergie facturable.

On voit tout de suite l'intérêt qu'auraient les distributeurs à trouver un compteur d'électricité dont la consommation serait trois ou quatre fois plus réduite. C'est ce problème qu'a cherché à résoudre la Compagnie de Constructions et d'Applications électromagnétiques dont le compteur, type F. B. F., vient d'être approuvé par arrêté ministériel en date du 8 août 1923.

La consommation interne du circuit « tension » du compteur F. B. F. a été ramenée à 0,25 w par 100 v. D'autre part, différents dispositifs inédits ont été apportés à sa construction et en font un appareil original à tous points de vue.

Description du compteur F. B. F. — On s'est efforcé de le doter de tous les avantages que l'on est en droit d'exiger d'un compteur moderne, c'est-à-dire : réglages entièrement indépendants ; vérification facile ; couple spécifique élevé ; démarrage sous charge très réduite ; indifférence absolue aux courts-circuits ; fonctionnement très silencieux, et usure pratiquement nulle.

Le circuit wattmétrique comporte deux bobines « intensité » et une bobine « tension » placées de part et d'autre du disque induit et laissant à ce dernier un entrefer de 3,7 mm (fig. 1). Cette grande valeur donnée à l'entrefer permet une absolue sécurité de marche en rendant impossibles les arrêts fortuits.

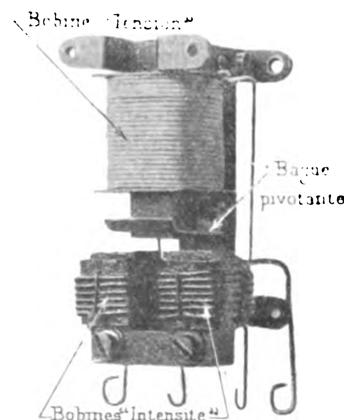


Fig. 1. — Vue du circuit wattmétrique du compteur F. B. F.

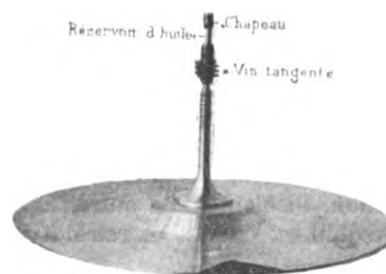


Fig. 2. — Vue de l'équipage mobile du compteur F. B. F.

L'équipage mobile est formé d'un disque supporté par un axe non magnétique (fig. 2). L'ensemble, avec ses accessoires (pivot, capsule, protège-pivot, réservoir

à huile, vis sans fin et chapeau d'axe), ne pèse au total que 12 g seulement.

L'induit, d'une forme spéciale, a son centre de gravité plus bas que le point de pivotement ; il peut donc rester ainsi en équilibre sans le secours du palier supérieur, circonstance éminemment favorable au bon fonctionnement. La figure 3 reproduit une vue intérieure

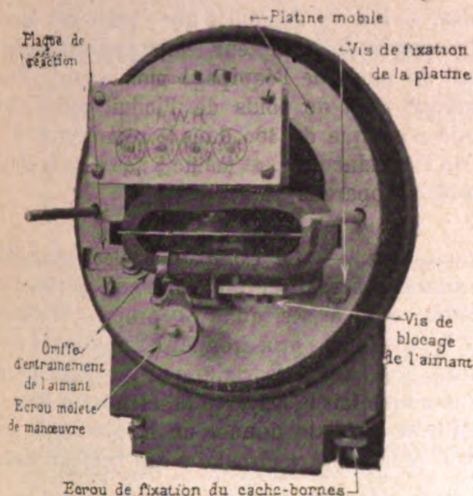


Fig. 3. — Vue intérieure du compteur F. B. F., côté minuterie.

du compteur du côté de la minuterie, avec tous les accessoires pour le réglage de la fixation ; la première platine enlevée, on aperçoit les bobines de champ comme le montre la figure 4.

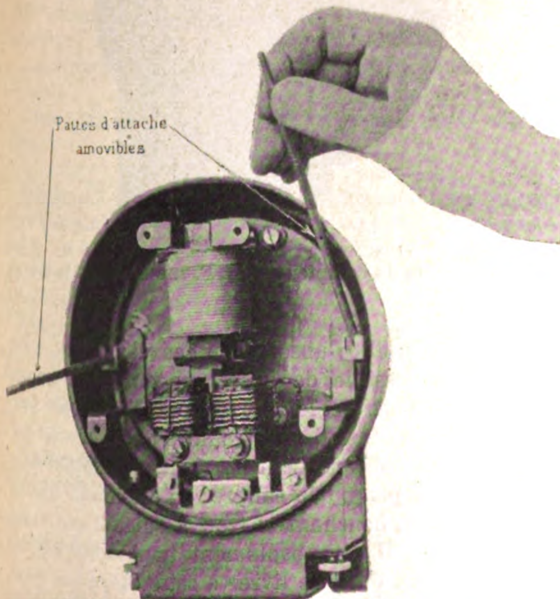


Fig. 4. — Vue intérieure du compteur F. B. F., la minuterie enlevée.

Dans la construction d'un compteur d'électricité, on est placé devant les solutions suivantes : ou bien augmenter le couple moteur en valeur absolue au détriment soit du poids de l'équipage mobile, soit de la consommation interne, ou bien admettre un couple moteur relativement faible en valeur absolue pour réduire la consommation. Une troisième solution consiste à adopter un couple spécifique comparable à celui des compteurs actuellement en usage, mais à réduire les couples de frottement en diminuant le poids de la partie tournante afin d'augmenter la sensibilité de l'appareil ; c'est à ce dernier dispositif que s'est ralliée la Compagnie électromagnétique.

Le faible poids de l'équipage mobile et sa suspension spéciale ont permis de réduire à 3 cm-mg le couple total des frottements au démarrage, si bien que le compteur peut démarrer au 1/400 de la charge nominale.

En outre, grâce à la disposition judicieuse des circuits magnétiques et à la grande valeur donnée au couple freinant, la vitesse de régime à pleine charge a été abaissée à 30 t : mn, ce qui a facilité la réalisation d'une courbe d'erreurs extrêmement tendue.

Réglages. — Les réglages du compteur F. B. F. sont pratiquement indépendants. Aux grands débits, ils s'effectuent en tournant un écrou moleté entraînant progressivement la griffe-support de l'aimant amortisseur (fig. 3). Pour faciliter l'étalonnage, cet écrou moleté a été muni de flèches indicatrices « avance » et « retard » ainsi que d'une graduation servant de repère.

En circuit inductif, on procède d'abord au réglage au moyen d'une bague en court-circuit pouvant se déplacer le long du noyau « tension » ; puis, le réglage fin est obtenu en faisant pivoter la bague autour de son axe d'attache. La position de cette bague est indiquée sur les figures 1 et 4. On a estimé inutile de recourir à un système de réglage progressif pour commander ce pivotement dont l'angle total ne donne qu'une variation de 5 à 6 pour 100, permettant un réglage précis très facile. Pour assurer sa permanence, on immobilise définitivement la bague en serrant l'écrou et le contre-écrou de blocage à l'aide d'une clé spéciale, ou même avec de simples pinces plates.

Le réglage aux petits débits est réalisé au moyen d'une plaque de réaction (fig. 3), manœuvrée par une patte de tirage qu'une vis suffit à immobiliser une fois l'opération terminée.

De l'examen des courbes de la figure 5, il ressort que, sous $\cos\varphi = 1$ et $\cos\varphi = 0{,}7$, à 120 v et 50 p : s, les erreurs relatives sont nulles entre 100 et 1 200 w, dans le premier cas, et entre 150 et 800 w, dans le second.

Epreuve d'isolement. — La tension d'épreuve a été portée à près de 2 000 v, par l'emploi d'isolants bakélisés servant d'âmes aux bobines d'enroulement et par l'adoption d'une boite à bornes en porcelaine. Cette boite à bornes, d'une originalité remar-

quable, est d'ailleurs d'une grande solidité au point de vue mécanique; elle offre, sur les boîtes à bornes en matière moulée, l'avantage de ne jamais se ramollir à la suite des échauffements accidentels provoqués par

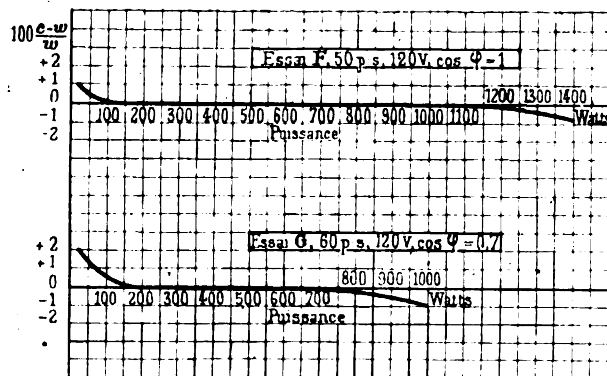


Fig. 5. — Courbe des erreurs relatives du compteur F. B. F. en fonction de la puissance pour deux valeurs du déphasage.

les surcharges ou les mauvais contacts des connexions extérieures.

Marche a vide. — Le compteur F. B. F. ne possède pas de dispositif pour annuler la marche à vide et peut, cependant, admettre des surtensions de 100 pour 100 sans démarrage intempestif.

Le fait d'avoir évité l'ergot d'arrêt pour annuler la marche à vide assure l'exactitude du compteur à partir de 1/150 de la charge nominale. Les plus petites consommations usuelles (transformateurs de sonneries, allumeurs électriques) sont donc enregistrées avec précision. Cet avantage, déjà appréciable dans les installations de lumière, devient primordial quand le compteur doit mesurer la consommation d'une installation comportant des à-coups violents et des pointes de courant instantanées comme celles produites, par exemple, dans l'emploi de certaines machines à souder où le courant n'est utilisé que pendant une très petite fraction de seconde. Il peut arriver, avec un induit muni d'un ergot de blocage, que le compteur n'enregistre, à proprement parler, aucune consommation puisque le disque, aussitôt après le démarrage, est sollicité en arrière par l'ergot de retenue : le compteur F. B. F., en évitant cet inconvénient, permet donc l'enregistrement exact de toutes les pointes de courant, si réduite que soit leur durée.

Facilités de visite et d'entretien. — Tout le dispositif moteur est fixé sur une platine indépendante, en acier, maintenue par quatre vis sur des pattes convenables soudées électriquement sur le fond de l'appareil (fig. 3).

Le montage est ainsi compris que l'on peut, en quelques secondes, retirer l'une quelconque des pièces (minuterie, aimant, disque, crapaudine, pivot inférieur, pivot supérieur, chapeau de protection, plaque de réaction) sans être obligé de toucher aux autres organes, la remise en place s'opérant d'ailleurs avec la même rapidité. A part les vis du circuit magnétique, et, bien entendu, les vis (série horlogère) de la minuterie, on est arrivé à unifier les vis d'assemblage qui ont toutes le même pas, le même diamètre et la même longueur.

Usure. — Il a été démontré que l'usure des organes de pivotement du compteur était proportionnelle au produit du poids de l'équipage mobile par la vitesse : le produit PV du poids de l'induit par la vitesse normale n'est que de 360 dans le compteur F. B. F., alors qu'il atteint 1 800 et même 2 400 dans la plupart des autres appareils.

Inviolabilité. — La Compagnie électromagnétique s'est attachée à réaliser un compteur en tôle d'acier emboutie, qui, à ses qualités propres de légèreté, joigne les avantages procurés par les appareils à boîtier de fonte, c'est-à-dire la rigidité et l'inviolabilité, sans présenter toutefois la fragilité inhérente à la fonte.

La forme spéciale donnée au boîtier visible sur la figure 6 et la nervure circulaire qui l'entoure assurent



Fig. 6. — Vue du compteur F. B. F. muni de son boîtier.

une indéformabilité absolue de l'enveloppe, et il est d'ailleurs impossible de glisser un outil quelconque entre cette dernière et le mur d'appui. Une fraude souvent pratiquée consiste à introduire un fil d'arrêt par l'un des trous ménagés pour les rivets de fixation de la vitre ou de la plaque de calibre; on dissimule ensuite cette fraude en bouchant le trou à l'aide d'une fausse tête de rivet. Il est absolument impossible avec le compteur F. B. F. de se livrer à cette opération délictueuse. A cet effet, la vitre est maintenue en place par un encadrement embouti; quant à la plaque de calibre, elle est fixée sur le couvercle à l'aide de deux agrafes soudées électriquement, de sorte qu'on ne peut introduire aucun corps étranger dans le compteur sans violer les plombs de garantie.

Ajoutons que la platine-support et le chapeau en tôle d'acier fermant l'appareil rendent ce dernier insensible à l'influence des champs extérieurs.

En résumé, on peut dire que la Compagnie de Constructions et d'Applications électromagnétiques a fait accomplir un progrès réel à la question des compteurs d'électricité, progrès attendu par les réseaux de distribution et qui sera également apprécié par leurs abonnés, si nous en exceptons les fraudeurs, bien entendu.

M.-R. Fichter,
Ingénieur-Conseil (I. E. N).
Licencié en Droit.

Normalisation des balais en charbon ou graphite pur ou métallisé (Non compris les balais des moteurs de traction)

Adoptée par l'Union des Syndicats de l'Electricité le 29 juin 1923

Les premières prescriptions françaises concernant les dimensions des balais en charbon ont été établies par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique en 1917 et 1918 et publiées dans la « Revue générale de l'Electricité » du 27 juillet 1918, t. IV, p. 114. Elles furent soumises à l'Union des Syndicats de l'Electricité et celle-ci chargea sa quatrième Commission d'en faire une étude contradictoire avec la collaboration des délégués de tous les syndicats intéressés à la question. De cette étude résulta un nouveau texte qui fut adopté par le Comité de Direction de l'Union le 7 janvier 1920 et publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 20 mars 1920, t. VII, p. 391. Récemment, quelques modifications ont été apportées par la quatrième Commission de l'Union aux valeurs des dimensions primitivement prescrites pour les chanfreins et les longueurs des flexibles de connexion, ainsi qu'aux valeurs des tolérances. Ces modifications ont été adoptées par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité dans sa séance du 29 juin 1923. Nous reproduisons ci-dessous le nouveau texte concernant les chanfreins, les flexibles et les tolérances. Quant aux dimensions des balais eux-mêmes, elles restent fixées par les indications données dans les planches I à VI publiées aux pages 392, 393 et 394 du numéro précité.

Dimensions unifiées, mais non indiquées dans les tableaux. — Chanfreins. — Les arêtes longitudinales, indiquées par un trait fort, des charbons pour porte-balais à gaine seront toujours chanfreinées à 45 degrés, l'hypoténuse des chanfreins mesurant :

1 mm pour des balais dont l'épaisseur est inférieure à 12 mm ;

2 mm pour des balais dont l'épaisseur est de 12 mm ou plus.

Flexibles. — La longueur des flexibles dont les valeurs normales sont 65, 90 et 120 mm, suivant le type de porte-balais, est la longueur de la partie supérieure du balai jusqu'à l'extrémité du flexible, si ce dernier n'est pas muni d'une cosse.

Lorsque le balai est muni d'une cosse, les longueurs sont de 68, 93 et 123 mm ; elles sont mesurées jusqu'au centre de la fente ou du trou de la cosse (dans le cas de plusieurs trous, on prendra le trou le plus rapproché du balai).

Tolérances. — Les tolérances d'exécution suivantes sont accordées :

Hauteur totale	± 1 mm
Longueur du cuivrage	± 12,50 pour 100 de la longueur du cuivrage spécifiée avec minimum de ± 1 mm
Longueur du flexible	± 3 mm
Largeurs (axiales) :	
De la partie guidée	+ 0 mm
Ou prise par la pince	— 0,25
Epaisseurs circonférentielles :	
1° De la partie guidée	+ 0
a) Moteurs à double sens de marche (balais cuivrés à la seule partie rentrante recevant la prise de courant)	— 0,1
b) Machines normales	+ 0
(balais cuivrés ou non)	— 0,2
2° De la partie prise par la pince	+ 0 / — 0,15
Diamètre du trou de fixation du flexible dans les balais « Type Marine »	+ 0,3 / — 0,1
Chanfrein (hypoténuse)	± 0,5
Hauteur de la partie prise dans la pince Thury ou Thomson-Houston	± 0,5
Angles des tranches des balais pour porte-balais à réaction et angle entre les deux faces prises dans la pince Thury	± 1 degré
Dimension du trou ou de la fente dans la cosse	± 0,1 mm

Marques. Chaque balai doit porter lisiblement, à l'endroit indiqué par un « M », le numéro d'ordre inscrit sur les dessins. En outre, il doit recevoir, au même endroit, une marque comportant une ou deux lettres définissant la qualité ; ainsi : 91 X indiquerait un balai « type Marine » 12×20 de qualité X.

Il est à remarquer, toutefois, qu'en ce qui concerne les balais pour « pinces Thury », les marques devront figurer, non pas sur les faces inclinées servant au guidage, mais sur l'une des faces droites correspondant au profil du charbon.

Revues, analyses et informations

Le système compound appliqué au freinage en récupération dans la traction par courant continu.

Ce travail traite d'une forme particulière de récupération pour les trains à traction par courant continu, obtenue en appliquant un enroulement compound différentiel au champ d'excitation des moteurs de traction. Les courbes vitesse-couple et vitesse-courant, obtenues par le calcul et par l'expérience, ont été comparées. Une propriété particulière de la caractéristique vitesse-couple est une valeur accusée du maximum dont la non-connaissance pourrait avoir de sérieux inconvénients.

I. Introduction. — Lorsqu'on utilise la récupération, les moteurs de traction doivent à la fois être stables mécaniquement et électriquement. La stabilité mécanique nécessite un accroissement du couple de freinage avec l'augmentation de vitesse; la stabilité électrique demande que la tension n'ait que des fluctuations insensibles et une grande gamme de vitesses. En outre, la stabilité mécanique interdit les changements trop brusques du couple de freinage.

On ne considère pas le dispositif à shunt, qui n'est pas utilisable parce que le changement de vitesse nécessite un ajustement correspondant du champ. Les moteurs série sont évidemment adaptés à la traction, mais ils ne conviennent pas à la récupération puisque la force électromotrice dépend de la vitesse et de la charge. C'est pour cette raison que le dispositif à compoundage différentiel a été employé et nous allons examiner sa stabilité.

La figure 1 indique la connexion normale de l'armature A et de l'enroulement excitateur F en moteur. Un second enroulement f est alimenté par le courant I_e fourni par une excitatrice séparée (le champ de cette excitatrice Ex n'a pas été figuré pour la clarté).

Le courant régénéré est I, de sorte que, si F et f sont connectés différentiellement, le flux du générateur sera dû à la différence des forces magnétomotrices produites par I_e et I.

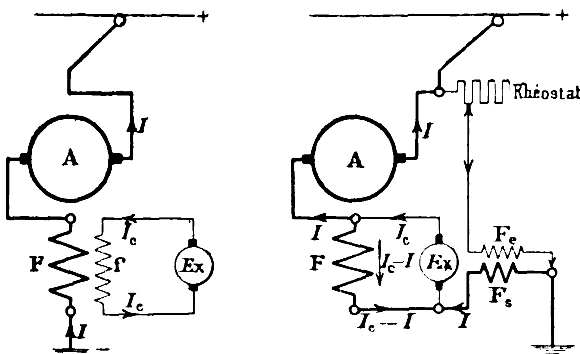


Fig. 1. — Générateur compoundé différentiellement avec enroulements de champ séparés.

Fig. 2. — Générateur compoundé différentiellement avec un seul enroulement de champ.

Pratiquement, pour des raisons d'encombrement et de réductions de pertes, I_e et I sont superposés dans le même enroulement (fig. 2). On voit qu'en générateur l'enroulement est parcouru par $(I_e - I)$ et en moteur, par $(I_e + I)$. On a représenté sur la figure 2 les connexions du champ de l'excitatrice additionnelle Ex (champ série F_s, champ shunt F_e avec rhéostat variable).

L'excitatrice est elle-même compoundée en différentiel durant la récupération, et additionnellement dans la marche en moteur.

Normalement, l'excitatrice E_x est hors circuit quand A travaille en moteur.

Lorsque le moteur série travaille en récupération par freinage, sa force électromotrice s'oppose à la tension du réseau. Pour la régénération, il faut que le courant principal puisse naturellement s'inverser et ceci entraîne un renversement de la force électromotrice induite dans l'armature, si les connexions sont restées les mêmes.

La récupération est alors impossible; il faut tâcher de maintenir la force électromotrice dans sa direction première. Ce sera le rôle du courant I_e de l'excitatrice.

Il faut évidemment que $I_e > I$. Nous allons montrer que ceci est obtenu automatiquement.

II. Théorie [1]. — Les caractéristiques pour un moteur série de traction ainsi disposé peuvent se calculer aisément. Appelons (fig. 3):

V, la tension constante de la ligne (ou la tension par moteur s'il y en a plusieurs en série);

E, la force électromotrice de l'induit A;

r, la résistance d'induit;

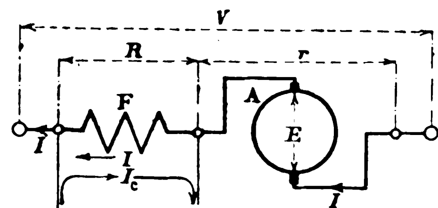


Fig. 3. — Diagramme simplifié d'un générateur compoundé différentiellement.

R, la résistance de l'enroulement F;

N, la vitesse de l'induit, en tours par minute;

I, le courant retourné à la ligne;

I_e, le courant réglable à une valeur constante, fourni à l'inducteur F par une excitatrice, non représentée sur la figure.

Examinons les conditions de récupération.

Lorsqu'elle a commencé, les conditions électriques sont telles que la force électromotrice dans l'induit A est, en volts,

$$E = \frac{p}{a} \times \frac{N}{60} \times Z\Phi\ 10^{-8}.$$

[1] On suppose qu'il y a toujours quelque appareil connecté à la ligne et prêt pour absorber la puissance récupérée. Dans le cas contraire, les conditions sont tout à fait différentes et la récupération n'est pas possible.

(1) M.-G. Say et H.-G. Frampton. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, août 1923, t. LXI, p. 863-868, 2700 mots, 10 fig.

En supposant la courbe caractéristique du magnétisme rectiligne, on peut écrire

$$E = kN\Phi = K_1 N (I_c - I). \qquad (1)$$

D'après la figure (3), on a

$$E = V + rI + RI - RI_c = V + rI - R(I_c - I); \qquad (2)$$

d'où

$$E = K_1 N (I_c - I) = V + rI - R(I_c - I). \qquad (3)$$

Si $I = 0$, l'équation (1) devient

$$E = K_1 N_0 I_c = V - RI_c, \qquad (4)$$

où $N = N_0$, est la vitesse à laquelle le moteur ne reçoit ni ne produit de courant.

Si $I > 0$ ou $N > N_0$, nous sommes dans les conditions de récupération : si $I < 0$ ou $N < N_0$, la machine fonctionne en moteur ordinaire compound.

La valeur de K_1 est, d'après (4),

$$K_1 = \frac{E}{N_0 I_c} = \frac{V - RI_c}{N_0 I_c}. \qquad (5)$$

I_c peut être réglé naturellement à la valeur constante dont on a besoin. De l'équation (3), on tire

$$NI_c K_1 - NIK_1 = V + I(r + R) - RI_c;$$

d'où

$$I = \frac{NI_c K_1 - V + RI_c}{R + r + NK_1} = \frac{\frac{N}{N_0}(V - RI_c) - (V - RI_c)}{R + r + NK_1},$$

en tenant compte de (4) ou bien

$$I = \frac{N - N_0}{N_0} \times \frac{V - RI_c}{R + r + NK_1} = \frac{K_1 I_c (N - N_0)}{R + r + NK_1},$$

en tenant compte de (5).

La puissance mécanique convertie en puissance électrique est

$$\eta NT.\frac{2\pi \times 746}{33\,000} = EI,$$

ou

$$EI = \eta NTK_2, \qquad (7)$$

où T est le couple de freinage, en pieds-livres, et η, le rendement du moteur de traction lorsqu'il fonctionne en générateur sans tenir compte des pertes dans le cuivre; K_2 est égal à 0,142.

En tenant compte de (1) et (6), on arrive, pour l'expression du couple de freinage, à

$$T = \frac{K_1^2}{\eta K_2} \times \frac{I_c (N - N_0)(V + I_c r)}{(R + r + NK_1)^2}$$

$$= \frac{K_3}{\eta} \times \frac{N - N_0}{(R + r + NK_1)^2}, \qquad (8)$$

la constante K_3 étant égale à

$$\frac{K_1^2 I_c (V + I_c r)}{K_2}. \qquad (9)$$

Les équations (6) et (8) sont tout à fait générales (en supposant la courbe du magnétisme rectiligne).

Si R et r sont négligeables et η égal à 1, l'équation (6) donnant le courant devient

$$I = I_c \frac{N - N_0}{N}, \qquad (10)$$

et l'équation (8), donnant le couple,

$$T = \frac{V}{K_2} I_c \frac{N - N_0}{N^2} = \frac{E}{K_2} I_c \frac{N - N_0}{N^2}. \qquad (11)$$

Les courbes du couple et du courant dans ces conditions déales son t représentées par les figures 4 et 5.

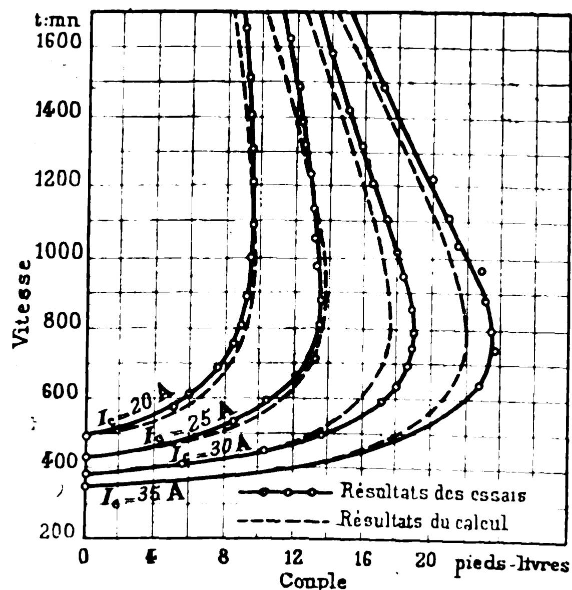


Fig. 4. — Courbes du couple en fonction de la vitesse lorsqu'on marche en récupération pour 4 valeurs constantes de I_c (les courbes calculées supposent une courbe de magnétisme rectiligne). 1 pied-livre = 0,138 m-kg.

En considérant les courbes du courant I (semblables à celles qui sont représentées sur la figure 5), on voit que, lorsque la vitesse monte, le courant s'accroît franchement, approche de la valeur I_c, mais n'a pas de valeur maximum aux vitesses finies.

On s'en rend compte en remarquant que

$$\frac{dI}{dN} = \frac{N_0}{N^2}$$

ne peut être nul que si N est ∞ ; I est alors maximum et sa valeur est $I = I_c$.

Quant aux courbes des couples, elles montrent tout de suite l'inconvénient de cette méthode de récupération (fig. 4). Le couple croît d'abord avec la vitesse, atteint une valeur maximum, puis décroît, mais moins rapidement qu'il n'a crû.

La différentiation de (11) donnerait

$$\frac{dT}{dN} = \frac{N - 2N_0}{N^3};$$

$N = 2 N_0$ est la vitesse pour le couple maximum. On en tire facilement $I = \frac{I_c}{2}$, d'après l'équation (10).

Ainsi le couple maximum est atteint lorsque la vitesse est deux fois celle pour laquelle la récupération a commencé.

Sa valeur tirée de (11) est

$$T_{max} = \frac{E}{4K_2} \times \frac{I_c}{N_0}; \quad \text{donc} \quad \frac{T_{max} \times N_0}{I_c} = C^{te}, \qquad (12)$$

et, comme, dans ces conditions magnétiques idéales, le produit $I_c N_0$ est constant et égal à $\frac{E}{K_1}$, on a

$$T_{max} = \frac{E^2}{4 N_0^2 K_1 K_2} = \frac{K_1}{4 K_2} \times I_c^2. \qquad (13)$$

On voit que la valeur maximum du couple tombe rapidement lorsque I_c décroit.

La présence d'un point où le couple est maximum est importante pratiquement. Si un train a dépassé la vitesse à laquelle le couple de freinage est maximum, et s'il continue sur la même pente, il s'emballera à moins d'un contrôle mécanique. L'accélération indéfinie peut ouvrir les rupteurs de courant (si on en a prévu) grâce à l'accroissement continu du courant généré.

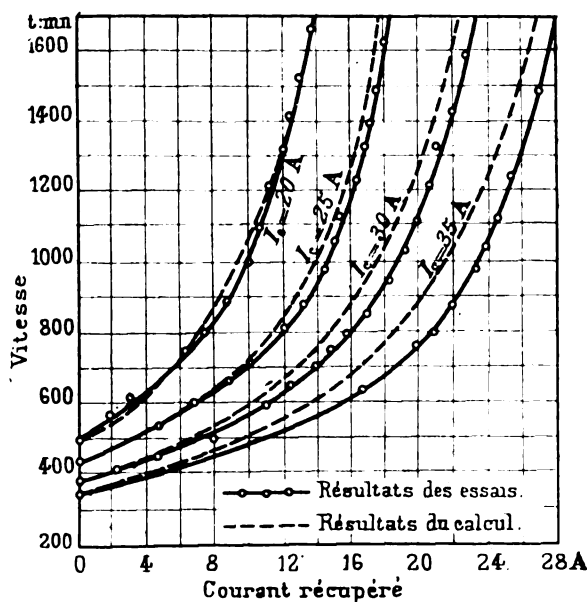


Fig. 5. — Courbes du courant en fonction de la vitesse lorsqu'on marche en récupération pour 4 valeurs constantes de I_c (les courbes calculées supposent une courbe de magnétisme rectiligne).

Si cela arrive, tout le freinage électrique est supprimé et des avaries graves s'ensuivent. Les rupteurs pourraient être maintenus en réduisant I_c (excitation séparée), mais la figure 4 montre que cela diminue aussi le couple de freinage.

De plus, si la vitesse du train peut s'accroître avant qu'on puisse appliquer le freinage, elle peut atteindre une valeur supérieure à celle pour laquelle les rupteurs sont établis. Dans ce cas encore, le freinage électrique n'est plus possible.

Comme exemple, on peut rappeler le cas suivant déjà signalé dans « R. G. E. », 9 août 1921, t. IX, p. 505.

Il a trait à un train de marchandises sur une ligne de la Rocky Mountain Division, Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railroad. Cette ligne s'étend sur une longueur d'environ 20 miles avec une pente de 2,2 pour 100. Le train comprenait 58 wagons chargés, une locomotive électrique devant et une à vapeur, système Mallet, à l'arrière. Au début de la descente, le mécanicien, qui était très expérimenté, mit son train à même d'atteindre la vitesse où la récupération en parallèle pouvait être mise en circuit. Cette vitesse est de 15 à 20 miles à l'heure. Vraisemblablement, il attendit que la vitesse excédât 15 miles à l'heure, mais oublia de mettre en circuit les coupleurs de courant récupéré jusqu'à ce que la vitesse atteignît 20 miles à l'heure, point où les coupleurs ne tiennent pas. La confusion dans son esprit résultant de la manœuvre des relais de surcharge, causa une hésitation de sa part qui dura peut-être une demi-minute, pendant laquelle la vitesse s'accrut rapidement. Il mit alors en action son freinage à air comprimé, mais ne put arrêter le train. Il essaya alors une fois ou deux de mettre le système de récupération en circuit, mais la vitesse était trop grande et les coupleurs ne tinrent pas.

Le freinage à air était déclenché, mais n'avait aucun effet sur un train lancé à 35 miles à l'heure.

Cela continua durant 12 miles, lorsque soudain la locomotive à vapeur brisa son attelage. Le train augmenta encore de vitesse. Les wagons déraillèrent par groupes et se séparèrent de la locomotive qui s'arrêta à 3 miles du bas de la pente.

Le rapport conclut « à l'entière responsabilité du mécanicien qui avait oublié de mettre en circuit la récupération par freinage avant que la vitesse devînt excessive ».

III. Résultats des essais. — Pour confirmer les hypothèses faites, des essais furent entrepris avec un moteur série de 10 ch spécialement disposé pour la mesure du couple et la récupération sur une batterie secondaire de 102 V.

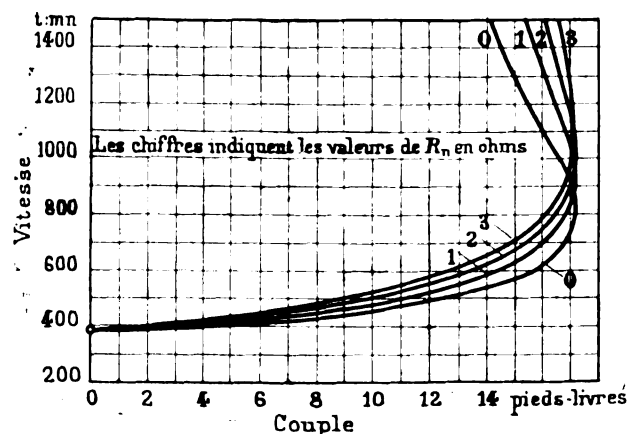


Fig. 6. — Courbes montrant la relation entre le couple et la vitesse avec excitation séparée constante $I_c = 30$ A et pour 4 valeurs de la résistance R_n.

Les résultats obtenus sont indiqués pour quatre valeurs différentes de I_c par les courbes en trait plein (fig. 4 et 5), les lignes pointillées étant le résultat des équations (6) et (8). Il était nécessaire de calculer ces courbes point par point à cause de la variation du rendement aux différentes vitesses et intensités. On a admis des valeurs moyennes pour les résistances d'induit et de champ.

Un exemple est donné ci-dessous : Résistance de champ,

$R = 0{,}17$ ohm ; résistance d'induit, $r = 0{,}35$ ohm ; $R + r = 0{,}52$; valeur constante de l'excitation, $I_c = 30$ A ; vitesse pour $I = 0$, $N_0 = 380$ t : mn ; K_1, d'après (5) 0,0085 ; K_3, d'après (9), 1,71.

Tableau I. — *Valeurs de $T = f(N)$ et $I = f(N)$ pour $I_c = 30$ A.*

N t : mn	$N - N_0$ t : mn	$R + r + NK_1$	I d'après (6)	η en centièmes	$(R + r + NK_1)^2$ (6)	T d'après (8) en pieds-livres
500	120	4,77	6,4	71	22,8	12,7
600	220	5,62	10,0	75	31,7	15,9
800	420	7,32	14,6	78	54,0	17,1
1 000	620	9,02	17,5	79	81,5	16,6
1 200	820	10,72	19,5	79	115,5	15,4
1 400	1 020	12,42	20,9	78,5	155	14,5
1 600	1 220	14,12	22,0	78	200	13,4

La correspondance entre les lignes pleines et pointillées provient de l'exactitude de la formule, spécialement lorsque $(I_c - I)$ est tel que la courbe du magnétisme est sensiblement rectiligne. Il n'est pas nécessaire de compliquer en tenant compte de la forme de la courbe du magnétisme, parce que $(I_c - I)$ est généralement moindre que le courant de pleine charge et décroît quand la vitesse augmente.

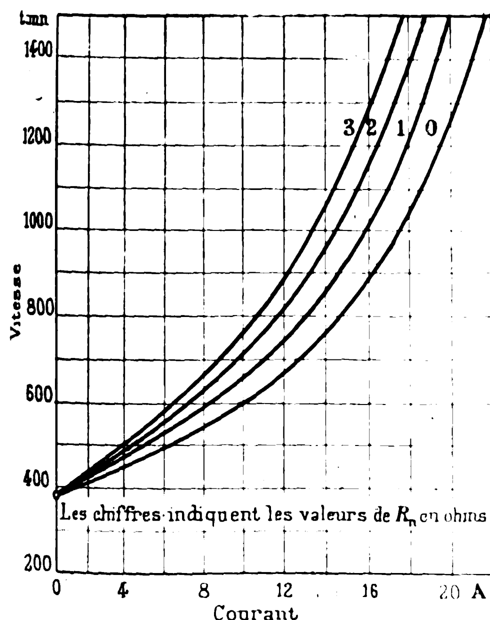


Fig. 7. — Courbes montrant la relation entre le courant et la vitesse avec excitation séparée constante $I_c = 30$ A et pour 4 valeurs de la résistance R_n.

On a montré que, pour les conditions idéales le couple est maximum quand $N = 2\,N_0$ et que le courant récupéré à cette vitesse est $I = \frac{I_c}{2}$.

Le tableau II donne la vérification de ce fait :

Tableau II. — *Valeurs de $\frac{N}{N_0}$ et $\frac{I}{I_c}$ déduites d'essais.*

I_c	N à T_{max}	N_0	$\frac{N}{N_0}$	I à T_{max}	$\frac{I}{I_c}$
20	1 100	497	2,21	10,25	0,513
25	870	425	2,05	12,4	0,496
30	800	380	2,10	14,7	0,490
35	750	350	2,14	17,6	0,502

On a aussi établi que le couple maximum est proportionnel à $\frac{I_c}{N_0}$ ou que $T_{max}\,\frac{N_0}{I_c} = C^{te}$. Les erreurs introduites par l'ignorance des pertes dues aux résistances et à la saturation peuvent se voir sur le tableau III.

Tableau III. — *Valeurs de $T_{max}\,\frac{N_0}{I_c}$ déduites d'essais.*

I_c	T_{max}	N_0	$T_{max} \times \frac{N_0}{I_c}$
20	9,5	497	236
25	13,25	425	225
30	19,0	380	240
35	23,75	350	237

Le maximum de l'erreur par rapport à la valeur moyenne 234,5 est seulement 4 pour 100.

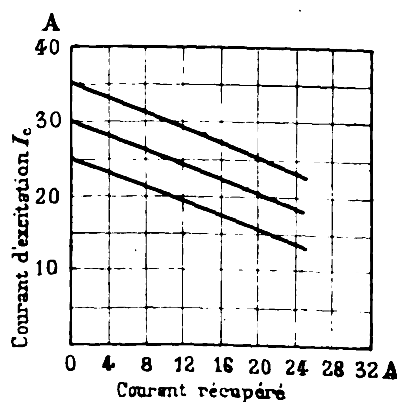


Fig. 8. — Caractéristique d'excitation admise pour les figures 9 et 10.

Pour montrer l'influence d'une résistance R_n dans le circuit principal, on a tracé les courbes des figures 6 et 7 d'après les équations (6) et (8).

Pratiquement, on voit que les quatre maxima du couple (fig. 6) sont égaux, mais les vitesses auxquelles ils sont atteints varient considérablement.

IV. Considérations pratiques. — Les courbes de freinage ont été calculées pour le moteur de 10 ch essayé avec les caractéristiques tombantes de l'excitatrice qu'on peut voir en figure 8.

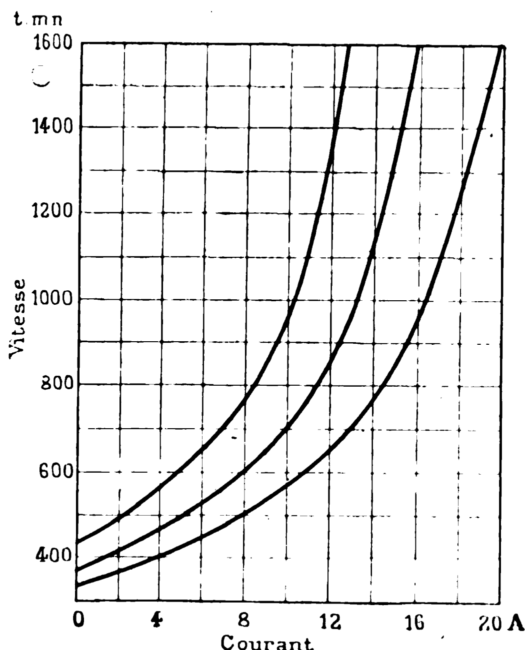


Fig. 9. — Effet de la caractéristique tombante de l'excitatrice sur les courbes courant-vitesse (comparer à la fig. 5).

Les courbes de courant récupéré sont données en figure 9 et celles du couple de freinage sont indiquées en figure 10.

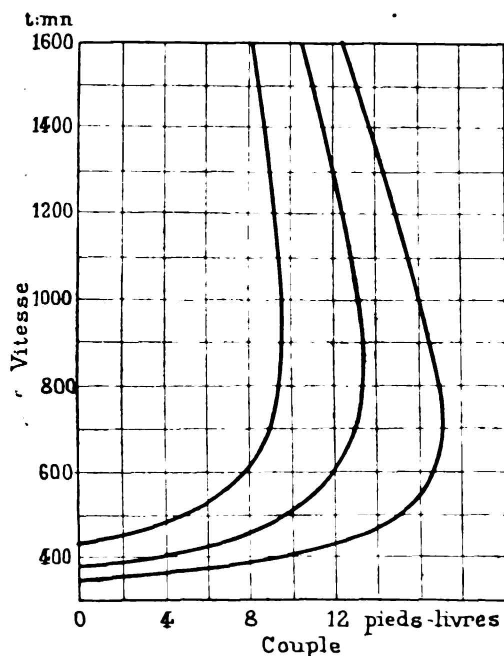


Fig. 10. — Effet de la caractéristique tombante de l'excitatrice sur les courbes couple-vitesse (comparer à la fig. 4).

On notera que les formes de ces courbes sont à peine altérées, le seul effet étant de réduire la plus haute valeur du couple et du courant.

La théorie simple exposée indique les limites de sécurité dans lesquelles cette forme de freinage en récupération peut être prévue. — C. F.

La commande des laminoirs à vitesse variable [1].

L'auteur se propose d'exposer les avantages et inconvénients des divers systèmes de réalisation de vitesses variables.

Moteurs shunt a courant continu a champ réglable. — Le réglage en est très simple. Comme un tel moteur est, de façon inhérente, une machine à puissance constante pour sa gamme de vitesses, si la condition de couple constant devient nécessaire, la machine est mal utilisée aux faibles vitesses. L'installation serait économique si le réseau était à courant continu (cas fort rare); mais, en général, le rendement global (machines de conversion du courant alternatif en continu comprises) est plutôt médiocre. En outre, on est conduit à un emploi non économique de la matière aux vitesses élevées; en effet, soit un moteur de 1 500 ch, de 200 à 400 t : mn, 600 v. Ce moteur devra être calculé un peu plus largement qu'un moteur de 1 500 ch, 200 t : mn, 600 v, afin de lui assurer de la stabilité et une bonne commutation à 400 t : mn. Or, avec le même poids de matériaux, on pourrait construire une machine de 3 000 ch à 400 t : mn, mais il est impossible d'alimenter cette machine de 1 500 à 3 000 ch, 200 à 400 t : mn, sous tension constante. En général, on ne rencontre pas de réglages de vitesses, par ce procédé, dépassant la proportion 2 à 1 ; on a pu cependant réaliser une gamme de 6 à 1, en calculant libéralement la machine et en employant des enroulements compensateurs, etc.

Système Ward Leonard. — Ici le moteur fonctionne à excitation constante; il est à couple constant; donc ses matériaux constitutifs sont écononomiquement utilisés. Le rendement global (groupes compris) est faible aux basses vitesses, mais élevé aux grandes vitesses. Le réglage est simple et souple. Il n'y a pas de limite inférieure de la vitesse et, en employant la ventilation forcée, la vitesse peut être réduite à zéro tout en conservant le même couple. En réduisant l'excitation de la génératrice en vue de réduire la vitesse du moteur, celui-ci fonctionne en génératrice; d'où effet de freinage important et récupération possible. Aucune résistance de démarrage n'est nécessaire. Le système Léonard n'est pas très économique pour les faibles puissances.

Combinaison du système Leonard et du réglage par le champ du moteur. — Quelques laminoirs nécessitent une combinaison d'un couple constant et d'une puissance constante. Dans ce cas, on utilise le sytème Léonard pour démarrer et aux faibles vitesses, et le réglage par le champ du moteur pour les vitesses supérieures. Les passes à couple élevé seront effectuées avec champ intense, afin de rendre minimum le dimensionnement et le prix du matériel, car l'intensité, pour un couple donné, est inversement proportionnelle au champ. En utilisant la combinaison des deux systèmes de contrôle (si la puissance nécessaire à différentes vitesses le permet), on réalise un gain marqué au point de vue génératrice, par rapport à l'emploi absolu du système Léonard, et un gain au point de vue moteur par rapport à l'emploi exclusif du réglage par champ. Pour terminer l'exposé de l'obtention des vitesses variables par courant continu, l'auteur signale les deux grands inconvénients de

(1) A.-K. Bushman, *General electric Review*, octobre 1923, t. XXVI, p. 681-687, 4 500 mots, 7 fig.

l'emploi d'un tel courant : nécessité de groupes convertisseurs, d'où diminution du rendement global, et délicatesse relative des collecteurs.

Système Kraemer. — Il consiste en une commutatrice alimentée à partir des bagues du moteur d'induction principal et fournissant du courant continu à un moteur accouplé mécaniquement à l'arbre principal. Ce système ne peut régler qu'en dessous de la vitesse de synchronisme du moteur principal. Son point faible est la variation continuelle de vitesse de la commutatrice, qui se trouve alimentée sous tension et fréquence très variables, car une commutatrice possède un faible couple synchronisant. Au moment d'une forte surcharge du moteur principal, le glissement augmente, la commutatrice doit brusquement atteindre une nouvelle vitesse synchrone plus élevée; si elle fait défaut, elle se trouve calée, avec son côté à courant alternatif toujours alimenté par les bagues et son côté à courant continu alimenté par le courant débité par le moteur principal. De plus, ce dernier se trouve alors sans régulation. Pour éviter ces inconvénients, on doit souvent installer un volant sur l'arbre principal. Un autre désavantage du système est que la commutatrice ne fonctionne pas aux très basses fréquences : d'où réglage nul aux vitesses élevées du moteur principal et impossibilité de corriger alors le facteur de puissance; de plus, il faut prévoir une source de courant continu pour l'excitation du moteur à courant continu et de la commutatrice.

Le rendement global est meilleur que dans les systèmes à courant continu; les collecteurs sont notablement réduits, car ils ne transmettent que l'énergie de glissement du moteur principal. Ce système est bien adapté aux grandes variations de vitesses et quand on doit fonctionner à puissance constante. Il faut noter, cependant, qu'en cas de défaillance de l'équipement de régulation, le moteur principal fonctionne à sa vitesse maximum exclusivement, d'où réduction notable des possibilités de production.

Système Scherbius. — Il consiste en un moteur d'induction principal et en un groupe composé d'un moteur d'induction tout à fait ordinaire accouplé à une machine triphasée à collecteur; le fonctionnement en hypersynchronisme du moteur principal nécessite, en plus, une excitatrice à chute ohmique directement accouplée au moteur principal. Le système a un inconvénient : la gamme de régulation est limitée par le fait que des fréquences de plus de 15 à 18 p : s ne conviennent pas à la machine à collecteur. Par exemple, avec un réseau à 60 p : s, la vitesse inférieure ne descend pas à moins de 70 pour 100 de la vitesse synchrone et la vitesse supérieure ne dépasse pas 130 pour 100, ce qui donne des limites n'allant pas tout à fait du simple au double. Sur un réseau à 25 p : s, on obtient facilement une gamme de 1 à 3. — Un avantage précieux du système est sa faculté de régler au delà du synchronisme; pour une gamme de vitesses donnée, on peut réduire notablement le dimensionnement de l'équipement de régulation; de plus, si on désire ou si, par suite d'avaries, on doit marcher sans régulation, la vitesse maximum du moteur principal se trouvant au milieu de la gamme des vitesses, il est possible de laminer un grand pourcentage des pièces normales. Le système ne comporte aucune machine synchrone, donc aucun danger de décrochages; il ne nécessite pas de source à courant continu. A la vitesse synchrone du moteur principal, l'équipement de régulation peut être utilisé à maintenir un facteur de puissance élevé. Enfin, le système peut être calculé pour fonctionner soit à couple constant, soit à puissance constante, soit à couple constant en dessous du synchronisme et à puissance constante au-dessus.

Moteur polyphasé a collecteur a caractéristique shunt, avec déplacement des balais. — On obtient les mêmes régimes qu'avec le système Scherbius; il convient pour les petites installations. On est limité par un certain maximum de puissance par pôle et il est, par conséquent, nécessaire d'utiliser un grand nombre de fils pour obtenir une puissance importante; donc fonctionnement à vitesses faibles. On construit ces moteurs actuellement pour des puissances ne dépassant pas 600 ch, avec une variation de vitesse de 1 à 3. — P. V.

Le développement de l'électrosidérurgie en Italie.

1. — On sait que l'Italie possède du minerai de fer en assez grande quantité, mais que sa pénurie en gisements de charbon l'oblige à importer le coke nécessaire au traitement de ce minerai. Dans ces conditions, la sidérurgie italienne ne pouvait guère se développer et l'Italie reste tributaire de l'étranger pour la fonte, l'acier et le fer nécessaires à ses industries de construction mécanique.

Mais si l'Italie est pauvre en charbon elle est riche en énergie hydraulique et celle-ci, après sa transformation en énergie hydraulique, est susceptible de lui fournir l'énergie calorifique dont sa sidérurgie a besoin pour le traitement de ses minerais ainsi que pour la fabrication de l'acier.

Aussi, dès qu'il fut démontré qu'il est possible, grâce à l'électricité, de transmettre à distance l'énergie captée aux torrents et aux lacs, les ingénieurs italiens songèrent-ils à utiliser les immenses ressources d'énergie hydraulique dont ils disposent pour convertir le minerai de fer, au moyen du haut fourneau et du four électrique, en fonte et en acier. Les premiers essais de réalisation de cette conception remontent, en effet, à plus de vingt-cinq ans et déjà en 1900 les résultats obtenus par le capitaine Stassano montraient la possibilité pratique de la réduction du minerai de fer au four électrique.

Toutefois, pour des raisons économiques, le mouvement déclanché par Stassano n'eut pas de suite jusqu'à ces dernières années : l'acier et surtout la fonte d'importation luttaient avantageusement contre les produits du four et du haut fourneau électriques. Mais depuis 1916, le mouvement, sous l'influence du renchérissement universel des matières premières, s'est rapidement accéléré et aujourd'hui l'électrosidérurgie italienne se trouve avoir acquis sur le marché national une importance non négligeable.

Cette situation prospère de l'électrosidérurgie italienne a été mise récemment en évidence à l'occasion de la réunion en Italie du congrès annuel de la puissante société britannique Iron and Steel Institute. Au cours de ce congrès ont été présentés des rapports dans lesquels les applications du four électrique à la sidérurgie ont été particulièrement examinées. En outre, des visites des principales usines sidérurgiques ont permis d'apprécier le développement qu'ont prises, dans ces usines, les installations électriques. Une courte analyse de ces rapports et un compte rendu de ces visites viennent d'être publiés par notre confrère le « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques » dans son numéro du 1er-15 octobre 1923. Les renseignements suivants, extraits de cette publication, montreront l'état actuel de l'électrosidérurgie en Italie.

2. — D'après le rapport sur l'*Industrie du fer et de l'acier en Italie* présenté par M. G.-E. Falck, président de l'Associazione fra gli industriali metallurgici italiani, la production italienne d'acier électrique en 1913 n'était que 20 000 t et le nombre de fours électriques que de 8. En 1918, elle at-

teignait 74000 t. En 1920, on comptait 20 fours électriques produisant de la fonte synthétique et 96 fours à acier de différents types. En 1921, qui fut une année de crise pour la métallurgie, il fut néanmoins fabriqué 140000 t d'acier. En 1922, l'industrie sidérurgique dispose de 113 fours électriques de grande et moyenne capacité et 60 fours de moindres dimensions pouvant fournir 400000 t par an, mais qui ne purent fonctionner qu'une partie de l'année, quand il y avait abondance d'énergie hydraulique. Le rapport de M. Falck mentionne aussi les grandes installations entreprises fin 1921 par la Societa Ansaldo, à Aosta, pour le traitement électrique des riches minerais de fer de Cogne, permettant ainsi de fabriquer à partir de 1922 un fer de qualité comparable à ceux de Suède.

Le rapport sur l'*Emploi de petits convertisseurs pour la production de gros moulages en acier*, dû à M. C. Vanzetti, signale la tendance actuelle à substituer peu à peu le four électrique au four à creuset pour la fonte des produits spéciaux. Une fonderie traitant 200 à 600 t par mois peut fonctionner avec trois fours électriques de 2 à 3 t chacun, l'un de ces fours étant en réserve; elle peut ainsi produire des moulages d'un poids brut de 5 à 7 t.

Un autre rapport est analysé par notre confrère; il est intitulé : *L'efficacité relative de l'hydrogène sec et de l'hydrogène humide dans la décarburation de l'acier à 950° C et l'influence de l'hydrogène sur la teneur en phosphore* et a été présenté par MM. E.-D. Campbell, J.-F Ross et W.-L. Fink. Il n'a d'autre relation avec le sujet qui nous occupe qu'en ce que, dans leurs recherches, les auteurs se sont servis d'un four électrique.

3. — En ce qui concerne les usines sidérurgiques visitées par les congressistes, voici ce qu'écrit notre confrère au sujet de leurs installations électriques.

« *Les usines de Piombino de la Société Ilva.* — Ces usines, admirablement situées au centre d'un riche domaine de minerai de fer, dont la première exploitation remonte entre le XIe et VIe siècle avant notre ère, occupent une superficie de deux kilomètres carrés environ, dont 140 000 m² sont couverts de bâtiments (usines, bureaux, etc.) Un matériel très moderne équipe ces usines. Les fours électriques sont destinés à fabriquer les ferro-alliages. Ils sont au nombre de trois d'une puissance totale de 3 000 ch.

» L'usine à ferro-alliage actuellement destinée à la fabrication du ferro-manganèse est alimentée par le courant de nuit, obtenu à tarif réduit, de la Société d'Electricité Marammana. Le laboratoire de ces usines comprend aussi de petits fours électriques pour les essais physiques et mécaniques de l'acier et de ses alliages.

» *Societa italiana Ansaldo.* — Les usines de cette société, situées à Cornigliano, Ligure et dont les bâtiments couvrent une superficie de près de 200 000 m², comprennent dans la division aciérie : 2 fours électriques de 6 t, 2 fours électriques de 3 t et un de 0,5 t. Ces fours produisent de l'acier destiné à la fonderie et des aciers spéciaux, aciers rapides à outils, etc.

» Je signalerai en passant le département « Oxygène-Hydrogène », qui comprend cinq batteries électrolytiques du type multicellulaire avec diaphragmes métalliques. La production mensuelle est de 24 000 m³ d'oxygène et de 8 000 m³ d'hydrogène.

» *Societa italiana Esnesto Breda.* — Les usines de cette société, situées à Sesto San Giovani, à 7 km de Milan, comprennent entre autres six fours Héroult d'une capacité de 15 t chacun, situés sous un hall de 40 m de largeur et 136 m de long, prévu pour être allongé jusqu'à 400 m. Ces fours sont desservis par deux ponts roulants de 50 t, deux de 10 t et deux autres affectés au chargement des fours.

» La préparation des matériaux réfractaires se fait dans un hall avoisinant.

» La fonderie d'acier est un bâtiment de 120 m × 60 m, qui comporte deux fours électriques Stassano de 2 t et un four Héroult transformé, de 4 t de capacité. Le laboratoire renferme également des fours de fusion pour les expériences et essais à effectuer.

» *Usines F. I. A. T.* — J'insisterai plus particulièrement sur cette visite, car j'estime qu'en dehors de toute autre considération sur les diverses installations de cette société, la partie concernant l'électro-métallurgie est absolument remarquable et digne que l'on s'y arrête. Cette société (Fabricca italiana Automobili Torino) fut fondée en 1899 seulement et son évolution fut prodigieuse. Elle comprend actuellement des exploitations minières, des aciéries, des fonderies, des ateliers de construction, des laboratoires, des pistes d'essai dont l'une constitue précisément la toiture des usines de Lingotto. Le personnel que nécessite la marche de toutes ces branches dépasse 20 000 hommes.

» Les aciéries F. I. A. T. sont équipées avec des fours électriques Fiat pouvant produire des moulages d'acier pesant jusqu'à 30 t, et ayant une capacité annuelle de 10 000 t.

» En ce moment, on monte aux usines d'Avigliana, où l'on exploite précisément le minerai de fer de Traversella et Champ de Praz, plusieurs fours électriques Fiat.

» A Turin, l'aciérie comprend quatre fours de ce type contrôlés par des régulateurs automatiques fonctionnant convenablement. Mais ce qui frappe le plus dans les usines de cette importante société, ce sont la disposition et l'équipement de la fonderie électrique près de Turin. C'est assurément ce qu'il existe de plus vaste et de plus moderne dans le genre, en Europe pour le moins.

» De l'extérieur, l'ensemble de ces bâtiments, tout en ciment armé, est assez harmonieux et quand on pénètre à l'intérieur on est impressionné par les dimensions de ces constructions. Le hall principal, pour ne pas dire la nef centrale, mesure environ 18 m de largeur, 20 m de hauteur et 180 m de longueur. Elle est desservie par trois ponts roulants de 15 à 20 t situés à 12,50 m du sol. Six fours électriques sont installés dans ce hall.

» Le bâtiment destiné aux petits et moyens moulages est disposé transversalement au corps principal dont je viens de parler, et est divisé en quatorze baies de 6 à 10 m de largeur et de 65 m de long. Chaque baie secondaire est munie d'un pont roulant électrique de 5 à 10 t, placé à une hauteur de 6 à 8 m. Les rails de ces ponts roulants vont jusqu'au hall principal, ce qui permet de venir y chercher l'acier contenu dans d'autres poches circulant à un niveau supérieur.

» *Societa Acciaieri e Ferriere Lombarde.* — Cette société possède huit usines situées dans la Lombardie : à Milan, Sesto S. Giovanni, Vobarno, Dongo et Arcore, où sont occupés plus de 5000 ouvriers. Elle a fait installer de puissantes usines hydroélectriques sur divers points afin d'assurer son alimentation en courant.

» A Sesto Giovanni, l'usine n° 1 comprend une aciérie électrique où fonctionnent cinq fours Héroult de 15 t chacun. L'un des derniers a été récemment modifié suivant une conception spéciale à la société. On peut visiter également une importante fonderie d'acier et de bronze équipée avec des fours électriques de 3 t, dessinés et construits par la société. »

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société des Forces motrices du Refrain.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 OCTOBRE 1923.

L'exercice 1922-1923 est, au point de vue hydraulique, le meilleur de tous, depuis la mise en route de l'usine du Refrain en 1909.

La production totale d'énergie pendant l'exercice est supérieure d'environ 17 pour 100 à celle produite pendant l'année précédente, ce qui est dû à quelques nouveaux abonnés alimentés, mais surtout à la grande activité industrielle de la région desservie, plusieurs équipes de nuit ayant été créées, dans différentes usines.

La production de l'usine thermique de réserve d'Etupes est relativement faible, conséquence du bon régime hydraulique.

Contrairement aux déclarations du précédent rapport, il a été possible de s'entendre amiablement avec toutes les communes desservies pour la signature des avenants consacrant les conditions de tarification de l'énergie aux abonnés.

Le renforcement de la ligne « Refrain-Etupes » s'est poursuivi. Les travaux de Fribourg ont été achevés le 27 novembre 1922 et, depuis lors, l'énergie en provenance de ce fournisseur a été reçue au Refrain à la tension directe de son utilisation, soit 52000 v. Le remplacement des anciens fils par des câbles de 72 mm² de section chacun a été fini le 25 décembre 1922.

Les travaux de réfection du tunnel du Refrain ont commencé immédiatement après la vidange du tunnel, c'est-à-dire dès le 7 mai 1923. Les visites faites en 1922 avaient déjà suscité les plus grandes craintes et motivé l'urgence de la remise en état de cet ouvrage essentiel, mais de nouveaux éboulements très dangereux se sont produits ultérieurement à tel point que l'exploitation se serait trouvée compromise à bref délai s'il n'avait pas été procédé immédiatement à la réfection; l'eau a été remise dans le tunnel à la date du 12 août 1923.

Profitant du chômage complet de l'usine du Refrain, tout le matériel mécanique et électrique a été visité : les vannes, les turbines, leurs régulateurs, les alternateurs, les excitatrices, les transformateurs ont été contrôlés et l'occasion a été saisie pour moderniser le tableau de distribution en l'adaptant à la marche actuelle.

Un nouveau groupe de transformateurs de 3 000 kv-A a été installé à la sous-station d'Etupes pour renforcer sa capacité; le groupe dont il a pris la place a aussitôt été conduit à la sous-station de Fesches-le-Châtel, dont la puissance était devenue insuffisante.

Deux nouveaux postes de transformation à Héricourt et à Chevret sont définitivement en service.

Un poste de transformation supplémentaire a également été construit à Berne-Seloncourt.

La commune de Fournet-Blancheroche reçoit le courant depuis le 3 décembre 1922.

Aucun changement sérieux n'est à signaler dans l'état des abonnements au cours de l'exercice 1922-1923. Par contre, des tractations se poursuivent avec les communes de Lebetain et de Réchésy, avec les syndicats de Saulnot et d'Echenans et avec les services agricole et du génie rural du territoire de Belfort, en vue de la distribution de l'énergie, dans un avenir prochain, à toutes les communes rurales du secteur de la société non encore électrifiées.

Le bénéfice de l'exercice ressort à 1014592,85 fr. sur lesquels il faut prélever 1/20 pour le fonds de réserve légale, un dividende de 5 pour 100 aux actions et 48000 fr pour le fonds d'amortissement du capital actions.

Il reste 515863,20 fr sur lesquels il revient au Conseil d'administration 10 pour 100.

Au solde, il faut ajouter le reliquat de l'exercice 1921-1922, de 39378,65 fr, ce qui donne 503655,55 fr sur lesquels il est versé un superdividende de 1 pour 100 aux actions, et 400000 fr au fonds de réserve spécial à la disposition des actionnaires.

Le report à nouveau est de 23655,55 fr.

Le dividende de l'exercice est donc de 6 pour 100, soit 30 fr brut par action; il faut en déduire les impôts prévus par les lois de finances, et en ce qui concerne les actions au porteur, la taxe de transmission avancée par la société pour le compte des actionnaires depuis le 1er juillet 1919; le dividende net est donc de :

27 fr pour les actions nominatives;

15,426 fr pour les actions au porteur, payable contre la remise du coupon n° 12 ou contre estampillage des titres nominatifs à partir du 1er novembre 1923.

BILAN AU 30 JUIN 1923.

Actif.

	fr
Immeubles	2 257 962,85
Travaux d'art	1 969 485,65
Travaux mécaniques	576 452,25
Travaux électriques	10 096 027,65
Compteurs	163 290,55
Station de réserve	4 157 191,65
Outillage	1 »
Appareils de mesure	1 »
Mobilier	1 »
Débiteurs	927 904,35
Marchandises générales	572 799,40
Portefeuille des titres	390 903,95
Portefeuille des effets	1 355 657,25
Frais d'émission de l'emprunt 1922 moins amortissement de l'exercice 1922-1923	342 000 »
Frais d'études de la nouvelle prise d'eau	200 000 »
Espèces en caisse	120 »
Dépôt en banque	557 851,85
Dépôts en banque bloqués	76 961,80
	23 644 612,10

Passif.

	fr
16 000 actions à 500 fr	8 000 000 »
6747 obligations à 500 fr	3 373 500 »
Emprunt suisse 1922	4 377 669,50
Fonds d'amortissement du capital actions	464 087,55
Fonds d'amortissement de l'emprunt suisse 1922	122 330,50
Fonds d'amortissement obligations 4,5 pour 100	626 500 »
Fonds de renouvellement	2 078 122 »
Fonds de réserve légale	361 271,50
Fonds de prévoyance	45 000 »
Provision : amortissement station de réserve	1 175 000 »
Fonds d'amortissement spécial des travaux d'art	500 000 »
Fonds de réserve spéciale	350 000 »
Compte d'agio	134 020,05
Obligations sorties au tirage, non remboursées	16 500 »
A reporter	21,625 210 10

teignait 74 000 t. En 1920, on comptait 20 fours électriques produisant de la fonte synthétique et 96 fours à acier de différents types. En 1921, qui fut une année de crise pour la métallurgie, il fut néanmoins fabriqué 140 000 t d'acier. En 1922, l'industrie sidérurgique dispose de 113 fours électriques de grande et moyenne capacité et 60 fours de moindres dimensions pouvant fournir 400 000 t par an, mais qui ne purent fonctionner qu'une partie de l'année, quand il y avait abondance d'énergie hydraulique. Le rapport de M. Falck mentionne aussi les grandes installations entreprises fin 1921 par la Societa Ansaldo, à Aosta, pour le traitement électrique des riches minerais de fer de Cogne, permettant ainsi de fabriquer à partir de 1922 un fer de qualité comparable à ceux de Suède.

Le rapport sur l'*Emploi de petits convertisseurs pour la production de gros moulages en acier*, dû à M. C. Vanzetti, signale la tendance actuelle à substituer peu à peu le four électrique au four à creuset pour la fonte des produits spéciaux. Une fonderie traitant 200 à 600 t par mois peut fonctionner avec trois fours électriques de 2 à 3 t chacun, l'un de ces fours étant en réserve; elle peut ainsi produire des moulages d'un poids brut de 5 à 7 t.

Un autre rapport est analysé par notre confrère : il est intitulé : *L'efficacité relative de l'hydrogène sec et de l'hydrogène humide dans la décarburation de l'acier à 950° C et l'influence de l'hydrogène sur la teneur en phosphore* et a été présenté par MM. E.-D. Campbell, J.-F Ross et W.-L. Fink. Il n'a d'autre relation avec le sujet qui nous occupe qu'en ce que, dans leurs recherches, les auteurs se sont servis d'un four électrique.

3. — En ce qui concerne les usines sidérurgiques visitées par les congressistes, voici ce qu'écrit notre confrère au sujet de leurs installations électriques.

« *Les usines de Piombino de la Société Ilva.* — Ces usines, admirablement situées au centre d'un riche domaine de minerai de fer, dont la première exploitation remonte entre le XIe et VIe siècle avant notre ère, occupent une superficie de deux kilomètres carrés environ, dont 140 000 m² sont couverts de bâtiments (usines, bureaux, etc.) Un matériel très moderne équipe ces usines. Les fours électriques sont destinés à fabriquer les ferro-alliages. Ils sont au nombre de trois d'une puissance totale de 3 000 ch.

» L'usine à ferro-alliage actuellement destinée à la fabrication du ferro-manganèse est alimentée par le courant de nuit, obtenu à tarif réduit, de la Société d'Electricité Marammana. Le laboratoire de ces usines comprend aussi de petits fours électriques pour les essais physiques et mécaniques de l'acier et de ses alliages.

» *Societa italiana Ansaldo.* — Les usines de cette société, situées à Cornigliano, Ligure et dont les bâtiments couvrent une superficie de près de 200 000 m², comprennent dans la division aciérie : 2 fours électriques de 6 t, 2 fours électriques de 3 t et un de 0,5 t. Ces fours produisent de l'acier destiné à la fonderie et des aciers spéciaux, aciers rapides à outils, etc.

» Je signalerai en passant le département « Oxygène-Hydrogène », qui comprend cinq batteries électrolytiques du type multicellulaire avec diaphragmes métalliques. La production mensuelle est de 24 000 m³ d'oxygène et de 8 000 m³ d'hydrogène.

» *Societa italiana Esnesto Breda.* — Les usines de cette société, situées à Sesto San Giovani, à 7 km de Milan, comprennent entre autres six fours Héroult d'une capacité de 15 t chacun, situés sous un hall de 40 m de largeur et 136 m de long, prévu pour être allongé jusqu'à 400 m. Ces fours sont desservis par deux ponts roulants de 50 t, deux de 10 t et deux autres affectés au chargement des fours.

» La préparation des matériaux réfractaires se fait dans un hall avoisinant.

» La fonderie d'acier est un bâtiment de 120 m × 60 m, qui comporte deux fours électriques Stassano de 2 t et un four Héroult transformé, de 4 t de capacité. Le laboratoire renferme également des fours de fusion pour les expériences et essais à effectuer.

» *Usines F. I. A. T.* — J'insisterai plus particulièrement sur cette visite, car j'estime qu'en dehors de toute autre considération sur les diverses installations de cette société, la partie concernant l'électro-métallurgie est absolument remarquable et digne que l'on s'y arrête. Cette société (Fabricca italiana Automobili Torino) fut fondée en 1899 seulement et son évolution fut prodigieuse. Elle comprend actuellement des exploitations minières, des aciéries, des fonderies, des ateliers de construction, des laboratoires, des pistes d'essai dont l'une constitue précisément la toiture des usines de Lingotto. Le personnel que nécessite la marche de toutes ces branches dépasse 20 000 hommes.

» Les aciéries F. I. A. T. sont équipées avec des fours électriques Fiat pouvant produire des moulages d'acier pesant jusqu'à 30 t, et ayant une capacité annuelle de 10 000 t.

» En ce moment, on monte aux usines d'Avigliana, où l'on exploite précisément le minerai de fer de Traversella et Champ de Praz, plusieurs fours électriques Fiat.

» A Turin, l'aciérie comprend quatre fours de ce type contrôlés par des régulateurs automatiques fonctionnant convenablement. Mais ce qui frappe le plus dans les usines de cette importante société, ce sont la disposition et l'équipement de la fonderie électrique près de Turin. C'est assurément ce qu'il existe de plus vaste et de plus moderne dans le genre, en Europe pour le moins.

» De l'extérieur, l'ensemble de ces bâtiments, tout en ciment armé, est assez harmonieux et quand on pénètre à l'intérieur on est impressionné par les dimensions de ces constructions. Le hall principal, pour ne pas dire la nef centrale, mesure environ 18 m de largeur, 20 m de hauteur et 180 m de longueur. Elle est desservie par trois ponts roulants de 15 à 20 t situés à 12,50 m du sol. Six fours électriques sont installés dans ce hall.

» Le bâtiment destiné aux petits et moyens moulages est disposé transversalement au corps principal dont je viens de parler, et est divisé en quatorze baies de 6 à 10 m de largeur et de 65 m de long. Chaque baie secondaire est munie d'un pont roulant électrique de 5 à 10 t, placé à une hauteur de 6 à 8 m. Les rails de ces ponts roulants vont jusqu'au hall principal, ce qui permet de venir y chercher l'acier contenu dans d'autres poches circulant à un niveau supérieur.

» *Societa Acciaieri e Ferriere Lombarde.* — Cette société possède huit usines situées dans la Lombardie : à Milan, Sesto S. Giovanni, Vobarno, Dongo et Arcore, où sont occupés plus de 5 000 ouvriers. Elle a fait installer de puissantes usines hydroélectriques sur divers points afin d'assurer son alimentation en courant.

» A Sesto Giovanni, l'usine n° 1 comprend une aciérie électrique où fonctionnent cinq fours Héroult de 15 t chacun. L'un des derniers a été récemment modifié suivant une conception spéciale à la société. On peut visiter également une importante fonderie d'acier et de bronze équipée avec des fours électriques de 3 t, dessinés et construits par la société. »

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société des Forces motrices du Refrain.

Assemblée générale ordinaire du 30 octobre 1923.

L'exercice 1922-1923 est, au point de vue hydraulique, le meilleur de tous, depuis la mise en route de l'usine du Refrain en 1909.

La production totale d'énergie pendant l'exercice est supérieure d'environ 17 pour 100 à celle produite pendant l'année précédente, ce qui est dû à quelques nouveaux abonnés alimentés, mais surtout à la grande activité industrielle de la région desservie, plusieurs équipes de nuit ayant été créées, dans différentes usines.

La production de l'usine thermique de réserve d'Etupes est relativement faible, conséquence du bon régime hydraulique.

Contrairement aux déclarations du précédent rapport, il a été possible de s'entendre amiablement avec toutes les communes desservies pour la signature des avenants consacrant les conditions de tarification de l'énergie aux abonnés.

Le renforcement de la ligne « Refrain-Etupes » s'est poursuivi. Les travaux de Fribourg ont été achevés le 27 novembre 1922 et, depuis lors, l'énergie en provenance de ce fournisseur a été reçue au Refrain à la tension directe de son utilisation, soit 52000 v. Le remplacement des anciens fils par des câbles de 72 mm² de section chacun a été fini le 25 décembre 1922.

Les travaux de réfection du tunnel du Refrain ont commencé immédiatement après la vidange du tunnel, c'est-à-dire dès le 7 mai 1923. Les visites faites en 1922 avaient déjà suscité les plus grandes craintes et motivé l'urgence de la remise en état de cet ouvrage essentiel, mais de nouveaux éboulements très dangereux se sont produits ultérieurement à tel point que l'exploitation se serait trouvée compromise à bref délai s'il n'avait pas été procédé immédiatement à la réfection; l'eau a été remise dans le tunnel à la date du 12 août 1923.

Profitant du chômage complet de l'usine du Refrain, tout le matériel mécanique et électrique a été visité : les vannes, les turbines, leurs régulateurs, les alternateurs, les excitatrices, les transformateurs ont été contrôlés et l'occasion a été saisie pour moderniser le tableau de distribution en l'adaptant à la marche actuelle.

Un nouveau groupe de transformateurs de 3000 kv-A a été installé à la sous-station d'Etupes pour renforcer sa capacité; le groupe dont il a pris la place a aussitôt été conduit à la sous-station de Fesches-le-Châtel, dont la puissance était devenue insuffisante.

Deux nouveaux postes de transformation à Héricourt et à Chevret sont définitivement en service.

Un poste de transformation supplémentaire a également été construit à Berne-Seloncourt.

La commune de Fournet-Blancheroche reçoit le courant depuis le 3 décembre 1922.

Aucun changement sérieux n'est à signaler dans l'état des abonnements au cours de l'exercice 1922-1923. Par contre, des tractations se poursuivent avec les communes de Lebetain et de Rechésy, avec les syndicats de Saulnot et d'Echenans et avec les services agricole et du génie rural du territoire de Belfort, en vue de la distribution de l'énergie, dans un avenir prochain, à toutes les communes rurales du secteur de la société non encore électrifiées.

Le bénéfice de l'exercice ressort à 1014592,85 fr, sur lesquels il faut prélever 1/20 pour le fonds de réserve légale, un dividende de 5 pour 100 aux actions et 48000 fr pour le fonds d'amortissement du capital actions.

Il reste 515863,20 fr sur lesquels il revient au Conseil d'administration 10 pour 100.

Au solde, il faut ajouter le reliquat de l'exercice 1921-1922, de 39378,65 fr, ce qui donne 503655,55 fr sur lesquels il est versé un superdividende de 1 pour 100 aux actions, et 400000 fr au fonds de réserve spécial à la disposition des actionnaires.

Le report à nouveau est de 23655,55 fr.

Le dividende de l'exercice est donc de 6 pour 100, soit 30 fr brut par action; il faut en déduire les impôts prévus par les lois de finances, et en ce qui concerne les actions au porteur, la taxe de transmission avancée par la société pour le compte des actionnaires depuis le 1er juillet 1919; le dividende net est donc de :

27 fr pour les actions nominatives;

15,426 fr pour les actions au porteur, payable contre la remise du coupon n° 12 ou contre estampillage des titres nominatifs à partir du 1er novembre 1923.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

	fr
Immeubles	2 257 962,85
Travaux d'art	1 969 485,65
Travaux mécaniques	576 452,25
Travaux électriques	10 096 027,65
Compteurs	163 290,55
Station de réserve	4 157 191,65
Outillage	1 »
Appareils de mesure	1 »
Mobilier	1 »
Débiteurs	927 904,35
Marchandises générales	572 799,40
Portefeuille des titres	390 903,95
Portefeuille des effets	1 355 657,25
Frais d'émission de l'emprunt 1922 moins amortissement de l'exercice 1922-1923	342 000 »
Frais d'études de la nouvelle prise d'eau	200 000 »
Espèces en caisse	120 »
Dépôt en banque	557 851,85
Dépôts en banque bloqués	76 961,80
	23 644 612,10

Passif.

	fr
16 000 actions à 500 fr	8 000 000 »
6747 obligations à 500 fr	3 373 500 »
Emprunt suisse 1922	4 377 669,50
Fonds d'amortissement du capital actions	464 087,55
Fonds d'amortissement de l'emprunt suisse 1922	122 330,50
Fonds d'amortissement obligations 4,5 pour 100	626 500 »
Fonds de renouvellement	2 078 422 »
Fonds de réserve légale	361 271,50
Fonds de prévoyance	45 000 »
Provision : amortissement station de réserve	1 175 000 »
Fonds d'amortissement spécial des travaux d'art	500 000 »
Fonds de réserve spéciale	350 000 »
Compte d'agio	134 929,05
Obligations sorties au tirage, non remboursées	16 500 »
A reporter	21,625 210 10

Report....	21 625 210,10
Coupons non encaissés	81 337,50
Créanciers	881 658 »
Dividendes non encaissés	2 435 »
Reliquat de l'exercice 1911-1922	39 378,65
Profits et pertes	1 014 592,85
	23 644 612,10

Société d'Applications industrielles.

Assemblée générale ordinaire du 30 novembre 1923.

Pendant l'exercice 1922-1923, conformément aux décisions de l'assemblée générale extraordinaire du 26 janvier 1923, le capital a été ramené de 20000000 fr à 16000000 fr, par échange d'une action de 250 fr contre deux actions de 100 fr. Cette opération a été la conséquence de la liquidation de la dette en francs suisses et a permis d'amortir en une seule fois les pertes qui en résultaient.

Dans la même assemblée, le Conseil a été autorisé à augmenter le capital social en une ou plusieurs fois de 14000000 fr, pour le porter jusqu'à 30000000 fr.

Il compte procéder très prochainement à une première augmentation de 8000000 fr.

Les sociétés de production et de distribution d'énergie électrique dans lesquelles la société est intéressée ont continué à se développer au cours de l'exercice et beaucoup d'entre elles ont pu augmenter leurs répartitions.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Voir le compte rendu dans la « R. G. E. » du 31 mars 1923, t. XIII, p. 553.

Société des Forces motrices de la Truyère. — Les travaux d'aménagement des chutes de la Truyère n'ont pas encore été repris.

Société des Forces motrices de la Loue. — Voir « R. G. E. » du 24 mars 1923, t. XIII, p. 500.

Société de la Haute-Isère. — Les travaux se poursuivent activement et l'usine doit être mise en marche au printemps prochain.

Union hydroélectrique armoricaine. — Cette société a été constituée récemment avec la participation financière de l'État et des départements pour aménager en Bretagne, sur le Blavet, une importante chute d'eau, ayant pour but d'alimenter en énergie hydraulique les principales villes de la Bretagne et d'assurer la liaison des usines thermiques qui s'y trouvent actuellement et, ultérieurement, des usines marémotrices.

Société d'Électricité de Caen. — Voir « R. G. E. » du 15 mai 1923, t. XIII, p. 842.

Énergie électrique du Nord de la France. — Voir « R. G. E. » du 6 octobre 1923, t. XIV, p. 517.

Est-Électrique. — Par suite des arrangements conclus avec ses créanciers suisses, l'Est-Électrique a augmenté son capital et l'a porté de 3000000 fr à 6000000 fr par la création de 3000000 fr d'actions de priorité 6 pour 100. Le bénéfice de l'exercice 1922, qui s'élevait à 1597944 fr, a été entièrement consacré à des amortissements.

Union d'Électricité. — Voir « R. G. E. » du 8 septembre 1923, t. XIV, p. 339.

Est-Lumière. — Cette société a continué de fonctionner sous le régime des avenants provisoires conclus en 1921. Une entente est intervenue dans le cours de l'été entre tous les secteurs de la banlieue, et la Conférence intercommunale des Communes de la banlieue de la Seine. Pour l'exercice de dix-huit mois qui se terminait le 31 décembre 1922, la société a pu reprendre la distribution des dividendes suspendus depuis l'exercice 1913-1914; il a été distribué aux deux catégories d'actions un dividende de 10 pour 100.

Société andelysienne d'Électricité. — Cette société est entrée dans la période productive, et a pu distribuer un premier dividende de 6 pour 100 pour l'exercice 1922.

Société industrielle de Gaz et d'Électricité. — L'augmentation des bénéfices a permis de porter le dividende de 6 à 7 pour 100 pour l'exercice 1922-1923.

Gaz et Électricité de Constantinople. — La participation syndicale de la société dans le groupement des affaires de Constantinople a été transformée en actions de la Société Tramways et Électricité de Constantinople dont l'exploitation s'est sensiblement améliorée.

Compagnie des Chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne. — Les difficultés que cette société a rencontrées pour l'exploitation de son réseau de tramways n'ont pas encore permis la reprise des dividendes.

Trazione ed Imprese Elettriche. — Des négociations sont en cours pour l'assainissement de la situation de cette société comportant notamment la réduction du capital social et une réduction du montant des créances.

Compagnie d'Électricité et du Chemin de fer électrique de Munster à la Schlucht. — Le règlement des dommages de guerre du réseau électrique est terminé et l'exploitation continue à se développer. Cette société envisage la réorganisation financière de son entreprise. En ce qui concerne le chemin de fer de la Schlucht, aucune décision n'a encore été prise par l'Administration.

Établissements Gaiffe-Gallot et Pilon. — Voir « R. G. E. » du 28 août 1923, t. XIV, p. 271.

Les recettes totales de l'exercice se sont élevées à 3414521,76 fr, en augmentation de 802745,19 fr sur celles de l'exercice 1921-1922.

Il y a lieu d'en déduire : les intérêts des obligations, 123676 fr; les frais généraux et impôts sur les obligations, 233400,44 fr; les intérêts et divers, 1304309,95 fr.

Le produit de l'exercice s'élève à 1753135,37 fr sur lequel il y a lieu d'amortir les frais de prorogation et de réduction du capital, soit 217362,50 fr.

Le bénéfice net de 1535772,87 se répartit comme il suit : 5 pour 100 à la réserve légale; un premier dividende de 5 pour 100 aux actions; 10 pour 100 du reste aux tantièmes statutaires.

Le solde est de 593085,80 fr, auquel s'ajoutent les profits et pertes reportés de 99725,89 fr, soit un total de 692811,69 fr.

Il est réparti un dividende supplémentaire de 3 pour 100.

Le report à nouveau est de 212811,69 fr.

Le dividende est payable, depuis le 1er décembre 1923, à raison de 7,55 fr par action nominative et 5,62 fr par action au porteur.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

		fr
Caisse et disponibilités		211 627,20
Coupons à encaisser		331 633,25
Débiteurs divers		4 192 945,46
Portefeuille	27 049 876 »	
A déduire :		
Titres à libérer (versements non appelés)	3 913 275 »	
		23 136 601 »
Participations syndicales et commandite		406 730,75
Loyer d'avance et cautionnements		7 715 »
Impôts de finances à recouvrer		295 228 »
Mobilier		1 »
Frais de prorogation de la durée de la société et de réduction du capital		217 362,50
Compte d'ordre		200 000 »
Débiteur par aval		10 000 000 »
		38 999 234,16

Passif.

	fr
Capital	16 000 000 »
Réserve légale	182 673,01
Obligations 4,25 pour 100	2 845 500 »
Créanciers divers	7 878 321,80
Coupons à payer	39 928,09
Profits et pertes reportés	99 725,89
Bénéfices de l'exercice 1922-1923	1 753 135,37
Compte d'ordre	200 000 »
Compte d'aval	10 000 000 »
	38 999 234,16

SECTION DE LÉGISLATION

La représentation de l'État dans les sociétés auxquelles il contribue

(Décret du 18 octobre 1923).

Le décret du 18 octobre 1923 a créé, dans le monde des affaires, un mouvement de curiosité ; le nombre des lecteurs de la loi du 16 octobre 1919 est assez restreint et l'annonce qu'elle contient, au sujet de la coopération financière de l'État dans certaines sociétés industrielles, avait passé inaperçue. Au contraire, le décret qui réglemente cette intervention, paraît avoir une portée générale : il est inintelligible si l'on ne connaît pas à fond le rôle que, d'après la loi du 16 octobre 1919, l'État peut jouer dans les sociétés hydrauliques. C'est à la définition de ce rôle que cet article est consacré.

I. Introduction. — L'État donne des fonds à une société anonyme; il possède des titres, actions ou obligations ; certains de ses fonctionnaires deviennent membres d'un conseil d'administration et l'y représentent, sans cesser de ressembler aux autres administrateurs qui ont engagé leurs ressources pécuniaires dans la société... Si certains jurisconsultes célèbres qui, il y a trente ans, étaient considérés comme les porte-parole du droit administratif pouvaient lire les quatre lignes ci-dessus, ils se croiraient victimes d'une mystification.

Le décret du 18 octobre 1923, qui a paru le 19 au « Journal officiel », porte le titre suivant : « Règlement d'administration publique pour l'exécution de l'article 28 de la loi du 16 octobre 1919 et fixant les conditions de la représentation de l'État dans les sociétés auxquelles il contribue financièrement sous forme d'avance ou de subvention dans les conditions prévues à cette loi ».

Vouloir comprendre le décret, sans être bien fixé sur la loi, c'est vouloir dégager l'inconnue avant d'avoir procédé à la mise en équation.

Aussi, plusieurs ingénieurs et industriels ont-ils recouru à l'article 28 que cite le titre du décret : ils l'ont lu tout entier et c'est regrettable, car ils ont été effrayés de sa longueur, alors qu'il leur suffisait de s'arrêter à la première ligne : « des règlements d'administration publique détermineront les conditions d'application de la présente loi. »

Toutes les difficultés d'application sont donc pratiquement destinées à être éclaircies... par un règlement ; et, aujourd'hui, une difficulté assez grave se présente : l'État devant être représenté dans le conseil d'administration, comment procéder à cette « représentation »? Mais avant de nous demander comment l'État sera *représenté*, il est bon et même indispensable de se demander à quels titres divers, d'après la loi du 16 octobre 1919, il doit coopérer à une société hydraulique.

II. Principes contenus dans l'article 7. — Renvoi à l'article 10. — La contribution financière de l'État est tout d'abord prévue par l'article 7 de la loi ; en voici les premières lignes: une contribution de l'État peut être allouée sous forme d'avance ou de subvention aux concessionnaires d'entreprises dont l'objet principal est la fourniture d'énergie à des services publics, ou intéressant la défense nationale, ainsi qu'à ceux qui prennent à leur charge des travaux d'aménagement susceptibles d'améliorer le régime du cours d'eau.

Il suffit donc, d'après la loi, qu'il existe un intérêt général ou régional à réaliser une production de courant, pour que l'État puisse légalement intervenir pécuniairement, alors même qu'aucune œuvre de régularisation ne serait accomplie. Sans doute, suivant avis émis à plusieurs reprises par le Comité consultatif, on réserve les faveurs financières de l'État aux œuvres d'amélioration d'un régime fluvial : cela s'explique par certaines tendances actuelles ; mais il n'en est pas moins vrai — la loi en mains — que si, dans une rivière déjà régularisée, il s'agissait de créer une usine, pour amener dans une région le bien-être et l'industrie, les largesses de l'État pourraient se manifester.

Mais il est une autre remarque bien plus intéressante : l'avant-dernier alinéa de l'article 7 prévoyant une contribution de l'État et la rémunération de celui-ci, envisage deux modes : ou bien il est fait une « avance » pure et simple, et l'acte de concession en fixe le remboursement ; ou bien cette avance emprunte une des formes en usage dans les sociétés, actions, obligations, et alors l'acte de concession doit fixer les modalités prévues sous les lettres *c*, *d*, *e*, *f*, du paragraphe 8 de l'article *10* : c'est en effet dans l'article *10*

que l'on trouve les clauses à insérer au cahier des charges, et le paragraphe *8°* de cet article énumère les combinaisons ouvertes à une coopération financière de l'Etat.

De la première partie : « avance proprement dite et remboursée » nous n'avons rien à dire. Pour en trouver un exemple, on peut se référer à la célèbre affaire d'Eguzon sur la Creuse qui, en juin 1917, avait sollicité de l'Etat une redevance de 7 millions de francs, dont 2 millions de francs à fonds perdus, et 5 à titre remboursable (remboursement un peu hypothétique prévu le 21 juin 1917 par une redevance de 0,003 fr par kilowatt-heure). (Voir décret du 5 juin 1917, le *Journal officiel*, du 9 juin 1917 et *Bulletin du Syndicat des Forces hydrauliques*, n° 207, année 1917.)

Quand la concession a été régularisée définitivement par le décret du 24 septembre 1922 (*Journal officiel*, 3 octobre et *Bulletin du Syndicat des Forces hydrauliques*, n° 384, année 1922), le règlement de cet emprunt est venu en première ligne : il a été fait sous la forme bien connue, tout à fait normale, d'un règlement administratif : amortissement en *huit* années, au moyen d'une annuité, sans préjudice d'intérêt calculé à 5,75 pour 100. Cette méthode convient aux opérations dans lesquelles l'Etat désire être rapidement remboursé ; il n'entend être qu'un créancier ordinaire, et non pas un porteur de titres d'obligations : aussi, nous ne nous occuperons plus de cette méthode.

Il n'en est pas de même de la dernière partie de l'article 7 : modalités prévues par les paragraphes *c, d, e, f, du 8°* de l'article *10* (¹).

Pour parler d'une façon plus explicite, il suffit de constater que ce groupe de quatre lettres nous donne les combinaisons diverses par lesquelles l'Etat peut affirmer sa collaboration en acceptant sa rémunération au moyen de titres de la société.

III. L'Etat créancier obligataire. — C'est l'hypothèse la plus simple : elle est inscrite sous la lettre *d*.

« Lorsque l'Etat contribuera sous forme d'avance à l'aménagement de chutes d'eau dans les conditions prévues à l'article 7, le cahier des charges inscrira le montant des obligations qui pourront lui être attribuées en proportion de sa contribution ». L'Etat fait un prêt, il lui donne la forme soumise au remboursement ralenti par le tirage annuel qui doit avoir lieu jusqu'à complet amortissement, généralement une trentaine d'années. Les concurrences ne sont pas défendues : on peut les prévoir ou les interdire.

IV. L'Etat actionnaire. — L'hypothèse de l'Etat actionnaire est plus compliquée, car l'action a plusieurs formes : celle *d'apport* si les statuts constatent qu'un bien quelconque est mis en commun par un propriétaire, qui s'en dessaisit pour le profit de l'être social. Cette forme d'action est soumise aux règles bien connues de vérification (avec rapport d'un commissaire) par deux assemblées comprenant la moitié au moins du capital en numéraire, et une majorité comportant le quart du capital numéraire, et le quart des associés ayant le droit de vote.

L'Etat peut être actionnaire apporteur : c'est l'hypothèse prévue par la lettre *c* : le cahier déterminera « le montant des actions d'apport entièrement libérées qui pourront être attribuées à l'Etat en quantités variables, notamment selon la classification du cours d'eau dont dépend la chute concédée, la puissance et la destination de l'usine ». On peut parfaitement concevoir que l'Etat apporte à une société une usine, un canal, un barrage, une série d'améliorations industrielles faites sur un cours d'eau. En ce qui nous concerne, nous ne connaissons à ce jour qu'un apport fait par l'Etat à une concession, qui n'est pas hydraulique, mais électrique.

C'est celle qui a été donnée à la Société de Transport d'Energie électrique du Nord, par décret du 28 mars 1923 : l'Etat apporte une série d'appareils estimés à 80 000 fr et reçoit 80 actions d'apport de 1 000 fr chacune (*Journal officiel*, 7 avril 1923 et *Bulletin du syndicat des Forces hydrauliques* n° 413). En matière hydraulique, on peut citer une affaire dans laquelle l'Etat, sans être un apporteur direct, est cependant, par voie de cession, devenu propriétaire d'actions de cette nature ; c'est la chute d'Eguzon concédée le 24 septembre 1922 (*Bulletin du Syndicat des Forces hydrauliques*, n° 384, année 1922); la convention mentionne le transfert à l'Etat d'un certain nombre d'actions d'apport que la société concessionnaire a reçues d'une société qui, la première, avait demandé la concession (¹).

On peut aussi devenir actionnaire *par souscription*, situation que l'on appelle encore l'apport en deniers par opposition à l'apport en biens; on est alors soumis à toutes les règles sur le versement du quart, sur la négociabilité, etc. L'Etat peut être évidemment souscripteur, car, sous la lettre *f*, le paragraphe 8 le prévoit expressément : « lorsque l'Etat souscrira une partie du capital social, le cahier des charges déterminera le montant des actions de premier rang dites privilégiées qui lui seront remises en représentation de sa participa-

(¹) Nous corrigeons ainsi une des innombrables fautes d'impression de la loi.

(¹) Voici d'ailleurs la phrase même de la convention : « La Société Production, Transport, Distribution d'Energie devant faire remise à l'Etat, conformément à l'engagement qu'elle a pris par sa lettre du 26 mai 1921, dont ci-joint copie, de 4 000 actions à prélever sur les 17 800 actions d'apport qui lui ont été attribuées lors de la constitution de l'U. H. E. (Union hydroélectrique), cette remise aura lieu par voie de transfert régulier et de délivrance à l'Etat d'un certificat nominatif, le tout à l'expiration seulement de deux années pendant lesquelles les actions d'apport doivent rester à la souche. Les frais correspondants sont à la charge de l'Etat. Aussitôt que l'Etat aura été mis en possession des 4 000 actions qui lui sont ainsi attribuées, il sera appelé, conformément aux prescriptions de l'article 10, § 8 de la loi du 16 octobre 1919, à siéger dans le Conseil d'administration où il aura un représentant. Le mode de désignation de ce représentant ainsi que toutes autres dispositions relatives à ses attributions, seront fixés ultérieurement par un règlement d'administration publique à intervenir en exécution de l'article 28 de la même loi. »

tion ». Par ce mot « privilège », il ne faudrait pas croire que l'Etat sera mis dans une situation spéciale par rapport aux autres souscripteurs.

Cela pourrait évidemment avoir lieu; mais, ce n'est pas l'indication de la loi qui oppose le mot *privilège* de la lettre *f* aux mots *actions ordinaires ou de second rang* envisagées sous la lettre *e* comme devant être attribuées à l'Etat dans un cas particulier dont nous allons immédiatement définir le sens.

Cette définition n'est d'ailleurs pas difficile à découvrir quand on veut bien se rappeler que l'on a de tout temps demandé, aux autorités concédantes, des subventions; ce terme est pris, généralement, en un sens tout différent de celui *d'avance :* l'avance, comme nous l'avons dit, est un prêt; le terme « la subvention » est considérée comme un secours que l'autorité concédante accorde dans des conditions un peu aléatoires : le cahier type des concessions municipales, dans son article 5, nous en fournit un exemple : une commune peut donner le 4/5 du prix de revient du réseau, et stipuler en compensation une redevance par kilowatt-heure, compensation qui ne sera rémunératrice que s'il est vendu beaucoup d'énergie...; le paragraphe 8 sous la lettre *e* s'est inspiré un peu de cette idée, en permettant à l'Etat de demander, pour une subvention, des actions ordinaires ou de second rang, qui compenseront son sacrifice pécuniaire quand les privilégiées, c'est-à-dire celles de tout souscripteur de la première heure seront nanties d'un certain revenu. La lettre *e* commande en effet cet alinéa : « Lorsque l'Etat contribuera sous forme de subvention à l'aménagement de la chute d'eau dans les conditions prévues à l'article 7, le cahier des charges déterminera le montant des actions de second rang dites ordinaires qui pourront lui être attribuées ».

La concession hydraulique qui nous donne aujourd'hui l'exemple de l'Etat attributaire d'actions ordinaires est celle dite de Guerledan sur le Blavet (*Journal officiel*, 5 septembre 1923 et *Bulletin du Syndicat des Fours hydrauliques*, n° 453, année 1923); dans cette concession, l'Etat au titre hydraulique, donne une subvention de 3 millions de francs, et, au titre navigation, une autre subvention d'un million et demi. Seule la première est convertie en actions ordinaires dont voici la position dans la société :

Article 3 de la convention. — En application des articles 7 et 10 de la loi du 16 octobre 1919, une subvention se montant à la somme de 3 millions de francs est allouée à la société concessionnaire, comme contribution aux dépenses de construction du barrage régulateur. D'autre part, pour tenir compte à ladite société de l'amélioration apportée, par des travaux qui seront exécutés sur le canal de Nantes à Brest, aux conditions de la navigation sur ce canal, dans la section de Couarec à Guerledan, une subvention de 1 million et demi est allouée à la société, au titre de la navigation. Ces subventions seront versées à la société au cours de l'exécution des travaux, en trois annuités consécutives égales, à dater du décret de la concession.

« En échange de ces subventions, la société remettra à l'Etat 3 millions de francs d'actions de second rang dites actions ordinaires. Ces actions seront remises à l'Etat à chaque versement dans la proportion de la valeur des deux tiers de chacun d'eux. Les droits de ces actions dans les bénéfices sociaux sont déterminés à l'article 48 du cahier des charges, savoir :

» Les produits — déduction faite de toutes les charges et frais généraux, service des obligations, réserves et amortissements — constituent les bénéfices nets.

« Sur ces bénéfices, il est prélevé :

» 1° 5 pour 100 pour la formation d'un fonds de réserve, ce prélèvement cessant d'être obligatoire lorsque le fonds de réserve aura atteint une somme égale au dixième du capital social, mais reprenant son cours si la réserve est entamée.

» 2° La somme nécessaire pour payer aux actions de priorité un premier dividende non cumulatif de 8 pour 100; ce premier dividende sera calculé sur les sommes dont ces actions sont libérées et non amorties et au prorata du temps écoulé depuis les époques fixées pour les libérations partielles jusqu'à clôture de l'exercice.

» Sur le solde restant après ces prélèvements, il sera attribué 10 pour 100 au conseil d'administration de la société concessionnaire; ensuite, il sera réparti à raison de

90 pour 100 aux actions ordinaires ;

10 pour 100 aux actions de priorité, jusqu'à ce que, par le jeu de cette répartition, le dividende attribué aux actions ordinaires ait atteint le taux de 6 pour 100 non cumulatif, ce dividende étant calculé sur les sommes dont ces actions sont libérées et non amorties et au prorata du temps écoulé depuis les époques fixées pour les libérations partielles jusqu'à la clôture de l'exercice.

» Après que, par le jeu de la susdite répartition, le dividende attribué aux actions ordinaires aura atteint le taux de 6 pour 100, le surplus sera affecté, à concurrence du montant disponible, à un amortissement du capital social, calculé en divisant le montant du capital versé et non amorti par le nombre d'années restant à courir du 31 décembre suivant la clôture de l'exercice au 31 décembre suivant. Le prélèvement ainsi calculé sera porté à une réserve dite de reconstitution du capital, étant entendu que les intérêts résultant de l'emploi de cette réserve seront portés directement au crédit de cette réserve.

» Cette réserve sera destinée à être répartie également entre toutes les actions. L'excédent, après prélèvement de la susdite annuité, appartiendra sans distinction aux actions de priorité et aux actions ordinaires. Le surplus des bénéfices sera partagé également entre toutes les actions.

» Article 5. — Dès que l'Etat aura effectué le premier des versements que comporte son concours financier, il sera appelé, conformément aux prescriptions de l'article 10, paragraphe 8 de la loi du 16 octobre 1919, à

siéger dans le conseil d'administration, où il aura deux représentants si le nombre total des membres du conseil d'administration est compris entre 10 et 13 et 3 si ce nombre est compris entre 13 et 20 ».

Le mode de désignation de ces représentants ainsi que toutes autres dispositions relatives à leurs attributions, seront fixés ultérieurement par un règlement d'administration publique à intervenir en exécution de l'article 28 de la même loi.

Dans un délai de six mois, la Société générale d'Entreprises, concessionnaire, se substituera une société dite l'Union hydroélectrique armoricaine, dont les statuts devront être approuvés par M. le ministre des Travaux publics et ne pourront être modifiés qu'avec son approbation.

V. Remarques générales sur la loi du 16 octobre 1919. — Si l'on veut essayer de retenir et de classer, autrement que par un effort de mémoire, les différents alinéas du paragraphe 8 de l'article 10, nous croyons que l'on pourrait y arriver assez heureusement de la façon suivante :

1° Quand l'Etat est actionnaire, soit comme apporteur, soit comme souscripteur, il est immédiatement tenu de réaliser les apports de biens ou de deniers qu'il a promis : c'est à lui de savoir s'il peut faire face à cette nécessité légale ; on ne peut pas être un apporteur différé et si, comme souscripteur, on peut faire seulement le versement du quart en souscrivant, on ne saurait se soustraire aux échéances fixées par le conseil d'administration pour les autres quarts.

Au contraire, quand l'Etat accorde une subvention, il a généralement une idée opposée : celle qui consiste à ne verser qu'au fur et à mesure des disponibilités budgétaires, dans la limite des crédits : il faut donc penser que l'on se heurtera à ce désir de l'Administratton de n'avoir des actions ordinaires qu'au moment où les versements seront faits : ce qui peut paraître, au premier abord, en contradiction avec les idées reçues en matière de sociétés par actions, le capital étant réuni dès la constitution, sauf à être augmenté dans la suite, par décision de l'assemblée générale, au fur et à mesure que les besoins se manifestent. La difficulté peut être tournée de la façon suivante : toutes les conventions étant définitivement arrêtées avec l'Etat, les statuts peuvent prévoir qu'à telles époques (qui coïncideront avec la date des versements de la subvention) le capital sera augmenté de N actions ordinaires (voir statuts de la Société armoricaine art. 7).

2° Bien que dans la société deux éléments se rencontrent, l'un représentant l'Etat, l'autre représentant les actionnaires, on doit espérer qu'il n'y aura jamais qu'un seul courant dirigé dans le sens du bien de la société.

Si l'on voulait empêcher un des éléments de prendre une part prépondérante, on pourrait sans difficulté, quand l'Etat est porteur d'actions ordinaires et les autres actionnaires porteurs d'actions privilégiées, créer la limitation des droits d'une catégorie par rapport à l'autre ; c'est ce qui a été fait, pour les assemblées générales, dans les statuts de la Société armoricaine à l'article 33 ainsi conçu : « Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents ou représentés. Chacun d'eux a trois voix par action de priorité et une voix par action ordinaire, soit comme propriétaire, soit comme mandataire. Dans toutes les assemblées générales, le total des voix des actions ordinaires ne pourra, en aucun cas, dépasser la proportion de deux à trois par rapport au total des voix des actions de priorité.

Personne n'ignore que se répandent beaucoup aujourd'hui les sociétés dites à *vote plural*, c'est-à-dire avec des statuts qui attribuent à une catégorie d'actions un nombre de voix plus considérable qu'à d'autres [1].

Ce moyen a été trouvé par les praticiens des sociétés dans l'article 34 du Code de commerce qui est ainsi libellé :

« Toute société par actions peut créer des actions de priorité, jouissant de certains avantages sur les autres actions ou conférant des droits d'antériorité sur les bénéfices, soit sur l'actif social ». Et le troisième paragraphe déclare : « Sauf dispositions contraires des statuts, les actions de priorité et les autres actions ont, dans les assemblées, un droit de vote égal ». Puisque l'article dit que le droit de vote est égal pour les deux catégories d'actions, « sauf dispositions contraires des statuts », n'est-ce pas dire qu'une disposition contraire peut être stipulée?

Donc, rien ne s'oppose à ce que l'action de telle caté-

[1] Plusieurs questions se posent sur lesquelles on est loin, dans la doctrine, d'être absolument d'accord : ne doit-on pas commencer par créer des actions de priorité, c'est-à-dire jouissant, comme l'indique le premier paragraphe de l'article 34 du Code de commerce, d'un droit spécial, soit sur les bénéfices, soit sur l'actif social, soit sur les deux, sauf à leur donner ensuite un droit de vote spécial en plus, ou bien la priorité peut-elle consister dans ce droit de vote seulement ? (Voir *Journal des Sociétés*, 1923, septembre-octobre, article de M. Bourcart, p. 417.)

Un autre point est encore discuté. Sans doute, on ne saurait avoir le moindre scrupule à donner un droit de vote valant plus que le droit des autres à un actionnaire qui fait partie d'une assemblée ordinaire ou d'une assemblée constitutive : on est couvert par l'article 27 de la loi de 1867 qui déclare que tout actionnaire peut avoir le nombre de voix déterminé par les statuts, sauf la limitation à 10 pour les assemblées constitutives.

Mais, pour les assemblées de modification des statuts, ne sera-t-on pas gêné par la loi du 22 novembre 1913 qui, par une nouvelle rédaction de l'article 31 de la loi de 1867, a stipulé que chaque actionnaire doit prendre part aux délibérations avec un nombre de voix « égal » aux actions qu'il possède, sans limitation.

Quelques auteurs ont affecté de confondre le mot *égal*, avec le mot *proportionnel* ; pour eux, la phrase citée signifie que celui qui a 20 actions a 20 voix et que celui qui a 30 actions a 30 voix. D'autres font remarquer que les deux termes ne sont pas synonymes : le mot « égal » signifie qu'une action doit avoir un vote, deux actions doivent avoir deux votes : cela personne ne le conteste ; mais, si les actions considérées ont droit chacune à un vote double, est-ce défigurer le mot « égal » que de dire qu'une action a droit à un vote double, deux actions à deux votes doubles, trois actions à trois votes doubles, et ainsi de suite ?

gorie possède N voix, tandis que l'autre restera avec une voix par exemple.

VI. **Conclusions.** — Mais, toutes ces difficultés ou plutôt ces réflexions (si elles touchent de très près notre sujet) ne doivent pas cependant nous laisser perdre de vue ce que nous voulions, avant tout, mettre en lumière dans cet article.

La loi du 16 octobre 1919 prévoit que l'Etat peut être dans une société hydraulique, obligataire, actionnaire, par les apports qu'il fait, actionnaire privilégié par la souscription qu'il donne, actionnaire ordinaire par la subvention qu'il promet et verse.

Nous connaissons donc les moyens que la loi donne à l'Etat pour être « présent » dans une société; nous verrons dans un prochain article, en quels termes le décret du 18 octobre 1923 explique comment l'Etat doit être « représenté ».

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret instituant une commission chargée de l'étude du programme général de l'électrification de la France.

Voici le texte de ce décret, en date du 13 décembre 1923, ainsi que celui du rapport qui le précède, publiés au « Journal officiel » du 19 décembre, pages 11770-11771.

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

Après quelques hésitations, les applications de l'électricité ont pris, en France, un essor tel que l'on peut, d'ici à quelques années, prévoir d'énormes consommations d'énergie. Pour ne citer qu'un exemple, les quantités d'énergie électrique absorbées par la région parisienne se sont, dans l'espace d'un an, de 1922 à 1923, accrues de plus de 20 pour 100; sans atteindre partout des chiffres aussi élevés, les augmentations de consommation enregistrées dans l'ensemble du territoire marquent une progression très importante.

Il ne s'agit, d'ailleurs, pas d'un phénomène passager, mais d'un mouvement qui prendra sans doute plus d'ampleur encore; la réalisation du programme d'électrification des chemins de fer, le développement, grâce aux dispositions de la loi du 4 août 1923, de la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes, la diffusion des applications nouvelles de l'électricité, notamment en matière domestique, sont, pour ne citer que les principales, autant de causes qui contribueront, au cours des années qui vont suivre, à accentuer encore la progression actuelle de la consommation d'électricité.

Pour produire, transporter et distribuer les énormes quantités d'énergie qui vont ainsi être indispensables à bref délai, des installations nouvelles, d'une importance considérable, devront être réalisées.

Il est évidemment de la plus haute importance que ces installations ne soient pas conçues et exécutées uniquement dans le cadre des intérêts particuliers ou purement locaux. La possibilité de transporter l'énergie à grande distance a fait perdre, en effet, aux entreprises électriques le caractère régional qu'elles ont eu jusqu'à une date assez récente. Le problème du développement des installations électriques est, en réalité, au point de vue technique et au point de vue économique, un problème national; la solution logique ne peut en être recherchée que dans une étude d'ensemble des besoins et des moyens de les satisfaire, étude qui permettra d'établir, en tenant compte de toutes les considérations qui doivent intervenir en la matière, un programme général de production et de transport s'étendant à tout notre territoire.

Ce programme général devra être préparé en faisant état des besoins à prévoir au cours des six à vingt années qui vont suivre; sa réalisation ne pourra donc être que progressive et il conviendra de le compléter par un plan d'exécution. Ce plan n'aura pas seulement l'avantage d'assurer un développement des installations en harmonie avec le développement de la consommation, en offrant aux constructeurs des divers matériels électriques la régularité et la méthode indispensables pour leur permettre d'établir des programmes à longue échéance, il évitera les à-coups dans la production qui se traduisent par une élévation des prix de revient et une diminution de qualité du matériel produit.

Mes services et des commissions spéciales ont déjà établi un programme d'électrification des chemins de fer et un plan des grands réseaux de transport de force qui doivent relier les diverses sources d'énergie et les mettre à la disposition de toutes les parties de notre territoire. J'ai également fait procéder à un inventaire des usines hydroélectriques qu'il est rationnel d'équiper pour parer au déficit de notre production houillère. Il s'agit, maintenant, de mettre à jour et de coordonner les résultats obtenus sur ces différents points, de manière à établir un plan d'ensemble d'électrification de la France.

J'ajoute, enfin, que les études précédentes seraient insuffisantes, si on ne les complétait pas en recherchant les mesures d'ordre administratif et financier qui pourraient être nécessaires pour coordonner et seconder les initiatives privées, en vue de la réalisation du programme ainsi établi.

Pour mener à bien la tâche dont les grandes lignes viennent d'être indiquées, j'ai envisagé la création d'une commission spéciale, dont la présidence serait confiée au président du Conseil supérieur des Chemins de fer, en raison du rôle important que les questions relatives à l'électrification des grands réseaux sont appelées à jouer dans les études à entreprendre. Cette commission comprendrait, à côté des représentants des ministères intéressés : Travaux publics, Agriculture, Commerce, Guerre et Finances, des représentants qualifiés des réseaux de chemins de fer et de toutes les industries qui concourent à la création, au transport et à la distribution de l'électricité.

J'ai fait préparer, en conséquence, le projet de décret ci-joint, que j'ai l'honneur de soumettre à votre haute sanction.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon profond respect.

Le ministre des Travaux publics,
Yves Le Trocquer.

DÉCRET

Article premier. — Il est constitué, au Ministère des Travaux publics, une commission chargée de procéder à l'étude du programme général de l'électrification de la France et des moyens administratifs et financiers nécessaires pour réaliser ce programme.

Art. 2. — Cette commission sera présidée par le président

du Conseil supérieur des Chemins de fer. Elle comprend, comme vice-présidents :

Le président du Comité d'Electricité.

Le directeur des Forces hydrauliques et des Distributions d'énergie électrique.

Le directeur général des Chemins de fer.

Elle est constituée en nombre égal, d'une part, par des représentants des ministères intéressés et, d'autre part, par des représentants qualifiés des industries qui concourent à la création, au transport et à la distribution de l'électricité, y compris les réseaux de chemins de fer, savoir :

12 représentants du Ministère des Travaux publics, y compris les 3 vice-présidents.

3 représentants du Ministère des Finances.

3 représentants du Ministère de l'Agriculture.

1 représentant du Ministère de la Guerre.

1 représentant du Ministère du Commerce et de l'Industrie.

2 représentants qualifiés de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

3 représentants qualifiés de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

4 représentants qualifiés du Syndicat professionnel des Producteurs et des Distributeurs d'énergie électrique.

3 représentants qualifiés des Constructeurs de Matériel électrique.

7 représentants des Réseaux de Chemins de fer.

1 représentant des Chemins de fer d'intérêt local.

Art. 3. — Les membres de la commission sont nommés par arrêté du ministre des Travaux publics, après avis des ministres intéressés, pour la nomination des représentants de leur département. Ils pourront faire agréer par le président une personne qualifiée pour les suppléer en cas d'empêchement.

Art. 4. — Des arrêtés du ministre des Travaux publics organisent le secrétariat de la commission et désignent, le cas échéant, des rapporteurs pris en dehors de la commission.

Art. 5. — Le ministre des Travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 13 décembre 1923.

Arrêtés relatifs aux postes radioélectriques privés.

Nous reproduisons ci-dessous deux arrêtés du sous-secrétaire d'État des Postes, des Télégraphes et des Téléphones pris en application du décret du 24 novembre 1923. Ces arrêtés, en date du 12 décembre 1923, ont été publiés dans le numéro du « Journal officiel » du 14 décembre, page 11621.

Article premier. Les dispositions du décret du 24 novembre 1923, réglementant l'établissement et l'usage des postes radioélectriques privés entreront en application à partir du 1er janvier 1924.

Art. 2. — Les postes radioélectriques privés de réception déclarés avant cette date et compris dans la deuxième catégorie mentionnée à l'article 2 du 24 novembre 1923 ne seront soumis à la redevance annuelle prévue à l'article 6 dudit décret qu'à partir du 1er janvier 1924.

Les sommes encaissées à titre du droit de statistique jusqu'au 1er janvier 1924 sur les postes radioélectriques récepteurs de toute nature ne pourront donner lieu à remboursement au profit des permissionnaires.

Les postes radioélectriques privés d'émission autorisés avant le 31 décembre 1923 et entrant dans les première et deuxième catégories mentionnées à l'article 8 du décret du 24 novembre 1923, ne seront assujettis à la redevance pour droit d'usage prévu à l'article 18 dudit décret qu'à partir du 1er janvier 1924.

Art. 3. — Le présent arrêté sera déposé au sous-secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes (service central) pour être notifié à qui de droit.

Fait à Paris, le 12 décembre 1923.

Article premier. — Le certificat d'opérateur radiotélégraphiste, prévu à l'article 11 du décret du 24 novembre 1923, est délivré, après examen, à tous les candidats remplissant les conditions suivantes :

1° Aptitude à la transmission et à la réception au son des signaux Morse, pendant une durée minimum de cinq minutes, à la vitesse de huit mots à la minute, pour les certificats relatifs aux postes de la cinquième catégorie et de quinze mots à la minute pour les certificats relatifs aux postes des autres catégories ;

2° Connaissances des abréviations radiotélégraphiques d'usage courant ;

3° Aptitude au réglage de l'appareil radiotélégraphique sur trois longueurs d'onde différentes.

L'examen a lieu au domicile du pétitionnaire, ou à l'endroit désigné par lui, par les soins d'un fonctionnaire ou agent de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Art. 2. — Le certificat d'opérateur radiotéléphoniste, prévu à l'article 11 du décret du 24 novembre 1923, est délivré, après examen, à tous les candidats remplissant les conditions suivantes :

1° Aptitude à la transmission et à la réception d'une façon claire de la conversation, au moyen de l'appareil radiotéléphonique ;

2° Connaissance de la procédure radiotéléphonique d'usage courant ;

3° Aptitude au réglage de l'appareil radiotéléphonique sur trois longueurs d'onde différentes.

L'examen a lieu au domicile du pétitionnaire, ou à l'endroit désigné par lui, par les soins d'un fonctionnaire ou agent de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Art. 3. — Les permissionnaires des postes radioélectriques privés d'émission autorisés avant le 1er janvier 1924 seront astreints à subir, dans un délai de trois mois, selon le cas, l'un des examens prévus aux articles 1er ou 2 précédents, à moins qu'ils ne s'engagent à faire assurer, à l'expiration de ce même délai, le réglage et le bon fonctionnement de leur poste par un opérateur pourvu de l'un desdits certificats.

Art. 4. — Le présent arrêté sera déposé au sous-secrétariat d'Etat des Postes et des Télégraphes (service central) pour être notifié à qui de droit.

Fait à Paris, le 12 décembre 1923.

Décret fixant la redevance applicable aux postes radio-récepteurs privés destinés à des auditions publiques ou payantes.

Voici le texte de ce décret, en date du 14 décembre 1923, publié au « Journal officiel » du 18 décembre, page 11745 :

Article premier. — Le taux de la redevance annuelle applicable, en vertu de l'article 6 du décret du 24 novembre 1923, aux postes radioélectriques privés de réception destinés à des auditions publiques ou payantes, est fixé ainsi qu'il suit, d'après l'importance de la localité où le poste est établi :

Communes de moins de 25000 habitants, 50 fr.

Communes de plus de 25000 habitants et de moins de 100000, 100 fr.

Communes de plus de 100000 habitants, 200 fr.

Art. 2. — Les dispositions du présent décret sont applicables à partir du 1er janvier 1924.

Art. 3. — Les ministres des Travaux publics et des Finances sont chargés de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des Lois ».

Fait à Paris, le 14 décembre 1923.

8e Année. Tome XV — N° 3 19 Janvier 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e Année. — Tome XV. — N° 3. — 19 Janvier 1924.

A propos d'un article bibliographique concernant un ouvrage sur la relativité. — Les nombreuses publications auxquelles les théories d'Einstein ont donné naissance montrent que les bases de ces théories ne sont pas encore suffisamment assises et que les vérifications expérimentales de leurs conséquences ne sont pas assez convaincantes pour qu'elles s'imposent sans discussion à notre conception des phénomènes dont l'univers est le siège. On peut donc être « relativiste » ou « antirelativiste » avec d'excellentes raisons pour adopter l'une ou l'autre position et, en fait, quelle que soit celle où l'on se place, on est certain de se trouver en compagnie de savants éminents.

Bien que les questions concernant la relativité passionnent beaucoup d'ingénieurs, il nous a paru que le rôle de notre Revue devait se borner à tenir ses lecteurs au courant des idées émises de part et d'autre, sans entrer dans une discussion qui sortirait vraiment trop des limites des plus hautes spéculations du domaine de l'électricité. Nous nous excusons donc de nous départir aujourd'hui de cette prudente réserve en publiant les trois lettres ci-dessous, motivées par l'insertion, dans un précédent numéro, d'une notice bibliographique sur un ouvrage concernant la relativité. La première de ces lettres émane de l'auteur de l'ouvrage, M. G. Fournier, administrateur de la Compagnie générale parisienne des Tramways ; la seconde est la réponse de l'auteur de la notice, M. Bruninghaus, agrégé de l'Université et docteur ès sciences ; la troisième est due à M. Fournier et, ainsi que celui-ci en exprime le désir, son insertion clôt la discussion.

I. Lettre de M. Fournier. — La « R. G. E. » a publié, dans son numéro du 8 décembre dernier, un article bibliographique sur mon ouvrage : « La Relativité vraie et la Gravitation universelle ». Son auteur, qui a signé L. B., débute par un éloge dont ma modestie seule pourrait se trouver offensée. Mais ce n'est qu'une sorte de précaution oratoire, et j'ai dû le reconnaître en arrivant au passage où l'on m'attribue « un fond colossal d'incompréhension ». Je m'en console un peu en remarquant que, dans toute discussion scientifique, on peut dénier à son contradicteur la faculté de comprendre et que l'on ne remédie pas à la pauvreté d'un tel argument en l'exprimant dans un langage peu français.

D'ailleurs, je m'avoue tout à fait incapable de voir clairement « la remarquable unité que les conceptions d'Einstein introduisent dans les sciences physiques ». J'ai même constaté qu'au contraire sa théorie de la relativité généralisée pèche par le défaut d'enchaînement logique et manque, par suite, de cohérence. L. B. estime que « chacun sent, plus ou moins confusément, selon son degré d'instruction, la grandeur de ce génie ». S'il en était ainsi, mon propre degré serait à peu près le même que celui de Bouasse. C'est vraiment trop me flatter.

Ne doutant pas des sentiments d'impartialité à mon égard qui vous feront accueillir cette réponse à la même place que l'article en question, dans l'un de vos prochains numéros, je vous en remercie d'avance et vous prie d'agréer l'expression de ma considération la plus distinguée.

II. Lettre de M. Bruninghaus. — Je vous serais très reconnaissant de bien vouloir publier dans votre Revue, en réponse à la note de M. Fournier, les quelques réflexions suivantes :

Comme M. Einstein l'a fait lui-même remarquer lors de sa conférence au Collège de France, on peut être tout à fait capable de suivre l'exposé mathématique de la théorie de la relativité et cependant n'en pas comprendre le fond. Le cas de M. Fournier me paraît précisément relever d'un malentendu permanent sur le sens des termes employés. C'est ce qui arrive. sous une forme plus ou moins apparente, à la plupart des antirelativistes dont les raisonnements impliquent. par exemple, l'emploi de notions de *temps* et *d'espace*. avec une signification qui n'est pas celle que la théorie de la relativité attribue à ces mots. On oublie que le temps et l'espace absolus de la mécanique classique n'ont un sens que dans le cas très particulier de systèmes au repos. ou animés de faibles vitesses relatives, que dans le cas général le temps et l'espace ainsi compris échappent à toute possibilité de mesure. qu'ils ne sont plus alors que des mots vides de toute réalité physique. et qui, par conséquent. sortent du domaine des sciences exactes pour pénétrer dans celui de la philosophie la plus nébuleuse. Toute notion de grandeur physique doit, pour servir utilement à un but scientifique, être définie par des procédés qui s'inspirent de la façon dont on en peut effectuer la mesure. La mesure du temps résulte de l'observation d'horloges, accomplie au moyen de signaux lumineux; il n'y a pas d'autre *temps* que celui-là. On effectue la mesure de l'espace en observant des coïncidences de traits marqués sur des barres rigides ; à moins de faire de la pure métaphysique, c'est là tout *l'espace*. En tout cas, la théorie de la relativité prend ces définitions pour base. Et les critiques n'ont une portée qu'autant que, en faisant un usage sincère de ces définitions, elles montrent qu'il y a, dans l'exposé de la théorie qui en découle, contradiction logique ou expérimentale.

L'unité que la théorie de la relativité introduit dans la science est une évidence trop connue pour qu'il soit utile d'y insister. Avant l'introduction de cette théorie, la constance de la vitesse de la lumière constituait une contradiction étrange et inexpliquée; il y avait exception aux lois de l'électromagnétisme dans le cas des corps en mouvement, la variation de la masse avec la vitesse faisait une nouvelle brèche dans l'édifice de la mécanique classique ; la structure des atomes, leur mode d'émission ne se pouvaient comprendre. Les sciences physiques étaient formées par un assemblage de parties dans chacune desquelles régnait un enchaînement satisfaisant, mais la continuité logique n'existait pas entre elles. La théorie de la relativité a puissamment contribué à unir ces parties, à faire des théories physiques modernes un ensemble cohérent et harmonieux ; à peine née, elle est déjà un puissant instrument de recherche et de découverte.

Les autres arguments présentés par M. Fournier me paraissent étrangers au fond du débat. Quant au reproche qu'il me fait de m'exprimer en un langage peu français, il ne peut être que l'effet d'un mouvement de mauvaise humeur tout à fait compréhensible, et je l'excuse d'autant plus volontiers qu'il était bien loin de mon intention de blesser l'auteur d'un ouvrage qui se fait remarquer, comme je l'ai déjà dit, par de très grandes qualités et qui est appelé à seconder puissamment ceux qui le liront, en les obligeant à réfléchir et qui, enfin, a exigé de son auteur un sérieux effort de méditation devant lequel on ne peut que s'incliner.

III. Lettre de M. Fournier. — Discuter ici les idées de M. Einstein serait abuser de l'hospitalité de votre Revue, et je me contenterai, à ce sujet, de renvoyer ses lecteurs au chapitre III de mon ouvrage.

Mais la critique des théories relativistes n'est pas l'unique objet de ce dernier. Il n'en est plus question aux chapitres IV et V, intitulés « Les champs d'influences et la propagation des actions » et « La gravitation universelle ». Ces chapitres constituent, dans mon esprit, la partie dominante de mon travail personnel. Ils se rattachent à la théorie du potentiel newtonien et, par suite, à celle de l'électrité et du magnétisme. A ce titre, ils font plus particulièrement partie du domaine qui intéresse votre Revue.

Espérant que vous voudrez bien clore la discussion de la note bibliographique que vous avez publiée par l'insertion de ces quelques lignes, je vous prie d'agréer, avec mes remerciements anticipés, l'expression de ma considération la plus distinguée.

Bibliographie : L'évolution des étoiles, par Jean Bosler, directeur de l'Observatoire de Marseille (1). — Ce volume fait partie des Conférences-Rapports de Documentation sur la Physique ; il comprend deux conférences formant en partie la substance de quelques-unes des leçons que l'auteur a faites à la Sorbonne, dans un cours libre « d'astro-physique », de 1910 à 1922.

Il résume les progrès que les recherches modernes ont amenés, depuis dix ans, dans nos connaissances sur l'évolution des étoiles, progrès dont l'ensemble forme déjà un corps de doctrine d'une remarquable unité.

Après avoir indiqué la classification des étoiles, ce qui le conduit à évaluer leur température, l'auteur s'occupe de l'interprétation des traits principaux des spectres stellaires, en s'appuyant sur les recherches récentes d'un savant hindou, M. Megh Nad Saha. Il fait ensuite l'exposé des idées modernes sur les étoiles naines et géantes.

Dans les deux derniers chapitres, est envisagé le problème théorique plus ardu de l'état intérieur des étoiles et de l'origine de leur chaleur. L'auteur fait enfin remarquer, en terminant, qu'il y aurait lieu, si ce n'était pas un problème bien au-dessus de nos forces, de ne pas étudier seulement l'évolution des étoiles prises isolément, mais de les considérer dans leur ensemble.

Malgré son titre, l'ouvrage ne prétend évidemment pas donner la solution de ce vaste problème; il tâche, tout au moins de mettre en lumière les principaux faits acquis jusqu'à ce jour et de montrer le gros intérêt de ce genre de recherches. — Y. C.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 103 pages, avec 19 figures dans le texte, édité par la société Journal de Physique et en vente aux Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, à Paris, et à la Librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, à Paris. Prix : relié, 10 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur la similitude dans les questions d'hydrodynamique.

Dans ce travail, les auteurs étudient la similitude dans cinq cas entièrement distincts ; ils trouvent que les phénomènes sont représentés par la loi de Froude, d'après laquelle, dans deux mouvements hydrodynamiques se faisant suivant des trajectoires semblables dans le rapport λ, les vitesses en deux points homologues de l'un et l'autre système sont dans le rapport de la racine carrée de λ.

Nous avons réalisé, sur cette question, cinq séries d'expériences. La première, sans être nouvelle, nous a paru intéressante à reprendre. Les trois autres sont, à notre connaissance, inédites.

I. **Ecoulement par orifice circulaire en mince paroi horizontale ; méridienne de la veine liquide.** — On prend deux cylindres circulaires verticaux, de diamètres D et D'. Le fond de chacun d'eux est muni d'un orifice circulaire en mince paroi, ayant son centre sur l'axe.

d, d' étant les diamètres des deux orifices ; H, H', les hauteurs d'eau dans les deux cylindres, on a

$$\frac{D}{D'} = \frac{d}{d'} = \frac{H}{H'} = \lambda'.$$

La similitude géométrique des trajectoires a pour conséquence directe la similitude des surfaces limites des veines issues des deux orifices et, par conséquent, l'égalité des coefficients de contraction.

Nous avons vérifié directement ce fait en photographiant les méridiennes des veines liquides dans deux modèles semblables, correspondant aux dimensions suivantes

$$D = 0{,}80 \text{ m}, \quad d = 0{,}08 \text{ m}, \quad H = 0{,}90 \text{ m};$$
$$D' = 0{,}20 \text{ m}, \quad d' = 0{,}02 \text{ m}, \quad H' = 0{,}225 \text{ m}.$$

Dans ces conditions, on voit facilement que les temps T et T', nécessaires pour que le niveau de l'eau baisse de hauteurs homologues dans les deux cylindres, sont dans un rapport $\frac{T}{T'} = \sqrt{\lambda'}$.

Cette propriété a été vérifiée sur trois modèles semblables ; les résultats obtenus sont groupés dans le tableau I :

Tableau I.

Diamètre du cylindre mm	Diamètre de l'orifice mm	Hauteur initiale mm	Hauteur finale mm	Rapport de similitude λ	Temps mesuré secondes	Temps calculé secondes
$D = 108$	$d = 10$	$H_0 = 400$	$H_1 = 100$		$T = 26$	
$D' = 43$	$d' = 3{,}98$	$H'_0 = 159{,}2$	$H'_1 = 39{,}8$	$\frac{D}{D'} = 2{,}515$	$T' = 16{,}3$	$\frac{T}{\sqrt{2{,}515}} = 16{,}33$
$D'' = 35$	$d'' = 3{,}24$	$H''_0 = 129{,}6$	$H''_1 = 32{,}4$	$\frac{D}{D''} = 3{,}09$	$T'' = 14{,}8$	$\frac{T}{\sqrt{3{,}09}} = 14{,}75$

La concordance est absolument concluante.

II. **Surfaces de discontinuité. Similitude des surfaces de discontinuité dans deux modèles homologues. Vitesse sur la surface de discontinuité.** — On a produit des surfaces de discontinuité dans deux modèles semblables d'ajutages horizontaux. Le plus grand a 15 cm × 3 cm de section, et 40 cm de longueur ; il est muni d'une palette normale à la direction du courant et ayant 3 cm × 3 cm. La charge sur le centre est de 14,3 cm.

Le petit modèle est semblable au grand et réduit dans le rapport 1/3.

Les surfaces de discontinuité ont été trouvées exactement semblables dans les deux modèles.

Les mesures de la vitesse sur la surface de discon-

tinuité, mesures faites par une méthode antérieurement décrite par l'un de nous [1], ont donné :

Pour le grand modèle : 2,02, 2,03, 2,04, 2,03 m : s. moyenne : 2,03 m : s ;

Pour le petit modèle : 1,18, 1,17, 1,16, 1,17 m: s, moyenne : 1,17 m : s.

Le rapport obtenu a donc été $\frac{2,03}{1,17} = 1,734$, tout à fait voisin de $\sqrt{3}$.

III. Billes pesantes tenues en suspension par un courant d'eau ascendant dans un tube vertical. — Nous avons étudié, dans une autre série d'expériences, l'équilibre de billes métalliques dans un courant d'eau vertical ascendant, à l'intérieur d'un tube de verre cylindrique. M. Grèzes a fait, à un point de vue tout différent, des expériences sur le même sujet [2].

Si nous comparons le débit Q, correspondant à l'équilibre de la sphère de diamètre d dans le tube de diamètre D, à celui Q', correspondant à l'équilibre de la sphère de diamètre d' dans le tube de diamètre D', et si nous posons

$$\frac{D}{D'} = \frac{d}{d'} = \lambda',$$

l'application de la loi de Froude donne

$$\frac{Q}{Q'} = \lambda'^{\frac{5}{2}}$$

Pour le vérifier, on a déterminé la courbe (d, Q) ayant pour abscisses les diamètres d des sphères et pour ordonnées, les débits Q correspondants pour le tube de diamètre D.

On a déterminé, de même, la courbe

$$d'\lambda', \quad Q'\lambda'^{\frac{5}{2}}$$

pour le tube de diamètre D' ; on a constaté que cette courbe différait très peu de la courbe (d, Q) déjà obtenue.

Une vérification analogue a été faite pour deux autres tubes de diamètres D'' et D''', pour lesquels on a

$$\frac{D}{D''} = \frac{d}{d''} = \lambda'' \quad \text{et} \quad \frac{D}{D'''} = \frac{d}{d'''} = \lambda''',$$

Les diamètres des quatre tubes étudiés sont, respectivement,

$$D = 19,6 \text{ mm}, \quad D' = 9,8 \text{ mm},$$
$$D'' = 6 \text{ mm}, \quad D''' = 27,5 \text{ mm}.$$

On a donc

$$\lambda' = 2, \quad \lambda'' = 3,27, \quad \lambda''' = 0,71.$$

Les tableaux suivants donnent les résultats obtenus.

TABLEAU II.

a) *Tube de diamètre* $D = 19,6$ mm.

d mm	Q l : s	d mm	Q l : s	d mm	Q l : s
19	0,0177	13	0,195	9	0,246
17,45	0,077	12,7	0,199	8	0,248
15,8	0,128	12	0,212	7	0,248
15,7	0,133	11,1	0,226	4,9	0,240
15	0,155	10	0,238	4	0,232
14	0,178	9,5	0,242	3	0,202

b) *Tube de diamètre* $D' = 9,8$ mm.

$d'\lambda'$ mm	$Q'\lambda'^{\frac{5}{2}}$ l : s	$d'\lambda'$ mm	$Q'\lambda'^{\frac{5}{2}}$ l : s	$d'\lambda'$ mm	$Q'\lambda'^{\frac{5}{2}}$ l : s
19	0,016	16	0,120	9,8	0,236
18	0,052	15,6	0,141	8	0,248
17	0,089	14	0,181	6	0,246

c) *Tube de diamètre* $D'' = 6$ mm.

$d''\lambda''$ mm	$Q''\lambda''^{\frac{5}{2}}$ l : s	$d''\lambda''$ mm	$Q''\lambda''^{\frac{5}{2}}$ l : s	$d''\lambda''$ mm	$Q''\lambda''^{\frac{5}{2}}$ l : s
9,81	0,238	13,08	0,193	16	0,120

d) *Tube de diamètre* $D''' = 27,5$ mm.

Une seule mesure : $d'''\lambda''' = 16,9$ mm, $Q'''\lambda'''^{\frac{5}{2}} = 0,098$

Les points correspondants ont été portés sur un même graphique. Comme on le voit sur la figure 1, ils se placent très exactement sur une même courbe.

IV. Masse d'eau comprise entre un cylindre circulaire plein, immobile, et un cylindre circulaire creux de même axe, animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe commun ; mouvement rotationnel. — On a placé à l'intérieur d'un cylindre creux de diamètre D_1, animé d'un mouvement de rotation uniforme de vitesse angulaire ω, un cylindre plein immobile de même axe et de diamètre D_2. On a rempli l'espace compris entre les deux cylindres, par de l'eau, jusqu'à une hauteur H.

On a étudié la répartition des vitesses à la surface libre et tracé la courbe (r, v), donnant la vitesse en fonction de la distance à l'axe.

On a procédé de même sur un deuxième mo-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 12 et 26 avril 1920, t. CLXX, p. 881-882 et 986-988. *R. G. E.*, 11 septembre 1920, t. VIII, p. 331-338.

[2] G. GRÈZES; Étude de l'entraînement du charbon par l'eau. *Bulletin officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*, février 1922, t. II, n° 28, p. 100-112.

dèle tournant à une vitesse angulaire ω', telle que

$$\frac{\omega}{\omega'} = \sqrt{\frac{1}{\lambda'}}.$$

Ses dimensions D'_1, D'_2, H' sont telles que l'on ait

$$\frac{D_1}{D'_1} = \frac{D_2}{D'_2} = \frac{H}{H'} = \lambda'.$$

On a construit la courbe $\left(r'\lambda', v'\sqrt{\lambda'}\right)$; celle-ci se superpose très exactement à la courbe (r, v), ce qui vérifie la loi de Froude.

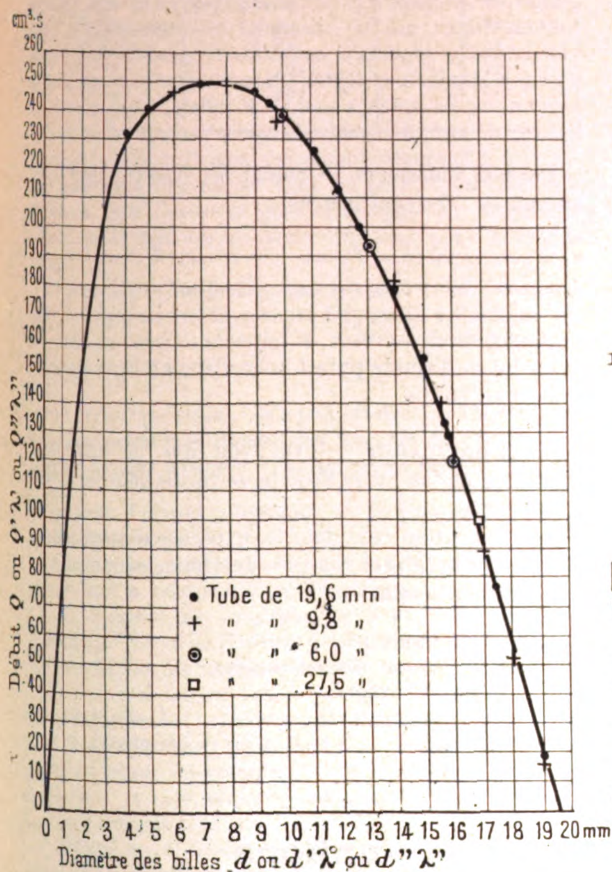


Fig. 1. — Courbe relative à des billes pesantes tenues en suspension par un courant d'eau ascendant dans un tube vertical.

Les données numériques sont les suivantes

$D_1 = 90{,}5$ mm, $D_2 = 25$ mm, $H = 82$ mm, $\omega = 5{,}127$;

$D'_1 = 45{,}25$ mm, $D'_2 = 12{,}5$ mm, $H' = 41$ mm, $\omega' = 7{,}26$.

On a donc $\lambda' = 2$.

Les tableaux III et IV résument les résultats obtenus.

Les points correspondants ont été portés sur un même graphique. Comme on le voit sur la figure 2, ils se placent sur une même courbe.

Tableau III. — *Résultats relatifs aux essais avec l'appareil de grand modèle.*

r' mm	v' mm : s	r' mm	v' mm : s	r' mm	v' mm : s
15,4	27,8	20,4	84,1	35,7	179,2
16,1	32,6	23,7	109,3	37,6	190
16,9	42,1	26,1	124,7	38,7	195,6
17,3	53,5	30,2	148,7	43,6	216
18,75	69,5	32,1	161	45,25	232
19,95	80	33,85	170		

Tableau IV. — *Résultats relatifs aux essais avec l'appareil de petit modèle.*

$2r'$ mm	$v'\sqrt{2}$ mm : s	$2r'$ mm	$v'\sqrt{2}$ mm : s	$2r'$ mm	$v'\sqrt{2}$ mm : s
15,8	37,6	22,5	101	36,2	182
16,4	54,0	25,6	120	38,6	195
19,1	73,6	27,7	134	41	208
20,4	85,5	31,7	154,5	45,2	232

Il convient de remarquer que, dans ce dernier cas, le mouvement est rotationnel.

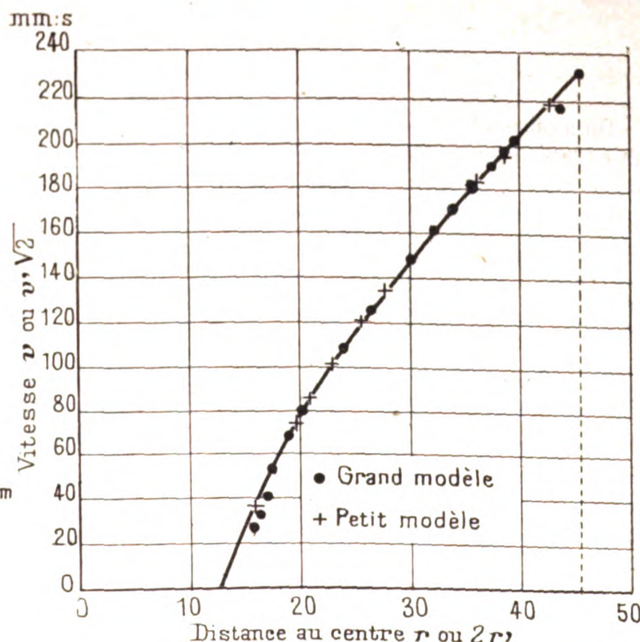


Fig. 2. — Graphique relatif à une masse d'eau comprise entre un cylindre ciculaire plein immobile et un cylindre circulaire creux de même axe, animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe commun.

Nous signalons comme résultats accessoires présentant un certain intérêt :

1° Le fait que la vitesse relative aux deux parois est nulle, ce qui confirme les observations antérieures de l'un de nous ;

2° La loi de répartition des vitesses est donnée très exactement par la formule

$$v = Ar + B + \frac{C}{r},$$

A, B, C étant des coefficients numériques déterminés par les conditions aux limites.

V. — **Canal découvert. — Surface de discontinuité produite par un obstacle cylindrique.** — On a placé un cylindre vertical de diamètre D_1 dans un canal découvert, de longueur a_1, de largeur b_1 ; l'axe du cylindre se trouve dans le plan de symétrie du canal, à une distance c_1 de l'extrémité aval ; celle-ci comprend un ajutage guidant les filets liquides vers une fente verticale, de largeur d_1 ; une pointe effilée permet de repérer une profondeur d'eau déterminée h_1.

On a relevé la forme générale des filets liquides au voisinage de l'obstacle et l'on a déterminé, par la méthode chronophotographique habituelle, dans le plan normal à la direction du canal passant par l'axe du cylindre, la loi de répartition des vitesses à la surface libre W_1, en fonction des distances à la paroi, l_1.

On a opéré ensuite sur un deuxième modèle, caractérisé par les paramètres a_2, b_2, c_2, d_2, D_2, h_2 tels que :

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{h_1}{h_2} = \lambda'.$$

On a observé une similitude rigoureuse de la forme des filets liquides et, en particulier, des surfaces de discontinuité obtenues dans les deux modèles.

De plus, on a construit les courbes

$$\left(\frac{l_1}{\lambda'}, \frac{W_1}{\sqrt{\lambda'}}\right) \quad \text{et} \quad (l_2, W_2)$$

qui sont pratiquement confondues, comme le montrent les résultats reproduits dans le tableau V.

Tableau V.

$\frac{l_1}{2}$ ou l_2 mm	$\frac{W_1}{\sqrt{2}}$ mm : s	W_2 mm : s
6,2	82,6	86
7,7	87,5	87,5
8,2	92,5	88,5
8,5	89,5	89
9,05	89,5	89,5
9,6	91	90
11	91	91,2
11,85	91	92,2
14,4	94,5	95
14,7	94,5	95
16,4	97,5	97
18,3	99	98,8
19,5	98,5	99,6
21,4	101	101,5
22,35	104	102,5

Données numériques. — Soient les valeurs numériques suivantes : (en centimètres) :

$a_1 = 200$, $b_1 = 16{,}2$, $D_1 = 5$, $c_1 = 140$, $d_1 = 2$, $h = 11$;
$a_2 = 100$, $b_2 = 8{,}1$, $D_2 = 2{,}5$, $c_2 = 70$, $d_2 = 1$, $h_2 = 5.5$.

On a donc $\lambda' = 2$.

La loi de Froude paraît donc s'appliquer au système complexe étudié.

V. **Conclusion.** — On voit que la similitude, exprimée par la loi de Froude, se vérifie dans les divers cas observés.

La description complète des expériences mentionnées dans cette note sera publiée prochainement avec tous les détails nécessaires.

C. Camichel,
Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

L. Escande,
Ingénieur I. E. T.

Revues, analyses et informations

Les prix de l'Académie des Sciences.

Dans sa séance publique annuelle du 17 décembre 1923, l'Académie des Sciences a décerné les prix relatifs au concours de 1923. Nous signalons ci-dessous, ainsi que nous le faisons chaque année, ceux des prix qui ont été attribués pour des travaux se rapportant à l'électricité ou aux sciences et industries connexes.

Prix Montyon (Mécanique). — Ce prix est décerné à M. Henri Chipart, directeur de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, pour ses travaux sur la théorie gyroscopique de la lumière, sur l'électromagnétisme, sur l'électricité industrielle.

Prix Gaston Planté (Physique). — Ce prix est décerné à M. Marius Latour, ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité de Paris, pour l'ensemble de son œuvre en électricité.

En ce qui concerne l'ensemble des travaux « qui donne à M. Marius Latour une place hors ligne parmi les électriciens de sa génération », voici ce qu'écrit la commission chargée de l'examen des titres des candidats au prix Gaston Planté :

« Esprit très original, inventeur des plus féconds, en dehors des inventions qu'il a faites dans le domaine des machines à courants alternatifs, inventions qui ont déjà été récompensées, M. Marius Latour s'est distingué par des progrès tout à fait remarquables dans les appareils de télégraphie et de téléphonie sans fil.

» Dès 1914, dans des mémoires originaux présentés à la Direction technique de la General Electric Company d'Amérique dont il était ingénieur-conseil, il proposa de réaliser des alternateurs à haute fréquence avec plusieurs machines polyphasées en cascade, en même temps qu'il proposa d'établir la réception par battements des ondes entretenues, mode de réception devenu aujourd'hui d'un emploi universel. Il proposa également d'utiliser les phénomènes photoélectriques présentés par les surfaces métalliques dans le vide pour la télévision, ainsi que les phénomènes de décharge dans les tubes à vapeur de mercure pour amplifier les courants faibles.

» Plus récemment, M. Latour s'est distingué dans les questions de télégraphie sans fil en imaginant le type d'alternateur homopolaire à haute fréquence à nombre d'encoches réduit sur le stator qui a permis d'établir les postes de télégraphie sans fil les plus puissants. Il a imaginé, en outre, des multiplicateurs de fréquence et des amplificateurs magnétiques basés sur l'utilisation d'alliages spéciaux fer-nickel, ainsi que les systèmes d'antennes modernes à prises de terre multiples. Enfin, M. Latour a défini les paramètres indispensables à connaître dans les lampes à trois électrodes pour établir rationnellement des amplificateurs et il a introduit différentes innovations dans les postes générateurs à lampes à trois électrodes pour télégraphie et téléphonie sans fil, notamment des montages originaux pour la modulation.

» Il a préconisé l'utilisation des lampes à trois électrodes dans la téléphonie sur fil à haute fréquence, utilisation qui a permis de rendre industriel ce système de téléphonie à l'étranger et en France. »

Prix Hébert (Physique). — Ce prix est décerné à M. Edmond Bauer, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour son ouvrage intitulé : « La Théorie de Bohr ».

Prix Henri Parvillé (Physique). — Ce prix est décerné à feu Maurice Guéritot.

La commission chargée de décerner le prix Henri Parvillé, résume ainsi la vie scientifique de ce jeune inventeur :

« M. Guéritot, né en décembre 1885, est décédé le 30 avril 1923. Elève de l'Institut électrotechnique de Nancy, puis de la Faculté des Sciences de Nancy, licencié ès sciences, il fit comme chef des travaux, à Nancy, de très belles études sur le magnétisme et la chaleur spécifique des gaz ; ces travaux devaient lui servir pour une thèse de doctorat, que la guerre est venue interrompre. Il fit à ce sujet, entre les années 1911 et 1914, plusieurs notes qui ont été publiées dans les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences ».

» Mobilisé au 8e Génie, il passe la première année au front ; il y combine un fort intéressant matériel de poste radiotélégraphique de tranchée et est renvoyé à Paris (Etablissement central de la Radiotélégraphie militaire) pour réaliser son appareil ; il ne cesse plus dès lors de se consacrer aux études de télégraphie sans fil ; son travail principal est la mise au point et la réalisation de dispositifs pour la télémécanique. Il se consacra avec passion à cette étude, qu'il devait continuer jusqu'au moment où une cruelle maladie l'enleva prématurément. Ses dispositifs de télémécanique furent employés avec grand succès ; ils permirent de faire voler un avion sans pilote, de faire manœuvrer un bateau entièrement commandé par ondes hertziennes. La Marine et la Guerre les ont adoptés et en poursuivent l'application. Comme ingénieur aux Etablissements Gaumont, il a réalisé des moteurs électriques synchronisés par diapason; il a inventé le haut-parleur que M. Gaumont a présenté à l'Académie. Son étude la plus remarquable fut le télécompas à fer doux, qui devait permettre de répéter en tout endroit du navire l'indication du nord magnétique ; il avait fait, à ce sujet, de très nombreuses mesures sur l'aimantation du fer sous l'influence de deux champs magnétiques simultanés et diversement orientés ; il comptait compléter ces mesures et rédiger un important mémoire à ce sujet. La mort de ce chercheur plein d'activité est une perte très grave pour la science française, à laquelle il eût apporté une collaboration extrêmement féconde. »

Prix Hugues (Physique). — Le prix Hugues est décerné à M. Eugène Bloch, professeur à l'Ecole nationale supérieure des Beaux-Arts, maître de conférence à l'Ecole normale supérieure, pour ses études sur les radiations ultraviolettes.

M. Eugène Bloch était encore professeur au Lycée Saint-Louis quand il a entrepris, avec son frère, M. Léon Bloch, une importante série de travaux sur les spectres ultraviolets extrêmes (rayons de Schumann) des différents métaux. Ces radiations étant très absorbables par les gaz, tout l'appareil dispersif, y compris la plaque photographique, doit être maintenu dans le vide, ce qui donne une idée des difficultés techniques à surmonter. Dans les plus récentes recherches, M. Bloch est parvenu à classer les raies et à distinguer celles qui correspondent à divers degrés d'ionisation de l'atome.

Prix Pierson-Perrin (Physique). — Ce prix est décerné à M. Pierre Weiss, correspondant de l'Académie, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, pour ses travaux sur le paramagnétisme et la découverte de la loi qui porte son nom.

Fondation Danton (Physique). — Les arrérages de cette fondation sont attribués à M. Fernand Holweck, préparateur au laboratoire de Mme Curie, à la Faculté des Sciences, pour ses recherches sur les radiations comprises entre celles de la lumière et celles des rayons X.

Fondation Clément Félix (Physique). — Les arrérages de cette fondation sont attribués à M. Raymond Jouaust, chef des travaux au Laboratoire central d'Electricité, pour lui permettre de continuer les expériences qu'il a entreprises depuis quelques mois au Laboratoire central d'Electricité sur la photométrie hétérochrome et la recherche d'un procédé correct pour l'évaluation de l'intensité lumineuse des lampes à filament métallique, et en particulier des lampes à atmosphère gazeuse.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — Parmi les candidats auxquels ont été décernés les différents prix Montyon un prix de 2 500 fr est attribué à M. Georges Bourguignon, chef du laboratoire d'électroradiothérapie à la Salpêtrière, pour ses travaux relatifs à la contraction en pathologie, à la localisation de l'excitation, à la chronaxie.

M. d'Arsonval, rapporteur de la Commission chargée de l'attribution de ce prix, écrit ce qui suit au sujet des travaux de M. Bourguignon.

« Depuis 1911, M. Georges Bourguignon a poursuivi une série de travaux sur l'électrophysiologie tant normale que pathologique et sur l'électrodiagnostic et en a tiré des conséquences remarquables pour l'électrothérapie. Il a surtout mis en lumière l'importance de la chronaxie chez l'homme. C'est grâce à sa technique que cette précieuse notion, due au professeur Lapicque, a pu être appliquée à la clinique. Le docteur Bourguignon a résolu la difficulté tenant à l'interposition des téguments, ce qui lui a permis de découvrir des

lois importantes de physiologie normale et pathologique et de donner à l'électrodiagnostic une base physique d'une précision inconnue jusqu'alors. »

PRIX SAINTOUR (Prix généraux). — Ce prix est décerné à M. LEE DE FOREST, membre de l'American Institute of Radio-engineers, inventeur de la lampe à trois électrodes, dont les travaux ont amené des perfectionnements considérables dans la technique des ondes hertziennes et ont rendu possible la téléphonie sans fil.

FONDATION LOUTREUIL. — Une somme de 120 350 fr est distribuée sur ces fonds. Parmi les bénéficiaires, nous signalerons :

M. Henri COLIN, professeur à l'Institut catholique de Paris, à qui est attribuée une somme de 2 500 fr pour l'achat d'un monochromateur Bruhat et ses accessoires, notamment une lampe à vapeur de mercure, pour ses recherches sur l'hydrolyse des hydrates de carbone.

M. Edmond FRIEDEL, ingénieur du Corps des Mines à Strasbourg, qui reçoit une somme de 6 000 fr pour ses travaux sur la diffraction des rayons X par les corps smectiques.

« M. Friedel suit les traces de son père et de son grand-père. Sous la direction de M. de Broglie et dans le laboratoire de celui-ci, il a entrepris des travaux sur la diffraction des rayons X dont il est permis d'attendre des résultats intéressants, mais qui exigent l'emploi d'un matériel fort coûteux. »

LE LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ DE PARIS, qui reçoit une somme de 10000 fr pour ses recherches sur les « Étalons de l'ohm international ».

« On sait que si l'établissement, la comparaison et la conservation des étalons fondamentaux du système métrique sont confiés à un organisme d'un caractère international, le Bureau des Poids et Mesures, il n'en est pas de même pour les étalons électriques dont la définition précise a été plus tardive, mais dont l'importance scientifique et pratique est aujourd'hui à peine moins considérable. L'étude de ces derniers a été remise dans les principaux pays modernes à des laboratoires nationaux, pourvus d'un outillage perfectionné : National physical Laboratory, en Angleterre; Bureau of Standards, aux Etats-Unis ; Physikalische Reichsanstalt, en Allemagne. Il n'en a pas été de même en France. A défaut de l'Etat, c'est un organisme issu de l'initiative privée, le Laboratoire central d'Electricité, géré par une association de savants et d'industriels, la Société française des Electriciens, qui s'est chargé de cette tâche.

» A la suite de la Conférence internationale des Unités électriques réunie à Londres en 1908, il prit donc, parallèlement aux trois laboratoires nationaux indiqués ci-dessus, sa part du programme commun. Notre regretté collègue, M. Benoît, voulut bien assumer le travail extrêmement long et minutieux de la comparaison de dix étalons prototypes de l'ohm international. Il y consacra une grande partie de ses dernières années, et s'en acquitta avec sa conscience et sa maîtrise universellement reconnues.

Il importe maintenant de continuer ces recherches par la comparaison de l'ohm international réalisé en France, avec ceux des pays étrangers, ce qui exigera la réalisation en fonction des prototypes mercuriels établis en France, d'un certain nombre de résistances métalliques en manganin qui seront mises en observation pendant un temps prolongé, comparées aux étalons prototypes, et envoyées aux laboratoires nationaux des pays étrangers. »

M. Charles MARIE, secrétaire général des « Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie » à qui est attribuée une subvention de 10000 fr pour cette publication.

L'OFFICE CENTRAL DE CHAUFFE RATIONNELLE, qui reçoit une somme de 5 000 fr pour l'étude de la mesure des hautes températures dans l'industrie et l'amélioration des instruments employés dans la pratique.

Il s'agit là d'un problème à l'ordre du jour et dont l'étude scientifique s'est posée avec un véritable caractère d'urgence à la suite des conditions économiques nouvelles et si difficiles, dans lesquelles se trouvent le monde entier et la France en particulier à la suite de la guerre mondiale. L'organisme qui a assumé cette tâche s'est assuré le concours de spécialistes dont la compétence est une garantie que la subvention sera utilisée pour le mieux.

M. Joseph-Jean REY, lieutenant de vaisseau en retraite, à qui est attribuée une subvention de 4 000 fr pour ses recherches de radiogonométrie.

« M. Rey s'occupe depuis longtemps de cet ordre d'études. Ses premières mesures sur l'électricité atmosphérique datent de l'expédition Charcot (1903). Sa thèse de doctorat (1912) a trait à la production de charges électriques libres par l'écrasement de gouttelettes liquides contre un obstacle solide. Il se propose de poursuivre à Meudon, sous la direction de M. Deslandres, des recherches de radiogonométrie et de déviation des ondes électriques, en vue d'arriver à mieux connaître les conditions météorologique, électrique et magnétique de l'atmosphère. »

Hystérésigraphe. Cycle lent et cycle instantané d'aimantation

Tel est le titre d'une communication faite par M. Ch. LAPP à la séance du 16 novembre 1923 de la Section de Strasbourg de la Société française de Physique.

L'auteur commence par rappeler que les travaux de Ewing et de Miss Classen ont mis en évidence la déformation des cycles d'hystérésis par effet de temps : si le passage par commutation du champ de $+H$ à $-H$ se fait rapidement, le cycle obtenu dans le fer pur n'est pas le même que le cycle donné par les méthodes statiques : il devient 5, et même 10 fois plus large *par effet de viscosité*. D'où la distinction entre les cycles lents et instantanés.

Il présente ensuite l'hystérésigraphe destiné à montrer directement ce phénomène. L'appareil comporte deux équipages, donnant sur deux axes rectangulaires, l'un, le champ magnétique, l'autre l'induction. Pour avoir une représentation fidèle des phénomènes, il faut satisfaire aux conditions habituelles de l'oscillographe : période propre supérieure à celle que l'on utilise et amortissement critique des équipages. En outre, il est nécessaire que les durées d'oscillation propre des équipages ne diffèrent pas de plus d'un millième.

Dans ces conditions, le cycle donné par un tore feuilleté en ferro-silicium, exempt aussi bien de courants induits que de viscosité, ne s'élargit pas pour des fréquences de 5 p : s. Le cycle donné par un tore d'acier plein, du commerce, sans viscosité, s'arrondit aux pointes par l'effet des courants induits. Le cycle d'un tore de fer électrolytique, doué de viscosité, présente l'élargissement, du simple au décuple, prévu par les méthodes indirectes, les pointes du cycle restant fines.

L'exposé de ces résultats a été illustré par la projection de clichés obtenus à l'hystérésigraphe et, par la démonstration directe, par projection sur un écran, de l'existence du cycle instantané.

SECTION INDUSTRIELLE

Contribution à la détermination d'un coefficient de sécurité mécanique à appliquer aux divers éléments constitutifs d'un réseau de distribution d'énergie électrique à haute tension

Dans cette étude, l'auteur résume les résultats d'observations qui ont été faites dans divers pays sur l'action du vent, de la neige, du verglas, sur les réseaux aériens. Il donne la valeur des efforts maxima réglementaires qui y sont appliqués ainsi que les coefficients de sécurité qui y sont imposés. Il propose d'uniformiser la valeur du coefficient de sécurité pour toutes les lignes. Cette uniformisation du coefficient de sécurité peut devenir internationale à condition que la charge maximum réglementaire imposée dans les calculs de lignes dans chaque région ne s'écarte pas trop des efforts maxima réels que les lignes auront à supporter.

Un réseau de distribution à haute ou basse tension ou bien encore une transmission d'énergie électrique à très haute tension doit pouvoir résister, avec une sécurité suffisante, aux efforts mécaniques auxquels ils peuvent être sujets. Ces efforts mécaniques proviennent de causes permanentes et de causes accidentelles ou passagères. Les premiers sont faciles à déterminer pour toutes les températures ; quant aux seconds, ils sont dus à l'action du vent, de la neige et du verglas, ou d'une combinaison de ces trois causes.

Examinons, en premier lieu, quelle fatigue chacune des causes peut produire sur les conducteurs et les supports.

1. **Vent.** — Vitesse du vent. — Les observatoires de divers pays où sont installées des lignes de transmission d'énergie ont enregistré des vitesses de vent considérables.

En Angleterre, l'Observatoire de Bridston-Liverpool a enregistré, pendant une période d'observation de quatre ans (1884 à 1888), une vitesse maximum de 78 miles à l'heure correspondant à 125 km : h ou à 34,8 m : s et cela lors de dix tempêtes très violentes qui eurent lieu pendant cette période.

Aux Etats-Unis, où la plupart des climats européens sont représentés, on a fait les constatations indiquées dans le tableau I.

Tableau I.

Observatoire	Périodes	Vitesse maximum		
		en miles par heure	en kilomètres par heure	en mètres par seconde
Chicago	1871 à 1906	90	145	40
Buffalo, N.Z	1871 à 1907	90	145	40
Galverton, Tex	1894 à 1903	84	135	37.5
New-York, N. Y	1871 à 1907	80	128	35,7
Eastport, Ne	1873 à 1907	78	125	34.8
Savannah, Ga	1894 à 1903	76	122	33.9
Philadelphia, Pa	1872 à 1907	73	120	33.4
Bismarck, ND	1894 à 1903	72	116	32.1
Boston, Mass	1873 à 1907	72	116	32,1
Salt-Lake City, Utah	1894 à 1903	60	97	26.8

L'Académie navale de Livourne a enregistré des vitesses de vent de 68 km : h (18,3 m : s) en 1918, de 130 km : h (36 m : s) en 1919, et de 99 km : h (27,4 m : s) en 1920.

En Belgique, d'après l'Institut royal météorologique, les vents dominants se répartissent proportionnellement comme il est indiqué ci-après :

	En centièmes	En centièmes	En centièmes	En centièmes
Janvier...	S W 35	S 19	W 13	E 12
Février...	S W 29	W 17	E 13	S 13
Mars.....	S W 26	W 17	E 13	S 11
Avril.....	S W 21	N E 16	W 15	E 14

	En centièmes	En centièmes	En centièmes	En centièmes
Mai......	SW 21	W 15	NE 14	E 13
Juin.....	SW 24	W 19	NW 14	N 11
Juillet....	SW 30	W 23	NW 12	N 8
Août.....	SW 30	W 22	NW 10	S 9
Septembre	SW 30	W 16	S 12	E 12
Octobre...	SW 34	S 17	W 15	E 11
Novembre.	SW 33	S 17	W 14	E 12
Décembre.	SW 35	S 16	W 15	E 13

Les vents les plus violents se produisent généralement pendant le trimestre novembre-janvier (voir tableau II).

Tableau II.

Dates	Vents les plus forts enregistrés en Belgique			Température
	pression en kg : m²	direction	heure	degrés C
12/3/1876	144	WSW	17	
21/6/1853	116	SSW	22	22
4/4/1867	116	SW	18	10
12/2/1869	126	WNW	20	8
27/1/1901	120		17	7
Nov. 1911	132			
Mars 1913	128			
Fév. 1916	125			
Sept. 1918	130			

Sur l'Escaut, à Anvers, on a enregistré, en 1921, un vent ayant atteint une vitesse de 110,5 km : h (30,7 m : s) dont les variations pendant les jours ayant précédé et suivi la tempête sont données tableau III.

Tableau III.

Dates de l'année 1921	Heures	Vitesse	
		km : h	m : s
4 novembre..	24	31	8.6
5 id ..	10 h 55 mn	48	13,40
6 id ..	12	110.5	30.7
7 id ..	1	68	18.8

Variation de la vitesse du vent avec la situation et l'altitude du lieu d'observation. — La vitesse ainsi que la pression du vent varient donc dans un même pays suivant l'endroit où l'observation est faite.

Le Weather Bureau, qui a procédé à des observations méthodiques sur la vitesse et la pression du vent à New-York, était installé, jusqu'en 1894, dans le Manhattan Life Insurance Building ; puis il a occupé, à partir de 1895, le bâtiment portant le n° 100 dans Broadway qui est l'artère principale de la cité de New-York.

A partir de ce moment la vitesse du vent enregistrée devint considérablement plus grande.

Le tableau IV en donne une idée.

Tableau IV.

Année	Date du plus grand vent	Vitesse en km : h
1890...........	22 janv.	38
1891...........	30 déc.	85
1892...........	26 janv.	79
1893...........	29 août	87
1894...........	11 avril	77
1895...........	27 déc.	117
1896...........	4 mars	116
1897...........	18 janv.	96
1898...........	4 déc.	125
1899...........	20 mars	128
1900...........	16 oct.	122
1906...........	10 mars	103

La moyenne de 1890 à 1894 est de 84 km : h et, de 1895 à 1899, de 117 km : h.

Le deuxième endroit d'observation est évidemment dans une position plus exposée que le premier, quoiqu'il soit probable que celui-ci n'a pas un écran de maisons dans son voisinage immédiat. Il en résulterait donc que le vent subit une forte diminution de vitesse s'il rencontre quelques obstacles, même épars, sur sa route. Cette diminution est due aux tourbillons produits par ces obstacles et aussi au frottement du vent sur le sol, sur la toiture des habitations, sur les arbres et sur les diverses couches atmosphériques animées d'une vitesse moindre.

On admet d'ailleurs, généralement, que l'effort du vent à proximité de la mer est plus grand qu'à l'intérieur du pays et l'Association belge de Normalisation a délimité cette zone, que l'on pourrait appeler dangereuse, à 10 km à l'intérieur des terres.

D'autre part, la construction des grands pylônes de télégraphie sans fil et notamment ceux du poste belge de Ruysselede, conçus par M. J. Vanderhaeghen, ont donné lieu à une étude plus approfondie de la relation qui existe entre la vitesse du vent et la hauteur au-dessus du sol du point où l'observation est faite :

On paraît s'être mis d'accord sur le fait que la variation de vitesse du vent est insensible dans l'espace compris entre le sol et une altitude de 20 m au-dessus du sol. A partir de cette altitude, la pression maximum du vent, c'est-à-dire la pression réglementaire de 120 kg : m² prise à 20 m du sol, augmente de 1 kg : m² par mètre de hauteur supplémentaire de la surface frappée, le maximum de pression (280 kg : m²) étant supposé être atteint à 180 m.

II. Relation entre la vitesse du vent et la pression que celle-ci exerce sur des surfaces planes et cylindriques. — A. Cas des pylones. — Depuis la publication de la loi de sir Isaac Newton sur la pression des fluides en mouvement, plusieurs ingénieurs ont essayé de déterminer d'une façon exacte le rapport de cette pression à la vitesse du vent.

Le dernier essai dont j'ai eu connaissance est celui

exécuté par l'Associazione elettrotecnica italiana qui, sous la présidence du professeur Rebora, a procédé, à l'Institut aéronautique de Rome, à des essais ayant pour but de déterminer définitivement l'action du vent sur des surfaces comme celles que l'on rencontre dans les réseaux d'énergie électrique.

La revue « Elettrotecnica », du 25 juillet 1922, reproduit en son entier le rapport de Rebora. Dans ce qui suit, nous en reproduisons les conclusions.

La pression qu'exerce le vent sur un corps dépend de la forme de celui-ci et est proportionnelle au carré de la vitesse du vent.

Cette pression peut s'exprimer par la formule classique

$$p = KV^2,$$

où K est un coefficient dépendant de la surface frappée et V, la vitesse du vent.

Les essais sus-mentionnés ont eu pour but de déterminer K pour diverses surfaces.

a) Essais effectués sur des surfaces de 50 mm × 800 mm, 50 mm × 600 mm et 50 mm × 400 mm de 3, 6, 12,5 et 25 mm d'épaisseur respectivement.

La formule classique devient, lorsqu'on exprime V en kilomètres par heure,

$$p = 0{,}0064\, V^2.$$

b) Essais effectués sur un modèle plein représentant un pylône du type classique employé dans la construction des transports d'énergie en Europe. Résultat :

$$p = 0{,}0063\ V^2.$$

c) Essais effectués sur un modèle réduit avec les vides et les treillis d'un pylône. Le modèle avait les dimensions suivantes :

Hauteur, 800 mm ;
Base, 67 mm × 67 mm ;
Tête, 18 mm × 18 mm ;
Surface du treillis d'une face, $s = 0{,}00977\,5\ \text{m}^2$;
Surface totale d'une face, $S = 0{,}03150\ \text{m}^2$;
Surface des vides d'une face, $\sigma = 0{,}02173\ \text{m}^2$.

$$\frac{S}{s} = 3{,}22,\quad \frac{\sigma}{S} = 0{,}71.$$

Effort du vent sur la première face,

$$K \times s \times V^2;$$

Effort du vent sur la face arrière,

$$K \times s \times V^2 \times \frac{\sigma}{S};$$

Effort total du vent sur le pylône,

$$K \times V^2 \times s\left(1 + \frac{\sigma}{S}\right),$$

Valeur de K trouvée, 0,007 ;

Formule nouvelle pour le calcul de l'effort du vent sur un pylône :

$$F = 0{,}007 \times V^2 \times s\left(1 + \frac{\sigma}{S}\right).$$

Dans ce qui précède, on a supposé que le vent soufflait horizontalement et dans une direction perpendiculaire à une face. Si le vent tournait d'un angle α par rapport à cette première direction, un essai subséquent à nous a permis de déterminer que l'effort total F_α exercé sur le pylône se calcule par la formule

$$F_\alpha = F\,(1 + 0{,}16 \sin 2\alpha),$$

expression qui atteint son maximum pour $2\alpha = 90°$, c'est-à-dire pour un vent soufflant suivant la diagonale du carré de base. La valeur de F_α devient alors

$$F_\alpha = 1{,}16\, F.$$

Ces résultats sont très intéressants en ce sens qu'ils déterminent sûrement l'effort réel d'un vent de vitesse déterminée sur les pylônes.

B. Cas des conducteurs et des supports de forme cylindrique (tronconiques). — Il n'existe pas, à notre connaissance, d'essais récents sur la valeur qu'il faut donner au coefficient K de l'expression $p = KV^2$ pour l'appliquer à des corps cylindriques.

Il est généralement admis que l'effort du vent, soufflant perpendiculairement à l'axe sur un corps cylindrique est égal à 0,6 environ de l'effort qu'il produirait sur une surface plane égale à la surface projetée du cylindre.

Les formules précédentes deviennent donc, en général,

$$p_c = 0{,}6\, KV^2,$$

Le Verband deutscher Elektrotechniker admet cependant un facteur de réduction égal à 0,5 pour les conducteurs, mais spécifiait encore, avant 1920, 0,7 pour les corps cylindriques de grand diamètre.

Depuis 1920 [1], le facteur de réduction de 0,5 est admis pour des corps dont le diamètre reste inférieur à 500 mm.

L'Elektrotechnische Verein de Vienne admet les mêmes coefficients alors que les règlements suisses prescrivent 0,7.

La formule précédente admise par les services compétents du Gouvernement belge paraît donc être suffisamment conservatrice pour pouvoir l'admettre comme exacte.

III. **Neige et verglas.** — Outre les efforts provenant du vent, nous avons aussi à examiner ceux provenant du verglas qui pourrait adhérer aux conducteurs, ou celui de la neige qui pourrait s'y déposer.

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 septembre 1920, t. XLI, p. 780.

Le poids spécifique du verglas est de 0,8987 kg : dm³ environ.

D'après M. Scholler [1], le poids spécifique de la neige peut être estimé à 0,12 pour la neige sèche ; 0,45, pour la neige légèrement humectée ; 0,79, pour la neige fondante.

Connaissant ces données numériques, il importe de savoir comment se comportent la neige et le verglas sur les conducteurs. Il existe fort peu de renseignements précis sur ce point. D'après des observations faites en France, la couche de neige qui pourrait se déposer sur les conducteurs ne dépasserait que rarement 5 à 6 fois le diamètre du câble et s'enlèverait par un vent faible.

Il en est autrement de la glace, dont le dépôt sur les conducteurs est possible, même par grand vent.

En pays très montagneux où règnent, à certaines altitudes, des températures très basses, accompagnées de grands vents, il est établi que, dans certains cas, des dépôts de verglas se sont formés pendant les tempêtes de neige.

Le Handbook on overhead Line Construction signale que nombre d'observations ont été faites sur ce point en divers endroits des Etats-Unis et sur des périodes de 5 à 43 ans, pendant lesquelles on a enregistré tous les incidents relatifs à 487 tempêtes de neige.

La vitesse maximum de ces tempêtes était supérieure à :
63 km : h dans 31 cas, soit 6,36 pour 100 ;
80 km : h dans 12 cas, soit 2,46 pour 100 ;
96 km : h dans 5 cas, soit 1,03 pour 100.

On a observé la formation de givre d'épaisseur variable sur les conducteurs des lignes qui se trouvaient dans le rayon d'action de ces tempêtes, et on a constaté qu'après 90 tempêtes l'épaisseur de la couche de givre était inférieure à 6,5 mm ; après 60 tempêtes, elle variait de 6,5 à 12,5 mm ; après 43 tempêtes, elle variait de 12,5 à 25 mm et dépassait 25 mm après 17 tempêtes.

En trois cas seulement, la température descendit en dessous de 0° F (— 18°C).

En 19 cas (3,9 pour 100) sur 487 tempêtes, la vitesse maximum du vent se produisit simultanément avec un dépôt maximum de givre.

Comme résultat pratique de ces observations, on fut conduit à diviser le pays théoriquement en deux zones : une où les tempêtes de neige étaient considérées comme fréquentes et l'autre, où elles étaient considérées comme exceptionnelles.

On procéda comme suit :

On divisa le nombre de tempêtes pouvant être considérées comme dangereuses pour les lignes, relevées par une station, par le nombre d'années d'observation ; si le chiffre ainsi obtenu dépassait 0,2, le territoire dépendant de cette station était rangé dans la zone dangereuse, c'est-à-dire où les tempêtes dangereuses étaient considérées comme normales.

Les autres, où le chiffre obtenu variait de 0,05 à 0,2, étaient rangées dans la zone non dangereuse.

[1] *Beton und Eisen*, 1900.

On peut évidemment discuter la valeur relative de l'indice 0,2, mais le principe paraît mériter d'être adopté ailleurs.

M. Bocquet signale, d'autre part [1], qu'il a constaté que du fil de bronze du réseau téléphonique, de 1,4 mm de diamètre, pesant 13,7 g par mètre, portait 60 g de givre à 5°C. Il dit que l'on ne rencontre que très rarement, sous nos climats, l'effort combiné du givre et du vent, car un léger choc suffit pour débarrasser les fils de leur gaine.

Dans la nuit du 11 au 12 avril 1913, les deux causes ont paru sévir simultanément sur une grande partie du réseau téléphonique belge. Après la pluie de la veille, un refroidissement brusque enroba les conducteurs d'une véritable gaine de glace. La neige vint ensuite à tomber, puis un ouragan s'éleva. On peut se représenter l'effort formidable que la tempête a dû imposer au rideau formé par les fils couverts de glace.

M. Bocquet conclut cependant que « dans nos régions, « des tempêtes de neige telles que celles que nous « eumes à subir dans la nuit du 11 au 12 avril 1913, ne « constituent qu'une rarissime exception ».

La tempête signalée par M. Bocquet a été un désastre pour les lignes télégraphiques qui étaient construites sur poteaux en bois et qui se composaient d'un nombre considérable de fils de petit diamètre, circonstances très favorables à l'accroissement extraordinaire des efforts.

Cette tempête aurait-elle eu le même effet sur des lignes de distribution convenablement construites ? On peut hardiment répondre négativement.

Un autre cas exceptionnel est décrit par M. Duval [2]. Sur la ligne Beaumont-Monteux-Saint-Etienne, qui franchit la chaîne du Mont Pilate à 1 186 m d'altitude, les agents chargés de visiter l'installation ont pu constater une forte surcharge provenant de givre.

Leurs observations se résument comme il suit :

Le givre adhérait à la face nord des pylônes et des conducteurs. Il n'était pas uniformément réparti ; certaines portées en étaient dépourvues, tandis que, sur d'autres, on n'en observait que sur un ou deux conducteurs.

A certains endroits le diamètre de la couche de givre atteignit 20 cm, correspondant, par mètre courant, à une surcharge de 20 kg.

Le dépôt s'était produit dans la partie de la ligne traversant une contrée connue pour ses tempêtes et ses températures glaciales.

On peut conclure de ce qui précède que, d'une façon générale, l'action du vent produit l'effort principal sur les lignes. Le volume de givre entourant un conducteur peut, d'autre part, prendre des proportions considérables si l'état atmosphérique s'y prête et, notamment, quand il n'y a pas de vent.

Au fur et à mesure que la violence du vent aug-

[1] Société belge des Electriciens, juillet 1913.

[2] Ch. Duval ; Observations relatives au givre sur une ligne à 120 000 v. *Revue générale de l'Electricité*, 31 mars 1923, t. XIII, p. 544.

mente, la possibilité d'un dépôt de givre diminue.

Nous pouvons donc examiner trois espèces de surcharges qui passent toutes par un maximum dans des circonstances bien déterminées :

1° Une surcharge provenant du vent seul à la température la plus propice pour qu'il souffle en tempête ;

2° Une surcharge provenant d'un dépôt unique de givre et de neige par temps calme ;

3° Une surcharge provenant d'une combinaison des deux perturbations, vent et givre, étant entendu que l'action du vent se produit alors sur le conducteur muni de sa gaine.

La première hypothèse peut s'appliquer aux lignes montées dans les territoires où la tempête de neige est considérée comme une exception. Elle produira la contrainte la plus forte lors du plus grand vent.

Les deux autres intéressent les lignes exécutées en pays montagneux ou froids (Alpes, Vosges, Pyrénées, Norvège, par exemple).

Quelle que soit l'hypothèse envisagée, il est certain que les conditions requises pour fatiguer les lignes à leur maximum se rencontrent très rarement et ne s'appliquent qu'à des parties souvent peu étendues des lignes.

M. Coombs, entrepreneur de réseaux de distribution d'énergie électrique aux Etats-Unis et qui est considéré en ce pays comme une autorité en matière de réseaux, prétend que les portées d'une ligne ne sont que rarement sujettes à la sollicitation maximum prévue ; il est même probable, dit-il, que les circonstances favorables à cette occurence ne se rencontrent peut-être qu'une fois tous les dix ans.

Il est d'avis que, pour les Etats-Unis, cette sollicitation maximum se produit quand un vent modéré souffle sur une couche modérée de givre enrobant le conducteur (troisième hypothèse) et non pas lors du plus grand vent ou du plus grand dépôt de givre (première et deuxième hypothèses).

Le Joint Report Specification s'est rallié à cette manière de voir et les règlements américains ont pris cette surcharge comme condition de contrainte maximum.

Il est intéressant de connaître les divers règlements touchant cette matière en usage dans divers pays. Nous les donnons ci-dessous.

IV. **Surcharges réglementaires**. — La plupart des règlements européens actuellement en vigueur dans divers pays (sauf pour les pays montagneux) ne font intervenir le facteur neige et givre qu'accessoirement et à titre de vérification. L'effort principal est considéré comme causé par le vent.

Aux Etats-Unis, le Joint Report Specification suppose que la fatigue maximum d'une ligne a lieu quand le câble est entouré d'une gaine de glace de 12,5 mm d'épaisseur en même temps que l'ensemble est soumis à une pression de vent de 39 kg : m² sur la surface projetée des corps cylindriques, à la température de 0°F (— 18°C).

Pour l'effort résultant, les conducteurs peuvent supporter une fatigue à un taux équivalent à leur *limite d'élasticité*.

De même, la Norvège spécifie que les conducteurs ne peuvent pas être soumis à une tension supérieure à 0,4 de leur charge de rupture à — 25°C, avec une surcharge verticale de $(200 + 50\ d)$ g par mètre courant, d étant le diamètre en millimètres du conducteur. Cette formule était en usage en Allemagne entre 1914 et 1919.

L'hypothèse principale est celle de l'application d'un vent de 125 kg : m² sur une surface plane à + 25°C.

Le règlement danois prescrit :

a) Une charge de glace et de neige dont le poids, en kilogrammes, est égale à $0{,}015\ S$ où S représente la section du conducteur, en millimètres carrés ;

b) Une pression du vent de 125 kg : m² sur une surface plane.

Les calculs seront effectués pour :

Une température de — 20°C sans surcharge et une température de — 5°C avec surcharge de glace et de neige.

Le règlement suisse tient compte d'une surcharge verticale de neige de 8 cm de diamètre extérieur et d'une densité de 0,16, correspondant à une charge verticale de 790 g environ pour n'importe quelle section de câble.

Les règlements allemands et autrichiens (Verband deutscher Elektrotechniker et Elektrotechnische Verein) admettent la plus défavorable des deux hypothèses : un vent de 125 kg : m² sur une surface plane avec coefficient de réduction de 0,5 pour les surfaces cylindriques :

a) Sans surcharge de neige, à — 20°C ;

b) Avec surcharge, par mètre courant, égale à $180\sqrt{d}$ grammes (d, diamètre en millimètres), à — 5°C.

La surcharge représentée par $180\sqrt{d}$ varie de 450 g pour un câble de 25 mm² à 773 g pour un câble de 185 mm².

En France, la charge réglementaire maximum est définie comme suit :

Pour les conducteurs, fils, supports, ferrures, etc., la résistance mécanique des ouvrages est calculée en tenant compte à la fois des charges permanentes que les organes ont à supporter et de la plus défavorable, en l'espèce les deux combinaisons, des charges accidentelles résultant des circonstances ci-après :

a) Température moyenne de la région avec vent horizontal exerçant un effort de 120 kg, par mètre carré de surface plane et de 72 kg par mètre carré de sections longitudinales des pièces circulaires.

b) Température minimum de la région avec vent horizontal de 30 kg par mètre carré de surface plane ou de 18 kg par mètre carré de section longitudinale des pièces circulaires.

En Belgique, les prescriptions sont identiques à celles en vigueur en France, avec cette différence toutefois que la température moyenne est fixée à 15°C et la température minimum à — 15°C.

V. **Coefficient de sécurité.** — Dans son cours de stabilité des constructions, M. A. Vierendeel dit en substance :

Pour qu'une barre puisse résister pendant un certain temps à un effort de traction t, il faut que sa contrainte par unité de surface soit inférieure à la contrainte de rupture R_0. Pour qu'elle puisse toujours résister avec sécurité, il faut que t ne dépasse pas une fraction $\frac{R}{S}$ de la limite d'élasticité, R étant la contrainte représentant cette limite et S, le coefficient de sécurité.

Ceci étant établi, disons que, par extension, on a donné le nom de coefficient de sécurité au chiffre par lequel on divise la charge de rupture pour produire la charge maximum admise.

Pourquoi a-t-on, contre toute apparence de logique, changé l'énoncé du coefficient de sécurité en l'appliquant à la charge de rupture plutôt qu'à la limite d'élasticité ?

Je suppose qu'une des principales raisons doit être la facilité avec laquelle on peut déterminer la charge de rupture pour tous les corps, alors que la détermination des limites d'élasticité donne lieu à des essais très longs et probablement souvent aléatoires.

Une deuxième raison est que la limite d'élasticité se trouve aux environs de la moitié de la charge de rupture de la plupart des éléments normaux entrant dans la construction des lignes.

Le tableau V donne une idée de ces valeurs.

Tableau V.

Matériel	Contrainte de rupture en kg : mm²	Contrainte-limite d'élasticité en kg : mm²
Fer soudé	35	16 à 21
Acier doux	40 à 44	22 à 24
Cuivre doux :		
de 3 mm de diamètre	26	12
de 4 à 10 mm de diamètre	23	12
Cuivre dur :		
de 5 mm de diamètre	45	20 à 30
de 4 à 10 mm de diamètre	40	
Aluminium dur	23	10 à 12
Bronze phosphoreux	45 à 80	30 à 40
Acier spécial pour câble aluminium-acier	115	91,5

Nous remarquons que, pour l'acier spécial, la limite d'élasticité se rapproche de celle de rupture, dont elle est les quatre cinquièmes.

Si on tient compte, dans la détermination du coefficient de sécurité, d'exceptions du genre représenté par un câble en acier spécial la connaissance de la charge de rupture des matériaux nous renseigne sur la limite d'élasticité. Il suffit de diviser le premier par deux environ.

Le facteur de sécurité que l'on peut qualifier à juste raison de « facteur d'ignorance » est un élément intervenant dans les calculs de stabilité pour tenir compte des erreurs dont les théories sont entachées, ainsi que de l'imperfection avec laquelle on exécute les constructions.

Il est souvent très mal interprété ; sa valeur ne peut pas être exprimée par un chiffre admis une fois pour toutes, puis appliqué par routine dans tous les cas.

Le coefficient de sécurité doit dépendre :

1° De l'exactitude avec laquelle on peut prévoir les conditions de service ;

2° De la perfection avec laquelle la résistance des pièces peut être calculée ;

3° De la perfection d'exécution ;

4° De l'usure à laquelle les éléments constitutifs d'une construction peuvent être sujets ;

5° Des détériorations possibles pendant le montage ;

6° Du rapport entre la charge de rupture et celle de la limite d'élasticité.

Examinons ces diverses circonstances en nous plaçant au point de vue du constructeur de lignes.

1° L'exactitude avec laquelle on prévoit les efforts maxima auxquels une partie de réseau peut être sujette est très grande si nous analysons ce qui précède.

Les règlements belges, par exemple, prévoient une pression de 120 kg : m² sur une surface plane à + 15° C.

Or, la direction principale des vents en Belgique est le S. W. (c'est aussi dans cette direction qu'ont soufflé la plupart des tempêtes) et la pression la plus forte enregistrée en soixante-dix ans atteint 144 kg : m².

Une ligne dont le tracé serait dirigé perpendiculairement à la direction S. W. et qui se trouverait en outre en rase campagne aurait donc été frappée par un vent exerçant une pression de 144 kg : m² alors qu'elle n'est calculée que pour résister, avec un certain coefficient de sécurité, à une pression de 120 kg : m².

Placée dans une position cumulant les circonstances les plus défavorables, cette ligne aurait dû résister à 1,2 fois l'effort réglementaire, le moindre changement de direction ramenant cette pression en dessous de 120 kg : m². Nous pouvons en conclure que, dans la plupart des cas normaux, une pression de 120 kg : m² dût donc être considéré comme un maximum absolu. Cet effort ne se produira qu'à de rares intervalles.

Si nous examinons les règlements successifs de divers pays, et notamment ceux du Verband deutscher Elektrotechniker, nous constatons que leurs spécifications ont une tendance à se rapprocher de conditions de sollicitations maxima réelles. Dans bien des cas, leurs modifications ont amené une diminution des charges réglementaires.

2° En ce qui concerne la matière employée, ainsi que le calcul de résistance appliqué aux parties des réseaux, la théorie part du principe que la matière est homogène et que les déformations élastiques se produisent suivant une loi bien déterminée.

CONDUCTEURS. — Ceux qui sont utilisés dans la construction des réseaux peuvent être considérés comme composés d'une matière pratiquement homogène.

Ils sont plus uniformes dans toutes leurs parties et leur résistance est plus égale sur tout leur parcours que celle de toute autre partie constitutive du réseau.

Leur résistance mécanique réelle est donc peu différente de la résistance trouvée aux essais sur des échantillons de même diamètre. Par conséquent, les erreurs que l'on pourrait commettre en partant de données d'expériences sont pratiquement nulles.

Quant au calcul mécanique, nous pouvons affirmer que la formule de la chainette qui leur sert de base pour déterminer la résistance des conducteurs est scientifiquement exacte dans les limites d'élasticité du métal et que celle de la parabole que l'on substitue à celle de la chainette, pour simplifier les calculs, donne, dans la majorité des cas, c'est-à-dire dans tous les cas normaux, des résultats exacts.

PYLÔNES. — En ce qui concerne les pylônes en fer ou en acier doux, la matière n'y est pas aussi homogène que dans les conducteurs, mais la différence entre la résistance de deux lots de fer profilés est, en tout cas, peu importante. Il est possible d'établir nettement la charge de rupture du fer au moyen d'essais effectués sur des échantillons prélevés sur les lots.

Leur construction est souvent exécutée en série, sans aucune difficulté, et peut être effectuée par la main-d'œuvre normale.

Des essais de rupture exécutés sur des pylônes en fer ont, dans la généralité des cas, donné des résultats meilleurs que ceux prévus par les calculs.

Les formules de Tetmayer et d'Euler, basées sur l'expérience et la théorie de la stabilité, sont d'ailleurs suffisamment prudentes pour justifier ces résultats d'expériences.

POTEAUX EN BÉTON. — La construction et le calcul des poteaux en béton donnent lieu à plus d'aléas. L'armature, principe de la résistance du poteau, est complètement enrobée dans le ciment, circonstance qui rend tout contrôle de dimensions et de travail impossible, et le calcul de cette armature est lié à plus de considérations théoriques que celui des pylônes en fer. Des essais exécutés sur des poteaux en béton ont démontré cependant que l'effort de rupture réel est plus grand que celui déterminé par les calculs.

USURE. — Les conducteurs sont exposés à une usure peu importante; hormis les dégâts provenant d'amorçage d'arcs, la détérioration mécanique est limitée à celle causée par la ligature qui, pour être aussi résistante que possible, doit être largement constituée.

Pour les conducteurs en cuivre, qui sont généralement exécutés en cuivre dur, on emploie, pour faire ces ligatures, des fils en cuivre doux, incapables par conséquent d'entamer le câble même.

Avec les conducteurs en aluminium, on interpose une feuille d'aluminium entre la ligature et le câble.

Entre matières identiques, aucun effet d'électrolyse n'est à redouter, donc ce danger n'existe pas dans nos réseaux. Pour les pylônes métalliques, qui sont attaqués par les pieds s'ils ne sont pas entretenus convenablement, les conditions sont différentes.

Toutefois, les sociétés exploitantes ont un intérêt immédiat et primordial à maintenir les pylônes en bon état et, dans ces conditions, une construction en fer bien calculée peut avoir une vie très longue.

En ce qui regarde les poteaux en béton, on ne possède pas de renseignements précis sur leur durée, mais il semble probable que l'armature enrobée de ciment est pratiquement immuable.

DÉTÉRIORATIONS EN COURS DE MONTAGE. — Pour les conducteurs, elles sont limitées à une usure par frottement sur les routes pavées lors du déroulage et à une usure par frottement contre les traverses métalliques lors du tirage.

Un examen attentif du câble, après déroulage et après tirage, a prouvé que cette usure, dans les cas les plus défavorables, est insignifiante ; elle se produit sur tous les brins extérieurs du câble et semble, par conséquent, être uniforme.

Les pylônes reçoivent souvent de légers accrocs pendant le transport, mais, comme les croisillons qui ont reçu une déformation permanente doivent être remplacés, le mal se réduit aux défauts invisibles, c'est-à-dire à fort peu de chose.

C'est aussi pendant le transport, ou, plutôt, pendant les opérations de chargement et de déchargement, que les poteaux en béton sont le plus fatigués.

Il ne nous est pas difficile de tenir compte de tous ces facteurs dans la détermination du coefficient de sécurité. Dans le tableau VI, nous avons essayé de les résumer.

Un conducteur bien fabriqué et convenablement tendu et ligaturé fatiguerait à la moitié de sa charge de rupture, c'est-à-dire à sa limite d'élasticité, lors de l'application de la charge réglementaire, c'est-à-dire dans des circonstances très rares.

Un pylône, dans les mêmes conditions, résisterait encore avec une marche convenable (1/3) de la limite d'élasticité, en admettant toujours une fabrication et un montage exécutés suivant les règles de l'art.

Parmi les facteurs mentionnés dans le tableau VI pour la détermination du coefficient de sécurité, un certain nombre peuvent être éliminés dans la bonne pratique et notamment les facteurs *a*, *b*, et *f*. Il suffit, en effet, que le montage soit fait par des spécialistes pour que les deux derniers soient ramenés à des valeurs très petites.

Pour tenir compte, en bonne pratique, de la diminution réelle maximum de la résistance des conducteurs et des pylônes et pour les faire travailler dans des conditions de sécurité parfaites, nous pouvons affirmer qu'un coefficient de sécurité, par rapport à la rupture, de 2,5 est suffisant pour les câbles ; un coefficient de 3, pour les pylônes et un coefficient de 3 à 3,5, pour les

TABLEAU VI.

MOTIFS D'ACCROISSEMENT DU COEFFICIENT DE SÉCURITÉ	CONDUCTEURS	PYLÔNES EN FER	POTEAUX EN BÉTON
	fraction de la charge réglementaire		
a) Accroissement de la charge réelle au-dessus de la charge administrative pour lignes placées en rase campagne seulement	0,2	0,2	0,2
b) Différence dans la résistance le long d'une structure ou d'un câble, résultant de l'emploi de matière non homogène et autres défauts	0,2	0,2	0,2
c) Diminution de résistance provenant d'un maniement brutal pendant le transport et le montage	0,1	0,1	0,3
d) Diminution de la section provenant de l'usure	0,1	0,2	0,1
e) Erreurs provenant de calculs erronés et d'un mauvais assemblage des pylônes	—	0,2	0,2
f) Erreur dans la détermination exacte des flèches lors du montage et accroissement des efforts permanents dans les câbles et les pylônes d'angle qui en résulterait	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,3
g) Autres facteurs	0,1	0,2	0,2
h) Charge maximum réglementaire	1	1	1
Coefficient de sécurité	2	2,5	2,7

poteaux en béton, à condition que la contrainte maximum pour laquelle l'ensemble est prévu ne puisse pas être dépassée en pratique d'une façon sensible.

Une ligne à haute tension exécutée conformément à ces règles de sécurité par un constructeur et entrepreneur spécialiste se comportera, au point de vue mécanique, d'une façon parfaite.

COEFFICIENT DE SÉCURITÉ RÉGLEMENTAIRE. — *États-Unis*. — Le Joint Report Spécification, sous les conditions de charges mentionnées plus haut, impose un coefficient de sécurité de 2, pour les conducteurs (c'est-à-dire limite d'élasticité); 2, pour les tiges d'isolateurs (c'est-à-dire limite d'élasticité); 6, pour les poteaux en bois; 3, pour les poteaux en fer; 4, pour les poteaux en béton.

Norvège. — Le coefficient de sécurité est de 2,5, pour les conducteurs de toute espèce; 2,5, pour les poteaux en fer; 7, pour les poteaux en bois; 2,5 pour les poteaux en béton.

Danemark. — Dans ce pays, les contraintes maxima admises sont :

Pour le cuivre écroui, 12 kg : mm² (coefficient 3,3);
Pour l'aluminium, 9 kg : mm² (coefficient 3);
Pour le bois, 70 kg : cm² (coefficient 8);
Pour l'acier, 1 500 kg : cm² (coefficient 2,5);
Pour le béton armé de fer, 1 000 kg : cm²;
Pour le béton, 35 kg : cm².

Suisse. — On exige des coefficients de sécurité de 2,5, pour les conducteurs; 3, pour les poteaux en fer; 4, pour les poteaux en bois et des contraintes de : 1000 kg : cm², pour les poteaux en béton acier; 35 kg : cm², pour le béton.

Allemagne :

	Contrainte en kg : mm²	Coefficient de sécurité.
Fils de cuivre massifs	12	3,3
Fils de cuivre câblés	16	2,5
Aluminium câblé	9	3
Acier coulé	15	2,5—2,7
Contre le flambage, suivant Tetmayer	2	2
Contre le flambage, suivant Euler	3	3
Bois	1,10	5
Béton armé	6	3

Autriche :

Fils de cuivre massifs	12	3,3
Fils de cuivre câblés	20	limite d'élasticité
Aluminium câblé	9	3
Acier coulé (traction)	15	2,5—2,7
Bois	1,10	5

France. — Les conducteurs sont posés avec un coefficient de sécurité 3, sauf pour les agglomérations et les traversées de routes où ce coefficient doit être 5. Pour les supports en alignement, d'une part et, d'autre part, dans les agglomérations et les traversées de routes, les coefficients de sécurité sont aussi respectivement de 3 et 5.

Belgique. — En ce qui concerne les canalisations, les règles sont les mêmes qu'en France; pour les supports, on admet les coefficients de sécurité suivants :

Poteaux en bois, 10;
Poteaux en béton, 3,5 et 5;
Poteaux en fer, 3 et 5.
La dernière valeur s'appliquant aux traversées.

V. **Conclusion**. — Nous remarquons que les règlements de beaucoup de pays admettent des coefficients de sécurité de l'ordre de grandeur trouvé par nous précédemment. Bien des règlements, cependant, font des exceptions pour les points singuliers des lignes et, notamment, pour les traversées des chemins de fer et des grandes routes. Ils exigent des coefficients de sécurité supérieurs pour les supports et les conducteurs et imposent une traversée à peu près normale à l'axe de la voie.

Les exploitants, aussi bien que les administrations, ont un intérêt direct à simplifier ces règlements et à admettre un coefficient de sécurité uniforme.

Une ligne de transmission d'énergie doit être tracée,

autant que possible, en longs tronçons d'alignement, de façon à éviter des efforts permanents provenant de la traction de fils à la majorité des supports.

Or, changer la direction d'une ligne au droit d'un chemin de fer, d'une route ou pour la traversée d'un canal et lui donner à cet endroit une structure à coefficient de sécurité supérieur à celui du restant de la ligne, c'est augmenter inutilement les supports sujets à des efforts permanents et briser l'harmonie de l'ensemble.

Il y a là un vice de principe qui augmente, sans nécessité et sans utilité réelle, le coût déjà élevé des lignes.

Il est évident qu'une rupture de fil ou de poteau est préjudiciable à une société d'exploitations, quel que soit l'endroit où cet accident se produit.

Les sociétés d'exploitations ont donc un intérêt primordial à ce qu'une interruption ne se produise nulle part. Il est vrai qu'une rupture de fil au droit d'un passage de route peut donner plus facilement lieu à des accidents de personnes et qu'en conséquence, il paraît logique d'y prendre des précautions supplémentaires; mais celles d'ordre mécanique sont inutiles, les lois de stabilité étant les mêmes sur le domaine de l'Etat qu'ailleurs, les précautions doivent être d'un autre ordre.

Le dédoublement d'isolateurs de supports suffit, dans la plupart des cas, nous pouvons dire dans les cas les plus nombreux, à assurer une sécurité suffisante.

Nous avons vu, en effet, qu'une rupture de conducteurs n'a pas tant pour cause un effort mécanique exagéré, mais plutôt la production d'un arc au droit de l'isolateur. On double donc la sécurité des lignes ou droit de passage en doublant l'attache et l'isolateur. Dans des cas exceptionnels, tels qu'une traversée de rivière navigable, on peut tripler l'attache.

Il est à noter encore que l'effort appliqué à un isolateur d'alignement est d'ailleurs plus petit que celui appliqué à un isolateur d'arrêt. Or, un changement de direction au droit d'une traversée de route exige l'emploi d'isolateurs d'arrêt. De même, un changement de coefficient de sécurité du conducteur en alignement produit, le même effet qu'un changement de direction.

Pour conclure, il serait à souhaiter que, partout où il est prouvé que la charge administrative peut être considérée comme charge maximum réelle (comme c'est le cas en Belgique), on permette aux sociétés de construire leurs lignes avec les coefficients de sécurité proposés ci-dessus, sans faire exception pour les traversées qui se feront en alignement avec le reste de la ligne. La seule précaution à prendre serait de dédoubler les attaches et les isolateurs.

NOTE : *Application.* — Quel que soit le tracé suivi par une ligne, on peut toujours appliquer au calcul de ses supports le coefficient de sécurité le moins élevé admissible. Il en résultera une réduction du capital nécessaire à l'établissement du réseau dont la stabilité sera parfaite s'il est entretenu convenablement.

En ce qui concerne les *conducteurs*, s'il est nécessaire de pouvoir leur appliquer un coefficient de sécurité très bas en certaines circonstances, il faut encore que ceci ait pour résultat de réduire le coût des lignes au minimum.

Dans les transports d'énergie à très haute tension, construits en longs tronçons d'alignement, composés de grandes portées, (120 à 140 m) et dans lesquels les pylônes d'angle sont rares, on réduit le coût de la ligne en appliquant un coefficient de sécurité minimum.

Dans les lignes de distribution secondaires qui suivent ou sous-tendent les chemins communaux et qui comportent, par conséquent, de nombreux changements de direction, il n'en est pas toujours de même. La portée y est plus courte (60 à 80 m) et la flèche trop peu considérable pour que sa diminution puisse influer beaucoup sur la hauteur des supports.

D'autre part, comme l'effort permanent sur les pylônes d'angle est inversement proportionnel au coefficient de sécurité adopté pour les conducteurs, les dimensions et les poids de ces pylônes augmentent dans de sensibles proportions avec la diminution de ce coefficient de sécurité.

Constant VAN GASTEL,
Directeur de la Société « Central Electrique du Nord », service Transport de Force et Réseaux.

Dynamo à courant continu à tension constante et à vitesse variable, système Marius Latour [1]

Si, dans le circuit d'excitation d'une dynamo shunt à enroulement compensateur, on insère un petit moteur série calé sur l'arbre de la dynamo, la tension recueillie aux bornes de cette dernière, à vitesse variable, est constante. L'auteur simplifie ce dispositif en combinant moteur et dynamo par l'adjonction de deux balais à cette dernière et une disposition convenable des circuits.

La dynamo à tension constante et à vitesse variable, proposée par M. Marius Latour, peut aussi bien être utilisée comme génératrice pour l'éclairage des trains que comme moteur à vitesse variable sous potentiel constant lorsqu'on veut réaliser la récupération.

Considérons une dynamo ordinaire (fig. 1), à excitation shunt, comportant un induit 1, des balais 2 et 3, un enroulement d'excitation 4 et un enroulement de

[1] *Brevet français n° 558 063*, délivré le 16 mai 1923, publié le 21 août 1923.

compensation 5 destiné à annuler la réaction d'induit. Pour obtenir, entre les bornes 6 et 7 d'une semblable dynamo, une différence de potentiel constante et qui se maintienne constante malgré les variations de vitesse,

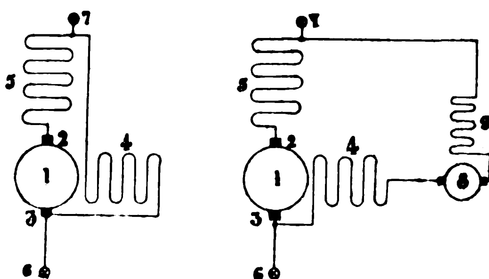


Fig. 1. — Schéma d'une dynamo shunt avec enroulement de compensation. — Fig. 2. Variante du schéma ci-dessus dans laquelle un moteur monté sur l'arbre de la dynamo insère une résistance variant proportionnellement à la vitesse.

il conviendrait de faire varier le courant dans le circuit d'excitation 4 sensiblement en raison inverse de la vitesse ; comme le montre la figure 2, ce résultat sera partiellement atteint en insérant dans le circuit d'excitation 4 un petit moteur série, 8 et 9, qui insérera une résistance dont la valeur croîtrait proportionnellement avec la vitesse.

Il est possible d'améliorer le réglage du courant d'excitation en introduisant, en outre, pour le moteur auxiliaire, une excitation séparée constante ou une excitation en dérivation grâce à un enroulement 10 connecté, soit comme représenté sur la figure 3, soit comme représenté sur la figure 4. Les deux excitations série et

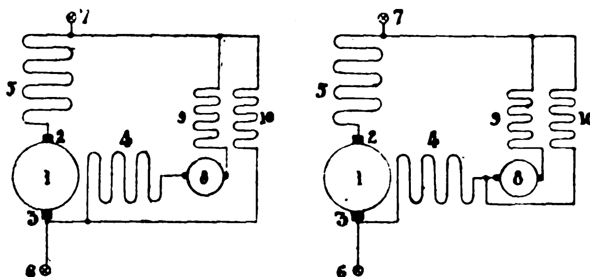


Fig. 3 et 4. — Addition d'une excitation séparée constante ou d'une excitation en dérivation pour le moteur auxiliaire.

shunt, 9 et 10, peuvent être réglées dans toutes proportions jugées convenables.

Il arrive ainsi que l'on peut obtenir une tension suffisamment constante, malgré des variations de vitesse considérables.

En réalité, avec des machines à courant continu à 4 balais, il est possible de comprendre, dans la dynamo principale le petit moteur auxiliaire qui prend ainsi moins d'importance.

On construira la dynamo à 4 balais avec un stator inducteur admettant les bobinages analogues aux bobinages diphasés des moteurs d'induction.

La figure 5 représente une semblable dynamo.

L'enroulement de compensation 5 de la dynamo de la figure 1 est divisé, dans le cas de la figure 5, en deux parties 5 et 5' de façon à pouvoir être disposé d'une façon symétrique par rapport aux balais 2 et 3. De même, l'enroulement d'excitation 4 est divisé en deux parties symétriquement disposées 4 et 4'. Le moteur série est réalisé, dans la dynamo principale, par un

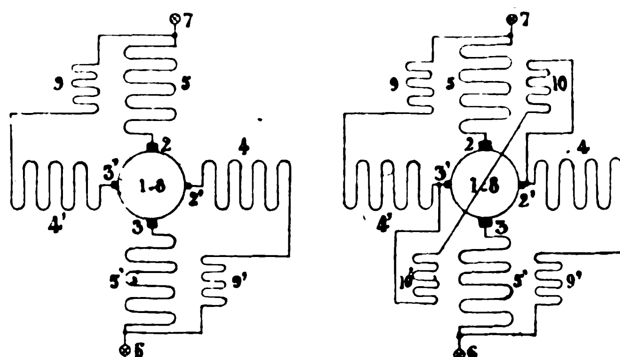


Fig. 5 et 6. — Dynamos à 4 balais dans lesquelles le moteur série est incorporé à la dynamo principale.

enroulement d'excitation divisé également en deux parties 9 et 9' et par des balais auxiliaires 2' et 3' situés à 90° des balais principaux 2 et 3. Pour marquer la totalisation des deux machines, on a représenté l'induit par les chiffres 1-8. On se rend facilement compte que cette dynamo à 4 balais de la figure 5 aura un fonctionnement équivalent à celui de l'ensemble de la dynamo et du moteur auxiliaire schématisés sur la figure 2.

La figure 6 représente la même dynamo à 4 balais que précédemment, mais avec, en plus, un enroulement 10 et 10' monté en dérivation sur les balais 2' et 3'. Cet enroulement pourrait également être monté en dérivation entre les bornes 6 et 7 ou entre deux points quelconques, symétriquement disposés, des enroulements 4 et 4'.

On pourrait encore imaginer une certaine excitation série magnétisante ou même démagnétisante pour la dynamo principale dans l'axe de l'enroulement 4-4'. Dans le cas où la dynamo est montée en parallèle avec une batterie d'accumulateurs, cette excitation pourrait être parcourue soit par le courant de la batterie, soit par le courant extérieur, soit par le courant de la dynamo.

Il est clair qu'en court-circuitant ou en shuntant plus ou moins l'enroulement 9-9', on peut augmenter la tension de la dynamo pour charger à refus la batterie d'accumulateurs qui lui serait montée en parallèle.

Les sections en court-circuit sous les balais peuvent se déplacer en face d'encoches ouvertes contenant les enroulements représentés et la commutation s'en trouvera facilitée. Mais, dans le cas de l'éclairage des trains,

la dynamo serait établie pour de si faibles tensions que la commutation serait dans tous les cas relativement facile.

Les différents enroulements représentés peuvent être combinés les uns avec les autres et donner lieu à des enroulements disposés obliquement par rapport aux lignes de balais.

Dans le cas d'un changement dans le sens de rotation, on intervertira le sens de circulation des courants dans les enroulements nécessaires. J. R.

Revues, analyses et informations

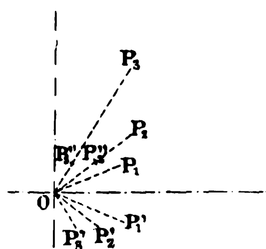
Le réglage de la vitesse et du facteur de puissance des moteurs asynchrones [1].

Dans une série de quatre conférences faites à l'Université de Londres sur ce sujet, l'auteur commence par montrer les avantages de la méthode d'inversion introduite par Lacour et Bragstad dans les calculs en courant alternatif.

1. Principe de la méthode d'inversion : Soit $Z = r + jx$, l'impédance d'un circuit, son inverse ou admittance sera représentée par

$$g + jb, \quad \text{où} \quad g = \frac{r}{r^2 + x^2} \quad \text{et} \quad b = -\frac{x}{r^2 + x^2};$$

si l'impédance OP_1 est représentée par un vecteur unité faisant un angle positif avec l'horizontale (fig. 1), le vecteur



Fi. 1.

admittance OP'_2, de même grandeur, fera un angle négatif et égal au premier avec cette droite ; si le vecteur OP_2 représente une impédance plus grande que l'unité et faisant un plus grand angle avec l'horizontale, l'admittance correspondante est un plus petit vecteur faisant, en sens inverse, un angle égal avec la même droite. Négligeons le fait que l'admittance doit être portée au-dessous de l'arc considéré et on pourra appliquer les propriétés bien connues de l'inversion.

La figure 2 représente une résistance de 2 ohms en série avec une réactance constante de 0,5 ohm et une réactance pouvant varier de 0 à 2,5 ohms. La droite verticale tracée en trait fort est le lieu de l'impédance du circuit. Prenons l'inverse de cette droite par rapport à l'origine O ; OR représente 2 ohms dont l'inverse sera 0,5 mho ; nous prenons une échelle telle que 1 cm soit égal à 0,1 ohm et nous traçons le cercle de diamètre 5 cm porté sur OR ; l'arc B'A' renforcé est le lieu de l'admittance du circuit si l'on ne tient pas compte du changement de position par rapport à l'axe OR ; l'admittance correcte est en CD. Soit 100 v. la différence de potentiel aux bornes du circuit : A'B' représentera le lieu du vecteur intensité avec une échelle de 100 × 0,1 = 10 ampères par centimètre.

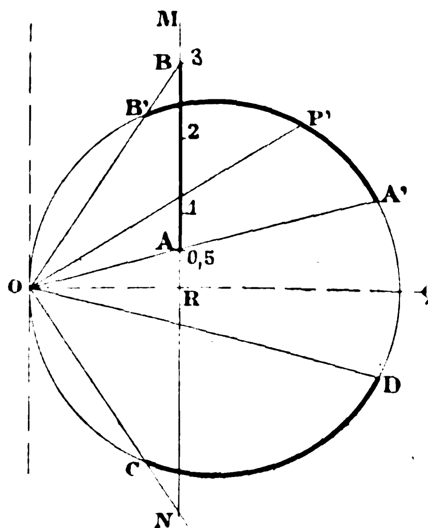


Fig. 2.

2. Impédances équivalentes a un moteur synchrone. — Soient f_1 la fréquence de rotation du champ d'un moteur bipolaire ; f_2, la fréquence de rotation d'un moteur bipolaire ; f_1-f_2, la fréquence de glissement égale à sf_1 ; $\frac{f_1-f_2}{f_1} = s$, le glissement ; E_1, la force électromotrice induite dans une phase de l'enroulement du stator par la rotation du flux : $E_2 = sE_1$, la force électromotrice induite dans une phase de l'enroulement du rotor. Rapport de transformation 1 : 1 ; r_1, la résistance d'une phase du stator ; x_1, la réactance d'une phase du stator due aux fuites magnétiques ; $Z_1 = r_1 + jx_1$, l'impédance du stator ; $Z_2 = r_2 + jsx_2$, les grandeurs correspondantes pour le rotor, x_2 étant pris à la fréquence f_1 : jsx_2, la réactance du rotor pour un glissement s.

Le courant dans le rotor est

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{sE_1}{Z_2} = I_{21}.$$

Le stator se comportant comme le primaire d'un transformateur fournira un courant I_{21} égal et opposé à I_2. Dès lors, vue du stator, l'impédance du rotor est

$$\frac{Z_2}{s} = \frac{r_2 + jsx_2}{s} = \frac{r_2}{s} + jx_2.$$

[1] Miles Walker. *Electrician*, 2-9-23 mars, 13-20-27 avril, 4 mai 1923, t. xc, p. 216-219, 247-250, 302-304, 391-392, 418-420, 451-453, 478-479, 17 500 mots, 49 fig.

Quand s diminue, la résistance apparente $\frac{r_2}{s}$ augmente. Quand $s = 0$, $\frac{r_2}{s}$ devient infini. Or $\frac{r_2}{s}$ peut être considéré

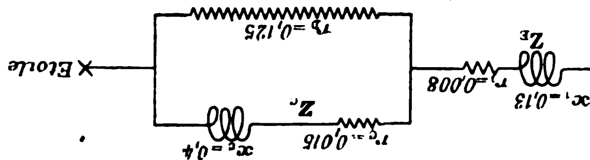


Fig. 3. — Représentation schématique d'une phase d'un moteur d'induction.

comme la somme de deux termes : r_2, qui est constant et $r_2\left(\frac{1}{s}-1\right)$, qui varie entre zéro et l'infini quand s varie de 1 à 0.

Echelle des **Z** ; 1 cm = 0,04 ohm
Echelle des **Y** ; 1 cm = 0,4 mho

Fig. 4. — Détermination graphique des caractéristiques d'un moteur asynchrone Boucherot à deux enroulements.

D'autre part, la réactance du rotor x_{21} vue du stator paraît constante. Cela est dû à ce que la tension qui fait circuler le courant dans le rotor est faible quand sx_2 est faible et augmente en proportion quand sx_2 augmente.

Aux bornes du circuit est une admittance $g + jb$ correspondant au courant à vide du moteur.

3. Application de la méthode a un moteur Boucherot. — Considérons un moteur asynchrone servant à la propulsion d'un navire. Ce sera un moteur Boucherot à deux circuits rotoriques, Z_c et r_D, de 2 500 ch. triphasé et d'une vitesse maximum de 185 t : mn. Il sera muni de deux circuits en parallèle dans chaque phase du rotor, Z_c et r_D dans la figure 3. La tension en circuit ouvert du rotor sera de 1 650 v entre phases ou 955 v entre neutre et phase. Toutes les résistances et réactances seront considérées comme se rapportant au stator dont la tension est de 955 v par phase. Pour plus de simplicité dans cet exemple, nous supposerons que la chute de tension réactive due au courant magnétisant peut être négligée au point de vue de son action sur le courant dans le rotor ; on pourra toujours tenir compte de son effet ultérieurement.

Dans la figure 3, Z_E comprend la réactance du stator et du rotor et la résistance du stator seul, toutes ces grandeurs étant constantes. Z_c est l'impédance d'un des circuits du rotor ; r_D, la résistance de l'autre circuit.

On se propose de trouver la courbe du couple développé par ce moteur en fonction de la vitesse, depuis la pleine vitesse dans le sens inverse de celui de la rotation du champ ($s = 2$), jusqu'à la pleine vitesse dans ce sens ($s = 0$), aucun couplage n'étant modifié dans le circuit du rotor. Traçons deux arcs en traits mixtes partant de l'origine O (fig. 4) et portons OX = 0,4 ohm. Comme l'échelle est 1 cm pour 0,04 ohm, OX = 10 cm. XR représente r_D ; cette ligne, prolongée indéfiniment, donnerait le lieu de Z_c (vu du stator) quand s décroît jusqu'à zéro. Si nous inversons cette ligne, nous obtenons l'admittance du circuit C. Le cercle Y_c donne cette admittance à l'échelle 1 cm = 0,4 mho. Le diamètre du cercle est $\frac{1}{0,4} = 2,5$ mhos, représentés par 6,25 cm. Il faut ensuite ajouter l'admittance de r_D ; quand $s = 1$, elle est

$$\frac{0,125}{1} = 8 \text{ mhos},$$

représentés par 20 cm. Quand s diminue, l'admittance apparente de r_D décroît dans le même rapport. Afin d'ajouter les admittances pour toutes les valeurs de s, nous devons trouver sur le cercle Y_c les points correspondant aux diverses valeurs de s. Cela peut se faire graphiquement en traçant une ligne quelconque S_0S_1 parallèle à OX ; elle rencontre en S_1 le prolongement de OR. On divise S_0S_1 en dix parties égales numérotées $s = 0,1$, $0,2$, $0,3$, etc., jusqu'à 1 en S_1. Le point d'intersection avec le cercle Y_c de la droite qui joint O à un de ces points correspond au glissement choisi. Pour avoir de petites valeurs de s, il est bon

de tracer une autre ligne de glissement en S'_0 dix fois plus éloignée de O que S_0. Les divisions sur cette ligne seront dix fois plus grandes. Nous prenons maintenant la ligne de 20 cm représentant 8 mhos et nous la multiplions par la fraction s; nous portons horizontalement $0,5 \times 20$ cm au point 0,5; $0,2 \times 20$ cm au point 0,2 et ainsi de suite comme l'indique la figure.

Nous obtenons ainsi la courbe de Y_{c+D} représentant le lieu de l'admittance des circuits c et D de la figure 3, en parallèle, quand s varie de 1 à 0.

Cette courbe se compose de trois parties ; l'une ressemble beaucoup à une ligne droite et son inverse est une partie du cercle pointillé marqué Z_{c+D} ; la seconde ressemble beaucoup à une circonférence dont l'inverse est la ligne pointillée Z_{c+D} et une autre partie est une courbe qui raccorde le cercle à la ligne et dont l'inverse est une courbe similaire qui raccorde la ligne au cercle. Sa position exacte peut être repérée immédiatement par le tracé de la tangente issue de O. Les points de la courbe pointillée correspondant aux différentes valeurs de s sont obtenues par inversion. Le point pour $s = 1$ est marqué S_1, c'est le point de démarrage. Pour avoir le point à pleine vitesse dans le sens inverse de la rotation du champ, on doit prolonger la ligne d'admittance de 20 cm jusqu'à 40 cm et situer le point sur le cercle Y_c ; ensuite, le rapporter sur le cercle pointillé. Il est marqué R_v.

Si on avait voulu tenir compte du courant à vide, on aurait pu, avant d'inverser Y_{c+D} ajouter l'admittance Y_a : ce qui donne une nouvelle origine et qui fait que l'inverse de la partie circulaire de Y_{c+D} devient une circonférence de très grand diamètre au lieu d'une ligne droite.

Après avoir obtenu Z_{c+D} par inversion, on ajoute Z_L par un changement d'origine en O' tel que $OX_1 = \frac{0.13}{0.04} = 3.25$ cm et $X_1O' = \frac{0.008}{0.04} = 0,2$ cm. On prend maintenant l'inverse de la courbe pointillée avec O' pour centre d'inversion, ce qui donne la courbe en trait fort : Y_{c+D+L} qui est constituée par une partie de deux circonférences dont les diamètres sont obtenus en inversant le cercle et la ligne droite de la courbe pointillée. La partie de la courbe qui raccorde les deux portions de circonférence peut être tracée point par point ou au jugé en s'aidant de la tangente menée par O'.

Les inverses des points qui se trouvent sur la partie circulaire de la courbe pointillée sont sur le grand cercle et les inverses des points de la partie rectiligne de cette courbe sont sur le petit cercle de la courbe en trait fort.

Il faut ensuite ajouter l'admittance du stator à vide. Supposons-la égale à $0,06 + j.\ 0,3$. Nous portons $\frac{0,3}{0,4} = 0,75$ cm verticalement et 0,15 cm à gauche. Ceci donne une nouvelle origine O''.

Les vecteurs joignant cette origine à la courbe de Y_{c+D+L} donnent le courant dans le stator à l'échelle $0,4 \times 955 = 382$ ampères par centimètre. Pour avoir la courbe du couple, on mène de O' une droite perpendiculaire à l'axe des forces électromotrices. On prend ensuite sur le petit cercle un point correspondant à un courant quelconque par lequel on calcule la perte Joule dans une phase du stator et le quotient de cette perte par 955 donne le courant actif correspondant. On porte ce courant sur une parallèle à l'axe des tensions en un point en regard de celui correspondant au courant choisi et l'extrémité obtenue se trouve sur la droite du couple pour le petit cercle ; on répète l'opération par le grand cercle et on obtient une seconde droite en joignant le point obtenu, à l'intersection du cercle et de l'axe vertical.

La courbe du couple se compose ainsi de deux droites inégalement inclinées sur l'axe vertical et raccordées par une partie curviligne (c'est la courbe tracée en deux traits parallèles). En prenant la résistance du rotor égale à celle du stator, la courbe de la puissance utile peut être obtenue de la même manière.

Le courant actif absorbé est $\frac{2500 \times 746}{3 \times 955} = 650$ A par phase. On peut porter ce courant après la ligne de la puissance utile parallèlement à l'axe des tensions et on obtient ainsi le point normal. On voit que le glissement est alors très peu supérieur à 0,01.

Le couple est maximum pour un glissement de 0,03, puis diminue jusqu'à $s = 0,1$. Il est alors égal à 1,35 fois le couple normal. Une augmentation de glissement donne une augmentation du couple jusqu'à l'arrêt, où le couple est quatre fois le couple normal si la tension est de 955 v. Pratiquement, on ne démarrera pas ce moteur à pleine tension. Dans la propulsion des navires, on est maître de la tension de la génératrice et on démarre à excitation réduite. Si l'on veut renverser les hélices pendant que le navire avance à pleine vitesse, l'excitation est diminuée, l'alternateur est mis hors circuit. Deux phases du moteur sont renversées afin de changer le sens du champ tournant. L'alternateur est remis en circuit et l'excitation est augmentée. Toutes ces opérations sont réalisées automatiquement par la manœuvre d'une manette de la position « avant toute » à la position « arrière toute », sans aucun changement dans le circuit du rotor.

4. Réglage de la vitesse des moteurs asynchrones. — L'emploi d'un induit muni d'un collecteur a donné lieu à d'intéressantes applications. Si l'expérience montre qu'il n'y a pas de mauvaise commutation, on ne voit pas pour quelle raison on s'abstiendrait d'utiliser un collecteur pour des machines à courants alternatifs et l'étude des moteurs polyphasés à collecteur est à ce point de vue très instructive.

Considérons un induit bipolaire muni d'un collecteur à une extrémité et de bagues à l'autre, reliées à quatre prises également réparties sur l'enroulement.

a) *Du courant alternatif est fourni aux bagues.* — Supposons l'induit immobile et alimenté par du courant diphasé à 50 p : s qui produira un champ tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre, en regardant du côté du collecteur, à 3000 t : mn. Une force contre-électromotrice sera induite, le courant sera limité par la self-induction de l'enroulement et sera déphasé en arrière de la force électromotrice appliquée.

Si deux balais à 180° l'un de l'autre sont placés sur le collecteur, la différence de potentiel entre eux aura la même valeur qu'aux bagues.

En déplaçant les balais par rapport au collecteur, nous pouvons obtenir telle phase que nous désirons par rapport à la force électromotrice appliquée. L'appareil est un ajusteur de phase. Faisons tourner l'induit en sens inverse du champ tournant, soit dans le sens des aiguilles d'une montre, en regardant du côté du collecteur. Par rapport aux prises faites sur l'enroulement, la vitesse du champ tournant ne varie pas, mais elle diminuera par rapport aux balais immobiles à mesure que l'on approchera de la vitesse de 3000 t:mn. A cette vitesse, la différence de potentiel aux balais, qui aura conservé à toutes les vitesses la même valeur maximum, sera constante. L'appareil fonctionne alors comme commutatrice et transforme du courant alternatif en courant continu et réciproquement.

A des vitesses inférieures ou supérieures à celle du syn-

chronisme, l'appareil fonctionne en convertisseur de fréquence et on a, aux balais, une fréquence égale à la différence entre la fréquence d'alimentation et celle correspondant à la rotation.

Si trois balais à 120° sont utilisés, on obtiendra des courants triphasés à une fréquence dépendant de la vitesse avec laquelle l'armature est entraînée, mais la différence de potentiel ne dépend nullement de cette vitesse et n'est fonction que de la tension aux bagues.

b) *Du courant alternatif est fourni aux balais.* — Considérons l'induit immobile, les bagues n'étant reliées par aucun circuit extérieur. Alimentons les balais à 120° par du courant triphasé. Un champ tournant à 3 000 t : mn en sens inverse des aiguilles d'une montre sera produit et une force contre-électromotrice sera induite. Si maintenant l'induit est entraîné dans le sens des aiguilles d'une montre, cela ne modifie pas la vitesse du champ tournant relativement aux balais, mais par rapport aux conducteurs le champ tourne à plus de 3 000 t : mn et, en conséquence, la force contre-électromotrice pour un flux donné est augmentée. Si la tension aux balais reste constante, le flux diminuera et, pour une vitesse de rotation de 3 000 t : mn, il sera réduit de moitié. Si on fait circuler un courant constant dans l'induit, la tension aux bagues augmente avec la vitesse et aura une fréquence égale à la somme des deux fréquences, d'alimentation et de rotation.

Faisons tourner maintenant l'induit dans le même sens que le champ. La vitesse relative des conducteurs et du champ diminuant, la tension nécessaire pour faire circuler un courant donné diminue à mesure que la vitesse augmente et, à une vitesse de 3 000 t : mn, à part la chute ohmique, aucune tension n'est nécessaire pour le maintien du courant : on a un induit sans self-induction. Si la vitesse est augmentée, la self-induction devient négative et le courant dans une phase produit un flux qui, en vertu de la rotation, engendre une force électromotrice en avance de 90° sur le courant : l'appareil est un avanceur de phase.

c) *L'induit est entouré d'un enroulement statorique.* — Considérons l'induit entouré d'un circuit magnétique portant un enroulement triphasé bipolaire.

En premier lieu, on cale l'induit et on alimente le stator en courant triphasé. L'appareil se comporte comme un transformateur polyphasé donnant deux tensions diphasées aux quatre bagues et des tensions *n*-phasées aux balais, *n* dépendant du nombre de balais également répartis sur le collecteur. Si les bagues sont court-circuitées, on a, en libérant l'induit, un moteur asynchrone ordinaire. Si on laisse les bagues en circuit ouvert et si on court-circuite les balais, on aura un moteur asynchrone dans le sens général du mot, mais qui aura des caractéristiques particulières.

La tension aux balais aura toujours pour fréquence la fréquence d'alimentation. Si les balais sont reliés à un circuit extérieur et si on entraîne l'induit au-dessus de la vitesse du synchronisme dans le sens de rotation du champ tournant, l'appareil devient un avanceur de phase, mais il diffère de celui qui ne possède pas d'enroulement statorique en ce sens que le déphasage du champ tournant ne dépend plus de la position des balais et qu'il est possible d'obtenir un décalage quelconque de la force électromotrice tandis que l'autre appareil ne pouvait donner qu'une force électromotrice déphasée de 90° par rapport au courant.

Avec une telle machine, nous pouvons non seulement améliorer le facteur de puissance, mais encore opposer à la force électromotrice produite dans l'enroulement rotorique une force électromotrice de même fréquence et, de cette manière, augmenter ou diminuer le glissement.

5. Différents types d'avanceurs de phase. — M. Maurice Leblanc a montré, en 1895, qu'un moteur asynchrone peut fonctionner avec un facteur de puissance en avance si on injecte dans chaque circuit du rotor une force électromotrice ayant une fréquence égale à celle du courant dans le rotor et déphasée en avant du courant dans ce circuit.

Dans ce but, on peut employer plusieurs appareils :

a) Une commutatrice (fig. 5) ;

b) Un convertisseur de fréquence entraîné par un moteur synchrone (fig. 6) ;

c) Un convertisseur de fréquence monté sur l'arbre du moteur asynchrone et dont les bagues sont reliées à la ligne : on a alors une tension de basse fréquence au collecteur ;

d) Un convertisseur de fréquence monté sur l'arbre du moteur asynchrone et dont les balais sont reliés à la ligne : on a alors une tension de basse fréquence aux bagues ;

e) Une excitatrice Leblanc constituée par un induit analogue aux induits des machines à courant continu et excitée par les courants rotoriques circulant soit dans l'induit même, soit dans un inducteur l'entourant ;

f) Un vibrateur de Kapp ;

g) Un condensateur électrochimique.

Les dispositifs (*a*), (*b*), (*c*), (*d*) et (*e*) peuvent être utilisés pour survolter ou dévolter la force électromotrice rotorique et changer la vitesse du moteur d'induction.

a) *Commutatrice en série avec les bagues du rotor.* — Au lieu de dissiper l'énergie de glissement, il est plus économique de lui faire actionner une machine électromagnétique qui permettra d'en récupérer une grande partie. La difficulté principale réside dans la basse fréquence et la faible valeur de la force électromotrice rotorique.

Quand on désire une diminution de vitesse de 20 pour 100 ou davantage pour un moteur asynchrone de 50 p : s, la fréquence des courants dans le rotor variera de 10 à une faible valeur, quand le glissement diminuera. A des fréquences de cet ordre, une commutatrice ne fonctionne d'une manière satisfaisante que tant que l'on a soin de conserver un glissement et une force électromotrice suffisants pour le maintien du synchronisme. Le moteur asynchrone doit être calculé pour une vitesse de synchronisme supérieure de 10 pour 100, par exemple, à la vitesse normale de fonctionnement, afin que le glissement ne soit jamais réduit à moins de 10 pour 100. On aura alors une fréquence minimum de 5 p : s, et une tension aux bagues égale à cinq fois la chute ohmique environ.

La puissance produite du côté continu de la commutatrice peut être utilisée pour entraîner soit un moteur à courant continu monté sur le même arbre que le moteur principal, soit un moteur à courant continu actionnant une génératrice connectée au réseau. Un générateur asynchrone est commode pour restituer l'énergie à la ligne.

Le schéma des connexions pour un moteur à courant continu monté sur le même arbre que le moteur principal est donné dans la figure 5. On règle le glissement en agissant sur l'excitation du moteur à courant continu. Sa force contre-électromotrice s'oppose, à travers la commutatrice, à la force électromotrice de glissement et ainsi le glissement augmente jusqu'à la circulation d'un courant suffisant pour produire le couple nécessaire. Un rhéostat, monté en potentiomètre, est utilisé pour le réglage de l'excitation.

Le facteur de puissance du moteur asynchrone est modifié par la variation de l'excitation de la commutatrice. Pour une tension donnée à la commutatrice, il existe une certaine excitation qui donne un facteur de puissance égal à l'unité aux bagues. Une augmentation de l'excitation améliorera alors le facteur de puissance du moteur asynchrone.

b) Convertisseur de fréquence en série avec les bagues du rotor. — Si un convertisseur de fréquence constitué par un induit analogue à celui d'une commutatrice, entouré d'un stator pour compléter le circuit magnétique, est entraîné à la vitesse du synchronisme au moyen d'un moteur synchrone et si les bagues du moteur asynchrone

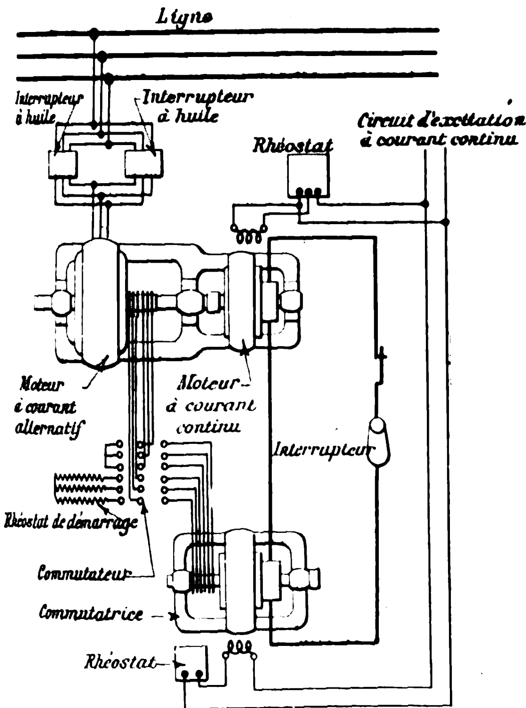


Fig. 5. — Connexions système Krämer pour le réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone au moyen d'une commutatrice.

principal sont reliées aux balais du collecteur, la fréquence aux bagues du convertisseur sera égale à la fréquence d'alimentation diminuée de la fréquence du glissement, c'est-à-dire à la fréquence de rotation.

Si, maintenant, nous relions les bagues du convertisseur de fréquence aux bornes d'un moteur synchrone (fig. 6) monté sur le même arbre que le moteur principal, le moteur synchrone produira un couple quand le convertisseur de fréquence lui fournira du courant, c'est-à-dire dès que le moteur principal, ne tournant plus à vide, commencera à glisser.

c) Convertisseur de fréquence entraîné par le moteur principal. — Dans une variante de cette méthode, on monte un convertisseur de fréquence sur l'arbre du moteur principal. Le courant venant des bagues va aux balais du collecteur, le sens de rotation du champ magnétique étant le même que celui du moteur. La fréquence de glissement est ainsi ajoutée à celle de rotation, la somme étant égale à la fréquence d'alimentation de sorte que l'énergie de glissement peut être restituée au réseau.

d) Convertisseur de fréquence entraîné par le moteur principal et dont les balais sont reliés à la ligne. — On obtient ainsi aux bagues une tension à la fréquence de glissement et dont la phase dépend de l'orientation des balais.

e) Excitatrice Leblanc. — Elle est constituée par un induit de machine à courant continu alimenté par les courants rotoriques circulant soit dans l'induit même, soit dans un inducteur entourant cet induit.

Par rapport au rotor d'un moteur asynchrone qui peut être alimenté avec une force électromotrice de fréquence et de phase variables, cette machine joue le même rôle qu'une excitatrice en courant continu qui alimente les inducteurs d'un alternateur.

La théorie de cet appareil a été donnée par M. J.-J. Hull (1).

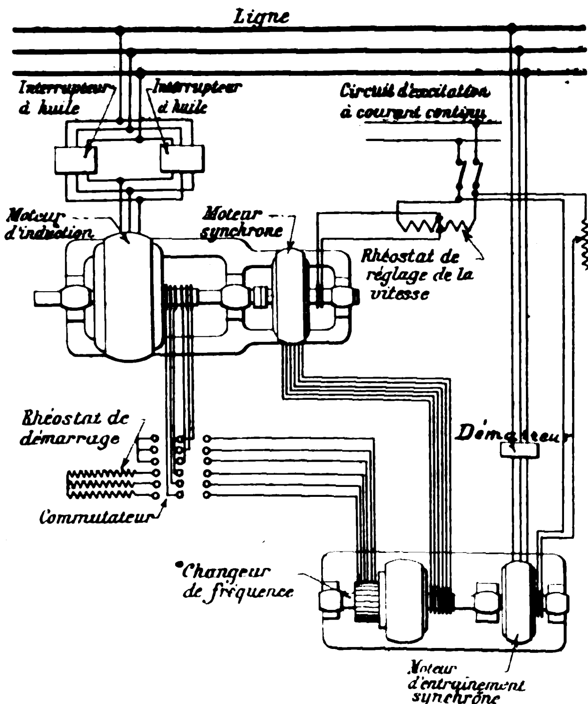


Fig. 6. — Connexions pour le réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone au moyen d'un changeur de fréquence.

La figure 7 représente le diagramme classique des moteurs asynchrones dans lequel on n'a conservé que certaines lignes essentielles : OC est le courant à vide; OP, le courant

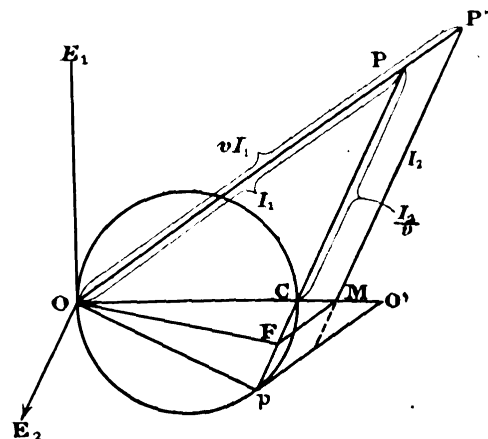


Fig. 7.

dans le stator; CP, le courant dans le rotor et OP, le flux résultant dans le rotor.

(1) *General Electric Review*, juillet 1920, t. XXIII, p. 636-643.

Supposons maintenant qu'une excitatrice Leblanc injecte une force électromotrice e_j dans le circuit du rotor; la vitesse du moteur doit être telle que le flux O p puisse engendrer une force électromotrice E_2 égale et opposée à la somme de e_j et $I_2 r_2$, la chute ohmique. Si e_j est opposée à Cp, l'effet en sera d'augmenter le glissement, mais si e_j a une composante déphasée de 90° en avant de Cp, le facteur de puissance du moteur sera amélioré.

Quand l'avanceur de phase a des inducteurs série, il est possible d'injecter dans le rotor une force électromotrice déphasée par rapport au courant d'un angle quelconque. La figure 8 indique les connexions à réaliser. SF_1, SF_2 et SF_3

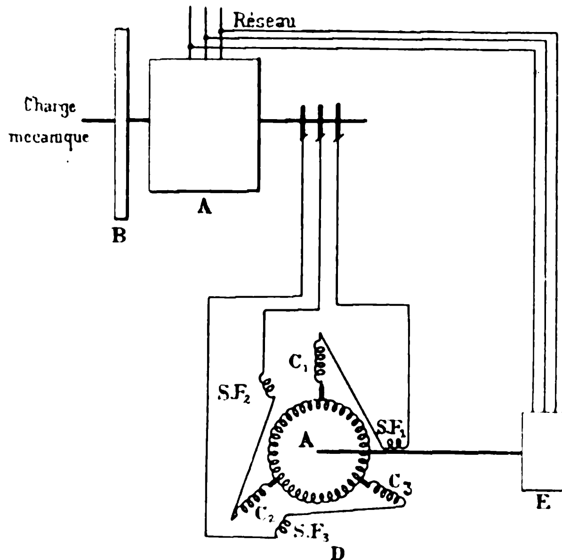


Fig. 8. — Connexions d'une commutatrice Leblanc à enroulement série.

sont les enroulements série; C_1, C_2 et C_3 sont les enroulements destinés à compenser les ampères-tours induits; E est un moteur synchrone; B, un volant; A, le moteur principal. Le cas le plus simple à considérer est celui où le déphasage

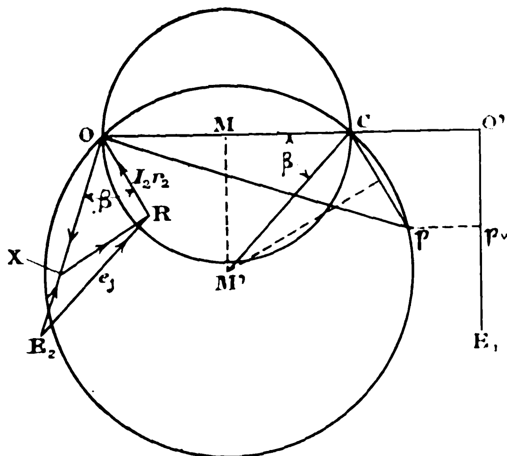


Fig. 9.

est constant et où la force électromotrice injectée est strictement proportionnelle à I_2.

Appliquons ces considérations à la figure 9 : nous voyons que le rapport entre RO, la chute ohmique, et E_2 R, la force électromotrice injectée, est constant. L'angle E_2 RO est constant, ainsi que les angles E_2 OR et ROp. Mais l'angle ROp est égal à l'angle OpC, donc ce dernier est constant. Avec les hypothèses admises, la réactance du circuit du rotor est constante, donc la longueur OC est invariable. Le lieu de p est une circonférence dont le centre s'obtient par la construction suivante : on prend un courant quelconque dans le rotor et, connaissant r, on trace RO, chute ohmique, à l'échelle des tensions. On porte ensuite E_2 R, que l'on connaît d'après les conditions choisies, d'où l'on a OE_2.

Le triangle ORX est rectangle, l'angle OXR = ROp = MM'C. Donc l'angle XOR = MCM' = β. Mais tgβ donne le rapport entre la composante de e_j normale au courant rotorique et la chute ohmique. Pour une disposition donnée des enroulements de l'avanceur de phase et en supposant le fer non saturé, on a un angle constant β. Le centre M' est à l'intersection de la droite CM' faisant un angle β avec OC et de la perpendiculaire élevée en M à OC.

Il est à remarquer que les enroulements série de l'avanceur de phase ajoutent une réactance appréciable au circuit du rotor. Il faut donc, en déterminant les échelles auxquelles OC et Cp sont tracées, prendre une valeur de r_2 qui tiendra compte du flux de fuite supplémentaire introduit par ces enroulements.

Pratiquement, le circuit magnétique de l'avanceur de phase est voisin de la saturation aux fortes charges. Pour en tenir compte, Kapp a donné la construction suivante :

Pour chaque valeur du courant dans l'avanceur, il y a une certaine composante de la force électromotrice injectée, qui est déphasée de 90° par rapport au courant et que nous représentons par SB (fig. 10). Soit ES la chute ohmique. Le

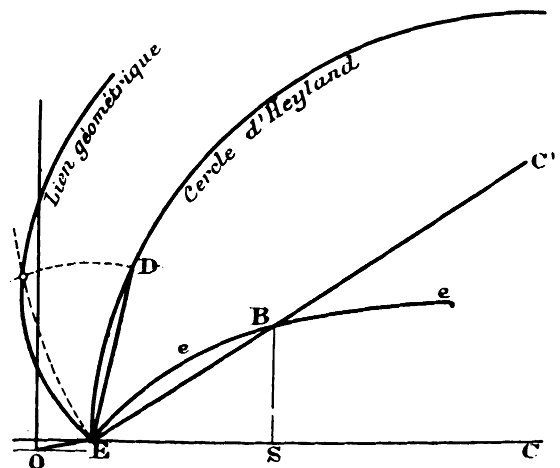


Fig. 10.

lieu du point B est la courbe de saturation de l'avanceur. La ligne EB nous donne la valeur de l'angle β pour un point de la courbe et, si nous prolongeons cette ligne jusqu'à son intersection en C' avec la perpendiculaire en C à CS, nous obtenons en C' ou M' le centre du lieu cherché pour la valeur de β correspondant au point choisi. Nous pourrons obtenir ce lieu point par point en traçant une circonférence de centre M' et de rayon M'C qui rencontrera au point E l'arc de cercle décrit de C pour centre avec Cp pour rayon.

6. Réglage de la vitesse au-dessus et au-dessous du synchronisme. — Quand on veut donner au moteur asynchrone

des vitesses très différentes, il est avantageux de disposer l'excitatrice Leblanc de manière que le glissement du moteur puisse être positif ou négatif. Dans ce cas, la puissance en kilovolts-ampères que l'appareil auxiliaire doit posséder est réduite de moitié, car il peut être calculé pour la moitié seulement de la tension qui serait nécessaire pour obtenir toute la variation de la vitesse au-dessous du synchronisme seulement. Afin que la tension fournie par l'appareil auxiliaire soit suffisante pour faire franchir la vitesse du synchronisme au rotor du moteur asynchrone, on a besoin d'une machine supplémentaire appelée excitatrice de chute ohmique. C'est un changeur de fréquence ayant un induit analogue à celui d'une commutatrice. Il est bobiné pour le même nombre de pôles que le moteur principal sur l'arbre duquel il est monté. Le circuit magnétique de l'induit est complété par des anneaux d'acier placés sous les bagues et entraînés avec cet induit.

Comme on l'a vu plus haut, une machine de ce genre donnera aux balais une tension constante à la fréquence du glissement si elle est alimentée aux bagues par du courant à la fréquence de la ligne. Cette tension sert à contrôler l'excitation de la machine auxiliaire de Leblanc.

La figure 11 représente les connexions. Les enroulements inducteurs de la machine D sont en F_1, F_2 et F_3. Ils sont alimentés par un auto-transformateur B dont les bornes sont reliées aux bagues du moteur A. Les extrémités des enroulements F_1, F_2 et F_3 sont reliées, en passant par les rhéostats M, aux balais H de l'excitatrice de chute ohmique.

Ne tenons pas compte, tout d'abord, de l'action de H : la machine D fonctionne en moteur shunt à flux constant par pôle pour une série de prises données ; en effet, quand la tension aux bagues augmente, la fréquence augmente et le flux reste constant dans l'auto-transformateur ainsi que dans les inducteurs. Si on veut changer la vitesse du moteur, on modifie les prises sur l'auto-transformateur et

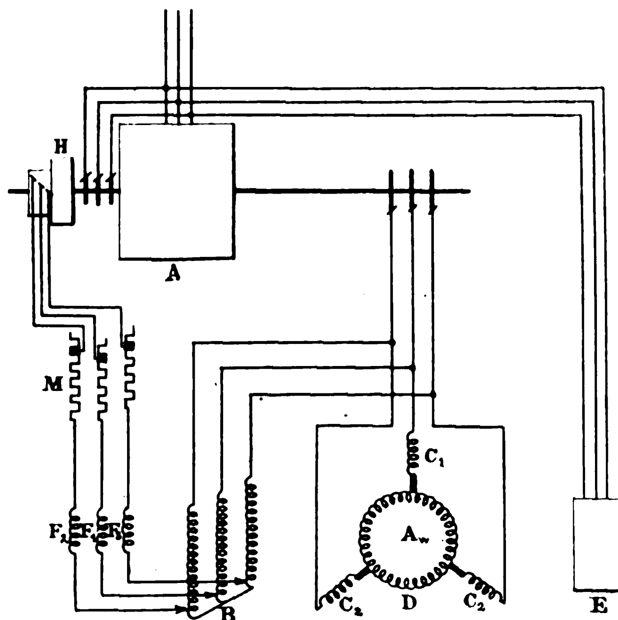


Fig. 11. — Connexions de la machine Leblanc pour obtenir toutes les vitesses au-dessus et au-dessous du synchronisme

le flux est augmenté proportionnellement au glissement. La chute réactive dans les pôles F_1, F_2 et F_3 varie comme le

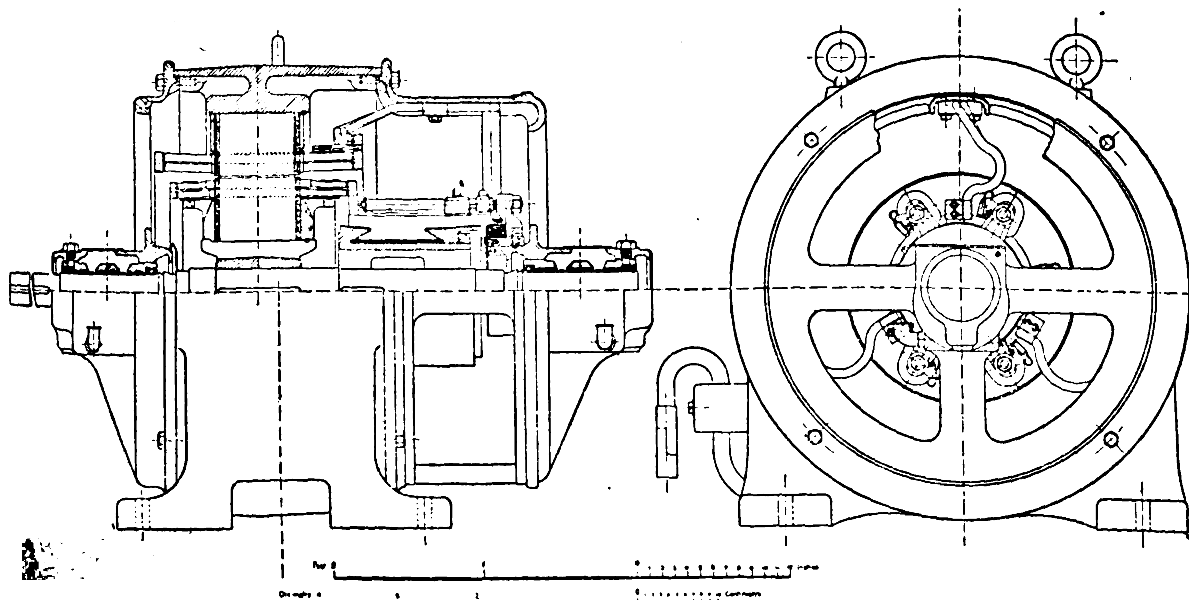


Fig. 12. — Avanceur de phase de 30 kv-A convenant à un moteur de 1 500 ch.

carré du glissement, le courant étant simplement proportionnel à ce glissement.

Si maintenant nous ajoutons la tension constante de H, on voit que l'on pourra compenser la chute ohmique dans les inducteurs et fournir un courant d'excitation qui maintiendra le passage d'un courant dans le circuit du rotor, même pour un glissement nul.

Quand le glissement est égal à zéro, H fonctionne comme une commutatrice fournissant du courant continu aux inducteurs et faisant marcher D en génératrice alimen-

tant le rotor du moteur principal en courant continu.

Pour de grandes valeurs du glissement, la tension est surtout fournie par l'auto-transformateur; mais, quand le moteur approche du synchronisme, les prises sont voisines du point neutre, et la tension fournie par l'excitatrice de chute ohmique devient importante. La phase de cette tension est ajustée de manière que la force électromotrice qu'elle engendre dans le circuit du rotor soit en phase avec

Fig. 13 — Pôles et bobinage d'un avanceur de phases de 30 kv-A.

le courant actif dans le rotor. Cette force électromotrice aide le courant à vaincre la chute ohmique et permet de réduire le glissement.

Si l'on supprime des résistances du rhéostat M, la force électromotrice produisant le courant peut être augmentée de manière à faire circuler le courant actif dans l'enroulement du rotor, bien que le glissement soit négatif. Au moment où le moteur principal est à la vitesse du synchronisme, la

Fig. 14. — Enroulement de compensation et d'excitation d'un avanceur de phase de 30 kv-A.

machine Leblanc est une excitatrice en courant continu. Si on augmente le courant continu, le rotor se décale par rapport au vecteur représentant la tension d'alimentation.

Ceci a pour effet de changer les valeurs relatives du courant dans les différentes phases, ce qui décale encore davantage le rotor, et cet effet continue jusqu'à ce que le déphasage de la tension aux balais de l'excitatrice de chute ohmique soit renversé et le rotor est alors alimenté, par la machine Leblanc, par des courants qui sont alternatifs et qui maintiennent un glissement négatif. La force électromotrice engendrée par le glissement négatif est annulée par la force électromotrice engendrée par l'excitatrice Leblanc

qui est réglée par l'excitatrice de chute ohmique.

Quand on calcule un moteur asynchrone, la recherche d'un bon facteur de puissance est un obstacle à la meilleure utilisation possible d'une carcasse donnée. Si toutefois on calcule un moteur asynchrone destiné à fonctionner avec un avanceur de phase, on peut employer des encoches profondes, utiliser le cuivre de la façon la plus avantageuse et réaliser une induction importante dans l'entrefer puisque l'on n'est pas arrêté par la crainte d'avoir un courant magnétisant trop élevé.

Il n'est nullement exagéré de dire que l'on pourrait prendre une carcasse d'un moteur asynchrone ordinaire de 500 ch et l'utiliser pour un moteur de 700 ch avec avanceur de phase.

Comme les pertes dans l'avanceur de phase peuvent être maintenues inférieures à 0,75 pour 100, on conçoit que le rendement de l'ensemble soit plus élevé que celui d'un moteur synchrone sans avanceur.

Les figures 12, 13 et 14 montrent que la réalisation de cet auxiliaire ne présente aucune difficulté.

Nota. — Le vibrateur de Kapp a été décrit dans le « Journal of the Institution of electrical Engineers », avril 1913, t. LI. p. 243-292.

Le Dr T. F. Wall a décrit dans le « Journal of the Institution of electrical Engineers », janvier 1923, t. LXI. p. 128, quelques expériences intéressantes dans lesquelles des accumulateurs au plomb étaient utilisés comme des condensateurs en série avec le rotor et a montré que l'on pouvait obtenir par ce moyen un courant déphasé en avant. — F. K.

Calcul de l'influence des conducteurs à haute tension sur les lignes voisines parcourues par des courants de faible intensité (1).

On sait que le champ électrostatique produit par les conducteurs parcourus par des courants alternatifs à haute tension détermine, dans les lignes voisines et jusqu'à des distances relativement grandes, des tensions qui peuvent causer des perturbations graves, surtout quand les lignes influencées sont des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Il existe de nombreuses méthodes de calcul de ces surtensions, méthodes dans lesquelles on part des capacités relatives des conducteurs entre eux. L'auteur propose la méthode directe suivante, conduisant à des exécutions numériques simplifiées.

A. Cas d'un seul conducteur influençant. — Le cas le plus simple qui puisse se présenter en pratique est celui d'un conducteur à courant monophasé de haute tension avec retour par la terre (fig. 1). Soit h la hauteur au-dessus du sol du conducteur à haute tension et k, la hauteur du conducteur à courant de faible intensité.

Le conducteur à haute tension, dont le potentiel est E par rapport au sol, crée dans l'espace un champ électrostatique dont les lignes de force, représentées en pointillé sur la figure 1, rencontrent la ligne voisine, la chargent et la mettent sous tension.

Les lignes de force ont comme direction au voisinage du sol des perpendiculaires à ce dernier, ce qui permet d'assimiler l'influence de la terre à celle d'un conducteur au potentiel $-E$, *image* du premier par rapport à la surface du sol, donc situé à la distance h au-dessous de ce dernier. — Si la couche supérieure du sol est mauvaise conductrice, ce n'est naturellement qu'à la surface de la couche humide que se produit la réflexion supposée. — Pour déterminer alors la valeur de la tension induite sur la ligne influencée par l'action du conducteur à haute tension et de la terre, on doit faire la somme des potentiels par rapport à la terre créés au point de l'espace occupé par la ligne influencée, d'une part, par le conducteur à haute tension, et, d'autre part, par son image.

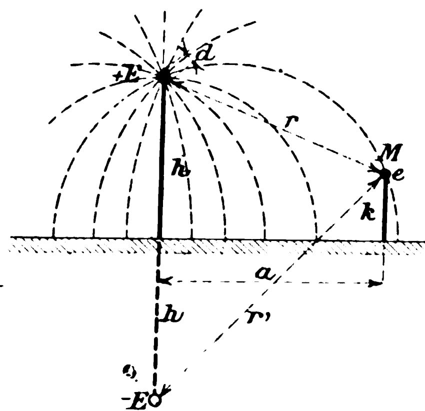


Fig. 1.

La formule qui donne le potentiel p_E créé en un point de l'espace, à la distance ρ d'un long conducteur cylindrique au potentiel E, et dont la charge linéique est Q, est

$$p_E = -2c^2 Q \log_e \rho. \qquad (1)$$

où c est la vitesse de la lumière dans le milieu interposé entre les conducteurs.

Si ρ' est la distance du même point à l'image située dans le sol, le potentiel résultant est donné par

$$p = p_E + p_{-E} = -2c^2 Q \log_e \rho + 2c^2 Q \log_e \rho' = 2c^2 Q \log_e \frac{\rho'}{\rho}. \qquad (2)$$

En remplaçant ρ et ρ' par leurs valeurs r et r' (fig. 1), il vient, pour expression du potentiel par rapport au sol de la ligne influencée,

$$e = 2c^2 Q \log_e \frac{r'}{r}. \qquad (3)$$

L'expression

$$g = \frac{e}{Q} = 2c^2 \log_e \frac{r'}{r}, \qquad (4)$$

peut être considérée comme une constante du système et l'auteur l'appelle constante d'influence réciproque par unité de longueur des deux conducteurs. Elle donne la valeur de la tension e de la charge induite par influence.

La relation (3) nous donne e en fonction de la charge linéique inconnue Q à la surface du conducteur à haute tension. La relation (2) permet de déterminer Q en fonction de la tension E, connue, à la surface du conducteur. En effet, on peut considérer que cette tension E résulte de la présence de la charge $+Q$ concentrée suivant l'axe du conducteur à la distance $\frac{d}{2}$ de la surface, si d est son diamètre, et

(1) Reinhold RÜDENBERG. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, mars 1923, t. XIV, p. 146-156, 4500 mots, 8 fig.

de la charge $-Q$ sur le conducteur fictif à la distance $2h$, considération qui nous permet d'appliquer la formule (2), d'où

$$E = 2 c^2 Q \log_e \frac{2h}{\frac{d}{2}}. \qquad (5)$$

En posant

$$q = \frac{E}{Q} = 2 c^2 \log_e \frac{4h}{d}, \qquad (6)$$

on pourra définir q comme la constante de self-influence par unité de longueur du conducteur, en observant qu'elle est égale à l'inverse $\frac{1}{c}$ de la *capacité linéique* du conducteur par rapport à la terre.

Des équations (3) et (5) on tire

$$e = \frac{q'}{q} E = \frac{\log_e \frac{r'}{r}}{\log_e \frac{4h}{d}} E. \qquad (7)$$

Le numérateur de cette expression étant, en général, plus petit que le dénominateur, il en découle que les tensions induites ne seront en général qu'une fraction de la tension du conducteur influençant, mais qu'elles seront d'autant plus considérables que la distance entre les lignes sera plus faible.

Exemple numérique. — Soient deux lignes sur le même pylône. On a : $h = 10$ m., $k = 5$ m, d'où $r = 5$ m et $r' = 15$ m ; $d = 8$ mm. Il vient

$$\frac{e}{E} = \frac{\log_e \frac{15}{5}}{\log_e \frac{40}{0{,}008}} = \frac{1{,}1}{8{,}5} = 13 \text{ pour } 100.$$

Il est plus commode d'exprimer les formules précédentes en fonction de a, h et k. La figure 1 donne

$$\left.\begin{aligned} r^2 &= a^2 + (h-k)^2 = a^2 + h^2 + k^2 - 2kh, \\ r'^2 &= a^2 + (h+k)^2 = a^2 + h^2 + k^2 + 2kh, \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

d'où

$$r'^2 = r^2 + 4kh. \qquad (9)$$

Il vient alors

$$\log_e \frac{r'}{r} = \frac{1}{2} \log_e \left(\frac{r'}{r}\right)^2 = \frac{1}{2} \log_e \left(1 + \frac{4kh}{r^2}\right)$$

ou approximativement, si les distances sont grandes par rapport aux hauteurs,

$$\log_e \frac{r'}{r} \simeq \frac{2hk}{r^2} \simeq \frac{2hk}{a^2}; \qquad (10)$$

d'où

$$e = \frac{2E}{\log_e \frac{4h}{d}} \frac{hk}{a^2}. \qquad (11)$$

Donc la tension induite est proportionnelle au produit des hauteurs respectives des deux conducteurs au-dessus du sol et inversement proportionnelle au carré de leur distance.

Les fortes tensions induites dans leur voisinage par certaines lignes unifilaires alternatives à haute tension, comme les lignes de traction à courant monophasé, sont dues à la grande distance $2h$ qui sépare le conducteur d'aller du conducteur fictif de retour, distance qui figure comme facteur de proportionnalité de la tension induite donnée par la formule (11). Les lignes de transmission triphasées ne présentent pas ce désavantage, puisque tout se passe comme si le retour s'effectuait effectivement par les fils eux-mêmes, situés à petite distance les uns des autres, de sorte que les charges se compensent fortement.

B. Cas des lignes influençantes à fil de retour monophasées et des lignes triphasées. — Le cas de l'influence électrostatique déterminée par les deux conducteurs d'aller et de retour d'une ligne monophasée est géométriquement le même que celui d'un fil d'aller unique et de son symétrique par rapport au sol dont on vient de faire l'étude. Pour appliquer au nouveau problème les formules qui précèdent, il suffira d'y remplacer la distance $2h$ par la distance s qui sépare les deux conducteurs de la ligne bifilaire et de remarquer que la valeur de la tension qui figure dans ces formules est la demi-tension entre les conducteurs, par conséquent $\frac{E}{2}$ (fig. 2). Le potentiel créé en un point de l'espace distant respectivement de ρ et ρ' des deux conducteurs aériens sera

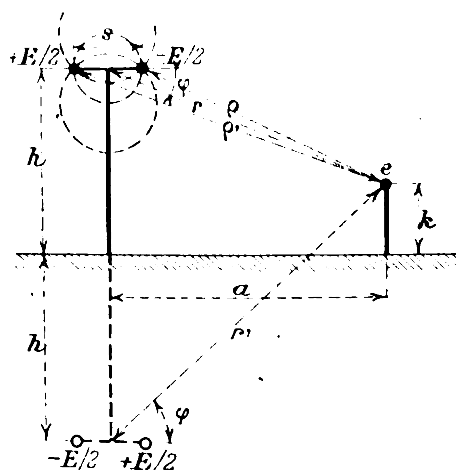


Fig. 2.

$$p = \frac{\frac{E}{2}}{\log_e \frac{2s}{d}} \log_e \frac{\rho'}{\rho}. \qquad (12)$$

La figure 2 donne, sensiblement,

$$\rho = r - \frac{s}{2}\cos\varphi, \qquad \rho' = r + \frac{s}{2}\cos\varphi\,; \qquad (13)$$

d'où l'on tire, approximativement

$$\log_e \frac{\rho'}{\rho} \simeq \log_e \frac{1 + \frac{s\cos\varphi}{2r}}{1 - \frac{s\cos\varphi}{2r}} \simeq \frac{s\cos\varphi}{r}; \qquad (14)$$

d'où

$$p = \frac{Es}{2 \log_e \frac{2s}{d}} \frac{\cos \varphi}{r}. \qquad (15)$$

La tension induite par les deux conducteurs aériens d'aller et de retour ne dépend plus seulement de la distance, mais aussi de la situation angulaire des deux conducteurs par rapport à la direction de la ligne influencée. Si $\varphi = 0$, c'est-à-dire si la ligne influencée se trouve dans le plan des deux conducteurs, l'induction électrostatique due à ceux-ci est maximum ; elle est, au contraire, nulle si la ligne influencée se trouve sur la perpendiculaire au milieu de l'axe des deux conducteurs influençants, c'est-à-dire sur le même support. La tension induite diminue en raison inverse de la distance, donc plus vite que dans le cas d'une ligne à retour par le sol où elle ne diminue qu'en raison inverse du logarithme de la distance.

Mais, pour le calcul de la tension induite par une ligne à deux conducteurs, il faut, de plus, tenir compte du rôle joué par le sol, rôle qui, pour la raison donnée au début de l'étude du cas A, sera celui de deux conducteurs situés sous la surface bonne conductrice du sol, images des deux conducteurs aériens et chargés en sens contraires (fig. 2). En sorte que la tension résultante induite dans le conducteur influencé sera, d'après (15),

$$e = \frac{Es}{2 \log_e \frac{2s}{d}} \left(\frac{\cos \varphi}{r} - \frac{\cos \varphi'}{r'}\right). \qquad (16)$$

L'étude du cas d'une ligne triphasée se déduit assez simplement du précédent si l'on remarque qu'on en peut assimiler l'influence à la demi-influence de trois lignes monophasées bifilaires constituées chacune successivement par deux des fils triphasés. Cette remarque n'est d'ailleurs rigoureusement exacte que dans le cas (représenté figure 3) de trois conducteurs situés l'un par rapport à l'autre suivant

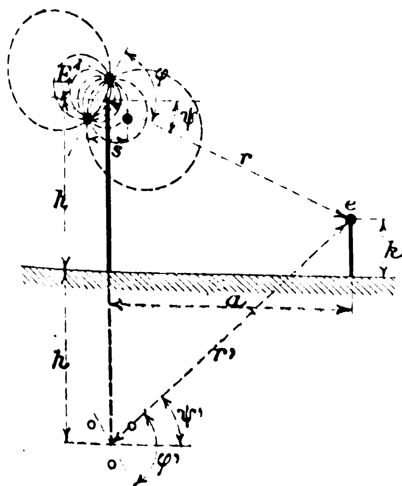


Fig. 3.

les arêtes d'un prisme triangulaire équilatéral; dans tous les autres cas, la dyssymétrie est cause que le champ produit par deux des fils est modifié par le troisième. — Pour cette disposition symétrique des conducteurs l'un par rapport à l'autre, il se formera donc, pendant chaque période, six fois un champ identique à celui d'une ligne bifilaire alternative, comme il est représenté en pointillé sur la figure 3. Pendant les six intervalles de temps correspondants, les lignes de force passent d'un conducteur à l'autre et se répartissent comme le montre la figure 3 a. L'axe du champ décrit donc à peu près régulièrement un cercle et fait un tour par période. Si la tension maximum est E et si la distance entre conducteurs est s, la relation (15) donnera la valeur du « potentiel tournant » (Drehpotential) à la distance r. Si ψ est la valeur initiale, au temps zéro, de l'angle donné par l'axe du champ et la direction du rayon r, la situation de cet axe au temps t est précisée par la formule

$$\varphi = \psi + \omega t. \qquad (17)$$

En résumé, l'influence directe à distance d'une ligne triphasée sur une ligne voisine parcourue par un faible courant est la même, abstraction faite de l'influence du sol, quant aux valeurs maxima des tensions induites, que cell d'une ligne à deux fils, si les tensions de service sont égales

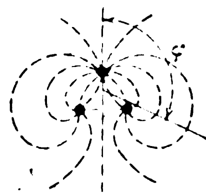


Fig. 3a.

avec cette différence que le champ électrostatique de la ligne triphasée tourne d'une façon régulière autour du centre de figure, tandis que celui de la ligne bifilaire est de direction fixe, mais de grandeur pulsatoire, et que la valeur du champ dans le cas du courant triphasé est indépendante de l'angle φ, ce n'est que la phase de la tension induite qui varie avec ce dernier angle.

Pour tenir compte de l'influence du sol, il faut, ainsi que dans les cas précédents, le supposer remplacé par un système de trois conducteurs triphasés qui seraient les images, par rapport au sol, des conducteurs aériens, avec des tensions de signes contraires et un sens de rotation du champ inverse, comme il est représenté figure 3 et l'on a la relation

$$\varphi' = \psi' + \omega t. \qquad (18)$$

La tension résultante, déterminée par les conducteurs triphasés et le sol est donc, d'après (16)

$$e = \frac{Es}{2 \log_e \frac{2s}{d}} \left(\frac{\cos \varphi}{r} - \frac{\cos \varphi'}{r'}\right), \qquad (19)$$

E étant la tension entre conducteurs ou tension composée.

Applications. — Supposons la ligne influencée sur le même support que la ligne triphasée. En exprimant r et r' en fonction des hauteurs au-dessus du sol, et en remarquant

que $\varphi = \varphi'$, on obtient

$$e = \frac{s}{2 \log_e \frac{2s}{d}} \left(\frac{1}{h-k} - \frac{1}{h+k} \right) E \cos \varphi$$

$$= \frac{1}{\log_e \frac{2s}{d}} \frac{sk}{h^2 - k^2} E \cos (\omega t + \psi). \qquad (20)$$

et en remplaçant par les valeurs numériques suivantes : $s = 2$ m, $d = 0{,}008$ m, $h = 10$ m, $k = 5$ m, on a, pour le rapport de la tension induite à la tension E,

$$\frac{e}{E} = \frac{1}{\log_e \frac{2 \times 2}{0{,}008}} \frac{2 \times 5}{10^2 - 5^2} = \frac{10}{6{,}2 \times 75} = 2{,}2 \text{ pour } 100.$$

Si la distance a entre les deux lignes est grande, on peut remplacer r et r' par a dans l'équation (19) sans erreur appréciable et cette dernière expression devient

$$e = \frac{Es}{2 \log_e \frac{2s}{d}} \frac{2}{a} \sin \left(\frac{\varphi' + \varphi}{2} \right) \sin \left(\frac{\varphi' - \varphi}{2} \right). \qquad (21)$$

Comme, d'après la figure 3, les angles ψ et ψ' des égalités (17) et (18) deviennent très petits et que, d'autre part, φ et φ' deviennent sensiblement égaux, on peut écrire

$$\sin \frac{\varphi' + \varphi}{2} = \sin \varphi, \qquad (22)$$

et

$$2 \sin \left(\frac{\varphi' - \varphi}{2} \right) = \varphi' - \varphi = \psi' - \psi = \frac{h+k}{a} - \frac{h-k}{a} = \frac{2k}{a}; \qquad (23)$$

d'où

$$e = \frac{1}{\log_e \frac{2s}{d}} \frac{sk}{a^2} E \sin \varphi. \qquad (24)$$

La tension induite est inversement proportionnelle au carré de la distance, directement proportionnelle : 1° à la hauteur au-dessus du sol de la ligne influencée; 2° à la distance entre fils triphasés, mais indépendante de la hauteur de la ligne triphasée au-dessus du sol.

Application. — Supposons pour les hauteurs au-dessus du sol les mêmes valeurs que dans l'exemple précédent et une distance $a = 30$ m. Le rapport des tensions devient

$$\frac{e}{E} = \frac{1}{6{,}2} \frac{2 \times 5}{30^2} = 0{,}16 \text{ pour } 100.$$

C. Lignes triphasées dans le cas de court-circuit à la terre d'un conducteur. — Dans ce cas, de plus fortes tensions que les précédentes peuvent apparaître sur la ligne influencée. En effet, le court-circuit rend nul le potentiel du conducteur accidenté et celui des deux autres conducteurs varie également. Mais, comme les valeurs relatives des tensions entre les trois conducteurs restent les mêmes, tout se passe comme s'il venait d'être appliqué à chacun des trois conducteurs une tension supplémentaire alternative égale à la tension primitive changée de signe du conducteur mis à la terre. Au champ électrostatique dû au système triphasé qui subsiste, se superpose donc un champ nouveau qui est la résultante des trois champs partiels créés par la tension supplémentaire agissant à la fois sur les trois conducteurs. Les lignes de force de ce nouveau champ supplémentaire ne se concentrent donc pas autour d'un seul conducteur, mais sont issues des trois conducteurs à la fois, ainsi que le montre la figure 4; tout se passe donc comme si elles

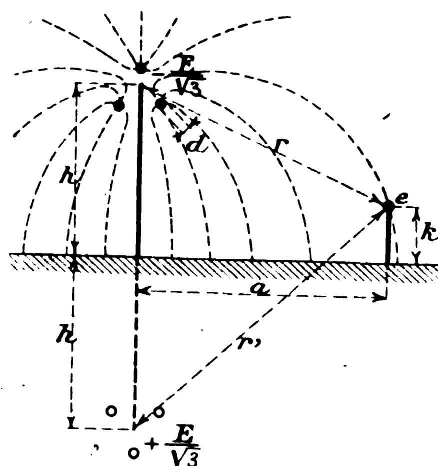


Fig. 4.

étaient créées par un quatrième conducteur hypothétique de tension $\frac{E}{\sqrt{3}}$ par rapport au sol et de diamètre $3\,d$. La formule (5) doit donc subir de ce fait une modification et devient

$$\frac{E}{\sqrt{3}} = 2 r^2 Q \log_e \frac{2h}{\frac{3d}{2}}. \qquad (25)$$

Rappelons que cette formule donne la relation entre la tension E à la surface d'un conducteur (par rapport au sol) et la charge linéique Q à la surface. Remarquons, d'autre part, que la tension E désigne maintenant la tension entre phase et neutre H.

De (25), on déduit, par la même méthode qu'au début, la valeur de e, tension induite,

$$e = \frac{\log_e \frac{r'}{r}}{\log_e \frac{4h}{3d}} \frac{E}{\sqrt{3}} \qquad (26)$$

et si la distance est relativement grande, on en tire, d'après (10),

$$e = \frac{2E}{\sqrt{3} \log_e \frac{4h}{3d}} \frac{hk}{a^2}. \qquad (27)$$

Application. — Supposons les lignes portées par le même

support et disposées sur ce dernier suivant les mêmes données numériques que précédemment. Dans ce cas, c'est la formule (26) qui doit s'appliquer. Elle donne

$$\frac{e}{E} = \frac{\log_e \frac{15}{5}}{\sqrt{3}\log_e \frac{4 \times 10}{3 \times 0{,}008}} = \frac{1{,}1}{12{,}8} = 8{,}6 \text{ pour } 100.$$

Si les lignes sont sur des supports distincts à 30 m de distance, la formule (27) donne

$$\frac{e}{E} = \frac{2 \times 10 \times 5}{12{,}8 \times 30^2} = 0{,}86 \text{ pour } 100.$$

On voit que les tensions induites dans le cas de défaut à la terre de l'un des conducteurs triphasés sont donc un multiple de ce qu'elles seraient en service normal et se rapprochent de l'ordre de grandeur des valeurs des tensions provoquées par une ligne unifilaire. Les troubles dans les lignes à courant faible apparaîtront donc surtout dans le cas de mises à la terre dans la ligne triphasée. Pour diminuer ces troubles, on transpose les conducteurs à haute tension et, après trois rotations, on arrive à compenser les tensions induites dans la ligne à courant faible, puisqu'elles se trouvent alors déphasées de 120° abstraction faite d'une tension induite restante due aux dyssymétries. Remarquons que ce procédé est cependant inefficace en cas de mise à la terre accidentelle d'un conducteur à haute tension, puisque l'étude qui précède montre que les tensions induites par les divers tronçons sont alors toutes en phase, car tout se passe comme si elles provenaient de l'influence d'un seul conducteur.

Les harmoniques de rangs 3, 9, etc. des lignes à haute tension sont aussi capables de déterminer des troubles importants de même nature. On sait, en effet, que les tensions harmoniques de cet ordre, qui se produisent fréquemment, sont par essence en phase dans les trois circuits de la source, et, par conséquent, de même sens par rapport au point neutre. Si, comme dans la figure 5, ce dernier est à la terre, les trois

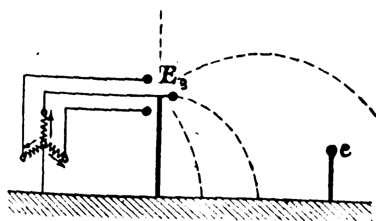


Fig. 5.

conducteurs sont portés par les harmoniques multiples de 3 au même potentiel par rapport au sol, et leur influence sur la ligne à courant faible sera déterminée à l'aide des formules précédentes (26) et (27), après suppression du diviseur $\sqrt{3}$ qui n'intervient qu'en cas de mise à la terre. Le champ électrostatique créé sera encore celui que donnerait un seul conducteur de diamètre trois fois supérieur et où la tension et la fréquence seraient celles de ces harmoniques. A cause de cette fréquence triple ou nonuple, les troubles sont bien plus graves que ceux causés par l'onde fondamentale. Ils se signalent souvent, bien qu'atténués, quand le point neutre de la source est isolé, car la capacité des phases par rapport à la terre peut encore être suffisante pour leur donner naissance. Aussi, pour les éviter, abandonne-t-on de plus en plus les lignes télégraphiques et téléphoniques avec retour par la terre en faveur des circuits avec retour par fil, qui permettent, au surplus, de transposer fréquemment les deux fils. Ces mesures empêchent les courants parasites de prendre naissance, mais non les fils de prendre des tensions élevées par rapport au sol, ce qui implique la nécessité de les isoler à haute tension et de protéger les usagers par des dispositifs appropriés.

Une ligne à haute tension dont l'alimentation vient à être supprimée pour une cause ou une autre n'en reste donc pas moins dangereuse par suite de la tension qu'y induisent les autres lignes à haute tension qui lui sont voisines. Aussi doit-on mettre à la terre avec grand soin toute ligne à haute tension sur laquelle, en pareil cas, des réparations sont à effectuer.

Un rideau d'arbres, ou un filet de conducteurs mis à la terre, situés entre la ligne à haute tension et la ligne influencée, diminuent l'influence électrostatique en absorbant une partie des lignes de force.

D. Cas où l'induction électrostatique n'agit que sur un tronçon de la ligne influencée. Calcul de l'intensité du courant à travers les appareils téléphoniques ou autres. — Si la ligne influencée n'est parallèle à la ligne à haute tension que sur une partie de sa longueur, ainsi que le représente la figure 6, la charge induite dans ce tronçon se répand dans

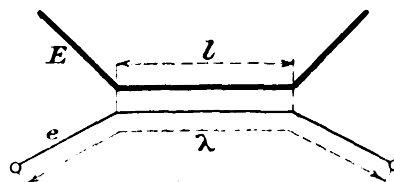


Fig. 6.

toute la ligne et on n'a plus qu'une tension e_λ réduite telle que

$$\frac{e_\lambda}{E} = \frac{e}{E}\frac{l}{\lambda}. \qquad (28)$$

La présence du conducteur au potentiel e_λ en une région du champ où le potentiel a la valeur e peut, cependant, par la perturbation qui en résulte, avoir sur l'ensemble du système une réaction faible, si le rapport $\frac{e}{E}$ est minime, mais forte et utile à déterminer si les deux lignes sont très voisines, comme dans le cas où elles sont placées sur le même support. Dans ce cas, le calcul suivant montre que la tension de la ligne influencée peut devenir supérieure à celle déterminée d'après la relation (28).

Les deux lignes portées par les mêmes pylônes sont, en effet, assimilables aux deux capacités en série et en contact avec la terre de la figure 7, et les tensions e et E sont entre elles dans un rapport tel que

$$\frac{e}{E} = \frac{c}{c + C} = \frac{1}{1 + \frac{C}{c}}. \qquad (29)$$

La même égalité peut s'écrire

$$\frac{C_l}{c} = \frac{E}{e} - 1. \qquad (30)$$

si l est la longueur commune des deux lignes et C_l la capacité de la ligne à haute tension s'y rapportant.

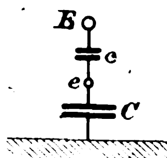


Fig. 7.

La capacité de la ligne à haute tension tout entière, c'est-à-dire de longueur λ, est d'autre part

$$C = C_l \times \frac{\lambda}{l}. \qquad (31)$$

Les deux égalités (30) et (31), multipliées membre à membre, déterminent la valeur du rapport $\frac{C}{c}$, qui, portée dans (29), donne

$$\frac{e_\lambda}{E} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{l}\left(\frac{E}{e} - 1\right)} = \frac{\frac{e}{E}\,\frac{1}{\lambda}}{1 - \frac{e}{E}\,\frac{\lambda - 1}{\lambda}} \qquad (32)$$

expression qui, comparée à (28), montre l'influence du voisinage des deux lignes sur le rapport $\frac{e_l}{E}$.

Plaçons-nous dans les conditions de l'exemple traité déjà ci dessus, d'une ligne à haute tension unifilaire influençant une ligne posée sur les mêmes supports. Les deux lignes étant parallèles sur toute leur longueur, le rapport $\frac{e}{E}$ avait pour valeur 13 pour 100. Si les deux lignes n'étaient parallèles que sur le tiers de leur parcours, soit $\frac{\lambda}{l} = 3$, on aurait

$$\frac{e}{E} = \frac{0{,}13\,\frac{1}{3}}{1 - 0{,}13\left(1 - \frac{1}{3}\right)} = 4{,}75 \text{ pour } 100$$

La ligne influencée n'est pas, en général, complètement isolée, mais mise à la terre à travers des appareils télégraphiques ou téléphoniques et la tension induite, que nous désignerons par e, y détermine un courant alternatif dont nous allons déterminer la limite supérieure. Par suite de la faible capacité C par rapport au sol (fig. 8) de la ligne influencée,

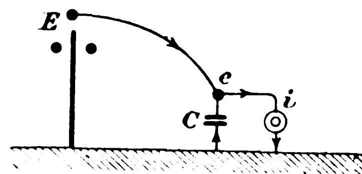


Fig. 8.

la charge induite est si minime qu'elle s'écoule totalement vers la terre malgré la résistance et la self-induction des appareils. L'intensité maximum de ce courant de court-circuit à travers les appareils se calculera donc en négligeant la résistance et la self-induction, au moyen de la formule

$$i = \omega C e_\lambda. \qquad (33)$$

Or on peut calculer C d'après (6) en fonction de la hauteur k au-dessus du sol et du diamètre δ, d'où

$$C = \frac{1}{2\,c^2 \log_e 4\,\frac{k}{\delta}}; \qquad (34)$$

ce qui donne

$$i = \frac{\omega\, l\, e}{2\,c^2 \log_e 4\,\frac{k}{\delta}}. \qquad (35)$$

La proportionnalité de ce courant, non seulement avec la tension e et la longueur du tronçon influençant, mais encore avec la fréquence, fait apparaître l'importance des harmoniques de rang élevé et des troubles qu'ils occasionnent.

Application numérique. — Soient $e = 100$ v, $l = 10$ km, $k = 5$ m, $\delta = 4$ mm. Pour la fréquence fondamentale de 50 p : s, soit $\omega = 314$, l'intensité du courant à travers les appareils vers la terre sera

$$i = \frac{314 \times 100 \times 10^8 \times 10 \times 10^5}{2 \times 3^2 \times 10^{20} \log_e 4 \times \frac{500}{0{,}4}} \cdot 10^{-1} = 2{,}05 \times 10^{-5} \text{ A},$$

intensité susceptible de produire dans les écouteurs une friture insupportable. — L. C.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

La situation économique et financière de la France

La baisse considérable qu'a subie le franc français par rapport aux devises étrangères, au cours de ces dernières semaines, a donné naissance à la publication de nombreux articles dans lesquels étaient recherchées les causes de cette dépréciation de notre monnaie. Tous concluaient que la situation économique et financière actuelle de la France, loin d'expliquer cette dépréciation, devrait, logiquement, avoir une conséquence opposée. Une objection, toutefois, se présente à l'esprit : c'est que ces articles, écrits au moment où la crise des changes était la plus aiguë, devaient nécessairement être optimistes. Aussi croyons-nous utile de reproduire ci-dessous la partie de l'allocution prononcée à l'assemblée générale du 20 décembre 1923 de la Compagnie générale de l'Electricité par son administrateur délégué, M. Azaria, dans laquelle celui-ci examine la situation économique et financière de notre pays. Ecrites avant que la crise des changes ne se soit déclenchée, les considérations qui y sont développées se trouvent à l'abri de l'objection qui précède. Or, ainsi qu'on le verra par leur lecture, elles n'en conduisent pas moins M. Azaria à une conclusion réconfortante pour l'avenir immédiat de notre industrie et de nos finances.

Quelle est aujourd'hui la situation générale de la France ?

Du point de vue économique, nous n'avons, semble-t-il, à craindre que le relèvement ou l'édification de barrières douanières.

Il n'est pas douteux, par exemple, que l'exportation française, qui est fort active en Angleterre, eût été touchée par le régime protectionniste qu'auraient instauré nos voisins de l'Ouest s'ils avaient suivi les suggestions du gouvernement de M. Baldwin ; d'ailleurs, un retour offensif du protectionnisme est toujours à craindre.

Mais la France, devenue la meilleure cliente de l'Angleterre, est libre aujourd'hui de toute entrave économique et elle aurait, pour se défendre, mieux que des arguments sentimentaux.

Par ailleurs, la reprise du travail dans la Ruhr et l'accroissement de la production houillère française qui, Lorraine comprise, atteint aujourd'hui et dépassera demain la production d'avant guerre, vont faire cesser la dépendance ruineuse dans laquelle nous nous sommes trouvés placés pendant de longs mois vis-à-vis du marché charbonnier anglais : charbon et coke ne nous manqueront plus.

Il n'est donc pas à prévoir que notre industrie ne puisse maintenir ses débouchés actuels ou s'en créer de nouveaux. La force qu'elle puise dans les travaux d'édification, d'extension ou de reconstitution de son outillage, qui caractérise l'effort prodigieux de ces dix dernières années, l'y aidera puissamment.

Entre les mains de ceux-là mêmes qui ont montré leur savoir-faire en temps de guerre, l'outillage économique puissant et moderne dont notre pays peut s'enorgueillir ne semble pas prêt à entrer en chômage. La seule ombre qui soit au tableau est le manque de main-d'œuvre que je vous faisais pressentir, il y a quelques années, mais contre lequel nous pouvons lutter par une importation croissante de main-dœuvre étrangère et par l'édification de logements destinés à la fixer.

En abordant le point de vue financier, je ne dissimulerai pas l'inquiétude que je ressens.

Nous sommes là très vulnérables : le succès des attaques violentes et tenaces dont le franc a été l'objet de la part des milieux financiers cosmopolites ne l'a que trop montré.

Une entrave juridique, la défense d'exportation des capitaux ; des entraves de fait, l'importance de nos dettes en devises étrangères et la masse des capitaux constitués en francs, par l'étranger, sous des formes diverses, rendent inégale la lutte financière menée contre nous par les milieux qui nous sont hostiles, comme par ceux qui appuient ainsi la politique de leur propre pays ; n'avons-nous pas maintes fois constaté que la baisse ou la hausse de notre monnaie coïncidait avec les bourrasques ou les éclaircies de l'atmosphère diplomatique ?

Or, la valeur d'une monnaie dépend de facteurs économiques et de facteurs moraux.

Tous les facteurs économiques, ou à peu près tous, nous sont actuellement favorables, comme le démontrent les statistiques. Pour ne parler que de notre balance économique, il est certain que le déficit — 1,5 milliard pour les onze premiers mois de 1923 — de nos exportations par rapport à nos importations, n'est qu'apparent. L'afflux croissant des étrangers, les dépenses considérables qu'ils font dans notre pays représentant, d'après les évaluations les plus prudentes, 3 milliards de francs. L'on parle même de 10 milliards, mais ce chiffre, sans être absurde, paraît bien optimiste.

C'est donc pour le moins 1 ou 2 milliards de francs, qui, de ce chef, rentrent en France chaque année.

Mais, à ce rythme, nous n'arriverions jamais à nous débarrasser de nos dettes — je ne tiens pas compte de nos dettes et de nos créances de guerre, puisqu'elles se compensent — si nous ne disposions de l'épargne que le labeur du pays parvient à constituer chaque année au profit de la France.

Elle a été, jusqu'ici, employée à faire face à la carence allemande. Encore trois années d'efforts, 25 milliards de dépenses, et l'œuvre de reconstitution, la plus colossale que le monde ait jamais vue, aura été achevée. L'épargne pourra donc bientôt s'employer au paiement progressif de nos dettes à l'étranger, ainsi qu'au rachat des valeurs mobilières et immobilières que détiennent ceux qui, au dehors, ont misé sur le relèvement de la France.

Notre situation générale, excellente à tant de points de vue, offre cependant une fissure grave : c'est le déséquilibre de nos finances publiques, l'énormité de notre dette flottante, l'importance de notre circulation fiduciaire.

Il est humain qu'à la veille des élections générales, le gouvernement ne veuille pas prendre les mesures énergiques qui s'imposent. Il escompte, non sans raison d'ailleurs, le rendement croissant des impôts et les conséquences de nos succès dans la Ruhr. Mais ce succès, loin de désarmer l'hostilité manifestée par plusieurs de nos anciens alliés à l'égard de notre politique de prise de gages, a peut-être accru leurs inquiétudes économiques.

Il faut donc nous résigner à subir stoïquement la bourrasque. Nous l'emporterons avec le temps.

Mais, en attendant, le franc baisse, et, conséquence angoissante, le prix de la vie augmente.

Or, il est, messieurs, des esprits à courte vue qui, attribuant la prospérité économique que traverse notre pays à la dépréciation du franc, vont jusqu'à craindre son relèvement.

Il est indéniable que, sur le moment, la dépréciation d'une monnaie offre de belles apparences.

Le prix des marchandises augmente ; les stocks constitués prennent plus de valeur, les chiffres d'affaires s'accroissent, les bilans se totalisent, à volume égal, par des sommes de plus en plus élevées, et les comptes de profits et pertes montrent des bénéfices apparents, qui, souvent, masquent des pertes réelles.

Tout cela est illusion, la démonstration n'en est plus à faire. Chacun de nous a eu sous les yeux le spectacle de l'anarchie et de la misère dont les pays à finances avariées ont été victimes pour n'avoir pas su ou pas voulu s'arrêter sur la pente glissante de l'inflationnisme.

Nous avons même eu la démonstration inverse, plus convaincante encore, du redressement de la Tchéco-Slovaquie ; nous assistons à celui de l'Autriche, aidée par la Société des Nations ; ce sera demain le tour de la Hongrie.

Mais si les partisans d'une inflation, qui conduit fatalement aux chiffres astronomiques aujourd'hui en usage en Allemagne, ont disparu, s'ils se sont tous ralliés à la thèse moyenne de la stabilisation de la monnaie, le plus grand nombre n'en pense pas moins qu'il ne serait pas désirable de voir le franc retrouver, fût-ce peu à peu, son ancienne capacité d'achat.

Certes, une déflation rapide entraîne des inconvénients graves et l'Angleterre paie bien chèrement la hausse trop rapide de la livre.

Mais croire que la stabilisation définitive d'une monnaie dépréciée comme la nôtre aidera l'industrie en abaissant définitivement ses prix de revient et rendra toujours facile l'exportation vers les pays à finances saines, c'est, à mon sens, commettre une erreur.

D'abord, ces pays se défendent par une élévation des droits de douane, comme l'ont fait les Etats-Unis.

L'Angleterre elle-même, confirmée cependant dans le libre-échangisme, protège son industrie par des lois spéciales, loi « contre le dumping », loi « pour la protection de l'industrie ». C'est ainsi qu'un droit élevé frappe les accessoires pour automobiles. De ce chef, les bacs pour accumulateurs de démarrage, principale fabrication de l'une de nos divisions, subissent aujourd'hui une taxe de 30 pour 100 qui, ajoutée au coûteux emballage maritime et aux frais de transports, représente pour la production anglaise une protection d'environ 50 pour 100.

Si la chute, au dehors, de la valeur d'une monnaie met un certain temps à se répercuter à l'intérieur, cette répercussion n'en est pas moins fatale ; les prix de détail (qui règlent le coût de la vie) comme les prix de gros, la main-d'œuvre comme les prix de détail, subissent fatalement les conséquences de la perte du pouvoir d'achat du franc et s'élèvent proportionnellement.

A supposer même qu'une stabilisation relative venant à se produire, le pouvoir d'achat du franc reste à l'intérieur plus grand qu'au dehors, la différence sera petite et n'aidera que dans une faible mesure le mouvement des affaires.

Par contre, elle aura eu pour résultat d'amoindrir définitivement la fortune publique et de diminuer sa capacité de consommation ; combien, dans le milieu cependant étroit de nos relations personnelles, n'avons-nous pas vu d'un œil attristé les restrictions qui s'imposent à la plupart.

L'avarie d'une monnaie est donc malfaisante, et les Anglais, qui se figurent que leur chômage est uniquement dû à la facilité d'exportation des pays à finances dépréciées, se trompent.

Tout mouvement brusque, dans un sens ou dans l'autre, rompt un état d'équilibre péniblement acquis et conduit à des catastrophes économiques.

L'examen attentif des prix de revient des fabrications très diverses qu'embrasse notre Compagnie révèle que presque tous sont pour le moins quatre fois supérieurs à ce qu'ils étaient avant la guerre ; cela corres-

pond à l'élévation du prix de gros des matières et du coût de la vie.

A quelques exceptions près, je puis donc affirmer que nous ne sommes pas beaucoup mieux placés aujourd'hui pour exporter en Angleterre et aux Etats-Unis, par exemple, que nous l'étions en 1913; notre balance économique ne s'est, d'ailleurs, pas améliorée depuis cette époque.

Et si certains pays industriels souffrent visiblement, ne faut-il pas l'attribuer surtout au mauvais rendement d'un matériel désuet, d'une main-d'œuvre difficile, d'une direction à qui font peut-être défaut la culture générale, l'imagination et la vigueur aujourd'hui indispensables à tout chef d'industrie?

En résumé, messieurs, je suis le dernier à nier que nous n'ayons des motifs d'inquiétude, mais je ne suis pas le premier à affirmer que ces motifs sont, chez nous, moindres qu'ailleurs; l'équilibre des esprits est, en France, solidement assis; l'équilibre économique y est moins compromis, le travail y est plus ordonné et plus intense.

Nous ferons mieux encore, c'est certain, grâce à l'achèvement aujourd'hui prochain de l'immense œuvre de reconstruction des régions dévastées, grâce à la clairvoyance et à la fermeté de notre politique extérieure, qui semble avoir marqué le terme de nos épreuves dans la bataille économique de la Ruhr.

Soyons patients, calmons nos nerfs, ne prenons pas au tragique les épisodes diplomatiques que les journaux de chaque pays exagèrent par métier et souvent par devoir, et travaillons à améliorer sans cesse notre rendement agricole et industriel dont dépend, en somme, l'avenir économique du pays.

Mais, surtout, que les pouvoirs publics s'imposent afin de lutter contre la vie chère non par les moyens peu efficaces, souvent même enfantins, dont on nous leurre, mais en suivant la seule méthode dont l'effet est certain : *la défense du franc*.

Il est des salaires insuffisants, mais leur relèvement peut être compensé, au moins partiellement, par une simplification de maints rouages administratifs ; des suppressions d'emploi peuvent être d'autant mieux envisagées en ce moment que leurs titulaires trouveront facilement à s'employer dans les entreprises particulières.

Les droits de douane sur quelques produits essentiels à la vie sont manifestement exagérés; ils peuvent être abaissés, au moins temporairement.

Le rendement des impôts actuels peut être accru, en mettant fin aux fraudes qui persistent.

Et si, comme je le crains bien, cela ne suffit pas encore, que l'on crée des sources nouvelles de recettes.

Lorsque ces mesures seront prises, les milieux financiers cosmopolites, dont la politique française heurte les intérêts, jugeront sans aucun doute que leur jeu devient dangereux; ils se retourneront et nous aideront à relever le franc, but suprême qui doit être celui de tout Français.

Une remarque concernant notre balance économique.

La statique du commerce extérieur de la France pour les onze premiers mois de l'année 1923 montre un déficit apparent de 1 433 millions de francs.

Bien qu'il ne faille pas attribuer à ces statistiques toute la portée qu'elles paraissent avoir, il est intéressant de relever que, pendant la période envisagée, nos importions de matières nécessaires à l'industrie se

sont élevées, en francs, à..........	18 210 000 000
et nos exportations à.............	8 296 000 000
soit une différence à notre détriment de..............................	9 914 000 000
Par contre, nos importations d'objets fabriqués ne se sont élevées qu'à	9 914 000 000
alors que nous avons exporté, y compris les colis postaux pour.....	16 137 000 000
soit une différence à notre avantage de............................	12 238 000 000

Ces chiffres sont éminemment favorables à la France, car il est indéniable que plus une matière a subi de transformations, plus elle a absorbé de main-d'œuvre, de frais d'usine et de frais généraux, plus, par conséquent, elle laisse d'avantages au pays.

Il est donc probable que, bien que vendant moins que nous n'achetons — pas beaucoup moins d'ailleurs — nos ventes nous laissent un bénéfice plus élevé que n'en procurent aux pays importateurs les produits que nous y achetons.

Un exemple éclairera ma pensée : la France importe pour environ 400 millions de francs de cuivre, mais le cours du cuivre est relativement si bas que les pays qui nous vendent ce métal ne doivent effectivement réaliser sur ces 500 millions d'affaires qu'un bénéfice minime.

Il est non moins évident que les articles manufacturés et de luxe, qui forment la partie essentielle de nos exportations, enrichissent notre pays dans des proportions infiniment plus grandes.

Je donnerai un exemple tiré de la Compagnie générale d'Electricité.

Nous achetons notre cuivre principalement aux Etats-Unis. Parmi les transformations qu'il subit dans nos usines, je citerai les nombreuses phases successives par lesquels passe ce métal pour devenir bronze et laiton, lesquels laminés et tréfilés, donnent les fils fins, dont sont faites la chaîne et la trame des tissus métalliques pour papeteries, que nous fabriquons à Boisthorel et que nous exportons, notamment aux Etats-Unis et au Canada.

Nous avons donc reçu d'outre-Atlantique un métal brut qui a donné lieu à une main-d'œuvre dépensée, très peu importante par rapport à sa valeur et malgré un droit de douane élevé (30 à 45 pour 100 pour les Etats-Unis, et 35 pour 100 pour le Canada), nous y exportons les tissus métalliques, sur lesquels la dépense finale de main-d'œuvre et la quote-part de frais généraux sont considérables.

L'état d'équilibre qui doit exister dans la vie économique d'une nation quant à ses entrées et ses sorties réelles, c'est-à-dire de quelque nature qu'elles soient et quelque forme qu'elles revêtent, devrait également régner à l'intérieur, c'est-à-dire que la production devrait être théoriquement égale à la consommation.

Il n'en peut malheureusement pas être ainsi.

Quand on produit plus que le marché intérieur ne consomme, il faut donc, soit chercher à exporter, fût-ce à perte, soit, à défaut, diminuer la production. Mais si chacun entend être le dernier à se restreindre, l'on en arrive rapidement à une concurrence aiguë qui, en dehors de ses inconvénients habituels, offre même un danger social, puisqu'elle incite à une réduction de la main-d'œuvre qui serait, à tous les autres points de vue, injustifiée.

C'est pour éviter cet écueil, pour maintenir cet équilibre qu'à l'étranger d'abord, en France ensuite, ont été constitués les trusts, cartels, consortiums, comptoirs et autres ententes entre producteurs d'une même catégorie.

Ils sont généralement loin d'englober la totalité de ces producteurs, surtout en France, pays de l'individualisme.

Ils fonctionnent quelquefois officiellement sous forme de sociétés anonymes, à capital variable avec le nombre et la qualité des associés, mais, le plus souvent, sous une forme occulte et, je le répète, partielle.

Or, l'article 419 du Code civil interdit l'accaparement, sous quelque forme que ce soit. Il empêche la constitution ou trouble le fonctionnement de ces associations, dont le but est non seulement licite, mais louable.

La revision de cet article s'imposait donc et une commission constituée au Ministère de la Justice, vient de mettre au point un projet de loi destiné à marquer la différence qui existe entre l'accaparement et l'entente licite, en fortifiant la législation contre l'accaparement et en créant un régime spécial pour l'entente licite entre industriels.

Les deux caractères principaux attribués par la commission à l'entente licite sont le but et la publicité.

Sur le but et les moyens utilisés pour y parvenir, tout le monde sera d'accord ; sur la publicité, des réserves viennent tout naturellement à l'esprit.

Quoi qu'il en soit, cette loi, si elle est votée, rassurera maints industriels qu'effarouche, dans son texte actuel, l'article 419 ; elle permettra de mettre parfois un terme à une concurrence dont le moindre inconvénient est de diminuer exagérément le bénéfice ou même de le supprimer.

Une concurrence moins âpre permet de mieux rétribuer la main-d'œuvre ; vous aurez sans doute remarqué que c'est principalement en temps de crise économique que se produisent les cruels conflits du travail.

Enfin, d'un contact amical entre industriels en résultera aussi, avec le temps, un échange profitable de procédés et de méthodes qu'aujourd'hui chacun garde jalousement pour soi et dont la diffusion servirait l'intérêt général.

Pierre AZARIA,
Administrateur délégué
de la Compagnie générale d'Électricité.

Revues, analyses et informations

Le commerce extérieur britannique en 1923.

Le « Board of Trade Journal » du 10 janvier donne les chiffres globaux provisoires du commerce extérieur britannique en 1923. Nous les reproduisons ci-dessous en les comparant à ceux des années précédentes.

Commerce extérieur de la Grande-Bretagne (en millions de livres sterling).

	IMPORTATIONS (commerce général)	EXPORTATIONS (commerce spécial)	RÉEXPORTATIONS	DÉFICIT DE LA BALANCE COMMERCIALE
1913	768	525	109	134
1921	1 085	703	106	275
1922	1 003	719	103	179
1923 (chiffres provisoires)	1 098	767	118	212

SECTION DE LÉGISLATION

De la majoration des prix de vente de l'énergie électrique en raison des nouveaux impôts

L'article ci-dessous indique dans quel cas la majoration des tarifs de vente du courant en raison des impôts nouveaux est licite pour les entreprises de distribution ou de transmission d'énergie, et les formalités à remplir préalablement.

Un certain nombre d'entreprises de distribution d'énergie électrique ont majoré leurs tarifs en facturant à leurs clients une taxe spéciale pour se couvrir du supplément de charge qui leur incombe du fait des impôts sur les bénéfices industriels et commerciaux et sur le chiffre d'affaires.

Nous voulons ici appeler leur attention sur le danger auquel cette pratique peut les exposer dans certains cas.

Il y a, sous ce rapport, plusieurs situations à distinguer.

I. Prenons tout d'abord le cas du titulaire d'une permission de voirie. En principe, il est libre, tant que la proposition de loi rapportée par M. Charlot et qui a fait l'objet d'une résolution de la Chambre des Députés en date du 14 mars 1923 n'aura pas abouti à un texte législatif, de vendre l'énergie au prix qu'il veut et, si de nouveaux impôts, tant *généraux* que *spéciaux*, viennent grever son exploitation, de majorer en conséquence le prix du courant vendu aux abonnés et aussi aux industries ayant des traités particuliers, lorsque ces derniers prévoient le cas ou viennent à expiration.

Les pouvoirs publics ne peuvent empêcher les relèvements effectués dans ces conditions. A cette occasion, rappelons aux permissionnaires qu'ils agiront sagement en gardant une certaine mesure dans leur tarification, lorsqu'ils ont un privilège résultant d'un contrat passé avec une ville. Il a été jugé, en effet, à l'encontre d'une société permissionnaire jouissant d'un monopole, que ce régime, supprimant la libre concurrence, attribue aux tribunaux le droit d'apprécier si les conditions qu'elle prétend imposer aux tiers qui se trouvent ainsi obligés de s'adresser à elle, ne revêtent pas un caractère arbitraire et injustifié constituant, de sa part, un véritable abus du monopole dont elle bénéficie » (Cour d'Appel de Dijon, arrêt du 17 mars 1913 : Bouzereau contre Société d'Eclairage des villes de Châlon-sur-Saône et Mâcon. *Sirey*, 1907, II, p. 105).

II. En ce qui concerne les concessionnaires, la question est plus complexe.

Il convient de distinguer en premier lieu suivant que leur traité est antérieur ou postérieur à la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Si leur titre est devenu définitif avant la mise en vigueur de cette loi, l'article 26 de ladite loi leur garantit le maintien de leur situation. Par conséquent, lorsqu'ils n'ont apporté aucune modification à leur contrat et que celui-ci prévoit la possibilité d'une majoration des tarifs en raison des impôts nouveaux venant alourdir les charges existantes, elle peut devenir effective sans que personne n'ait à protester, sauf, bien entendu, les détenteurs de traités particuliers contenant une clause qui exclurait un relèvement automatique des prix du courant dans cette éventualité.

Mais, il n'en irait pas de même si le concessionnaire antérieur à 1906 avait passé un avenant ayant un autre but que la simple adaptation de sa situation aux circonstances économiques nouvelles issues de la guerre. Il aurait alors perdu le bénéfice de l'article 26 susvisé et se serait, *ipso facto*, placé sous le coup de la loi de 1906.

III. Les concessionnaires de distribution d'énergie soumis au régime de cette loi peuvent également se trouver dans diverses situations, en présence d'impôts nouveaux, suivant qu'ils ont, soit un acte de concession, soit un avenant comportant application d'un cahier des charges conforme aux types de 1908-1909 ou du 28 juin 1921. Les types de 1908-1909 comportent, à l'article 29, la disposition suivante en ce qui concerne les impôts :

« Tous les impôts établis ou à établir par l'Etat, le département ou la commune, y compris les impôts relatifs aux immeubles de la distribution, seront à la charge du concessionnaire. »

En principe donc, pas de compensation possible.

Mais les circulaires des 24 novembre 1919 et 17 janvier 1920 ont permis la revision des cahiers des charges en raison de la situation économique créée par la guerre et notamment l'addition à la clause précitée de la disposition ci-après :

« Au cas où l'Etat, les départements ou les communes établiraient de nouveaux impôts relatifs à la vente, la

production, la transmission ou la consommation de l'énergie électrique, ces impôts seront à la charge du concessionnaire, qui se réserve le droit, à partir du jour de leur mise en application, de majorer les tarifs maxima ci-dessus, dans une proportion qui sera arrêtée par l'Administration supérieure. »

L'examen des deux dispositions qui précèdent conduit aux trois conclusions suivantes, dont les deux premières s'infèrent de l'opposition même des textes :

1° Tous les nouveaux impôts *généraux* portant sur les exploitations commerciales ou industrielles et sur les immeubles affectés à leur service restent à la charge de l'entreprise de distribution ou de transmission d'énergie sans possibilité de récupération directe.

2° Par contre, les nouveaux impôts *spéciaux* venant à grever la production, la transmission, la vente ou la consommation de l'énergie peuvent donner lieu à une majoration des tarifs maximum.

3° Mais cette majoration n'est pas applicable de plano. D'une part, elle est subordonnée à une revision du cahier des charges de l'entreprise, revision qui se traduira sous la forme d'un avenant, et, d'autre part, le taux de majoration équitable sera fixé par l'Administration supérieure. Il y a donc deux formalités préalables à la mise en vigueur des majorations envisagées.

IV. Enfin, il y a un dernier régime possible, celui qu'a institué le nouveau texte des cahiers des charges types approuvé par décret du 28 juin 1921. Ces types comportent, pour la partie de l'article 29 relative aux impôts, la rédaction suivante :

« Tous les impôts établis par l'Etat, le département ou la commune, y compris les impôts relatifs aux immeubles de la distribution, seront à la charge du concessionnaire. Au cas où des impôts nouveaux relatifs à la vente, la production, la transmission ou la consommation de l'énergie électrique frapperaient le concessionnaire, ce dernier se réserve le droit de demander une augmentation des tarifs maxima fixés par l'article 11 ci-dessus. Il sera statué sur cette demande comme en matière de revision de tarifs. »

L'esprit de cette disposition est le même que celui qui a inspiré le rédacteur des circulaires susvisées, mais il y a une différence de forme qui s'analyse en une différence dans les formalités.

Le concessionnaire dont le traité comporte l'un des nouveaux types de cahiers des charges doit, pour obtenir la récupération des impôts spéciaux venant à grever les entreprises de transmission ou de vente d'énergie électrique, demander aux pouvoirs publics la revision de ses tarifs maxima, et la procédure qui aboutira à l'autoriser est la même que celle desdites revisions. On aurait pu concevoir ici une majoration automatique du prix de vente ou du péage comme on l'a fait, par le jeu de l'index économique électrique, pour les variations des cours du charbon et du taux de rémunération de la main-d'œuvre ; mais les modifications dans la législation fiscale n'étant pas aussi fréquentes que lesdites variations, on s'est arrêté à une autre solution, celle qui consiste dans une revision des tarifs basée sur un nouvel accord entre l'autorité concédante et le concessionnaire, précédée d'une enquête réglementaire et approuvée, s'il y a lieu, par les pouvoirs compétents. Il faut donc, toujours et préalablement, un avenant à l'acte de concession pour que les entreprises de distribution ou de transport d'énergie puissent régulièrement, par une majoration de tarifs, se couvrir des nouvelles charges d'impôts spéciaux à l'industrie électrique.

Toute entreprise qui majorerait de plano ses tarifs, en raison des impôts *spéciaux* dont il est question, s'exposerait à se voir attaquer en justice par ses clients ayant des polices d'abonnement (qui, rappelons-le, ne doivent comporter aucune aggravation des clauses du cahier des charges). Elle courrait également le risque, par suite de l'inobservation dudit cahier, de s'attirer des difficultés avec l'autorité concédante.

V. — Remarquons d'ailleurs que les majorations ne sont autorisées que lorsque des impôts *spéciaux* frappent l'industrie électrique. L'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et l'impôt sur le chiffre d'affaires rentrent-ils dans cette catégorie ?

Evidemment non.

L'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux a été institué par l'article 2 de la loi du 31 juillet 1917 ainsi libellé :

« Il est établi un impôt annuel sur les bénéfices des professions commerciales et industriels réalisés... »

Le texte est général : tout particulier et toute société exerçant en France une profession industrielle ou commerciale doit cet impôt.

L'article 14 de la même loi a bien organisé une taxe spéciale sur le chiffre d'affaires, mais elle ne s'applique pas à l'industrie électrique, ainsi qu'on peut en juger par le texte suivant : « Indépendamment de l'impôt sur les bénéfices des professions industrielles et commerciales, tel qu'il est organisé par les articles précédents, il est établi une taxe spéciale sur le chiffre d'affaires réalisé par les entreprises ayant pour objet principal la vente en détail de denrées ou marchandises, lorsque ce chiffre d'affaires dépasse 1 million de francs, déduction faite du montant des exportations à l'étranger, en Algérie, aux colonies et pays de protectorat. »

Un autre impôt sur le chiffre d'affaires a été institué par les articles 59 à 72 de la loi du 25 juin 1920 et sa perception a été organisée par un règlement d'administration publique du 24 juillet 1920. En sont redevables :

1° Toutes les personnes qui exercent un commerce ou une industrie, de quelque nature que soit ce commerce ou cette industrie ;

2° Toutes les personnes qui achètent des marchandises en vue de les revendre, même à titre occasionnel, et alors même qu'elles ne feraient pas habituellement des actes de commerce. Mais l'article 60 énumère quelques exceptions. Parmi celles-ci figurent « les affaires

effectuées par les exploitants de services publics concédés, tenus d'appliquer les tarifs fixés ou homologués par l'autorité publique ».

Il n'est pas douteux que la vente ou la transmission publiques du courant électrique constituent un service public; dès lors, les entreprises *concessionnaires* « de distribution ou de transmission » d'énergie rentrent dans la catégorie exonérée, puisque leurs actes de concession contenant les tarifs sont approuvés tantôt par le préfet, tantôt par le président de la République. Il est vrai que les tarifs des distributions concédées par l'Etat sont librement convenus entre le ministre des Travaux publics et l'entreprise et ne sont, à proprement parler, approuvés par aucune autorité, lorsqu'il n'y a pas dérogation au cahier des charges-type ; mais il ne paraît pas qu'il faille pousser si loin l'esprit de chicane : du moment que le ministre signe, c'est qu'il approuve. Encore faut-il, pour bénéficier de l'exemption, comme l'a précisé un arrêt du Conseil d'Etat en date du 26 juillet 1923 [1], que la vente ou la transmission d'énergie électrique soient soumis aux tarifs susvisés.

L'exemption ne paraît pas pouvoir jouer, pour le moment du moins, en ce qui concerne les affaires faites par les titulaires de *permissions de voirie*, d'autant que, d'après l'article 5 de la loi du 15 juin 1906, ces permissions « ne peuvent prescrire aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation », ce qui exclut toute « fixation ou homologation » par les pouvoirs publics.

Ces industriels devraient donc être, si l'on s'en tient à la rigueur des textes, assujettis à l'impôt sur le chiffre d'affaires au même titre que tous les autres.

Quoi qu'il en soit, il s'agit là encore d'un impôt *général*.

En raison même de cette nature, l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux *et l'impôt sur le chiffre d'affaires* doivent donc être assumés, le premier par les concessionnaires et permissionnaires de voirie, le second par les permissionnaires seuls effectuant la vente ou la transmission d'énergie sans qu'ils puissent, de ce seul fait, obtenir des relèvements de tarifs, et ceux qui en opéreraient ainsi indûment s'exposeraient aux réclamations et aux poursuites que nous avons indiquées plus haut.

A. Foris.

[1] Dont un extrait a été publié dans la *Revue générale de l'Électricité*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 608.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur le rattachement à un réseau téléphonique général d'un abonné d'un bureau à service restreint pendant les heures de fermeture de son bureau d'attache.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 1963 des « Débats parlementaires, Sénat », la question et la réponse suivantes.

6067. — M. Havez, sénateur, demande à M. le ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes si un abonné au téléphone peut, moyennant un abonnement supplémentaire, en dehors des heures du service officiel du bureau, être branché directement et d'une façon permanente sur le bureau d'une autre ville ; s'il peut ainsi intercepter toute communication officielle et si, d'autre part, tous les autres abonnés se trouvent privés du même privilège. (Question du 6 décembre 1923.)

Réponse. — Moyennant le versement d'une redevance mensuelle de 30 fr, tout abonné au téléphone peut demander à communiquer avec le réseau général, pendant les heures de fermeture de son bureau d'attache, par l'intermédiaire d'un bureau à service plus étendu.

Les autorisations de l'espèce sont subordonnées aux exigences du service général et aux disponibilités des circuits. Dans aucun cas, elles ne peuvent avoir pour effet d'isoler un bureau du réseau télégraphique général pendant ses heures de fermeture au public. Elles sont suspendues partiellement ou complètement lorsqu'un autre abonné du réseau demande que le circuit soit mis à sa disposition pour assurer le service public dans les conditions prévues par les instructions en vigueur.

Les communications directes ne sont concédées qu'aux abonnés qui s'engagent, par écrit, à prévenir leur bureau d'attache lorsque, pendant ses heures de fermeture celui-ci est appelé pour une communication officielle ou une communication urgente motivée par des circonstances exceptionnelles (sinistre, demande de secours, etc.). L'autorisation est retirée à ceux qui ne se conforment pas à ces engagements.

La liaison de l'abonné avec le réseau général est supprimée pendant l'échange des communications officielles.

Sur l'application de la loi du 1er juin 1923 concernant le registre du commerce

Le « Journal officiel » du 30 novembre 1923 publie, pages 3809 et 3810 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », une série de demandes et de réponses relatives aux modalités d'application de l'article de cette loi prescrivant l'obligation de mentionner le numéro d'inscription sur certains papiers commerciaux. Bien que ces modalités aient été très clairement et très complètement indiquées dans la circulaire ministérielle du 31 octobre 1923, qui a été insérée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 24 novembre 1923, t. XIV, p. 822, il nous paraît utile de reproduire ci-dessous ces demandes et réponses qui font suite à celles publiées dans la « Revue générale de l'Electricité » du 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1096.

18770. — M. Adrien Artaud, député, demande à M. le ministre du Commerce quelle est la modalité, prévue pour la mention, dans les annonces de l'immatriculation au registre du commerce prévue par l'article premier de la loi du 1er juin 1923 ajoutant qu'il est impossible qu'on oblige chaque commerçant à donner cette indication dans chacune de ses annonces et les journaux quotidiens ou périodiques à

refaire tous leurs clichés que le public n'a aucun intérêt pour le choix d'un objet, à connaître le numéro de l'immatriculation de l'industriel fabricant de cet objet. (Question du 23 novembre 1923.)

Réponse. — La loi du 1er janvier 1923 a pour objet principal, dans l'intérêt même du commerce honnête et régulier, de permettre à toute personne qui s'adresse à un commerçant pour l'achat ou la vente de marchandises, d'être renseignée facilement sur la personnalité de ce commerçant. En ce qui concerne particulièrement l'indication de l'immatriculation au registre du commerce dans les annonces, la circulaire du 31 octobre 1923, publiée au Journal officiel du 7 novembre, a déterminé les modalités d'application de la loi, dans des conditions qui paraissent de nature à sauvegarder entièrement tous les intérêts en cause.

19107. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre du Commerce ce qu'il faut entendre par succursale au regard de la loi du 18 mars 1919. (Question du 15 novembre 1923.)

Réponse. — Sous réserve du droit souverain d'appréciation des faits, dans chaque cas particulier, qui appartient exclusivement aux tribunaux, il résulte d'un avis du comité de législation commerciale qu'il y a lieu, pour l'application de la loi du 18 mars 1919 sur le registre du commerce, de considérer les mots « agences » et « succursales », comme s'appliquant exclusivement dans la pratique aux établissements secondaires dans lesquels un représentant du commerçant ou de la société conclut des opérations de commerce et réalise des affaires de nature analogue à celles du principal établissement.

19108. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre du Commerce si les maisons de commerce étrangères, qui ont en France un représentant, un agent ou un dépositaire, doivent se faire inscrire au registre du commerce. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Il résulte des articles 8 et 9 de la loi du 18 mars 1919, sur le registre du commerce, que tout commerçant étranger et toute société commerciale qui possèdent une succursale ou une agence en France doivent être immatriculés au registre du commerce.

Sur la non-application de l'impôt sur le chiffre d'affaires sur le prix des fournitures ou matières premières entrant dans des travaux de façonnage.

« Le Journal officiel » du 7 décembre 1923 publie, p. 3962 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes.

18774. — M. Betoulle, député, demande à M. le ministre des Finances si la taxe de 1,10 pour 100 sur le chiffres d'affaires, due par les fabricants et industriels, est applicable sur l'intégralité des marchés qui comportent qu'une partie des fournitures ou matières premières sera livrée par l'acheteur au vendeur, afin d'être incorporée dans l'ensemble du travail à exécuter par ce dernier, ces fournitures ne devant donner lieu à aucun bénéfice du vendeur, ajoutant que ces fournitures peuvent être, dans certains cas, livrées en nature, sans chiffrage de valeurs ou bien facturées seulement pour ordre, afin de laisser au constructeur la responsabilité des pertes ou déchets d'usinage; que si la taxe paraît équitablement due pour la portion de fourniture qui comprend le façonnage, la mise en place des matériaux fournis, les frais généraux et les bénéfices de cette opération, elle ne semble pas devoir frapper les matières premières et la prétention de l'administration de ne considérer aque la facture globale ne paraît-elle pas en contradiction avec l'esprit de la loi. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Les fabricants et industriels qui effectuent des travaux de façonnage sur des matières premières ou avec des fournitures livrées par leurs clients, sont redevables de l'impôt à 1,10 seulement sur la différence entre le prix moyennant lequel ces matières premières ou fournitures leur sont facturées pour ordre et le prix moyennant lequel ils facturent eux-mêmes les marchandises façonnées à ceux qui leur ont remis les matières premières ou fournitures. Toutefois, il en est ainsi, uniquement dans le cas où les fabricants n'ont pas la libre disposition des matières premières et sont tenus de les utiliser entièrement pour la fourniture à exécuter.

Sur le calcul des indemnités dues pour retards de paiement de la taxe sur le chiffre d'affaires.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4293 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes.

19213. — M. Léon Blum, député, rappelle à M. le ministre des Finances que l'article 14 de la loi du 30 mars 1923, modifiant l'article 68 de la loi du 25 juin 1920, prévoit : que : « en cas de retard dans le payement de l'impôt, le redevable payera en sus, à titre d'indemnité, par mois ou fraction de mois de retard : 1 pour 100 pendant le premier trimestre de retard; 1,50 pour 100 pendant le deuxième trimestre de retard; 2 pour 100 pendant les trimestres suivants et demande s'il faut lire « en sus, sur le chiffre d'affaires » ou bien « en sus, sur l'impôt échu ». (Question du 20 novembre 1923.)

Réponse. — L'indemnité de retard se calcule sur le montant de l'impôt dont le payement a été différé et non pas sur le montant du chiffre d'affaires imposable.

Sur le calcul de l'impôt sur les bénéfices commerciaux des sociétés ayant des établissements à l'étranger.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4292 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes.

18845. — M. Ernest Macarez, député, demande à M. le ministre des Finances s'il y a lieu de considérer comme réalisés par un établissement distinct sis à l'étranger et échappant de ce fait, en vertu de l'article 3 de la loi du 31 juillet 1917, à l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux, les bénéfices procurés à une société française, ayant son siège et ses usines en France, par un comptoir installé par elle à l'étranger, en Belgique, par exemple, ledit comptoir ayant uniquement pour objet de vendre à la clientèle belge les produits fabriqués en France, et si la solution serait la même si ledit comptoir avait non pas la faculté de vendre, mais seulement celle de distribuer, de répartir en Belgique les produits commandés au siège français par les clients résidant en Belgique. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — D'après l'article 3 de la loi du 31 juillet 1917, l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux n'est dû qu'à raison des bénéfices provenant des entreprises qui sont exploitées en France. Dès lors, les profits résultant d'opérations auxquelles concourent à la fois des entreprises exploitées en France et des établissements situés à l'étranger ne sont soumis à l'impôt que pour la fraction correspondant à la partie de ces opérations qui est effectuée sur notre territoire, d'après une ventilation qui dépend des conditions de fonctionnement des entreprises envisagées. Cette règle est applicable en particulier dans l'un et l'autre cas visés par la question.

8e Année. Tome XV — N° 4 26 Janvier 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ
Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité
réunissant
LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 4 26 JANVIER 1924.

Expérience relative à la propagation du son des fortes explosions. — A la séance du 18 janvier 1924 de la Société française de Physique, M. Ch. Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe, a appelé l'attention des membres de la société sur une expérience qui doit avoir lieu, en mai prochain, en vue d'étudier les divers phénomènes qui accompagnent la propagation des ondes produites par de fortes explosions. Bien que cette expérience sorte du domaine de l'électricité, nous croyons devoir la signaler à nos lecteurs et cela, pour plusieurs raisons. D'abord, parce que les ingénieurs et contremaîtres qui sont disséminés dans les usines génératrices d'électricité nous semblent, tant par leurs connaissances générales que par leur habitude de se servir d'instruments délicats, tout particulièrement qualifiés pour faire d'exellentes observations ou mesures; ensuite, parce que, précisément en raison de leur dissémination dans des régions plus ou moins éloignées du centre de l'explosion, les conditions de leurs observations seront plus variées et la comparaison de leurs résultats plus instructive; enfin, parce que beaucoup d'entre eux font partie, comme militaires, de l'artillerie ou du génie et que, dès lors, l'étude des phénomènes causés par les fortes explosions ne saurait les laisser indifférents.

L'expérience dont il s'agit est organisée par un Comité présidé par M. Bigourdan, membre de l'Institut, et comprenant des représentants de l'armée, de la marine, de l'Office national météorologique, de l'Office national des Recherches et Inventions, de l'Institut de Physique du Globe de Paris et de celui de Strasbourg. Elle répond au programme d'expériences établi par la Commission internationale pour l'Etude de la haute Atmosphère et qui a déjà reçu un commencement d'exécution par l'explosion réalisée le 28 octobre 1922 par le gouvernement hollandais à Oldebourg.

Cette expérience comportera trois explosions portant chacune sur 10 t d'explosif qui seront produites au camp de La Courtine situé près de la limite des départements de la Creuse et de la Corrèze, à 22 km au nord-nord-est de Tulle. La première aura lieu le jeudi 15 mai à 19 h 30; la seconde, le vendredi 23 à 20 heures; la troisième, le dimanche 25 mai à 9 heures. Quant aux observations qui pourront être faites, elles sont indiquées dans une notice dont nous extrayons les passages suivants.

Il est désirable que, en plus des observations qui seront assurées par les soins des divers services représentés au Comité d'organisation, des observations soient faites en aussi grand nombre que possible. L'oreille est un récepteur

très sensible et de bonnes observations peuvent être faites à simple audition. Il serait très précieux aussi que des observations fussent faites à l'aide d'appareils divers, par exemple, de récepteurs à variation de pression ou d'appareils enregistreurs sur lesquels l'heure serait repérée. Des baromètres enregistreurs très sensibles peuvent donner des indications, ainsi que des dispositifs manométriques sensibles. Des observations en ballon et en mer seraient importantes.

L'observation de l'onde sonore peut être faite, dans des circonstances favorables, à des distances de plusieurs centaines de kilomètres, au delà des zones de silence.

L'ébranlement se transmet aussi dans le sol, beaucoup plus rapidement que dans l'air ; des sismographes ont enregistré des explosions distantes de plusieurs centaines de kilomètres et, à des distances plus faibles, on peut observer l'ébranlement du sol à l'aide de dispositifs mécaniques plus simples.

Les personnes qui feront des observations (quels qu'en soient les résultats, positifs ou négatifs) sont priées de bien vouloir, outre l'usage qu'elles en feraient personnellement, les communiquer à l'Institut de Physique du Globe, 176, rue de l'Université, à Paris.

Observations désirables. — 1° Heure aussi exacte que possible. La Tour Eiffel fera autant que possible, outre ses signaux horaires habituels qui sont envoyés de 11 h 15 à 11 h 30, des signaux horaires spéciaux un peu avant les expériences. Prière d'étudier les chronomètres et montres, c'est-à-dire d'en déterminer la marche au préalable. Indiquer, si possible, avec quelle précision est donnée l'heure de l'observation ;

2° Direction d'où semble venir le son (en direction horizontale et en hauteur) ;

3° Intensité du son. On peut utiliser l'échelle suivante, déjà employée dans des enquêtes analogues : 1. Presque inaudible, même pour un observateur prévenu. 2. Assez audible. 3. Audible, même pour un observateur non prévenu. 4. Assez fort. 5. Fort et inquiétant. 6. Effrayant. 7. Accompagné de battement de fenêtres ou portes. 8. Faisant impressiou de tremblement de terre. — Il peut arriver que le passage de l'onde soit inaudible, mais décelé par divers phénomènes (mouvement de vitres, de fenêtres, etc.);

4° Caractère du son. Unique, redoublé, roulement, etc. ;

5° Circonstances météorologiques au moment de l'observation, direction et vitesse du vent, état du ciel, direction des nuages, température.

Remarques. — 1° Dans l'interprétation des phénomènes de propagation peuvent intervenir la répartition dans l'espace d'éléments météorologiques comme la température et le vent et la variation de la composition de l'atmosphère avec la hauteur. On pourra trouver un exposé d'ensemble et des indications bibliographiques dans un article de M. van Everdingen (*Revue générale des Sciences*, 1916, p. 241) ;

2° Ces explosions pourraient être utilisées pour l'étude des effets autres que les phénomènes sonores, par exemple : actions physiologiques, actions mécaniques, etc.

L'expérience est entièrement préparée et exécutée par les soins des Services militaires; il y aura donc lieu, pour les observations qui devraient être faites à petite distance du lieu des explosions, de demander une autorisation spéciale. Les services ou personnes qualifiées qui envisageraient de telles observations, sont priés de s'adresser au préalable à l'Institut de Physique du Globe, en vue de la centralisation des demandes.

Bibliographie : Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, à essence et à pétrole, par A. Witz, ingénieur des Arts et Manufactures, docteur ès sciences, doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille (1). — Il est à peine besoin de signaler à nos lecteurs l'importance de l'ouvrage de M. Witz sur les moteurs à gaz, dont la cinquième édition vient de voir le jour.

Cet auteur s'est spécialisé, depuis 1883, dans l'étude des moteurs à gaz, à essence et à pétrole, au développement desquels il a assisté et pris sa part, et la haute valeur du travail qu'il a publié sur cette question est à peu près universellement connue dans le monde des ingénieurs.

M. Witz, qui est à la fois professeur et ingénieur, a su utiliser d'excellente façon la vaste documentation qu'il possède sur le sujet, et son ouvrage, tout ensemble théorique et pratique, justifie pleinement son titre.

C'est pourquoi ce volumineux traité théorique et pratique des moteurs à gaz, à pétrole et à essence s'adresse à tous ceux qui s'occupent de moteurs, soit en ce qui concerne leur construction, soit pour leur emploi. Aux premiers, il facilitera les recherches nouvelles et il indiquera aux autres ce qu'il faut faire pour les appliquer de la façon la plus judicieuse et pour obtenir le meilleur rendement dans leur fonctionnement.

Cet ouvrage forme deux gros volumes d'environ 600 pages chacun. Le premier contient plus particulièrement les considérations théoriques générales sur les machines thermiques et sur leur alimentation, les études relatives aux moteurs à gaz, leur histoire, leur classification, leur théorie; il contient, en outre, la théorie des turbo-moteurs à gaz et un chapitre spécial sur les essais des moteurs, dans lesquels on trouvera les mesures des puissances indiquées, des puissances effectives et du rendement organique, ainsi que les essais de consommation, de vitesse et de régularité et l'exposé des calculs d'établissement des moteurs.

Dans le deuxième volume, on a principalement réuni les monographies de moteurs ou d'organes annexes; c'est ainsi que l'on trouvera d'abord les carburateurs, puis les gazogènes et les appareils d'épuration pour gaz combustibles. L'auteur décrit ensuite une trentaine de types différents de moteurs à gaz à quatre temps, puis un certain nombre de moteurs à gaz à deux temps et un moteur à gaz à combustion. Les chapitres qui suivent sont réservés à la description de dix modèles de moteurs à pétrole à explosion, d'une trentaine de moteurs Diesel et semi-Diesel et aux moteurs légers pour automobiles et avions, pour lesquels on compte vingt-sept monographies.

L'auteur étudie ensuite huit types de turbines à gaz, puis fait une étude comparative de divers éléments de construction des moteurs qu'il a étudiés précédemment. Il termine par l'exposé rapide des nombreuses applications, à toutes les branches de l'industrie, des moteurs à gaz et à pétrole.

Cet ouvrage, d'une lecture agréable grâce à un texte très clair accompagné de dessins et de schémas très explicites, forme probablement la documentation la plus complète que nous possédions à l'heure actuelle sur ce sujet. — Y. G.

(1) Deux volumes, format 28 cm × 19 cm, de 598 pages, avec 113 figures dans le texte et de nombreux tableaux, édité par la librairie Albin Michel, 22, rue Huyghens, à Paris. Prix : brochés, 75 fr les deux volumes.

Jules Violle

MEMBRE DE L'INSTITUT

Ainsi que nous l'annoncions dans notre numéro du 22 septembre 1923, t. XIV, p. 394, M. Jules Violle est mort subitement à Fixin (Côte-d'Or), le 12 septembre dernier. La Science française perd en lui un physicien remarquable dont le nom restera surtout attaché aux diverses questions intéressant la photométrie.

Jules Violle naquit à Langres le 15 novembre 1841, dans une famille de mathématiciens, puisque son père était professeur de mathématiques au Collège de Langres et que son grand-père, Bernard Violle, fut l'auteur d'un « Traité complet des carrés magiques », édité à Dijon en 1837. Il ne tarda pas à se faire remarquer par ses brillantes études et, en 1861, il fut reçu à la fois à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole normale supérieure. Il choisit cette dernière où il se maintint toujours parmi les meilleurs élèves de sa promotion et, à sa sortie, fut classé premier à l'agrégation des sciences physiques et mathématiques.

D'abord nommé professeur de physique au lycée de Besançon, puis, l'année suivante, à celui de Dijon, il fut rappelé à Paris deux ans après par Pasteur qui l'avait apprécié durant son séjour à l'Ecole normale. Il rentra donc à cette école, en 1867, comme préparateur d'histoire naturelle de Lacaze-Duthiers et passa, l'année suivante, préparateur de physique.



Jules VIOLLE
1841-1923

Ces années lui furent particulièrement utiles par la suite et, notamment, la première qui semblait pourtant le détourner un peu de sa voie naturelle : la physique. Il a toujours estimé, en effet, que les travaux minutieux de dissection qu'il avait dû entreprendre à cette époque avaient été pour lui une excellente préparation pour les expériences de physique qu'il fit par la suite et qui, on le sait, demandaient, pour atteindre la précision désirable, une grande habileté manuelle et de longues et patientes observations.

Ces premiers travaux de laboratoire eurent, d'ailleurs, un résultat direct des plus remarquables puisque, en 1870, Violle fut reçu docteur ès sciences après avoir soutenu une thèse restée célèbre sur l'équivalent mécanique de la chaleur.

Nommé, en 1872, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, il se consacra, à partir de 1875, à l'étude méthodique de la chaleur solaire. On le voit, à cet effet, exécuter des mesures nombreuses et patientes; afin de varier le plus possible les conditions de ses expériences et tâcher d'éliminer, de cette manière, les erreurs provenant de l'atmosphère terrestre, il n'hésita pas à aller les réaliser au sommet du mont Blanc en 1875, puis au Sahara, en 1877.

Tous ces travaux le conduisirent à une conclusion qui provoqua quelque étonnement, à savoir que la température du soleil n'était pas considérablement plus élevée que celles que l'on pouvait réaliser artificiellement, par exemple au moyen de l'arc électrique. Cette température fut, en effet, évaluée à environ 6 000° centésimaux.

A Lyon, où il fut nommé professeur à la Faculté des Sciences en 1879, il continua ses travaux par l'étude des hautes températures et la détermination de la chaleur spécifique et des points de fusion des divers corps purs. C'est à ce moment qu'il proposa de prendre pour étalon d'éclat lumineux une surface d'un centimètre

carré d'un bain de platine à la température de fusion ; cette proposition fut accueillie favorablement par le Congrès international des Electriciens, en 1881, et adoptée par la Commission internationale pour la détermination des unités électriques, en 1884. L'unité ainsi définie reçut le nom de celui qui l'avait imaginée.

Entre temps, il avait réalisé, en 1882, pour ses recherches sur les constantes calorifiques, ce qu'il appela un « calorimètre par refroidissement » et dont le principe est le même que les vases dont on se sert actuellement, dans l'industrie, pour conserver les gaz liquéfiés.

Il revint à Paris en 1891 en qualité de professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et c'est dans les laboratoires de cet établissement qu'il réalisa le premier four électrique qui lui avait été demandé par Moissan pour ses recherches dans le domaine de la chimie.

A ce titre, l'industrie électrique doit beaucoup aux travaux de Violle, car on connaît le développement extraordinaire qu'a pris le four électrique, principalement pour les fabrications métallurgiques. Aussi les électriciens, auxquels l'appareil importe au moins autant que les expériences qu'il permet, associeront-ils volontier le nom de Violle à celui de Moissan, si justement célèbre par les travaux qu'il fit avec l'aide du nouveau four.

Nous devons mentionner également, dans un ordre d'idées assez voisin, ses recherches sur la température de l'arc électrique, en étudiant principalement l'influence de l'intensité du courant et opérant, à cet effet, avec des courants depuis 10 jusqu'à 1 000 et 1 200 A, intensité déjà fort élevée à cette époque (1894).

Les questions, déjà nombreuses, que nous venons de passer rapidement en revue, ne sont pas les seules qui attirèrent l'attention de Violle. Intéressé vivement par le phénomène des geysers qu'il observa au cours d'une mission faite aux Etats-Unis en 1893, il en imagina une théorie et parvint à reproduire artificiellement ce phénomène au moyen d'un appareil d'ailleurs très simple [1].

Il apporta également une contribution importante à la détermination de la vitesse du son. Ses premières recherches dans ce sens eurent lieu à Grenoble ; il les reprit plus tard, en 1895, avec la collaboration de Th. Vauthier, étudiant principalement l'influence des caractéristiques des ondes sonores, amplitude-forme, etc., sur la vitesse de transmission du son.

D'autre part, il avait étudié l'atmosphère principalement au point de vue des perturbations météorologiques et de leur effet nuisible sur l'agriculture. L'origine de la grêle, les moyens de la combattre furent l'objet d'études sérieuses ainsi que les propriétés d'un nouveau paratonnerre, dit « Niagara électrique ».

Il aborda également le problème du sondage de l'atmosphère. Dans des expériences faites en collaboration avec Teisserenc de Bort il réussit à faire des observations météorologiques jusqu'à plus de 15000 m d'altitude au moyen de ballons-sondes. Les travaux qui en résultèrent ouvrirent des aperçus nouveaux sur les courants existant dans l'atmosphère : ils ont depuis rendu de grands services dans les études du même ordre entreprises pour la navigation aérienne.

J. Violle était membre, depuis 1907, de la Commission d'examen des Inventions intéressant les Armées de Terre et de Mer lorsque la guerre éclata. Malgré son âge, il se mit au service de son pays — qui, déjà, avait ses quatre fils, dont l'un d'eux, le plus jeune, devait malheureusement tomber au champ d'honneur. — Nommé président de la Commission supérieure des Inventions intéressant la Défense nationale, il remplit activement ce nouveau rôle, le continua même après la guerre, conservant ces fonctions jusqu'à sa mort.

Nous devons enfin rappeler une dernière question à laquelle il prit une large part et qui est d'une importance scientifique assez considérable. Rapporteur, en 1913, de la Commission spéciale chargée de l'élaboration d'un projet de loi relatif à la définition et aux étalons des différentes mesures commerciales et industrielles, il fut amené à défendre ce projet devant le Sénat, en qualité de Commissaire du Gouvernement, et il contribua ainsi au vote de la loi du 2 avril 1919 sur les unités de mesure.

On voit, par les lignes qui précèdent, que l'œuvre du savant fut aussi vaste qu'importante ; elle fut aussi désintéressée, car les résultats de tous ces travaux furent abandonnés par leur auteur dans le domaine public. Cette œuvre a, d'ailleurs, aujourd'hui encore, toute sa valeur, car les sujets étudiés par Violle ne sont pas parmi ceux qui ont vieilli, mais, au contraire, parmi ceux dont l'intérêt n'a fait que croître avec le temps. On peut s'en rendre compte par l'examen de son « Traité de Physique » qui, datant de 1888 (acoustique) et 1892 (optique), est, de nos jours, très estimé encore.

Les remarquables travaux de Violle lui ont valu de nombreuses distinctions. Il fut nommé membre de l'Institut en 1897, pour succéder à Fizeau ; deux ans plus tard, la Royal Institution of Great Britain l'acceptait parmi ses membres. Enfin, en 1909, l'Académie d'Agriculture de France lui ouvrait ses portes à l'occasion de ses recherches sur la météorologie concernant l'agriculture

Commandeur de la Légion d'honneur, il était membre de plusieurs ordres et académies savantes, aussi bien en France qu'à l'étranger et faisait partie de plusieurs commissions : signalons, en dernier lieu, qu'un grand nombre de comités ou sociétés scientifiques l'appelèrent au fauteuil de la présidence ; nous mentionnerons, en particulier : le Bureau international des Poids et Mesures ; la Commission d'Etudes scientifiques de la Monnaie ; la Commission de la Métrologie usuelle ; la Société française des Electriciens ; la Société française de Physique ; le Comité national français de l'Eclairage et le Comité national de Géodésie et de Géophysique.

[B. E.

[1] La description de cet appareil est donnée dans la *Revue générale des Sciences*, 15 décembre 1894.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Les imperfections des condensateurs

Dans la « Revue générale de l'Electricité » du 13 août 1921, t. X, p. 219-224 et du 30 septembre 1922 t. XII, p. 459-466, l'auteur avait indiqué la forme des cycles de viscosité et précisé l'influence de la fréquence sur les pertes diélectriques. Dans cet article, il entreprend une étude générale des mauvais isolants, tant en courant continu qu'en courant alternatif. Il discute les méthodes de mesure employées pour la détermination des fuites ou de la viscosité et étudie l'influence qu'ont, sur les pertes, les principales grandeurs intéressantes. Enfin, il attribue à des impuretés électrolytiques la cause de la viscosité et donne une interprétation physique des lois mathématiques fournies par l'expérience.

I. Généralités. — Les matériaux isolants employés dans l'industrie ne sont pas parfaits ; ils sont, en courant continu et surtout en courant alternatif, le siège de pertes appréciables. Il est intéressant de savoir mesurer ces pertes, de déterminer les lois auxquelles elles obéissent et enfin de connaître leurs causes.

Pour énoncer les qualités d'un échantillon, il n'existe pas actuellement de terminologie classique et chaque auteur a employé, à son gré, les définitions que lui suggérait son dispositif expérimental.

Certains, mesurant l'intensité absorbée en courant continu, ont appelé « conductibilité » le quotient, évidemment variable, de l'intensité instantanée par la tension : d'autres en ont réservé le nom à la valeur que prend ce quotient au bout d'un temps extrêmement long.

En courant alternatif, on a également appelé « conductibilité » le rapport (bien différent du précédent) de l'intensité efficace à la tension efficace. Enfin, les auteurs qu'intéressaient spécialement les pertes en courant alternatif ont désigné par « résistance d'un condensateur » celle d'un conducteur qui dissiperait la même quantité d'énergie, sous la même tension pour les uns, sous la même intensité pour les autres, suivant qu'ils adoptaient le montage en dérivation ou le montage en série.

Ainsi, on donne aux mots « conductibilité » ou « résistance » des sens très différents qui ne correspondent nullement au même phénomène physique. Toutes ces appellations, quoique parfaitement légitimes dans des cas particuliers, doivent être abandonnées lorsqu'il s'agit d'une étude générale. En courant continu, nous donnerons une définition précise de la conductance de fuites ; en courant alternatif, nous caractériserons les pertes par le déphasage de la charge sur la tension.

II. Distinction entre les fuites et la viscosité. — 1° Chargeons un condensateur avec une pile, puis déchargeons-le dans un galvanomètre balistique. Si nous lui avons fourni une quantité d'électricité q, il n'en restitue en général qu'une quantité inférieure q'. La quantité $q - q'$ a donc traversé le condensateur sans y avoir été emmagasinée; par définition, le condensateur possède des fuites.

D'autre part, la quantité q' n'a pas été restituée instantanément ; nous dirons que la charge est en partie résiduelle ou que le condensateur possède de la viscosité.

Pendant la charge de ce condensateur, par suite des fuites, il s'est dissipé en chaleur une certaine quantité d'énergie proportionnelle au temps. Il y a eu, en outre, pendant les premiers instants de la mise sous tension, une perte d'énergie supplémentaire due à la nature plus ou moins résiduelle de la charge emmagasinée q' ; toutefois, si l'expérience a duré un certain temps, cette « perte par viscosité » est passée à peu près inaperçue à côté de la perte due aux fuites, parce que le courant de charge, très intense au début, est rapidement devenu négligeable.

2° Soumettons maintenant le condensateur à une tension alternative dont la valeur efficace soit égale à la valeur de la tension continue précédente.

Il est raisonnable de penser que les pertes dues aux fuites conserveront la même valeur que précédemment, tandis que les pertes par viscosité croîtront dans de grandes proportions puisque le courant résiduel ne tendra plus cette fois-ci vers zéro.

C'est bien ce que l'expérience confirme. Pour une fréquence extrêmement basse, les pertes sont sensiblement les mêmes qu'en courant continu, mais, à mesure que la fréquence augmente, les pertes deviennent de plus en plus considérables.

III. Mesure de la conductance de fuites. — Après avoir distingué les fuites de la viscosité, nous allons indiquer comment on peut les mesurer.

1° Par définition, si, pendant une charge qui a duré un temps t sous une tension U, on a fourni une quantité d'électricité q et si, à la décharge, on ne recueille

qu'une quantité q', la conductance de fuite est $\frac{q-q'}{Ut}$.

Si la charge q est facile à évaluer au galvanomètre balistique, il n'en est pas de même de la décharge q' à cause de la lenteur avec laquelle elle se produit ; pour l'enregistrer sans trop d'erreur, il faut souvent prolonger la mesure pendant une bonne demi-heure. Dans ces conditions, *il serait ridicule d'utiliser un galvanomètre balistique ordinaire* dont la période d'oscillation est relativement très courte, car sa première élongation serait loin d'être proportionnelle à la quantité totale d'électricité débitée ; les fluxmètres industriels pourraient donner des résultats plus intéressants, mais leur sensibilité est malheureusement trop limitée.

Il n'est pourtant pas impossible d'enregistrer des décharges très lentes et nous avons indiqué dans un précédent article [1] comment on pouvait obtenir ce résultat en prenant les précautions suivantes :

a) Réduire autant que possible l'action antagoniste du fil de suspension, en lui donnant une très grande longueur et une très faible section ; shunter le galvanomètre balistique énergiquement pour lui donner un amortissement notable.

b) Maintenir, *pendant toute la durée de la décharge, l'équipage mobile au zéro*, en utilisant une décharge auxiliaire égale à celle du condensateur étudié, mais dont on peut, à volonté, régler la vitesse d'écoulement.

Voici, par exemple, un dispositif employé (fig. 1) :

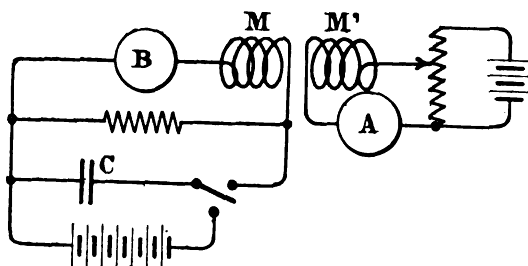


Fig. 1. — Dispositif employé par l'auteur pour enregistrer une décharge très lente.

En série avec le galvanomètre balistique B est une bobine M dans laquelle on induit des charges convenables au moyen d'une deuxième bobine M' parcourue par un courant auxiliaire. Ce dernier est nul au début de la décharge et on le fait croître progressivement pendant celle-ci de manière à maintenir constamment le spot au zéro. Son intensité, lue sur le milliampèremètre A, est, à chaque instant, proportionnelle à la quantité d'électricité débitée par le condensateur C.

2° Pour se rendre compte de la valeur pratique de la définition donnée plus haut pour la conductance de fuites, il faut voir si la quantité $\frac{q-q'}{Ut}$ est indépendante de U et de t, c'est-à-dire des conditions de la mesure.

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 30 septembre 1922, t. XII, p. 459-466.

L'expérience montre qu'il en est bien ainsi ; les résultats obtenus sont très suffisamment concordants lorsqu'on fait varier la tension ou la durée de la charge, quand celle-ci ne dépasse pas quelques minutes.

Toutefois, l'expérience montre que, dans certains cas, pour des champs intenses et de mauvais condensateurs, au papier imprégné en particulier, lorsque la durée de la charge est de l'ordre de plusieurs heures, la quantité $\frac{q-q'}{Ut}$ diminue lentement. La quantité absorbée q croît de moins en moins vite ; la quantité restituée q' ne croît que fort peu et peut même diminuer. On assiste à une *véritable épuration du diélectrique* sous l'influence prolongée du courant ; l'électrolyse des impuretés fait disparaître à la fois les fuites et les résidus.

3° On peut procéder différemment pour mesurer la conductance de fuites. Il existe d'autres méthodes plus commodes que la précédente, parce qu'elles ne nécessitent plus la mesure d'une décharge fort longue ; toutefois, elles ne semblent pas pouvoir donner des résultats aussi satisfaisants parce qu'elles confondent deux phénomènes théoriquement bien distincts, les fuites et les résidus. Examinons rapidement les deux principales :

A. Méthode de comparaison. — Au moyen d'une pile puissante, on fait passer un courant à travers la résistance à mesurer et un galvanomètre. On compare la déviation obtenue à celle que donne une résistance étalon après avoir, si c'est nécessaire, shunté le galvanomètre et abaissé la tension de la pile.

Cette méthode, à cause de son peu de sensibilité, est surtout employée lorsque les condensateurs à étudier possèdent des fuites importantes ; or l'expérience montre que c'est dans le cas de ces mauvais condensateurs que l'épuration du diélectrique sous l'influence du courant se fait le plus nettement sentir. On se trouve donc pris entre deux alternatives. Ou bien, on fait la lecture quelques instants seulement après la mise sous tension et alors on enregistre, en plus du courant de fuites, un notable courant de polarisation ; ou bien, on fait la mesure au bout d'un temps très long et alors les effets de l'épuration se font sentir ; on mesure correctement une résistance, *mais ce n'est plus la résistance initiale.*

B. Méthode de la perte de tension. — Le condensateur de capacité C est d'abord chargé par une pile de tension U, puis déconnecté. Il se décharge peu à peu, de sorte qu'au bout du temps t sa tension, mesurée à l'électromètre, n'est plus que u. En écrivant que la diminution de tension provient uniquement du courant de fuites $\frac{u}{R}$, on obtient

$$\frac{u}{R}\,dt = -C\,du; \quad \text{d'où} \quad R = \frac{t}{C \log_e \frac{U}{u}}.$$

Ce calcul suppose que, pendant la décharge, le courant de polarisation est nul, car sinon il faudrait écrire $\frac{u}{R} dt = -C du - u dC$. Il est rigoureux dans le cas d'un condensateur parfait shunté par une résistance métallique; il est, au contraire, théoriquement inapplicable aux condensateurs à résidus, *la tension pourrait très bien diminuer sans qu'il y ait réellement des fuites.* Un condensateur à mica, par exemple, est susceptible d'emmagasiner une charge résiduelle qui peut dépasser 5 pour 100 de la charge instantanée, et, d'autre part, la quantité d'électricité restituée à la décharge est égale à celle qui a été fournie à la charge ; il n'y a donc pas de fuites. La méthode de comparaison employée au bout d'un temps assez long, et celle que nous avons indiquée, donneront effectivement une résistance infinie ; la méthode de perte de tension effectuée à l'électromètre donnera, au contraire, une résistance d'autant plus faible que la durée de l'opération aura été plus courte.

IV. **Mesure de la viscosité.** — 1. En courant continu. — En courant continu, les phénomènes de viscosité n'ont pas une grande importance industrielle ; il est pourtant utile d'en dire quelques mots avant de passer à leur étude en courant alternatif.

La décharge d'un condensateur réel est loin d'être instantanée. L'intensité i, très considérable au début, décroit progressivement et, en général, on peut la relier au temps t par une formule telle que $i = A t^{-n}$, où n est une constante comprise entre 0 et 1.

La capacité dépend évidemment de la durée de la décharge. Elle est d'autant plus faible que la décharge est plus courte, sans qu'on puisse lui assigner expérimentalement une limite *précise* qui permettrait de distinguer nettement une « charge non résiduelle » et des « résidus ». Cela tient en partie à ce que, expérimentalement, il est difficile de mesurer avec précision des décharges très courtes, de l'ordre de 0,001 seconde. Aussi, pour la capacité relative aux décharges extrêmement courtes, sommes-nous renseignés beaucoup mieux, quoique indirectement, par les mesures en courant alternatif.

2. En courant alternatif. — a) *Tracé du cycle de viscosité.* — Nous avons indiqué dans un précédent article [1] comment on peut tracer le cycle de viscosité d'un condensateur, en portant en abscisses les valeurs instantanées de la tension et en ordonnées, les charges correspondantes.

On obtient ainsi une courbe analogue à un cycle d'aimantation du fer, mais qui s'en distingue nettement aux points de vue suivants :

La fréquence a une *grande influence* sur les dimensions du cycle ;

On ne constate aucun phénomène de saturation et, sous une tension sinusoïdale, *le cycle est elliptique* ; il s'ensuit que le courant reste sinusoïdal et que la présence d'un condensateur n'introduit pas d'harmoniques, à l'inverse de ce que fait une bobine à noyau de fer.

Une fois le cycle de viscosité tracé point par point, il est facile d'en déduire la perte d'énergie correspondante ; il suffit pour cela de planimétrer sa surface ou, mieux, de la calculer, puisqu'elle a une forme géométrique simple. Un calcul simple montre que la puissance dissipée est proportionnelle à la fréquence, à la tension maximum et à l'*ordonnée à l'origine* du cycle.

Le tracé du cycle de viscosité permet de déterminer sans aucune ambiguïté les pertes par viscosité pure, mais cette manière de procéder est longue et délicate, surtout dans le cas de capacités faibles ou de fréquences un peu élevées. Il ne manque pas de méthodes plus expéditives et plus sensibles, mais qui, par contre, ont l'inconvénient de donner *en bloc* les pertes par viscosité et les pertes dues aux fuites.

b) *Méthode wattmétrique.* — Il est tout indiqué d'employer un wattmètre pour mesurer les pertes diélectriques, mais cet appareil fonctionne alors dans des conditions très défavorables, par suite de la faiblesse des pertes et de l'extrême petitesse du facteur de puissance. On peut pourtant obtenir des résultats satisfaisants à basse fréquence en utilisant un électrodynamomètre très sensible et en introduisant une très forte résistance dans son circuit à fil fin. On peut également employer un wattmètre électrostatique.

c) *Méthode calorimétrique.* — Contrairement à la précédente, cette méthode n'est pratiquement utilisable que pour des fréquences élevées ; les pertes sont

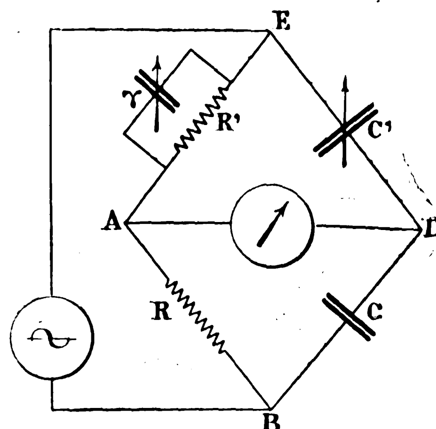


Fig. 2. — Dispositif employé par l'auteur pour la mesure rapide des pertes des condensateurs imparfaits.

alors obtenues sans aucune mesure électrique et, par suite, sans aucune des nombreuses erreurs systématiques auxquelles sont sujettes les mesures effectuées en haute fréquence.

d) *Méthode du pont* (fig. 2). — Mais les méthodes les plus rapides et les plus sensibles sont celles où l'on compare le mauvais condensateur étudié à un conden-

[1] *Revue générale de l'Électricité*, 13-20 août 1921, t. X, p. 219-224.

sateur parfait et à une résistance. Les plus commodes sont celle du pont pour les fréquences téléphoniques et celle de résonance, en haute fréquence.

Le pont classique destiné à la mesure de condensateurs parfaits comporte deux résistances R et R', le condensateur à mesurer C, l'étalon C', un téléphone et une source de courant sinusoïdal.

Si le condensateur C est mauvais, le courant qui le traverse n'est plus en quadrature avec la tension à ses bornes ; pour rétablir l'équilibre, il faut pouvoir *retarder* la phase du courant dans le côté D E, par l'introduction d'une résistance, ou dans le côté AB, au moyen d'une self-inductance, ou encore *l'avancer* dans le bras A E, au moyen d'une capacité.

Lorsque les condensateurs doivent être facilement démontables, par exemple, lorsqu'on étudie l'influence de l'humidité ou de la nature des armatures, il est indispensable de leur donner une faible capacité. Dans ces conditions, la résistance supplémentaire que l'on devrait disposer en série ou en dérivation sur le condensateur parfait prendrait une valeur excessive et ne pourrait pratiquement être réalisée ; le montage le plus commode comporte dans ce cas un condensateur de capacité variable γ en dérivation sur la résistance R' ; l'angle de perte (déphasage de la charge sur la tension) est donné par la relation

$$\operatorname{tg} \alpha = \gamma R' \omega.$$

Le réglage du pont ainsi constitué est très simple ; il se borne à la manœuvre des deux condensateurs à air γ et C' et sa durée ne dépasse pas une demi-minute.

e) *Méthode de résonance* (fig. 3). — On forme un circuit oscillant avec le condensateur étudié C, une inductance variable L, un ampèremètre A et une bobine B qui permet un couplage lâche avec un générateur d'ondes entretenues. On agit sur la bobine L jusqu'à ce que la déviation de l'ampèremètre soit maximum.

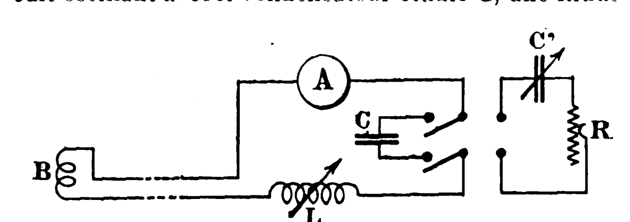


Fig. 3. — Méthode de résonance.

On remplace ensuite le condensateur C par un condensateur variable à air C' en série avec une résistance variable R ; sans toucher à L, on fait varier la capacité C' et la résistance R de ces appareils jusqu'à ce que, à la résonance, l'intensité soit la même que dans le premier cas. L'angle de perte du condensateur C' est calculé par la formule

$$\operatorname{tg} \alpha = C' R \omega.$$

V. **Résultats expérimentaux**. — Avant tout, il importe de faire remarquer qu'on ne peut assigner à chaque diélectrique d'angle de perte bien déterminé *indépendant de l'échantillon étudié* : plus un condensateur a été construit avec soin et plus son diélectrique est pur, moins ses pertes sont importantes.

En outre, pour un échantillon déterminé, les pertes dépendent d'un grand nombre de facteurs dont nous allons examiner rapidement l'influence.

A. Influence de la fréquence. — Pour l'étudier d'une manière aussi complète que possible, nous avons opéré sur une échelle de fréquences très étendue, depuis 0,0015 p : s (1 période en 10 minutes) jusqu'à 65 000 000 p : s (4,65 m de longueur d'onde). Naturellement, les divers condensateurs étudiés et les différentes méthodes de mesure n'étaient utilisables que dans une zone de fréquences relativement restreinte ; malgré cela, les résultats obtenus sont très concordants.

a) *Diélectriques solides.* — Les pertes dues aux fuites sont, dans les diélectriques solides, bien inférieures aux pertes par viscosité dès que l'on atteint les fréquences industrielles (50 p : s) ; elles sont négligeables pour les fréquences téléphoniques et en haute fréquence.

Contrairement à ce qu'avaient indiqué divers auteurs à la suite de considérations théoriques, l'aire du cycle de viscosité ne tend vers zéro ni quand la fréquence devient très petite, ni quand elle devient très grande, du moins dans les limites étudiées. Cette aire varie d'une manière tout à fait régulière : *il n'y a pas d'effets sélectifs* pour certaines fréquences déterminées.

La puissance W dissipée par viscosité croît rapidement avec la fréquence f. La fonction qui représente cette variation de la manière la plus satisfaisante est de la forme

$$W = A f^n, \quad \text{avec } \frac{1}{2} < n < 1.$$

Toutefois, cette loi étant purement empirique, la valeur de n ne peut être considérée comme constante que dans un intervalle pas trop étendu ; en particulier, cette valeur semble se rapprocher peu à peu de l'unité lorsque la fréquence devient très grande.

D'une manière générale, lorsqu'un diélectrique ne présente, en courant continu, que des fuites insignifiantes (mica, ébonite), la puissance dissipée en courant alternatif est relativement faible (A petit), mais elle est sensiblement proportionnelle à la fréquence (n voisin de 1) ; la capacité reste, d'ailleurs, sensiblement constante.

Au contraire, lorsque les fuites sont importantes (bois, marbre), la valeur de A est considérable, mais celle de n est voisine de $\frac{1}{2}$ aux fréquences ordinaires. Il s'ensuit que ces diélectriques, habituellement considérés comme très médiocres, peuvent devenir relativement bons en haute fréquence ; on constate, en outre, que la capacité diminue beaucoup lorsque la fréquence augmente.

b) *Diélectriques liquides.* — Les pertes par viscosité sont, dans les liquides, tout à fait négligeables par rapport aux pertes dues aux fuites pour les fréquences industrielles et téléphoniques ; elles ne commencent à prendre une certaine importance qu'en haute fréquence.

La puissance dissipée par les fuites étant indépendante de la fréquence, il s'ensuit que les liquides sont, à haute fréquence, bien préférables aux solides. Ainsi, pour une fréquence de 65 000 000 p : s, l'eau distillée ordinaire, qui est pourtant franchement conductrice en courant continu, devient sensiblement équivalente à l'ébonite (angle de perte voisin de 1° seulement).

c) *Cas particulier.* — Nous avons constaté que la glycérine faisait exception à toutes les règles précédentes. Son angle de perte, faible (1°30′ pour 167 000 p : s) pour les fréquences inférieures à un million, devient subitement considérable (23 pour 65 000 000 p : s) à très haute fréquence ; sa valeur, dans ces conditions, n'est pas influencée par la présence d'impuretés.

B. Influence de la température. — On ne peut formuler de loi générale pour représenter les pertes en fonction de la température, car celle-ci a, sur les propriétés physiques des diélectriques, une action très complexe.

Dans le cas le plus simple, lorsque le corps étudié n'est pas susceptible (verre par exemple) de se ramollir ou de fondre, les pertes croissent régulièrement, proportionnellement à une certaine puissance de la température absolue.

Mais, le plus souvent, les isolants industriels sont des mélanges complexes, devenant plus ou moins pâteux ou liquides sous l'influence de la chaleur ; la loi de variation peut être quelconque et l'on ne peut donner à ce sujet que des indications assez vagues.

Ainsi, les câbles isolés au caoutchouc présentent un minimum de pertes à la température ordinaire ; ce minimum apparaît à une température un peu supérieure pour les câbles au papier imprégné.

L'apparition de l'état pâteux provoque souvent une augmentation notable de la viscosité : celle-ci se transforme elle-même en fuites au moment de la fusion franche.

C. Influence de l'humidité. — Les isolants sont en général hygrométriques ; l'humidité exerce sur leurs pertes une influence considérable, surtout pour les corps poreux. Après séchage, la viscosité devient nettement plus faible ; les fuites diminuent sensiblement dans la même proportion.

Par exemple, pour un échantillon de papier paraffiné qui avait longtemps séjourné dans le laboratoire, l'angle de perte à 900 p : s était de 2°15′ et la résistance d'isolement 1 040 mégohms ; après séchage, ces quantités sont devenues 0°10′ et 17 000 mégohms.

D. Influence de la nature des armatures. — Les qualités d'un condensateur dépendent non seulement des propriétés du diélectrique mais encore de son contact avec les armatures. Lorsque ce contact est mauvais, il existe entre le diélectrique et l'armature un intervalle d'air qui réduit la capacité et l'angle de perte. Quelquefois, pourtant, celui-ci peut être augmenté lorsque la surface du diélectrique présente une conductibilité suffisante (traces de doigts, produits d'oxydation) pour que la charge électrique puisse s'y répandre *progressivement* en rayonnant autour des points de contact.

Exemple : un échantillon de toile huilée placé entre deux lames d'aluminium bien planes et légèrement pressées a donné une capacité de 0,32 mμF et un angle de perte de 1°. En l'équipant avec deux armatures de papier d'étain légèrement comprimées, on a obtenu 0,68 mμF et 1°45′. Ces quantités sont montées à 0,82 mμF et 2°45′ lorsqu'on a eu écrasé soigneusement le papier d'étain avec le doigt pour lui faire épouser toutes les rugosités de la surface. Enfin, cet échantillon a été garni d'un petit rebord de paraffine, rempli d'une légère couche de mercure et mis à flotter sur du mercure ; les résultats ont été 0,94 mμF et 2°50′.

E. Influence de la tension et de l'épaisseur. — Lorsque les pertes sont suffisamment faibles pour que la température reste constante, que le contact entre le diélectrique et les armatures est parfait et qu'il n'y a pas d'effluves, l'angle de perte est indépendant de la tension et de l'épaisseur. La puissance dissipée est proportionnelle au carré de la tension et en raison inverse de l'épaisseur.

VI. **Nature de la viscosité.** — 1° Les résultats que nous venons de résumer conduisent à admettre dans les diélectriques l'existence de deux causes bien distinctes d'absorption :

a) Pour les *très courtes* longueurs d'onde, la glycérine (et quelques corps analogues) présente une *bande* d'absorption assez nettement délimitée et caractéristique de la constitution de la molécule.

b) Dans tous les autres cas, l'angle de perte ne présente ni maximum, ni minimum et varie en sens inverse de la fréquence ; il n'est pas caractéristique du corps étudié et est d'autant plus considérable que les impuretés sont plus nombreuses.

Les différentes théories que l'on a imaginées pour expliquer la viscosité diélectrique ne sont pas toutes d'accord avec ces résultats expérimentaux.

2° Par analogie avec ce qui se passe pour les rayons X et les radiations lumineuses, on a voulu situer le siège de la viscosité à l'intérieur même de l'atome. Cette hypothèse ne peut que difficilement se soutenir ; il est peu vraisemblable, en effet, d'attribuer la même cause à des phénomènes qui correspondent à des longueurs d'onde de quelques angströms pour les uns, de quelques milliers de kilomètres, pour les autres. Nous considérerons donc toutes les absorptions dont le siège est *à l'intérieur de l'atome* comme ne pouvant intéresser que des ondes plus courtes que les ondes hertziennes.

3° Mais, lorsqu'un électron groupe autour de lui un

ou plusieurs atomes, l'ensemble ainsi constitué formera, *à l'intérieur de la molécule*, un élément de masse notable, susceptible, par conséquent, d'entrer en résonance pour des oscillations relativement lentes; c'est précisément ce qui a lieu pour l'eau, l'alcool, la glycérine et, d'une manière générale, pour la plupart des corps dont la molécule contient le radical OH.

L'existence d'ions liés à la molécule est mise en évidence, dans ces substances, par l'augmentation énorme du pouvoir inducteur K et de l'indice de réfraction $\sqrt{K}$, lorsqu'on passe des oscillations infra-rouges aux oscillations hertziennes. Dans le cas du spectre infra-rouge, la fréquence est trop grande pour que le déplacement des ions puisse prendre une amplitude notable et la polarisation qui en résulte est insensible. Pour les oscillations hertziennes de très grande longueur d'onde, au contraire, le déplacement des ions suit docilement la variation du champ électrique; il n'existe entre eux aucune différence de phase et, par suite, il n'y a pas d'absorption. Mais, pour une région intermédiaire, celle qui correspond à l'accroissement rapide de K, le déplacement des ions est nettement en retard sur l'intensité du champ et il en résulte des pertes notables. Les équations établies dans la théorie électromagnétique de la lumière s'appliquent ici sans aucune modification et permettent, en particulier, d'étudier à l'intérieur de la bande d'absorption les variations du pouvoir inducteur et de l'angle de perte.

Suivant la nature et la mobilité des ions à l'intérieur de la molécule, la bande intéresse des longueurs d'onde différentes; elle se trouve au-dessous de 1 mm pour l'eau et au-dessus d'une dizaine de mètres pour la glace; elle s'étend entre 5 cm et 50 cm pour l'alcool, entre 10 cm et 10 m pour la glycérine. Ces résultats ont été mis depuis longtemps en évidence au moyen d'ondes amorties, mais il est actuellement facile de les reproduire avec une plus grande précision au moyen d'oscillations entretenues lorsque la longueur d'onde nécessaire n'est pas trop petite.

4° *Mais, dans le cas le plus général, on doit admettre que la viscosité est due à une conductibilité extra-moléculaire.*

Cette conductibilité est évidemment d'origine électrolytique et l'on est conduit naturellement à considérer les diélectriques à résidus comme hétérogènes : dans le diélectrique pur absolument isolant sont occluses ou dissoutes des traces de matière électrolytique. Pour la plupart des corps plus ou moins poreux, ces impuretés sont constituées par de l'humidité, mais il n'en est pas toujours ainsi (caoutchouc, ébonite); il y a lieu de penser en particulier que, dans le verre, les silicates alcalins jouent le rôle de conducteurs au milieu de silicates doubles parfaitement isolants. Les diélectriques qui, en haute fréquence, présentent les pertes les plus faibles sont ceux que l'on débarrasse facilement de matières électrolytiques (pétrole bien sec, paraffine).

Pour des ondes suffisamment longues, les ions électrolytiques se déplacent sous l'influence du champ malgré la résistance qu'ils éprouvent de la part des molécules du corps neutre. Ils s'accumulent, en général, au fond de cavités plus ou moins fermées sous forme de *charges résiduelles*; certains, pourtant, réussissent finalement à atteindre les armatures et donnent naissance aux *fuites*.

Ce qui justifie cette manière de voir, c'est l'étroite dépendance qui unit les fuites et les résidus. Toute cause qui influe sur les uns fait varier les autres, tandis qu'elle est sans action sensible sur le pouvoir inducteur relatif aux fréquences élevées et sur l'indice de réfraction optique : l'humidité augmente, à la fois et dans de grandes proportions, les résidus et les fuites; lorsqu'un corps devient pâteux sous l'influence d'une élévation de température, les fuites et les résidus augmentent simultanément au début, puis, au moment de la fusion, les résidus se transforment en fuites; enfin, l'application soutenue d'une tension constante peut, en électrolysant les impuretés, éliminer à la fois les fuites et les résidus.

VII. **Théorie mathématique.** — Nous venons d'exposer les éléments d'une théorie physique en bon accord avec les résultats *qualitatifs* de nos expériences. Il nous reste maintenant à envisager la question au point de vue purement mathématique et à retrouver, après-coup, au moyen d'hypothèses aussi simples que possible les lois *quantitatives* expérimentales.

1° Il est nécessaire d'introduire ici une quantité nouvelle qu'on est convenu d'appeler « capacité instantanée ». A vrai dire, il est malaisé de la définir. Lorsqu'on passe progressivement des ondes hertziennes aux ondes lumineuses, puis aux rayons X, le pouvoir inducteur qui est toujours, pour une fréquence déterminée, égal au carré de l'indice de réfraction décroît d'abord, puis présente une série de maxima et de minima *sans tendre* vers une limite. Il n'existe donc pas plus de capacité instantanée que d'indice instantané. Toutefois, ces fluctuations correspondent chacune à un phénomène bien distinct : l'entrée en jeu d'un nouvel élément actif, électron, atome, ion, etc... On peut donc à la rigueur, sans trop d'imprécision, désigner par « capacité instantanée » celle que possède le condensateur au moment où l'élément *actif en basse fréquence* va entrer en action. La longueur d'onde correspondante sera évidemment variable avec le corps étudié. Dans le cas de la glycérine, par exemple, pour laquelle on constate, aux fréquences élevées, une absorption notable bien différente de celle qui existe à basse fréquence, on pourra fixer cette longueur d'onde à une centaine de mètres. Pour l'ébonite, au contraire, qui, pour des ondes électriques très courtes, présente sensiblement les mêmes qualités qu'en basse fréquence et reste transparente jusqu'à la limite du spectre visible, la longueur d'onde correspondante pourra être du domaine de l'infra-rouge.

Au point de vue mathématique, la capacité d'un condensateur à basse fréquence peut donc être considérée comme la somme d'une « capacité instantanée » de valeur bien déterminée et d'une « capacité rési-

duelle » variable avec la fréquence ; de même pour la capacité en courant continu au bout d'un certain temps de décharge. Le problème qui se pose consiste à trouver des relations entre ces capacités *résiduelles* en courant continu ou en courant alternatif et l'angle de perte. Naturellement, ces relations ne seront plus valables lorsque la période ou le temps de décharge tomberont au-dessous d'une certaine valeur.

2° Nous considérerons comme erronées les théories qui attribuent les pertes à une hystérésis pure, indépendante de la fréquence, comme celle que l'on rencontre dans l'aimantation du fer; elles ne peuvent expliquer la forme elliptique du cycle de polarisation, prévoient des pertes proportionnelles à la fréquence et sont en contradiction avec le fait expérimental qu'il n'existe pas de diélectrique polarisé d'une manière permanente dans un champ nul.

3° Examinons, au contraire, à quelles lois mathématiques nous conduirait l'hypothèse d'une viscosité simple; imaginons que les éléments actifs à l'intérieur du diélectrique soient soumis à des réactions élastiques proportionnelles à leur déplacement et à un frottement proportionnel à leur vitesse, exactement comme un pendule pesant plongé dans un liquide visqueux. Sans entrer dans le détail des calculs, on arrive facilement aux conclusions suivantes :

Après une longue charge en courant continu, la décharge est exponentielle.

Sous tension sinusoïdale, la charge reste sinusoïdale et le cycle est elliptique.

La surface du cycle tend vers zéro lorsque la fréquence devient nulle ; elle passe par un maximum puis tend encore vers zéro lorsque la fréquence croît indéfiniment.

4° Ces résultats du calcul sont loin d'être tous vérifiés par l'expérience. On constate, en effet, qu'après une longue charge sous tension constante, le courant de décharge est, en général, représenté par une fonction de la forme $i = At^{-n}$. En outre, la surface du cycle de viscosité ne tend pas vers zéro pour de très basses fréquences et ne présente aucun maximum ; en haute fréquence, la puissance dissipée est loin de tendre vers une limite.

Il n'y a donc pas *viscosité simple* et il convient de modifier les bases du calcul sans compliquer outre mesure les hypothèses.

On y arrive facilement en utilisant une remarque expérimentale que nous rappelons. Les résultats obtenus avec des diélectriques de même espèce présentent entre eux des différences notables ; des condensateurs de même fabrication ou encore les différentes subdivisions d'un même condensateur ne donnent pas des résultats identiques.

Cette particularité n'a rien qui doive étonner, maintenant que nous avons indiqué les causes physiques de la viscosité. C'est qu'en effet les lois qui régissent le déplacement des impuretés électrolytiques sont variables d'un point à l'autre du diélectrique. Celui-ci peut présenter des poches plus ou moins nettes, reliées par des fissures de dimensions très variables et plus ou moins inclinées sur la direction du champ; en outre, les impuretés peuvent ne pas être également réparties dans toute l'étendue du diélectrique.

Il s'ensuit que les divers circuits conducteurs ainsi formés ont des constantes de temps différentes et qu'on doit assimiler un condensateur réel à l'ensemble d'un grand nombre de condensateurs élémentaires *ayant chacun des angles de perte différents.*

Cette constitution des diélectriques est d'ailleurs tout à fait d'accord avec le fait expérimental que le courant de décharge d'un condensateur est susceptible de *s'inverser*. En effet, si après avoir soumis celui-ci à une tension négative, on le soumet quelques instants seulement à une tension positive, on conçoit que les résidus lents puissent rester négatifs tandis que les résidus rapides sont devenus positifs. Au début de la décharge, ces derniers se déchargent très rapidement, puis le courant change de sens lorsque l'action des résidus lents devient prépondérante.

5° Les considérations précédentes introduites dans le calcul en modifient profondément les conclusions.

Tout d'abord, en courant continu, la décharge est représentée par une somme d'exponentielles *qui n'est plus une exponentielle* ; en choisissant convenablement les exponentielles élémentaires, on peut obtenir une courbe de décharge qui soit d'accord avec l'expérience. En courant alternatif, l'intensité est représentée par une somme de sinusoïdes de même période, *qui est encore une sinusoïde*; le cycle est encore une ellipse qui se déforme en fonction de la fréquence suivant une loi dont on dispose.

6° Précisons par le calcul :

a) Courant continu. — Pour la commodité du calcul, considérons comme infini le nombre de condensateurs élémentaires qui constituent le condensateur réel. Groupons ensemble tous ceux qui ont un même angle de perte et caractérisons-les par un même coefficient de viscosité $\frac{1}{\lambda}$. Soumettons cet ensemble à une tension continue U; il laissera passer un courant résiduel élémentaire dont l'intensité $\mathrm{d}i$ pourra, au début, se mettre sous la forme $U\mathrm{d}A$ [1] et sera ensuite représentée en fonction du temps t par l'expression

$$\mathrm{d}i = U\mathrm{d}A\, e^{-\lambda t}.$$

L'intensité résiduelle totale I_c dans le condensateur réel s'obtient en additionnant toutes ces intensités élémentaires

$$I_c = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} U\mathrm{d}A\, e^{-\lambda t}.$$

Pour aller plus loin, il faut relier $\mathrm{d}A$ à λ, c'est-à-dire

[1] Cet ensemble de condensateurs élémentaires peut être représenté par une capacité infiniment petite $\mathrm{d}C$ en série avec une conductance infiniment petite $\mathrm{d}A$. On a $\lambda = \frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}C}$.

savoir comment sont répartis les angles de perte entre les condensateurs élémentaires. Nous n'avons à priori aucun renseignement sur cette répartition, mais nous pouvons, en tâtonnant, essayer parmi les différentes fonctions celle qui, en courant *continu*, nous conduira à la loi expérimentale; cette fonction une fois trouvée, nous pourrons l'utiliser en courant *alternatif*, puis soumettre au contrôle de l'expérience les résultats qu'elle nous fournira.

Essayons donc la relation

$$\frac{dA}{d\lambda} = M\lambda^{n-1};$$

d'où

$$I_c = MU\int_0^\infty e^{-\lambda t}\lambda^{n-1}d\lambda = MU\Gamma(n)\,t^{-n},$$

en représentant par Γ l'intégrale eulérienne de deuxième espèce.

Pour un condensateur donné, $MU\Gamma(n)$ étant constant, le courant varie bien proportionnellement à la puissance $-n$ du temps comme l'indique l'expérience. On peut donc considérer la fonction λ^{n-1} comme acceptable et l'appliquer en courant alternatif.

b) Courant alternatif. — Soumettons maintenant un condensateur élémentaire à la tension sinusoïdale $u = U \sin \omega t$. Il est facile de voir que l'intensité absorbée di est déphasée sur cette tension d'un angle $\frac{\pi}{2} - \alpha$, satisfaisant à la relation $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\omega}{\lambda}$, et que sa valeur maximum est obtenue en multipliant par $\sin \alpha$ l'intensité initiale en courant continu :

$$di = U dA \sin \alpha.$$

La composante active di_w de cette intensité élémentaire s'obtient en multipliant cette expression par $\sin \alpha$, la composante réactive di_r par $\cos \alpha$.

$$di_w = U dA \sin^2\alpha = \frac{U dA}{1 + \frac{\lambda^2}{\omega^2}},$$

$$di_r = U dA \sin\alpha\cos\alpha = \frac{U}{\omega}\cdot\frac{\lambda\, dA}{1 + \frac{\lambda^2}{\omega^2}}.$$

En reliant enfin dA à λ par la relation

$$\frac{dA}{d\lambda} = M\lambda^{n-1},$$

il vient, pour les composantes active et réactive de l'intensité totale,

$$I_w = MU\int_0^\infty \frac{\lambda^{n-1}d\lambda}{1 + \frac{\lambda^2}{\omega^2}} = \frac{MU}{2}\,\omega^n\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)\Gamma\left(1 - \frac{n}{2}\right),$$

$$I_r = \frac{MU}{\omega}\int_0^\infty \frac{\lambda^n d\lambda}{1 + \frac{\lambda^2}{\omega^2}} = \frac{MU}{2}\,\omega^n\Gamma\left(\frac{1+n}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1-n}{2}\right).$$

Ainsi, la composante active de l'intensité et, par suite, les pertes sont proportionnelles à la puissance n de la fréquence; c'est précisément la loi obtenue expérimentalement et ce résultat justifie pleinement l'hypothèse d'où nous étions partis.

On peut tirer des formules précédentes bien des conclusions intéressantes; en particulier, on peut relier entre elles l'intensité résiduelle en courant continu I_c au bout de T secondes de décharge et les intensités résiduelles active ou réactive correspondant à une période T. On obtient ainsi, pour des tensions maxima égales,

$$\frac{I_w}{I_c} = \frac{(2\pi)^n\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)\Gamma\left(1 - \frac{n}{2}\right)}{2\Gamma(n)}$$

$$\frac{I_r}{I_c} = \frac{(2\pi)^n\Gamma\left(\frac{1+n}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1-n}{2}\right)}{2\Gamma(n)}.$$

Ces quantités sont uniquement fonction de n; on peut avoir une idée de leur valeur numérique en se rapportant au tableau suivant :

n	$\frac{I_w}{I_c}$	$\frac{I_r}{I_c}$
0,5	3,28	3,28
0,6	3,95	5,50
0,7	4,95	9,50
0,8	6,22	21,2
0,9	7,83	49,2
1	9,85	∞

Ainsi, l'étude de la décharge en courant continu, en nous faisant connaître les valeurs du courant I_c, de l'exposant n et de la capacité instantanée, doit permettre de prédéterminer comment un condensateur se comportera en courant alternatif sous une fréquence quelconque. Nos expériences, dont on trouvera la description détaillée dans notre thèse de doctorat publiée dans le « Bulletin de la Société française des Electriciens », août-octobre 1923, 4e série, t. III, p. 333 à 483, confirment cette manière de voir.

J. GRANIER,
Ingénieur, docteur ès sciences.

Revues, analyses et informations

Détermination mécanique de la marche relative de deux pendules. Comparateur à moteur chronométrique (1).

Dans une communication présentée à la séance du 22 octobre 1923 de l'Académie des Sciences, M. A. Guillet a exposé une méthode et donné la description d'un dispositif permettant de résoudre la question suivante : comment déterminer à tout instant t, par voie mécanique, l'écart que présentent les tops donnés par deux vibrateurs P_1, P_2, battant pratiquement la même période T. Dans le dispositif préconisé, l'auteur emploie un moteur ayant une rotation uniforme et dont la description a fait l'objet d'une précédente communication, qui a d'ailleurs été publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 17 novembre 1923, t. XIV, p. 735-736. Voici la reproduction de la nouvelle note :

G. Lippmann a indiqué (2) que, si l'on savait produire une série auxiliaire de tops P, répondant aussi à la période T, dont on puisse déplacer arbitrairement et à volonté l'origine, il suffirait d'amener successivement en coïncidence les séries P, P_1 ; P, P_2, pour déduire de la translation correspondante τ des tops P dans le temps le décalage présenté par les tops des séries P_1, P_2.

La marche relative des deux vibrateurs serait alors manifestée par une courbe dont les points auraient pour coordonnées t, τ.

Le difficile est de trouver un moteur pouvant recevoir un mouvement de rotation uniforme. Cette condition étant réalisée et la durée du tour réglée sur la période T, on produirait aisément la série des tops de comparaison P en chargeant le moteur de fermer un contact à chaque tour. On obtiendrait le déplacement de l'origine des tops en rendant l'un des pôles a du contact solidaire de l'axe du moteur et l'autre pôle b solidaire d'un disque ou d'un bras alidade pouvant tourner à volonté et d'une manière indépendante autour de ce même axe.

Dans le *comparateur de marche* construit selon mes plans, pour répondre aux instances de M. Bigourdan, directeur du Bureau international de l'Heure, le mouvement de rotation est fourni par un moteur chronométrique (3). Une petite équerre, fixée à la périphérie de l'une des roues dentées et perpendiculairement à son plan, porte l'un des pôles a, a' des deux contacts c, c' que comporte l'appareil ; les deux autres pôles b, b' de ces contacts sont disposés suivant l'une des génératrices de deux disques D, D' que des boutons δ, δ' et des engrenages convenables permettent de faire tourner à volonté et séparément d'angles quelconques. Il est ainsi facile d'*avancer* ou de *retarder* le jeu de l'un des contacts, puisqu'il suffit pour cela de faire tourner le disque qui lui correspond dans le sens opposé ou dans le même sens que le système des roues dentées.

La division en mille parties égales tracée à la périphérie sur l'une des faces du disque D a son zéro en regard du contact b ; d'autre part, deux fenêtres diamétralement opposées pratiquées dans le disque D' et bissectées chacune par un fil servant d'index, disposé suivant le rayon passant par b, permettent de lire l'écart angulaire présenté à tout instant par les deux pôles b et b'.

La manière d'opérer est fort simple :

a. Deux observateurs intervenant en même temps, le premier à l'aide du contact c et le second à l'aide du contact c', établissent simultanément les coïncidences P, P_1 ; P, P_2 en agissant respectivement sur les boutons δ, δ'.

Si Θ est la période des tops P et φ, la fraction de la circonférence définie sur le cercle divisé par les positions qu'occupent les pôles voyageurs b et b', l'écart τ des tops P_1, P_2 a pour mesure à l'instant t de la double coïncidence

$$\tau = \varphi . \Theta .$$

b. Si, au préalable, on s'est donné la peine de disposer les masses mobiles du diapason de façon que la coïncidence entre les tops des vibrateurs à comparer et les tops des contacts c ou c' se maintiennent pendant une durée de l'ordre de celle qui est nécessaire à l'établissement des coïncidences successives P, P_1 ; P, P_2, un seul opérateur suffit, et même un seul contact, celui du disque D' si, le cercle divisé étant fixe, on fait la lecture des positions de b' lors des coïncidences successives P, P_1 ; P, P_2.

c. Dans le cas d'un accord seulement approché, il est encore possible d'opérer correctement seul. On établira d'abord la coïncidence P, P_1 à l'époque arbitraire t_0, puis la coïncidence P, P_2 à l'époque $t_0 + t$, et on lira la course angulaire correspondante γ du pôle b. On rétablira ensuite la coïncidence P, P_1 et on la maintiendra jusqu'à l'époque $t_0 + 2t$; si γ' est alors la course du pôle b, $\gamma_1 = \frac{\gamma + \gamma'}{2}$ est évidemment l'angle qu'aurait donné un appareil parfaitement réglé. Ainsi se trouve corrigé l'effet de l'inégalité des périodes T et Θ. Si l'on prend le soin de noter les époques t_1 et t_2 des deux coïncidences l'écart ε se calcule d'ailleurs aisément en faisant état de la valeur du rapport $T : \Theta$ préalablement déterminé,

La précision sur l'écart τ, présenté à l'instant t par les deux vibrateurs P_1, P_2, dépend de la précision des pointés des deux coïncidences qui le déterminent. Tout revient, en définitive, à constater, au téléphone, par exemple, *la simultanéité de deux tops*. En utilisant des tops très brefs et identiques cette précision est grande en raison du merveilleux *pouvoir séparateur* de l'oreille. Le rapport de la largeur du contact à la circonférence du disque mesure, en fait, l'erreur possible.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 29 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 813-815.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 23 décembre 1912, t. CLV, p. 1458-1460.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 741-744 ; *Revue générale de l'Electricité*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 735-736.

Sur la rotation spontanée de la décharge électrique.

A la séance du 10 décembre 1923 de l'Académie des Sciences, M. Ch.-Eug. Guye, professeur de Physique à l'Université de Genève, a fait sur ce sujet une communication que nous reproduisons ci-dessous.

Dans une précédente note relative à la rotation électro-

magnétique de la décharge [1], nous avons représenté la vitesse v de rotation de la conductivité et la vitesse v_0 d'entraînement du gaz par les relations

$$v = \frac{\varepsilon H}{12 \pi \sigma^2 M m}, \qquad (1)$$

$$v_0 = \frac{N}{M - N} \frac{\varepsilon H}{4 \pi \sigma^2 M m}, \qquad (2)$$

la vitesse observée étant la somme de ces deux vitesses.

Nous avons montré, en outre, que la rotation peut être provoquée spontanément même par un champ magnétique très faible, lorsque l'ionisation du gaz est suffisante.

Mais cette dernière rotation une fois amorcée, sa vitesse n'est nullement représentée par la somme des expressions précédentes. Elle correspond à un phénomène électrodynamique qui paraît avoir son siège dans le circuit même et dont la condition est, à notre avis, *une dyssymétrie produite accidentellement et entretenue par le fonctionnement même de la décharge*, le sens de la rotation étant déterminé par la dyssymétrie initiale. Il semble que l'on se trouve alors dans le cas d'un circuit déformable dont la surface tendrait à croître indéfiniment.

A l'appui de cette manière de voir, il convient de citer les faits suivants établis dans un travail antérieur en collaboration avec M. A. Rothen [2] :

1° On peut indifféremment provoquer la rotation spontanée dans un sens ou dans l'autre par une impulsion d'une durée de quelques secondes donnée à la décharge par un champ magnétique extérieur H;

2° En valeur absolue et toutes conditions égales, la vitesse de rotation est la même dans les deux sens; elle n'est pas changée si l'on a soin d'annuler entièrement le champ terrestre par une bobine compensatrice;

3° On ne peut annuler la rotation spontanée en lui opposant un champ extérieur H convenable. Bien avant que ce champ ait atteint la valeur qui, d'après la formule (1), devrait donner à la décharge une vitesse égale et de signe contraire, la décharge change brusquement de sens et persiste à tourner dans ce sens, après suppression du champ extérieur;

4° Enfin, lorsqu'on ajoute à la rotation spontanée l'action d'un champ magnétique agissant dans le même sens, la vitesse observée est approximativement, pour de faibles intensités, la somme de celle qui correspond à la formule (1) et de la vitesse de rotation spontanée.

En résumé, la rotation spontanée semble bien correspondre à un phénomène électrodynamique ayant son siège dans le circuit même, bien qu'elle puisse être provoquée par des causes extérieures, telles que courant d'air et champ magnétique. Elle ne se produit toutefois que dans certaines conditions.

(1) Ch.-Eug. Guye. Sur l'entraînement du gaz dans la rotation électromagnétique de la décharge électrique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 26 novembre 1923, t. CLXXVII, p. 1104-1106; *Revue générale de l'Electricité*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 903-904.

(2) C.-E. Guye et A. Rothen. *Archives des Sciences physiques et naturelles*, septembre-octobre 1921.

N. B. — Comme complément à cette note et à celle du 26 novembre dernier, nous donnons ci-après la démonstration de la formule (2).

Supposons que la décharge s'effectue selon l'axe des y et la rotation suivant l'axe des x. La force qu'exerce le champ magnétique H sur l'ion positif de charge ε et de masse m est donnée par la relation

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \varepsilon H \frac{dy}{dt},$$

et l'impulsion que recevront, entre deux chocs, l'ensemble des N ions positifs contenus dans l'unité de volume sera dans la direction de la rotation

$$N \varepsilon H \int_0^{\theta} \frac{dy}{dt}\, dt = N \varepsilon H \lambda,$$

λ désignant le libre parcours moyen de l'ion entre deux chocs.

Par suite des chocs moléculaires, cette impulsion se répartira sur l'ensemble des molécules de la masse gazeuse qui prendra une vitesse d'ensemble v_1, déterminée par la relation

$$N \varepsilon H \lambda = m M v_1,$$

M désignant le nombre des molécules, ionisées ou non, contenues dans l'unité de volume.

A chaque nouveau choc, une nouvelle quantité de mouvement sera communiquée à la masse gazeuse, dont la vitesse irait constamment en augmentant si les forces retardatrices résultant de son mouvement (viscosité) n'y faisaient obstacle.

Le mouvement de la masse gazeuse deviendra uniforme lorsque la quantité de mouvement totale que possèdent les ions à la fin de leur libre parcours sera absorbée par les forces retardatrices, qui agissent sur la masse totale mM du gaz et cela dans le temps θ correspondant à la durée de ce libre parcours.

Nous aurons alors

$$N m v_0 + N \varepsilon H \lambda = M m v_0.$$

On en déduit, en remplaçant λ par la valeur $\frac{1}{4 \pi \sigma^2 M}$

$$v_0 = \frac{N}{M - N} \frac{\varepsilon H}{4 \pi \sigma^2 M m}.$$

Il est aisé de démontrer que la quantité de mouvement, communiquée aux électrons, est égale à celle que recevront dans le même temps les ions positifs. Si cette quantité de mouvement était susceptible de se communiquer entièrement au gaz, la vitesse v_0 d'entraînement serait alors doublée; mais ce serait là, ainsi que nous l'avons dit, une limite supérieure. Il importe de remarquer que les quantités de mouvement communiquées dans le même temps aux ions et aux électrons dans le sens de l'axe des y (décharge) sont égales et de signe contraire, alors qu'elles sont égales et de même signe dans le sens de l'axe des x (rotation).

SECTION INDUSTRIELLE

Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus

L'usage tendant à généraliser de plus en plus l'introduction, dans les contrats de fourniture d'énergie électrique, du principe de la tarification de l'énergie réactive, les industriels se trouvent souvent fort embarrassés de discerner parmi les formules qui leur sont proposées, celles dont l'application leur sera le moins onéreuse. Nous donnons ci-après quelques considérations qui permettent, à première vue, connaissant l'utilisation de l'énergie dans une usine, ce dont un praticien peut très facilement se rendre compte, de discerner laquelle des formules entraînera la moindre redevance à payer. Nous y ajoutons quelques mots sur la méthode à employer pour l'étalonnage des compteurs sinus, de manière à se placer dans les conditions où l'on se rapproche le plus du réglage le meilleur.

I. **Considérations générales sur les indications des compteurs.** — Les considérations exposées ci-dessous ont été faites indépendamment de l'erreur qui peut affecter le compteur d'énergie réactive ; elles demeurent les mêmes quelle que soit cette erreur, puisqu'on prend un point de départ unique qui est le nombre d'unités réactives données par ledit compteur telles qu'elles sont, exactes ou entachées de l'inexactitude inhérente à tout appareil de mesure. Il semblerait donc qu'il soit indifférent, dans l'étalonnage du compteur, d'adopter telle ou telle méthode qu'il plaira pour apprécier l'erreur. En d'autres termes, on serait tenté de croire qu'on peut, à volonté, calculer cette erreur, soit en comparant les unités réactives ou les sinus, soit en comparant les cosinus. En réalité, cela ne pourrait être qu'un hasard puisqu'il s'agit de fonctions différentes.

Nous allons montrer qu'il y a un intérêt pratique, notamment pour le client, à faire le calcul de l'erreur en centièmes soit en partant du cosinus, soit en partant du sinus, suivant que le déphasage φ est supérieur ou inférieur à 45°.

Les compteurs d'énergie réactive sont des appareils calculés et construits pour donner, à chaque instant et à partir d'une origine choisie à volonté,

$$\int_0^t kEI \sin \varphi \, dt,$$

exactement comme les compteurs d'énergie réelle donnent

$$\int_0^t kEI \cos \varphi \, dt,$$

où k est une constante dépendant de la forme du courant et égale à $\sqrt{3}$ dans le cas d'un système triphasé. Comme nous l'avons vu dans un précédent article (¹), les circulaires ministérielles posant les principes d'après lesquels peuvent être rédigés les cahiers des charges prévoient l'utilisation des données du compteur d'énergie réactive de deux manières :

Ou bien utiliser directement leurs indications évaluées en unités dites réactives en les combinant avec l'énergie réelle exprimée en kilowatts-heure, pour obtenir ce qu'on appelle l'énergie complexe ;

Ou bien se servir de ces indications pour calculer le cos φ moyen par combinaison avec l'énergie, exprimée en kilowatts-heure, du compteur d'énergie réelle et, partant de ce cos φ, déterminer la majoration de prix à payer soit par la formule que nous avons appelée formule en $1 + \frac{2n}{100}$, soit par la formule en $\frac{0,8}{\cos \varphi}$.

Les procédés se ramènent donc à se servir soit des unités réactives directement lues au compteur, soit du cos φ.

Il y a donc à examiner l'intérêt qu'il peut y avoir à déterminer l'erreur du compteur soit par rapport aux unités réactives directement lues, soit par rapport au cos φ.

Nous allons montrer que les procédés de calcul employés ramènent le problème à prendre l'erreur relative, d'une part, par rapport au sin φ ; d'autre part, par rapport au cos φ.

(¹) A.-L. Racapé ; Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. *Revue générale de l'Electricité*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 837-845.

II. Détermination de l'erreur par rapport aux unités réactives. — Les appareils étant traversés par le même courant I et excités par la même source de potentiel E, on contrôle le compteur d'énergie réactive en étude à l'aide d'un ou deux wattmètres étalons, suivant la nature du courant, puis d'un ampèremètre et d'un voltmètre étalon. Pour simplifier les calculs, nous supposerons la constante relative à la forme du courant égale à 1.

Dans ces conditions, on détermine, par le procédé habituel, au moyen du compteur d'énergie réactive, la puissance réactive $W_R = EI \sin \varphi_{co}$, $\sin \varphi_{co}$ étant la valeur que l'on déduirait de W_R à l'aide des lectures I et E sur les appareils étalons.

De même, appelons $\cos \varphi_{et}$, le $\cos \varphi$ déduit des divisions lues sur les wattmètres étalons par le quotient

$$\frac{W_{et}}{EI} = \cos \varphi_{et}.$$

Pour avoir des valeurs comparables, il ne faut pas déduire φ_{co} du quotient

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{W_R}{W_{et}},$$

car on aurait, pour

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{EI \sin \varphi_{co}}{EI \cos \varphi_{et}}$$

une valeur sans signification utile.

Il faut poser

$$\sin \varphi_{et} = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{et}}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{W_{et}^2}{E^2 I^2}} = \frac{\sqrt{E^2 I^2 - W_{et}^2}}{EI},$$

ce qui permet d'évaluer l'erreur relative

$$\varepsilon = \frac{W_R - \sqrt{E^2 I^2 - W_{et}^2}}{\sqrt{E^2 I^2 - W_{et}^2}}.$$

soit, en centièmes

$$\varepsilon_s = 100 \times \frac{EI \sin \varphi_{co} - EI \sin \varphi_{et}}{EI \sin \varphi_{et}} = \frac{\sin \varphi_{co} - \sin \varphi_{et}}{\sin \varphi_{et}} \times 100.$$

III. Détermination de l'erreur par rapport à $\cos \varphi_{et}$. — Cette erreur ε, évaluée en centièmes, est donnée immédiatement par la relation

$$\varepsilon_c = \frac{\cos \varphi_{et} - \cos \varphi_{co}}{\cos \varphi_{et}} \times 100.$$

Si l'on désire que, dans l'un et l'autre cas, l'erreur soit positive quand le compteur avance, c'est-à-dire marque trop d'unités réactives, il faut prendre ε_c dans ce sens, et, alors, les deux expressions seront à la fois positives et négatives en même temps.

Pour avoir des expressions comparables, on doit, là encore, prendre E, I lus sur les ampèremètres et voltmètres étalons pour obtenir

$$\varphi_{co} \qquad \sin \varphi_{co} = \frac{W_R}{EI},$$

$$\varphi_{et} \qquad \cos \varphi_{et} = \frac{W_{et}}{EI}.$$

L'expression en fonction des grandeurs lues est, par suite,

$$\varepsilon_c = \frac{\frac{W_{et}}{EI} - \sqrt{1 - \frac{W_R^2}{E^2 I^2}}}{\frac{W_{et}}{EI}} \times 100,$$

qui, après simplifications, est bien

$$\frac{EI \cos \varphi_{et} - EI \cos \varphi_{co}}{EI \cos \varphi_{et}} \times 100.$$

IV. Comparaison des deux erreurs. — Nous allons voir maintenant que ces erreurs ne sont pas égales. Formons $\varepsilon_s - \varepsilon_c$, la différence

$$\frac{1}{100}(\varepsilon_s - \varepsilon_c) = \frac{\sin \varphi_{co} - \sin \varphi_{et}}{\sin \varphi_{et}} - \frac{\cos \varphi_{et} - \cos \varphi_{co}}{\cos \varphi_{et}}$$

$$= \frac{\sin \varphi_{co} \cos \varphi_{et} - \sin \varphi_{et} \cos \varphi_{et} - \sin \varphi_{et} \cos \varphi_{et} + \sin \varphi_{et} \cos \varphi_{co}}{\sin \varphi_{et} \cos \varphi_{et}}$$

$$= \frac{\sin(\varphi_{et} + \varphi_{co}) - \sin 2\varphi_{et}}{\frac{1}{2} \sin 2\varphi_{et}}.$$

Dans le seul cas qui nous intéresse pratiquement, celui du déphasage en arrière, on a $\varphi_{et} < 90°$, $2\varphi_{et} < \pi$ et $\sin 2\varphi_{et} > 0$.

De même, on a $(\varphi_{et} + \varphi_{co}) < \pi$, car, de quelque manière qu'on détermine φ_{co}, on ne prendra que l'angle dans le premier quadrant.

Donc la différence $\varepsilon_s - \varepsilon_c$ sera positive ou négative suivant que $\sin(\varphi_{co} + \varphi_{et})$ sera plus grand ou plus petit que $\sin 2\varphi_{et}$.

Pour conclure, il faut distinguer suivant que φ_{co} est plus grand ou plus petit que 45° et suivant qu'il s'agit d'une avance ou d'un retard du compteur.

Nous rappelons que nous avons appelé avance l'état du compteur qui marque trop d'unités réactives, c'est-à-dire donne un sinus trop fort et un cosinus trop faible.

De plus, on sait que, tandis que dans le premier quadrant du cercle trigonométrique au plus grand angle correspond le plus grand sinus, dans le deuxième quadrant c'est l'inverse qui existe.

PREMIER CAS. — L'angle φ étalon est plus petit que 45°; $2\varphi_{et}$ est plus petit que 90°.

Si le compteur avance, on a

$$\varphi_{co} > \varphi_{et}.$$

$$\sin(\varphi_{co} + \varphi_{et}) > \sin 2\varphi_{et}.$$

C'est la formule $\sin\varphi_{co} - \sin\varphi_{et}$ qui donne la plus grande erreur.

Si le compteur retarde, on a

$$\varphi_{co} < \varphi_{et},$$

$$\sin(\varphi_{co} + \varphi_{et}) < \sin 2\varphi_{et}.$$

La différence est négative. Mais, dans ce cas, les deux formules

$$\frac{\sin\varphi_{co} - \sin\varphi_{et}}{\sin\varphi_{et}} \quad \text{et} \quad \frac{\cos\varphi_{et} - \cos\varphi_{co}}{\cos\varphi_{et}}.$$

sont toutes les deux négatives; leur différence algébrique dans le sens sinus — cosinus étant négative, c'est que la première est plus grande en valeur absolue, comme dans le cas précédent, et c'est la valeur absolue qui importe seule dans un essai de compteur.

Donc, quand le déphasage φ réel, lu à l'étalon, est plus petit que 45°, c'est-à-dire quand le cosinus est plus grand que 0,707, c'est l'erreur calculée par rapport aux unités réactives qui donne la plus grande valeur.

DEUXIÈME CAS. — On a $\varphi_{et} > 45°$, d'où $2\varphi_{et} > 90°$.

Le même raisonnement simple montré que les conclusions sont inversées; que le compteur avance ou retarde, c'est l'erreur calculée par rapport à la valeur cosinus qui donne la plus grande valeur absolue.

Dans ce cas, le cosinus donné par l'étalon est plus petit que 0,707.

Remarques. — *a)* Nous avons supposé des valeurs de φ différant suffisamment de 45° pour que l'on n'ait pas, dans une même mesure, $\varphi_{co} < 45°$ et φ_{et} correspondant $> 45°$.

Dans ce cas, $2\varphi_{et}$ tombe dans le deuxième quadrant, tandis que $\varphi_{co} + \varphi_{et}$ peut rester dans le premier, et on ne peut rien conclure a priori. Mais, dans ce cas, la prévision n'a pas d'intérêt, les valeurs de $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ étant très voisines, et les deux erreurs étant très sensiblement les mêmes dans la pratique.

Le cas de $\varphi_{co} > 45°$ et de φ_{et} correspondant $< 45°$ conduit aux mêmes conclusions.

b) Tout ceci ne s'applique que si l'on calcule le déphasage φ à l'aide du compteur en partant d'unités réactives données par le compteur $W_R = EI\sin\varphi_{co}$.

On a tendance, en effet, à prendre dans la pratique, pour calculer l'angle φ,

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\text{unités réactives du compteur}}{\text{unités du wattmètre étalon}}.$$

Or, en admettant, comme on doit toujours le faire, sans quoi l'essai d'étalonnage n'aurait aucun intérêt, que les étalons sont exacts, ceci n'est autre chose que

$$\frac{EI\sin\varphi\text{ compteur}}{EI\cos\varphi\text{ étalon}},$$

c'est-à-dire un quotient qui n'est ni $\operatorname{tg}\varphi_{co}$ ni $\operatorname{tg}\varphi_{et}$, mais une valeur numérique ne représentant qu'une tangente illusoire et ne permettant de calculer qu'une erreur sans signification.

V. Conclusion. — On voit donc que, pour définir la limite d'erreur d'un compteur réactif, il serait nécessaire d'indiquer, en même temps, la méthode à l'aide de laquelle sera calculée l'erreur, méthode par le sinus ou méthode par le cosinus.

Actuellement, on s'en rapporte aux limites données pour les compteurs d'énergie réelle, c'est-à-dire à un nombre indépendant du mode de calcul. Il y a donc intérêt, au point de vue de l'exactitude du réglage, à prendre le mode de calcul qui donne pour l'erreur la valeur numérique absolue la plus forte, de manière à être incité à serrer de plus près le réglage du compteur.

En conclusion de ce que nous venons d'exposer, on devra donc, pour les déphasages inférieurs à 45°, c'est-à-dire pour $\cos\varphi > 0{,}707$, calculer l'erreur en centièmes en se servant du sinus ou des unités réactives, ce qui est la même chose.

Pour les déphasages supérieurs à 45°, $\cos\varphi < 0{,}707$, la valeur, en centièmes, de l'erreur s'évaluera en comparant non plus les sinus, mais les cosinus, cosinus compteur et cosinus étalon, déterminés comme nous venons de l'exposer.

Remarques. — *a)* pour le compteur d'énergie réactive exact, on a $\varphi_{co} = \varphi_{et}$; les erreurs calculées par n'importe quelle méthode sont nulles.

Les courbes d'erreur, courbe en sinus et courbe en cosinus, tracées en fonction des puissances d'utilisation, se coupent toujours sur l'axe des puissances.

b) On peut donner une expression simple du rapport des deux erreurs

$$\rho = \frac{(\sin\varphi_{co} - \sin\varphi_{et})\cos\varphi_{et}}{(\cos\varphi_{et} - \cos\varphi_{et})\sin\varphi_{et}},$$

ou encore, en remplaçant par les expressions en $\frac{\varphi_{co} - \varphi_{et}}{2}$ et $\frac{\varphi_{co} + \varphi_{et}}{2}$ et toutes réductions faites,

$$\rho = \frac{1}{\operatorname{tg}\frac{\varphi_{co} + \varphi_{et}}{2}\operatorname{tg}\varphi_{et}}.$$

Le rapport est d'autant plus grand que φ_{et} est plus petit, c'est-à-dire que l'utilisation du courant est meilleure, les arcs restant toujours inférieurs à 90°. Il y a donc d'autant plus d'intérêt à calculer les erreurs en sinus qu'on est plus près du synchronisme.

A.-L. RACAPÉ,
Ingénieur civil.

11 p

Le choix de la force motrice dans les usines travaillant le bois

Un combustible, même gratuit, ne permet pas toujours de produire la force motrice à un prix inférieur à celui que l'on peut obtenir en achetant de l'énergie électrique à une distribution publique. L'auteur, prenant comme exemple le cas typique des usines à bois et critiquant une thèse opposée, montre que ces usines n'ont, en général, aucun avantage réel à brûler leurs déchets parce que les frais accessoires (chauffeur, entretien, graissage, intérêts et amortissement du capital immobilisé, etc.), grèvent trop lourdement le prix de revient du cheval-heure. En particulier, pour des puissances de l'ordre de 50 à 60 ch — qui sont déjà supérieures à la moyenne — il est plus économique d'acheter du courant au secteur.

I. Introduction. — Il semble, à priori, tout à fait illogique qu'un atelier travaillant le bois achète à un secteur, surtout à un secteur thermique, sous forme d'énergie électrique, la force motrice qui lui est nécessaire, alors qu'il dispose en quantité généralement suffisante de déchets, dont il est assez difficile de se débarrasser et qui constituent un combustible à peu près gratuit.

Cette thèse a été plusieurs fois soutenue par divers auteurs. Ainsi on a pu remarquer dans la presse industrielle [1] une note écrite dans ce sens et intitulée « La force motrice électrique et les usines à bois » dans laquelle l'auteur cherche à démontrer précisément que les industriels du bois avaient un très gros intérêt à produire eux-mêmes leur force motrice.

« On voit malheureusement trop souvent, dit l'auteur, des sociétés nouvellement créées pour monter et exploiter des scieries, qui adoptent, pour mouvoir leurs scies et autres machines-outils diverses, le courant électrique, qui leur est fourni par un secteur à un prix beaucoup plus élevé que ne leur coûterait l'énergie produite par leurs propres moyens.

» On peut se rendre compte aisément de l'économie à réaliser en substituant la force motrice à vapeur avec foyer à déchets de bois à la force motrice électrique vendue par un secteur, en comparant le prix de vente du courant pour la force motrice aux frais d'exploitation d'une machine à vapeur chauffée sur déchets pour la même puissance.

» Dans la banlieue de Paris, par exemple, le courant pour la force motrice coûte actuellement 0,50 fr le kilowatt-heure soit 0,44 fr le cheval-heure, soit une dépense de 350 fr par jour pour un moteur de 100 ch fonctionnant pendant huit heures.

Le moteur électrique, la cabine à haute tension, les tableaux, accessoires, etc. (si on prenait du courant à basse tension, le prix de revient du cheval-heure serait encore plus élevé), coûteraient environ 45 000 fr, dont l'amortissement en 15 ans, à 300 jours de travail par an, représente 15 fr par jour.

» Cherchons à évaluer maintenant la dépense dans le cas d'une installation à vapeur. Une bonne machine demi-fixe de 100 ch, telle que celles fournies par la Société des anciens Établissements Weyher et Richemond, coûterait actuellement, neuve, environ 86 000 fr. Si nous comptons un amortissement en 15 ans, à 300 jours de travail par an, les frais journaliers correspondants seront de 30 fr. Le salaire journalier du chauffeur, les frais de graissage et d'entretien représentent environ 40 fr. Le foyer à déchets du système Marco coûtera environ 8 400 fr; soit, pour un amortissement de 15 ans, 3 fr par jour.

» En totalisant de part et d'autre, nous arrivons aux résultats suivants :

Force motrice électrique : dépense journalière.....	365 fr
Force motrice à vapeur : dépense journalière......	73
Différence....................	292 fr

» Au bout d'une année, l'économie réalisée sera donc de 87 600 fr. On voit, par ces chiffres, qui sont exactement conformes aux conditions économiques actuelles, que les propriétaires d'usines à bois ont un avantage considérable à abandonner les secteurs et à produire eux-mêmes leur force motrice. »

Or il importe de ne pas laisser se propager cette idée qui est certainement inexacte, car il est plus avantageux, croyons-nous de ne pas utiliser les résidus gratuits qui sont les sciures et copeaux et d'acheter tout simplement au secteur l'énergie nécessaire pour actionner les machines à bois. Reprenons, en effet, les chiffres indiqués ci-dessus en rectifiant ceux qui nous paraissent inexact et en indiquant quelques autres qui semblent avoir été oubliés.

II. Réfutation des évaluations précédentes. — 1. UTILISATION DE LA FORCE MOTRICE. — Une usine actionnée par un moteur électrique de 100 ch et travaillant 8 heures par jour et 300 jours par an ne consomme pas du tout annuellement : $100 \times 8 \times 300 = 240\,000$ ch-h. Les industriels les moins avertis n'ignorent pas, en effet, que leurs moteurs ne travaillent jamais constamment à pleine charge, et les distributeurs de courant savent que le *coefficient d'utilisation*, c'est-à-dire le rapport du nombre de kilowatts-heure absorbés à la puissance installée, varie de 600 à 1 500 heures environ par an, suivant le genre d'industrie. En ce qui concerne plus particulièrement les usines à bois, il résulte de statistiques portant sur 39 abonnés en haute tension de la région parisienne, que *l'utilisation a varié entre 760 et 820 heures*.

[1] Voyez, notamment : *Les Annales de l'Énergie* de juillet-août 1922, t. II, p. 164; *l'Usine*, etc.

2. Prix de l'énergie électrique. — Le prix du courant chez les abonnés ci-dessus est composé de deux éléments : une prime fixe de 120 fr par kilovolt-ampère souscrit et par an, plus un taux par kilowatt-heure consommé, qui varie avec l'index, mais était pendant le deuxième semestre de 1922 très voisin de 0,30 fr. Il en résulte qu'en prenant l'hypothèse la plus favorable à l'auteur de la note ci-dessus, d'une utilisation de 820 heures, le coût du kilowatt-heure est finalement de $\frac{120 + 820 \times 0,30}{820} =$ 0,44 fr et non de 0,50 fr.

A ceux qui m'objecteraient que le prix moyen ci-dessus indiqué de 0,44 fr le kilowatt-heure est dû à des contrats d'abonnement très anciens, je répondrai immédiatement que l'application de la nouvelle tarification, établie d'accord entre le Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France et les secteurs de la banlieue parisienne, conduit, dans l'hypothèse envisagée d'une puissance installée de 100 kv-A et une utilisation de 820 heures avec un index de haute tension égal à 137, à un prix de revient du kilowatt-heure de 0,438 fr avec le tarif binôme. Le prix moyen de 0,44 fr relevé dans les installations que j'ai choisies comme exemples n'a donc rien d'exceptionnel.

3. Coût d'une installation a vapeur. — Une machine demi-fixe de 100 ch de la marque choisie coûte non pas 86 000 fr, comme il l'indique, mais bien 116000 fr ainsi qu'il résulte d'un devis que j'ai en mains, et encore ce prix s'entend-il : en usines. Il y faut donc ajouter : le transport, le montage, le massif, le bâtiment, la cheminée, etc..

D'autre part, il serait tout à fait irrationnel d'installer une demi-fixe pour actionner un atelier de machines à bois, à moins de choisir celle-ci d'une puissance de 25 à 30 pour 100 supérieure à celle qui est nécessaire parce que la surface de chauffe de ce genre de machine, par cheval de puissance, est beaucoup trop réduite. M. Per Siden, qui est un praticien bien connu, spécialiste de l'industrie du bois, a en effet montré qu'il faut, pour utiliser dans de bonnes conditions des déchets et copeaux de bois, avoir au moins 1,5 mètre carré de surface de chauffe de chaudière par cheval-vapeur ; il a rappelé, en particulier, ce fait typique que dans la scierie Humbert, au Havre, qu'il dirigea pendant de longues années, on absorbait en pleine marche tous les copeaux de 10 raboteuses quand une seule chaudière de 175 m² alimentait les machines à vapeur, alors qu'il suffisait des copeaux de 8 raboteuses quand on mettait en service deux chaudières donnant au total 380 m².

Pour répondre à cette condition, il faut donc recourir à une installation comportant une machine fixe et une chaudière séparée, encore plus coûteuse d'achat et d'installation et exigeant, en outre, des bâtiments plus importants.

Quoiqu'il en soit, même si l'on admet la commande par une demi-fixe, il faudra ajouter au prix d'achat, soit 116000 fr le coût de :

1° Un bâtiment de 14 m × 3,50 m et 4,50 m de hauteur ;

1° Un massif pour la machine ;

2° Une cheminée en tôle de 25 m de hauteur et 480 mm de diamètre ;

4° Un service d'eau pour l'alimentation et la condensation ;

5° Du montage.

Tout ceci représente au minimum une dépense de 28 000 à 30 000 fr.

4. Frais journaliers de main-d'œuvre et d'entretien. — L'auteur estime à 40 fr par jour le salaire du chauffeur (qui fera 9 heures de travail si les ouvriers de l'usine en font 8), les frais de graissage et d'entretien. Or, on ne trouvera pas un chauffeur-mécanicien capable de faire seul toutes les petites réparations à moins de 3,60 à 3,75 fr de l'heure ; il fera 9 heures et, en outre, devra venir parfois le dimanche ou les jours de fête pour des ajustages de coussinets, nettoyages, etc., qu'on ne peut faire qu'à l'arrêt. En réalité, il travaillera donc près de 10 heures par jour, ce qui, pour 300 jours par an, conduit à 3,75 × 10 × 300 = 11 250 fr, soit bien près de 40 fr par jour.

Mais il y faut ajouter les frais de graissage, d'achat ou de pompage d'eau, d'un nettoyage complet, au moins une fois par an, de la chaudière, l'entretien de la cheminée, du four à déchets, etc., qui représentent une dépense annuelle d'au moins 6000 fr, c'est-à-dire 20 fr par jour, ce qui porterait à 60 fr, au lieu de 40 fr, les divers frais.

III. **Conclusion**. — Si l'on reprend maintenant les calculs que nous avons reproduits, en acceptant l'hypothèse d'amortissement en quinze ans (ce qui correspond à 4,3 pour 100 pour un taux d'intérêt de 6 pour 100), il faut compter, au total, pour cet amortissement et l'intérêt du capital engagé : 10 pour 100 environ.

On arrive alors aux résultats annuels suivants dans l'hypothèse d'une usine de 100 ch.

Force motrice : électricité.

Intérêt et amortissement de l'installation estimée 45 000 fr — (hypothèse de la note en question)...........................	4 500 fr
Achat de courant : 82 000 chevaux-heures représentant environ $\frac{82\,000 \times 736}{0,86} = 71\,000$ kw-h à 0,44 fr..............................	31 240
Total...............	35 740 fr

Force motrice : vapeur.

Intérêt ou amortissement de l'installation estimée 116 000 + 30 000, soit 146 000.....	14 600 fr
Frais divers de chauffeur, graissage, entretien : 60 × 300..............................	18 000
Total...............	32 600 fr

Donc : dans l'hypothèse d'une usine à bois ayant besoin d'une puissance de 100 ch, on fait une économie de l'ordre de 3 000 fr par an en faisant soi-même sa force

motrice au moyen des déchets des ateliers avec une demi-fixe. Mais on est à la merci d'un chauffeur, d'un coup de feu à la chaudière qui obligera à un chômage prolongé, etc. En outre, toute extension est impossible. L'économie apparente ci-dessus disparaîtrait d'ailleurs dans le cas d'une installation sérieuse, c'est-à-dire avec machine fixe et chaudière séparée.

Mais, d'autre part, une usine à bois de 100 ch est une exception ; la puissance moyenne des 39 usines de la banlieue parisienne pour lesquelles j'ai pu obtenir des résultats statistiques n'est que de 43 kilovolts-ampères. Notre hypothèse est alors beaucoup plus justifiée. Si, en effet, on refait les mêmes calculs, en remarquant qu'une demi-fixe de 50 ch vaut 68 500 fr prise chez le constructeur, que les frais de bâtiments, montage, cheminée, etc., de cette machine représentent 18 000 à 20 000 fr, on arrive à des résultats complètement inversés qui ne nécessitent même plus de discussion :

Force motrice : électricité.

Intérêt et amortissement de l'installation estimée 30 000 fr	3 000
Achat de courant $\frac{41\,000 \times 736}{0{,}85} = 35\,500$ kw-h à 0,44 fr	15 620
Total	18 620 fr

Force motrice : vapeur.

Intérêt et amortissement de l'installation estimée à 68 500 + 20 000 = 88 500	8 850 fr
Frais divers 55 × 300	16 500 fr
Total	24 350 fr

Le résultat, d'ailleurs, était à prévoir ; si les frais de graissage, en effet, sont évidemment un peu moins élevés avec une machine de 50 ch qu'avec une machine de 100 ch — quoique la différence ne soit pas très grande — en revanche, les salaires de chauffeur, les frais d'entretien, de nettoyage annuel de chaudière, etc., restent exactement les mêmes.

Je conclurai donc, avec la certitude de rendre service aux industriels intéressés, pour les usines nécessitant une puissance jusqu'à 100 ch, il est avantageux d'utiliser le courant des secteurs. Si ces prix sont de plus ceux de la banlieue parisienne, on réalisera un bénéfice matériel appréciable tout en se débarrassant des multiples ennuis, risques d'incendie, d'arrêt, difficultés de main-d'œuvre qualifiée, etc., que causerait la production de force motrice avec une installation autonome.

Ach. DELAMARRE.

Revues, analyses et informations

Le facteur de puissance; aspect technique et aspect commercial de la question [1].

Distribuer du courant alternatif à un facteur de puissance faible, c'est faire travailler les machines et l'appareillage de l'usine à une puissance supérieure à celle correspondant à un facteur de puissance élevé. Il en résulte une augmentation du prix de revient et, partant, une élévation du prix de vente du courant. Les interrupteurs, surtout ceux disposés dans le voisinage des génératrices, s'usent bien plus vite, l'énergie dissipée sous forme de chaleur au moment de la rupture étant plus considérable quand la self-induction a une valeur sensible. De plus, l'existence d'un facteur de puissance différent de l'unité complique le problème de la constance de la tension dans la distribution, condition particulièrement souhaitable lorsque la transmission est faite à une grande échelle. Il convient, évidemment, de disposer les appareils améliorant le facteur de puissance aux points terminaux des lignes, c'est-à-dire dans le voisinage des récepteurs, afin de ne pas avoir à imposer aux câbles des courants plus intenses, en vue de compenser la faiblesse du facteur de puissance.

La principale cause de l'abaissement de ce facteur est dans les moteurs d'induction, lesquels travaillent d'ordinaire à des valeurs comprises entre 0,7 et 0,85, suivant la dimension, la vitesse et la charge. L'effet nuisible est surtout dû à ce que l'on emploie souvent des moteurs de puissance supérieure à celle qui serait étroitement nécessaire.

On déduit de ce qui vient d'être dit que le consommateur, autant que le producteur, a intérêt à améliorer le facteur de puissance. Il serait utile de le convaincre des avantages d'un tarif basé sur le nombre de kilovolts-ampères produits et non sur celui des kilowatts reçus ; il y aurait lieu de l'éduquer en lui démontrant, si besoin est, que l'économie réalisée annuellement grâce aux appareils additionnels améliorant le facteur de puissance justifie les frais de l'installation de ceux-ci.

De l'avis de l'auteur, ce tarif pourrait être basé sur la demande moyenne en kilovolts-ampères, durant des intervalles de vingt à trente minutes (en couverture du capital investi) et serait accompagné d'une taxe par unité réceptrice (en couverture des frais d'exploitation) ; une unité progressive donnerait la correction à apporter aux taxes dues, en plus ou en moins, suivant que le facteur de puissance serait au-dessous ou au-dessus de sa valeur conventionnelle.

Des ampèremètres totalisant les kilovolts-ampères-heure n'ont pu encore exister dans le domaine de la pratique lorsqu'il s'agit de courant alternatif, à cause surtout des fluctuations de la tension. Des instruments mesurant le nombre moyen des kilovolts-ampères utilisés à des intervalles déterminés sont encore à créer. En employant un compteur d'énergie réactive en série avec les compteurs d'énergie active, on obtient, avec une approximation suffisante, le déphasage moyen, par le quotient de deux lec-

[1] H.-E. YERBURY. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1923, t. LXI, p. 675-691, 15000 mots, 5 fig.

tures. Un appareillage pour mesures comprenant un enregistreur du facteur de puissance, un compteur d'énergie réactive, un indicateur de la demande maximum et un compteur de kilowatts heure constituent un ensemble trop coûteux pour le petit consommateur. Une solution simple, à employer dans les distributions di ou triphasées pour avoir le facteur de puissance, consiste à relever mensuellement les indications R_1, R_2 de deux wattmètres ordinaires et à calculer tg par la formule

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{3}\,(R_1 - R_2)}{R_1 + R_2}.$$

On aura également à déterminer mensuellement la demande maximum (en kilovolts-ampères); la brièveté de l'intervalle empêchera le consommateur d'éviter, éventuellement, l'emploi de moteurs en vue de réduire la dépense annuelle.

En ce qui concerne les appareils servant à améliorer le facteur de puissance, il semble bien que l'on finira par concevoir un dispositif simple et peu coûteux, applicable, en dehors du condensateur statique, aux petits moteurs d'induction, ayant une puissance inférieure à 60 ch. L'emploi d'excitateurs rencontre ici des difficultés d'ordre commercial. Sur les moteurs puissants, du type à bagues, on utilise sans inconvénients l'avanceur de phase rotatif ou à vibrations dont la mission consiste à envoyer du courant magnétisant dans le rotor. On fait également usage du condensateur statique lequel, ne fournissant pas de courant magnétisant au moteur, n'augmente pas le rendement.

Lorqu'il s'agit de convertir du courant alternatif en courant continu, on devra préférer au groupe moteur-générateur le convertisseur rotatif, capable d'améliorer le facteur de puissance.

La présentation du mémoire de M. Yerbury aux réunions de l'Institution of electrical Engineers (sections de Sheffield et de Nord Midland) a donné lieu à des discussions assez longues ayant surtout porté sur la façon dont les tarifs devraient être modifiés. La majorité des membres ayant pris part aux débats n'ont guère discuté l'utilité même de la modification et ont estimé qu'en général les économies réalisées sur le prix de l'unité de courant suffisaient à couvrir les frais d'installation des dispositifs déterminant l'amélioration du facteur de puissance. Néanmoins, les objections ne manquèrent pas au système de mesure proposé par l'auteur. — M. Burnaud a préconisé la tarification séparée des deux composantes du courant, système déjà employé en France ; les mesures peuvent être faites soit par deux wattmètres indépendants, soit en réunissant les deux appareils en un seul et en établissant un engrenage réducteur 3 : 1 entre le compteur de l'énergie réactive et le cadran indicateur. L'orateur s'est montré adversaire de l'évaluation par intervalles de vingt à trente minutes. Quant aux dispositifs d'avancement de phase, il estime que ces appareils réduisent le rendement des moteurs auxquels ils sont adaptés, compliquent l'installation et abaissent le facteur de puissance quand le moteur travaille à vide. — M. James a attiré l'attention de l'assistance sur un enregistreur du facteur de puissance moyen, récemment créé et permettant au consommateur de lire directement son facteur de puissance minimum pendant une période donnée; à cet effet, la graduation de l'indicateur de la demande maximum a pour argument le facteur de puissance. l'indicateur étant relié au compteur d'énergie réactive, lequel est en série avec le compteur d'énergie active; un organe de ce dernier compteur ferme périodiquement deux contacts, après qu'une quantité déterminée d'énergie utile a été canalisée, et remet automatiquement au zéro l'indicateur de la demande. — M. Walls a présenté la description d'un nouveau dispositif d'avancement de phase qui convient particulièrement aux moteurs de 10 à 100 ch. Ce dispositif consiste en un certain nombre d'éléments électrolytiques reliés à chacune des phases de l'enroulement du rotor. Les oscillogrammes démontrent que, pendant un cycle de la machine, l'élément agit comme un condensateur de grande capacité accumulant et rendant successivement l'énergie qu'il reçoit du courant. Les électrodes sont au nombre de deux dans chaque élément; elles sont identiques entre elles et ressemblent, par leur structure, aux plaques d'accumulateur; le liquide employé est l'acide sulfurique. Au moyen d'une construction graphique fort simple, M. Walls prouve les avantages que l'on obtient en produisant l'avancement de phase par conduction du courant dans le rotor, le nombre de volts-ampères utilisés dans l'action sur le stator se trouvant ici multiplié par le glissement.

Une méthode pratique pour améliorer le facteur de puissance, quand on ne dispose pas de moteurs de puissances différentes et quand la charge varie par période suffisamment longue, consiste, selon M. Chaytor, à monter en étoile les connexions du stator travaillant en charge réduite. M. Yerbury pense le plus grand bien des solutions indiquées par MM. Walls et Chaytor. Parmi les dispositifs simples et peu coûteux servant à mesurer, en kilovolts-ampères, la demande maximum, l'auteur préfère l'indicateur thermique auquel on adjoindrait un indicateur du cosinus et un indicateur du sinus. — Th. S.

Supplément au projet de modification des prescriptions relatives aux essais des matières isolantes électriques (1).

La résistance à la chaleur sera établie par l'essai Martens au moyen de l'appareil normal du texte analysé dans la « Revue générale de l'Electricité » du 23 septembre 1922, t. XII, p. 90 D. L'échantillon représenté en figure 1, placé perpendiculairement à la base g, est soumis à la contrainte constante $\sigma = 50$ kg : cm², grâce au levier h, sur lequel se déplace un contrepoids et chauffé lentement. L'augmentation de température sera de 50C° par heure. On relèvera la température à laquelle le levier h s'abaisse de 3 mm pour 120 mm de longueur ou celle de la rupture de l'échantillon.

La commission fait connaître, en outre, les modifications suivantes apportées aux explications relatives aux « essais des matériaux isolants » publiées page 447 de l' « Elektrotechnische Zeitschrift », du 30 mars 1922, t. XLIII.

Dans le chapitre « Généralités », la phrase « on augmente la charge P..... » ainsi que les phrases suivantes, jusque..... « ce qui resserre les divisions dans les nouvelles prescriptions » sont remplacées par :

« Les premières prescriptions prévoyaient la classification des contraintes en tranches de chacune 150 kg : mm² environ, contraintes dont l'action sur l'échantillon devait se prolonger pendant deux minutes. Cette classification devait constituer en même temps le degré de qualité; mais la distinction était trop grossière et l'édition des prescriptions d'essais d'avril 1922 prévoit des divisions moins larges. Après avoir abandonné la classification primitive en cinq catégories de qualités pour adopter ces divisions plus étroites et plus nombreuses, on a admis aujourd'hui de déterminer la résistance à la flexion des matériaux isolants comprimés de la même manière que

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 768, 769, 900 mots, 2 fig.

pour la résistance à la rupture, à savoir, par charges croissantes de l'échantillon jusqu'à la rupture. Le procédé est plus pratique, moins long et donne la charge exacte correspondant à la rupture. Pour éliminer l'influence de la vitesse d'accroissement de la charge, on a fixé l'augmentation de la contrainte à 250 kg : cm² par minute : un matériau de résistance moyenne demande, en conséquence, une minute

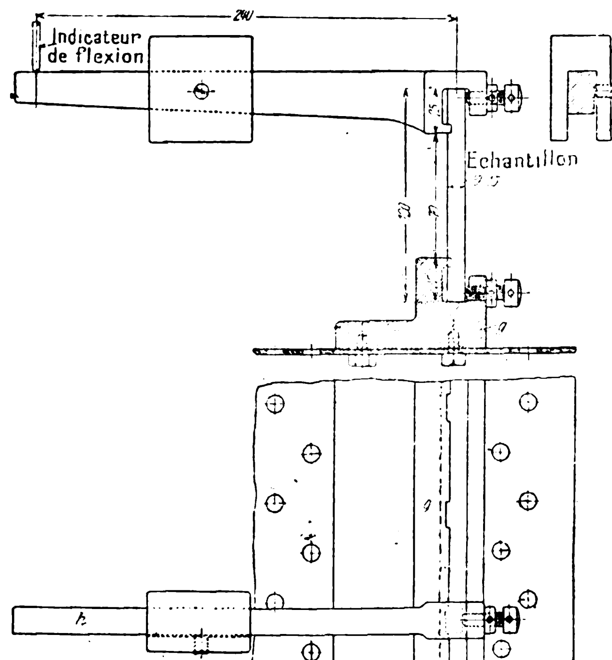


Fig. 1. — Appareil pour l'essai de flexion des isolants sous l'influence de la chaleur.

environ pour l'essai. Si on veut, dans l'essai de flexion, se faire une idée des phénomènes secondaires, on peut répéter l'essai avec différentes vitesses. L'essai de dureté, où l'on détermine la profondeur de pénétration de la bille après deux temps de charge différents, donne du reste déjà des indications assez précises à ce sujet. »

La figure 2 représente le nouveau pendule de percussion de 10 et 40 kg-cm.

Dans le chapitre A 2 « résistance à la flexion sous l'effet d'un choc, » le texte, après la première phrase, est modifié comme suit :

« Le pendule de percussion de 150 kg-cm employé jusqu'ici correspondait aux isolants les plus résistants (comme le papier comprimé). Il a été jugé utile d'essayer les matières moins résistantes à l'aide d'un appareil plus léger afin de mieux distinguer les différences dans les essais de ces matières. La firme Louis Schopper de Leipzig, sur l'instigation de la Commission des matières isolantes, a construit l'appareil représenté ci-contre (fig. 2) : l'appareil est muni de deux leviers interchangeables correspondant respectivement à un travail d'impact de 10 et 40 kg-cm. Le premier sera employé pour les isolants moulés courants ; le second, pour le caoutchouc durci. Outre le bâti destiné aux échantillons normaux, l'appareil comporte un bâti supplémentaire destiné aux essais de barreaux de 5 mm × 10 mm × 60 mm. Le pendule de 150 kg-cm : n'est employé que pour les substances de très grande résistance.

Il convient de veiller à placer l'appareil verticalement sur une base suffisamment stable.

Le pendule tombe d'une élévation correspondant à un angle de 160° par la manœuvre du cliquet K. Au point le plus bas de sa course, le pendule frappe l'échantillon et vient osciller de l'autre côté après l'avoir brisé. L'index Z qui est entraîné devant l'échelle graduée S indique l'impor-

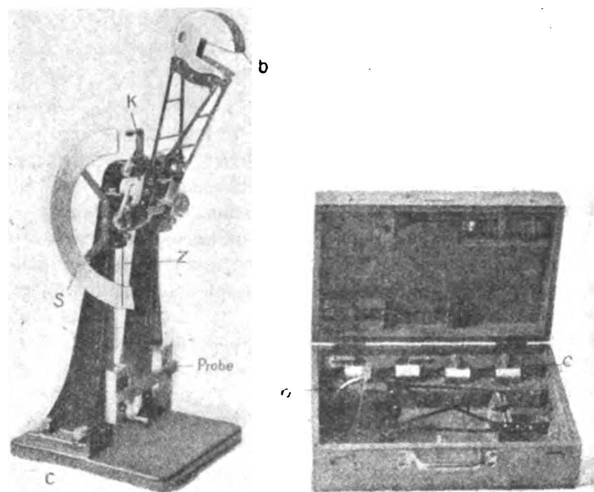


Fig. 2. — Mouton-pendule pour l'essai au choc des matières isolantes. Probe, éprouvette.

tance de cette oscillation et, par suite, l'énergie encore disponible dans le pendule au moment de la rupture. La différence avec l'énergie totale correspond au travail développé dans la percussion qui a déterminé la rupture de l'échantillon. La graduation de l'échelle S, dans le cas du pendule de 10 et 40 kg-cm, tient compte des frottements et évite par conséquent toute correction.

Il est recommandé de vérifier de temps en temps si le frottement des roulements à billes et du doigt indicateur n'a pas varié : ces variations sont négligeables dans le cas d'un appareil convenablement entretenu. Comme le travail de la chute est proportionnel à la hauteur de chute et non aux angles, il est bon de tracer une courbe du travail de percussion absorbé par l'échantillon.

Au chapitre A 4 « Essais de température » vient s'ajouter, pour terminer, la phrase suivante :

« Il faut prendre soin de disposer les sources de chaleur de telle façon que les échantillons soient chauffés uniformément sur toute leur longueur. L'expérience a montré que la négligence de cette condition conduit à des erreurs. » — F. B.

La téléphonie à haute fréquence le long des lignes de transmission d'énergie [1].

Jusqu'ici, l'utilisation des lignes de transmission d'énergie pour les communications de téléphonie à haute fréquence exigeait l'emploi de deux ondes, l'une pour l'émission, l'autre pour la réception ; avec ce système, les communications entre divers postes n'étaient donc possibles que par trafic radial, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'un poste central susceptible lui-même de communiquer avec chacune des stations. L'article étudie la possibilité de relier toutes les

(1) Dressler. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 732-733, 2 700 mots, 10 fig.

stations directement entre elles par l'emploi d'une onde unique.

A. Importance de l'augmentation de la portée des ondes. — Si on néglige les pertes, le coefficient d'affaiblissement d'une ligne aérienne a pour expression

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}},$$

R, C, L, représentant la résistance, la capacité et la self-induction pour un kilomètre de ligne. Pour atteindre le maximum de portée, il convient d'employer les plus grandes longueurs d'onde susceptibles de conserver, toutefois, aux sons transmis, une pureté suffisante. D'autre part, pour éviter les troubles et accidents, il convient de laisser subsister une différence notable entre les périodes en haute et en basse fréquence. L'auteur signale qu'un générateur d'ondes de 1 w. conçu dans ce sens, a pu réaliser la transmission de la parole, à distance égale, d'une façon plus intense que les générateurs (5 w) jusqu'ici employés.

B. Le tube générateur d'ondes, système Habann. — Dans cet appareil, il y a une influence combinée d'un champ électrique 4 et d'un champ magnétique 5 sur la trajectoire des électrons (fig. 1) d'un tube thermoionique. L'augmentation de la tension à l'anode entraîne la diminution de l'intensité du champ, donc aussi du courant d'émission, ce qui constitue, comme on le sait, le critérium d'une résistance négative avec laquelle on peut produire des oscillations.

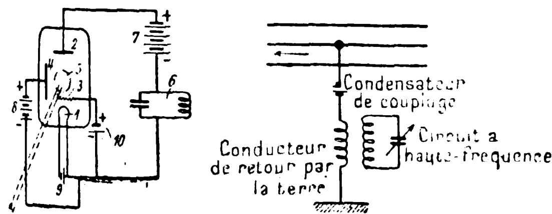


Fig. 1. — Générateur système Habann.
Fig. 2. — Couplage sur une phase.

C. Les diverses possibilités de couplage. — Au couplage par antenne qui entraîne une perte d'énergie, il faut préférer le couplage par condensateurs, sur une phase (fig. 2) ou sur les trois phases (fig. 3) pour assurer la continuité du service en cas de rupture d'une phase. Le retour par la terre exposant à certains troubles dans les communications, il est préférable d'employer le dispositif de la figure 4. Le couplage par condensateur devient très onéreux si la capacité à réaliser exige la multiplication des condensateurs mis en parallèle. La mise à la terre du neutre par une bobine de self-induction permet l'écoulement des charges statiques sans avoir d'influence sur les ondes à haute fréquence.

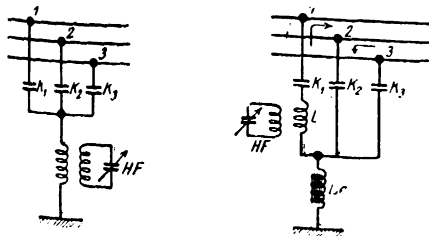


Fig. 3. — Couplage sur les 3 phases.
Fig. 4. — Couplage sur 2 phases avec retour par la 3e.

D. Possibilité d'oscillations de la ligne. — Il convient de connaître parfaitement la ligne, notamment la capacité par rapport à la terre des transformateurs de puissance, si elle est de l'ordre de grandeur des capacités de couplage et en cas de retour par la terre. Il faut tenir compte aussi des conditions de résonance, de la résistance fictive de la ligne, des pertes d'énergie, etc...

E. Possibilités de communications. — α) *Système à deux ondes*. — Ce système est onéreux : il exige cinq appareils pour les communications de trois stations entre elles. En outre, les conditions de résonance sont très délicates, sinon impossibles à déterminer dans ce système. Un autre inconvénient apparaît si on considère le passage aux sectionneurs ouverts. La figure 5 donne le schéma du dispositif de franchissement le plus simple : quand le sectionneur est fermé, il existe donc un circuit bouclé pour les ondes de haute fréquence engendrées par le générateur à haute fréquence. On peut y remédier par l'emploi du dispositif représenté par la figure 6 qui introduit un circuit de résonance pour le couplage des deux portions de ligne mises à la terre après les condensateurs K_1, K_2, mais si ce dispositif permet la communication quelle que soit la position des sectionneurs : il ne convient qu'à une onde donnée.

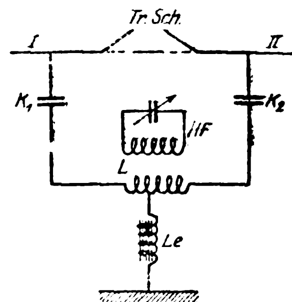


Fig. 5. — Shuntage des sectionneurs. Tr. Sch., sectionneurs.

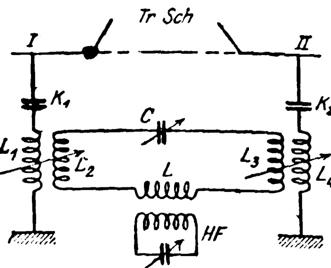


Fig. 6. — Shuntage des sectionneurs d'après Habann.

β) *Système à onde unique*. — Le shuntage dont il vient d'être question convient donc seulement dans le cas du trafic à une seule onde, la même pour l'émission et pour la réception. Ce système présente l'avantage de rendre impossibles les ruptures de communications et d'augmenter la sécurité du trafic par suite du renforcement des sons, l'énergie ne parvenant qu'aux circuits à qui elle est destinée.

γ) *Trafic mixte*. — Le système peut présenter certains avantages : les postes secondaires communiquent entre eux par onde unique et la direction du réseau leur est reliée par système radial à deux ondes, mais il a, dans ce dernier cas, un affaiblissement appréciable du son.

F. L'APPAREIL A ONDE UNIQUE, SYSTÈME HABANN. — La figure 7 donne une photographie de cet appareil : on voit au centre le tube émetteur : à gauche, le dispositif de réception ; à droite, l'amplification et le dispositif d'appel. Un appareil Morse peut enregistrer les communications. L'avantage de

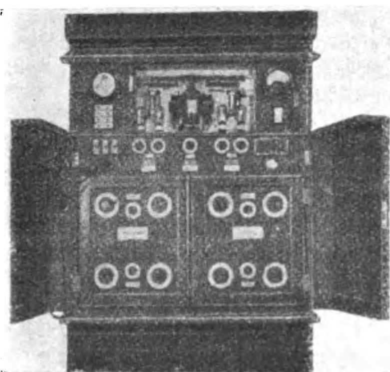


Fig. 7. — L'appareil à onde unique, système Habann.

la téléphonie à haute fréquence sur les lignes de transmission d'énergie est la sécurité du trafic qui, même en cas de troubles sur le réseau, en particulier en cas d'orage, n'est nullement compromis, alors que tous les autres modes de communication (même l'onéreuse téléphonie sans fil) souffrent de ces perturbations. — F. B.

Les récepteurs téléphoniques thermiques (1).

Le principe de ces appareils est connu depuis longtemps. Cependant c'est depuis peu qu'on a construit des modèles pratiques utilisant la variation de température de fils métalliques pour produire des effets analogues à ceux des courants microphoniques.

Le premier de ces appareils fut le téléphone thermique de MM. Abraham et Carpentier, construit en 1907 et représenté par la figure 1. Il se compose d'un pavillon, muni d'une

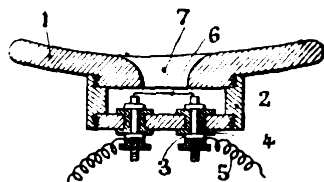


Fig. 1. — Premier type de récepteur thermique de MM. Abraham et Carpentier.

ouverture en face de laquelle est tendu un fil ténu 6 ou encore une bande d'or en feuille. Ce fil, en s'échauffant et se refroidissant alternativement sous l'effet des courants récepteurs par la ligne téléphonique, communique à l'air l'énergie reçue, sous forme de variations de pression ; ces variations sont enregistrées par l'oreille comme des sons. Chaque onde du courant ayant deux actions l'une positive, l'autre négative, agissant l'une et l'autre pour produire une augmentation d'échauffement du filament, il en résulte que les ondes sonores sont deux fois plus nombreuses que les ondes électriques et que, par conséquent, le récepteur thermique produit la parole une octave plus haut que le son initial.

L'appareil a aussi un autre inconvénient qui provient de ce que le courant intense donne de meilleurs résultats que le courant faible ; dans ces conditions, les différentes parties d'un mot ne sont plus transmises également bien.

On améliore les résultats en utilisant un courant continu constant, qui rend le fil incandescent et auquel on superpose le courant alternatif de conversation.

Dans un autre modèle d'appareil (fig. 2), le pavillon est supprimé et l'ensemble est construit pour être placé dans le

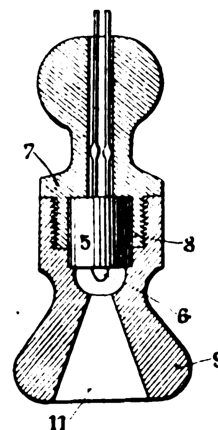


Fig. 2. — Récepteur thermique sans pavillon.

conduit auditif, au lieu d'être appliqué contre le pavillon de l'oreille.

L'article original signale un certain nombre de brevets allemands se rapportant à la fabrication de fils extrêmement ténus, dits « à la Wollaston ». Dans certains, la forme du fil est celle d'un étrier (fig. 3), mais elle peut être infiniment plus compliquée. L'un des fils est obtenu par un procédé électrolytique : une plaque métallique, de forme appropriée, est revêtue d'une couche isolante qu'on enlève au point où reposeront plus tard les fils thermiques ; on recouvre ce point à nu par un dépôt électrolytique de platine ; il suffit ensuite de porter le tout dans l'eau-forte qui dissout la plaque ayant servi de soutien. Auparavant, on avait placé des plaques métalliques devant servir de con-

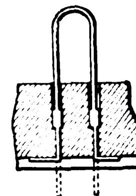


Fig. 3. — Filament en boucle, monture simple.

(1) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1923, t. XII, p. 750-764, 3500 mots, 41 fig. Résumé d'un article paru dans *Zeitschrift für Fernm. Werk und Geratebau*, juillet et août 1922.

nexion. Ce procédé permet d'obtenir des fils d'une structure rigoureusement identique.

Le filament devant être très fin ne peut être conservé en forme de boucle avec une très grande longueur; d'autre part, il est bon que la surface d'échauffement et, par conséquent, la longueur du fil, ne soient pas trop faibles. Plusieurs solutions ont été envisagées pour ce problème : 1° des fils courts placés en parallèle (fig. 4); 2° des fils en série

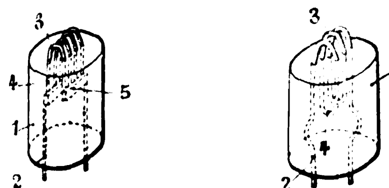


Fig. 4. — Montage avec plusieurs filaments en boucle mis en parallèle. — Fig. 5. Montage avec plusieurs filaments placés en série.

(fig. 5); 3° une combinaison des deux premières dispositions. Les figures 6 et 7 montrent d'autres dispositions employées.

On est amené, pour loger un certain nombre de fils dans un très petit espace, à les rapprocher les uns des autres; mais, pour éviter toutefois qu'ils se touchent en se dilatant, il est bon de les soutenir au moyen de plusieurs nervures

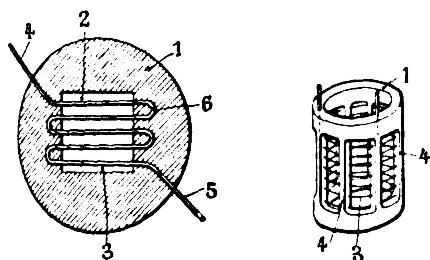


Fig. 6. — Disposition d'un fil unique pour obtenir des filaments droits en parallèle. — Fig. 7. Filament en hélice avec supports en matière isolante évitant les courts-circuits.

transversales, c'est ce que l'on voit sur la figure 7. Un autre système comprend un fil enroulé en forme d'hélice, puis serré entre deux tiges parallèles à l'axe; les brins de contact étant ensuite soudés, chaque demi-pas de vis constitue ainsi un élément.

Quelques essais ont été faits pour conserver au fil toute sa longueur initiale, en employant, par exemple, un support (porcelaine ou marbre) qui évite les courts-circuits entre spires. En pareil cas, le conducteur peut même être déposé par électrolyse sur cet isolant. Enfin, il est possible d'employer un support métallique recouvert d'une couche mince d'un corps mauvais conducteur de l'électricité, mais bon conducteur de la chaleur sur lequel est enfin placé le filament. Un brevet intéressant est relatif à une disposition comprenant de nombreux fils en forme d'étriers placés sur deux plaques conductrices concentriques, isolées l'une par rapport à l'autre (fig. 8), l'ensemble étant disposé de façon que l'on puisse procéder au remplacement d'un fil détérioré sans toucher aux autres.

On a réussi à augmenter les rendements en poussant le chauffage le plus possible et, en même temps, en captant rapidement la chaleur pour que le fil ne fonde pas; par exemple, le fil peut être placé non plus dans l'air, mais dans un gaz très bon conducteur de la chaleur, par exempl l'hydrogène. La figure 9 représente une ampoule de verre a dans laquelle est une membrane b excessivement mince; le filament d étant maintenu par le pied c: l'espace environ-

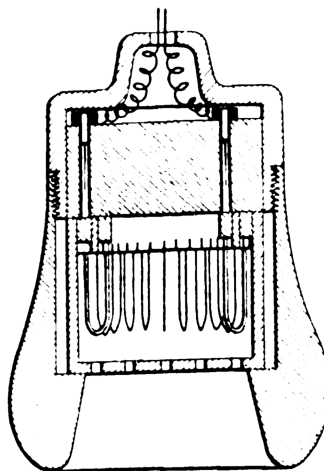


Fig. 8. — Récepteur avec filaments multiples indépendants.

nant le fil, qui est le plus petit possible, est rempli d'hydrogène, puis on ferme la lampe en e.

Lorsqu'on utilise un grand nombre de fils dans un espace étroit, il est nécessaire de faire disparaître rapidement la chaleur produite; divers dispositifs, par exemple, des étuis

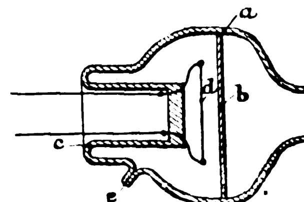


Fig. 9. — Récepteur thermique à filament plongé dans l'hydrogène.

à parois ondulées facilitent cette dissipation de la chaleur. On trouvera dans l'article original des renseignements sur la forme et l'agencement de l'intérieur des parois de ces appareils thermiques.

Un modèle anglais, construit en 1915, évite la critique que l'on peut faire, au point de vue de l'hygiène, à propos des récepteurs qu'il faut placer dans les conduits auditifs; il comprend une capsule qui s'emboite dans un pavillon téléphonique utilisé à la manière ordinaire. Mais cette solution est loin d'être parfaite. On a reconnu notamment que la dimension et la forme du milieu sonore, c'est-à-dire du volume d'air sur lequel agissent les variations d'énergie des fils thermiques sont de grande importance. On a imaginé, à cet effet, différents modèles d'appareils dans lesquels les formes et les dimensions sont, soit soigneusement calculées et fixes, soit variables par une manœuvre facile.

Les téléphones thermiques étant de petite dimension, n'ont pas besoin d'être suspendus à un crochet en période de repos; on peut les laisser simplement pendre au cordon amenant le courant et une manœuvre de commutateur simple permet d'établir la communication lorsqu'on prend

l'appareil pour l'utiliser ; on ne risque pas, comme avec les appareils ordinaires, d'oublier d'accrocher le récepteur à la fin de la communication.

Le téléphone thermique est donc un appareil déjà bien étudié ; il est susceptible de devenir bientôt un appareil pratique ; on peut espérer que son emploi se développera rapidement permettant d'utiliser ses précieuses qualités de fidélité dans la reproduction de la parole et de grande netteté. — Y. G.

Action perturbatrice de l'allumage électrique des moteurs à explosion sur la réception radiotéléphonique en avion [1].

Les communications radiotéléphoniques que reçoivent les aviateurs sont troublées par différents bruits parasites dus à des causes diverses qui tiennent à la nature même des avions : travail du moteur, giration de l'hélice, mouvement de l'air, vibration des haubans, influence du circuit d'allumage électrique du moteur, etc. Ces bruits peuvent être amortis, mais ils ne sauraient l'être au point d'éviter l'emploi d'un amplificateur si l'audition des messages doit être distincte. L'influence perturbatrice du circuit d'allumage consiste en de forts craquements qui se font entendre dans le téléphone. Ces craquements sont d'autant plus gênants qu'ils sont amplifiés en même temps que les messages, de sorte qu'ils rendent illusoire l'accroissement du renforcement au delà d'une certaine limite.

Causes des perturbations. — Le rôle joué par le circuit d'allumage varie suivant sa constitution et, afin de le déterminer, l'auteur a procédé à diverses recherches destinées à mettre en lumière la part qui revient à chacun des éléments dudit circuit.

Dans une première série d'expériences, l'auteur s'est servi d'une magnéto à haute tension installée sur une table et actionnée par un petit moteur électrique. Le circuit à haute tension de la magnéto était relié au moyen de deux conducteurs à deux électrodes en forme de peignes, de longueurs variables, constituant un éclateur (fig. 1). Un cadre récepteur

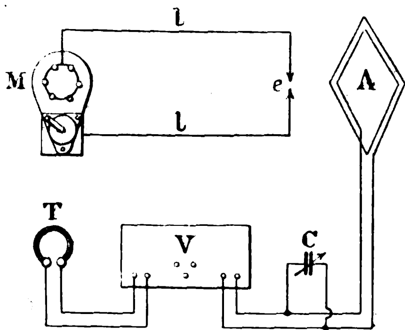


Fig. 1. — Schéma général du montage.

était placé à une distance d'environ 1 mètre de la magnéto. Dans le circuit récepteur était intercalé un amplificateur à trois lampes.

Tant que la magnéto tournait avec son circuit primaire ouvert ou en court-circuit, aucun bruit ne fut remarqué dans le téléphone, même si le cadre et l'amplificateur étaient très rapprochés l'un de l'autre. On n'en perçut pas non plus lors de la production d'étincelles au dispositif de sécurité de la magnéto ou entre la masse et de petites pointes fixées au disque collecteur, à condition que la magnéto ne fût pas reliée aux conducteurs.

Il n'en fut plus de même lorsque des étincelles se produisirent en dehors de la magnéto, c'est-à-dire à l'éclateur : un bruit très fort se fit entendre dans le téléphone, bruit d'autant plus intense que les conducteurs joignant l'éclateur à la magnéto étaient plus longs. Ce bruit était encore audible dans le téléphone au moment de la formation d'étincelles au dispositif de sécurité de la magnéto si, en même temps, on touchait le collecteur à haute tension au moyen d'un court conducteur. L'intensité du bruit dû aux étincelles jaillissant à l'éclateur augmentait dans le téléphone à mesure que les électrodes étaient plus éloignées l'une de l'autre ; rien ne se faisait entendre, par contre, dès que celles-ci étaient court-circuitées. L'action perturbatrice de la magnéto était encore sensible, lorsque, le cadre étant séparé du récepteur, l'amplificateur se trouvait à petite distance du circuit d'allumage.

Les mêmes expériences, répétées avec le système d'allumage employé sur le moteur à six cylindres Hall Scott de 120 ch donnèrent des résultats analogues. Le bruit dans le récepteur se manifestait lors de la production d'étincelles aux bougies et il cessait quand un circuit, le primaire ou secondaire, était en court-circuit.

Ces expériences montrent que les perturbations provoquées par le circuit d'allumage sont dues à deux causes de natures différentes : un effet d'induction magnétique et un rayonnement d'ondes électromagnétiques.

Quand les étincelles éclatent, le circuit secondaire à haute tension crée, en effet, un champ magnétique dont les variations, agissant sur le récepteur, y font naître un bruit d'autant plus fort que le courant secondaire est lui-même plus intense. Ce bruit est encore parfaitement perceptible, lorsque le cadre étant détaché du récepteur, l'amplificateur se trouve voisin du circuit d'allumage. Dans ce cas, un raccourcissement de la distance d'éclatement, c'est-à-dire une augmentation du courant dans le circuit secondaire, entraîne un renforcement du bruit dans le téléphone. En réalité, l'induction magnétique n'a qu'une influence secondaire sur le récepteur sans cadre : elle ne joue un rôle que si l'amplificateur se trouve à une distance de 1 à 1,5 m des conducteurs à haute tension : elle est à peine perceptible, et même disparait complètement, lorsque cette distance atteint 2 à 2,5 m. En plus de l'induction magnétique, il se produit aussi un effet d'induction statique, qui est également une cause partielle de perturbation.

Lorsque le récepteur est placé à une distance suffisante du circuit d'allumage pour qu'il soit à l'abri de toute perturbation d'origine électromagnétique ou statique, un bruit prend tout de même naissance dans le téléphone si l'on a soin d'intercaler dans son circuit un cadre ou des conducteurs de faible longueur ; ce bruit augmente avec la distance d'éclatement de l'étincelle. Ceci implique forcément un rayonnement d'ondes électromagnétiques qui sont la cause principale des bruits perturbateurs.

On s'explique facilement la formation de ces ondes électromagnétiques. Le circuit d'allumage se compose de la magnéto, dans laquelle est induite la haute tension, de l'éclateur et des conducteurs. Ce circuit est schématiquement représenté par la figure 2, dans laquelle les symboles ont la signification suivante :

L_2, self-induction linéique des conducteurs ;

[1] V.-S. Kulebakin. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 7 juin 1923, t. XLIV, p. 537-541, 6000 mots, 26 figures.

C_2, capacité des conducteurs, par rapport à une surface infiniment grande ;

C_0, capacité représentant l'influence jouée par le moteur, l'appareil d'allumage et les parties métalliques de l'avion qui forment à eux tous la « masse » du circuit d'allumage ;

e, éclateur ;

C_e, capacité des électrodes ;

L_{21}, self-induction des deux enroulements de la magnéto ;

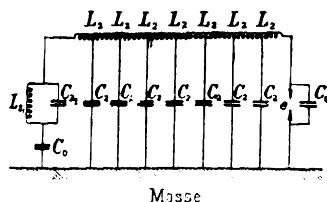


Fig. 2. — Circuit d'allumage schématique.

C_{21}, capacité équivalente à celle des enroulements de la magnéto.

En vertu de leur capacité et de leur self-induction, les conducteurs constituent un circuit oscillant qui rayonne des ondes électromagnétiques lors de chaque variation de la tension dans le circuit secondaire. Comme les conducteurs sont courts, de 0,5 à 2 m, ils ne possèdent qu'une faible capacité et une faible self-induction. D'après les expériences de J. Robinson et G. Marconi, les ondes rayonnées ont une longueur de 2 à 10 m et une fréquence de 150 à 30 millions de périodes par seconde.

L'auteur a relevé (fig. 3) des oscillogrammes de la tension entre les électrodes de l'éclateur, ainsi que de l'intensité du courant dans le téléphone, l'éclateur étant constitué par une bougie dont la distance d'éclatement variait de 0,5 à 2 mm. Ces oscillogrammes témoignent que le bruit dans le téléphone naît au moment de la production de l'étincelle et de son extinction, c'est-à-dire durant les variations de la tension aux électrodes de la bougie et il est compréhensible que la variation du courant dans le téléphone soit accentuée si l'on augmente la distance d'éclatement de l'étincelle.

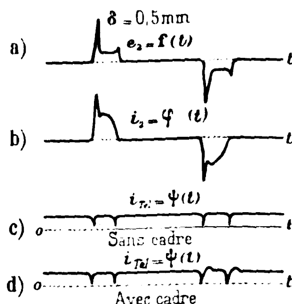


Fig. 3. — Oscillogrammes donnant : a) la tension et b) le courant secondaire pour une longueur d'étincelle de 0,5 mm ; le courant reçu au téléphone, c) sans cadre ou d) avec cadre.

Effets perturbateurs de l'allumage. — Afin de les déterminer, l'auteur s'est livré à différentes expériences au laboratoire et en plein vol. Il a d'abord cherché à établir l'influence jouée par la distance séparant le circuit d'allumage d'un récepteur avec ou sans cadre : il s'est servi à cette fin d'une magnéto à haute tension du type DU 4. Il a répété ses essais en munissant un moteur d'avion à six cylindres Hall Scott d'une magnéto Dixi type D 6 aussi bien avec allumage simple qu'avec allumage double ; la magnéto était actionnée par un petit moteur et l'étincelle éclatait aux bougies dont la distance entre électrodes variait de 0,5 à 2 mm.

Ces essais ont clairement démontré que l'action perturbatrice de l'allumage atteint son maximum lorsque la réception a lieu par cadre : quand le récepteur est distant de 2 à 3 m du circuit d'allumage, l'influence de ce dernier est encore très forte, mais elle diminue sensiblement si la distance augmente. L'allongement de l'étincelle n'entraîne une augmentation des perturbations que si la réception se fait par cadre. Avec un récepteur sans cadre, l'intensité dans le téléphone augmente quand diminue la distance d'éclatement de l'étincelle, ce qui montre la faible influence de l'induction magnétique sur la réception.

La longueur des conducteurs unissant la magnéto aux bougies ne laisse pas d'exercer une influence sur la réception : les expériences de l'auteur ont permis d'établir que l'action perturbatrice de l'allumage est fonction directe de la longueur des conducteurs dans la réception avec cadre, tandis que cette longueur est sans grande influence sur la réception sans cadre. Ceci démontre encore une fois l'action de l'induction magnétique en plus de celle des ondes électromagnétiques. L'auteur a trouvé qu'avec une longueur moyenne de 1,25 m, les conducteurs du circuit d'allumage entraînent encore des perturbations à une distance de 15 m.

Lors de ses essais avec le moteur d'avion, l'auteur a constaté que le circuit d'allumage ne rayonne pas également ses ondes électromagnétiques dans toutes les directions. Pour étudier cet effet, l'auteur a mesuré l'intensité de la réception à une distance de 2 m à partir du centre du moteur dans un plan horizontal passant par l'axe du moteur et dans un plan perpendiculaire à cet axe. Les figures 4 et 5 représentent les résultats trouvés.

Au cours de ses essais pratiqués en plein vol sur un avion doté d'un moteur Daimler-Mercédès de 200 ch, l'auteur a observé une très forte action perturbatrice exercée par l'allumage. Il a entendu des bruits très forts dans le récepteur téléphonique avec allumage simple ou double et avec une antenne longue de 110 m déroulée ou retirée. Durant ces essais, l'amplificateur était logé dans la cabine arrière à 2 m du moteur. Un écran de cuivre ou d'aluminium en vue de protéger le récepteur, ne le met pas, cependant, à l'abri des perturbations qui sont plus fortes lorsque l'antenne est déployée que lorsqu'elle est retirée.

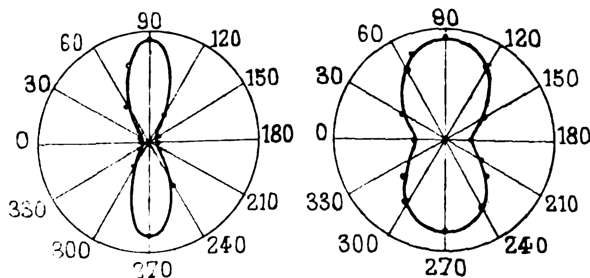


Fig. 4 et 5. — Diagramme donnant l'intensité de la réception à 2 m du centre du moteur : a) dans un plan horizontal passant par l'axe du moteur ; b) dans un plan perpendiculaire à l'axe.

Protection de la réception téléphonique contre les effets perturbateurs. — Bien que la puissance électromagnétique qui entre en jeu soit très réduite, par suite du renforcement et de la proximité de l'antenne, le bruit dans le téléphone dû aux ondes électromagnétiques arrive à rendre les messages incompréhensibles. La disposition la meilleure pour limiter ces effets perturbateurs consiste à envelopper complètement d'un écran métallique le moteur ou le circuit d'allumage et encore le récepteur. Les conducteurs à haute tension qui vont de la magnéto aux bougies doivent être logés dans des tubes métalliques mis à la masse. Il en est de même des conducteurs à basse tension. Cette « terre » artificielle qu'il faut créer est très importante : on l'établit en unissant électriquement toutes les parties métalliques de l'avion telles que le moteur, les réservoirs, les haubans, les tendeurs, les montures métalliques des conducteurs à haute tension, etc... de manière que toutes ces pièces soient au même potentiel. Le réseau de terre ainsi formé constitue, en divers points, des circuits fermés qui jouent le rôle de circuits oscillants secondaires et amortissent les ondes rayonnées par l'allumage.

Cette protection ne déploie toutefois son efficacité que si l'écran enveloppe entièrement les pièces abritées et s'il est bien mis à la masse ainsi que les autres parties métalliques, sinon le moindre défaut suffit pour rendre la protection illusoire. Parfois, les perturbations sont si violentes qu'il n'y a pas moyen de se protéger contre elles.

Cette solution, la meilleure que l'on connaisse jusqu'à ce jour, complique malheureusement la manœuvre de l'avion et empêche le contrôle des organes du moteur et de l'allumage durant le vol sans offrir une garantie suffisante contre les bruits parasites qu'il s'agit d'éviter.

Nouveau procédé de protection. — Après une analyse minutieuse de la nature des effets perturbateurs dus à l'allumage et après s'être livré à de nombreuses expériences plus ou moins heureuses, l'auteur est parvenu à trouver un moyen relativement simple qui, permettant d'affaiblir et d'écarter l'énergie électromagnétique rayonnée, réussit à amoindrir l'influence de l'allumage au point de la rendre pratiquement sans effet sur la réception téléphonique. Il suffit pour cela, d'après l'auteur, de remplacer les conducteurs ordinairement employés pour le circuit d'allumage par des conducteurs ayant une disposition spéciale, ce qui ne trouble en rien l'allumage des moteurs. Le procédé imaginé, dont la description fera l'objet d'une nouvelle communication, a été essayé aussi bien au laboratoire que pendant le vol et voici quelques résultats des observations relevées.

1. La mise en marche du moteur et son service sont aussi sûrs avec le circuit d'allumage modifié qu'avec la construction usuelle.

2. Avec la nouvelle disposition, aucun bruit n'est entendu dans le téléphone pendant le fonctionnement du moteur, aussi bien en l'air que sur terre.

3. L'application du nouveau système d'allumage permet d'accroître de plus du double la distance de réception des signaux télégraphiques sur l'appareil. Les nouvelles limites atteintes seront fixées prochainement.

4. Les messages téléphoniques émis par des postes de faible puissance peuvent être clairement entendus à de grandes distances si le nouveau procédé est appliqué, tandis que, dans les conditions habituelles, même si le récepteur est doté d'un écran protecteur, la réception n'est possible qu'à faible distance et encore les communications ne sont-elles pas distinctes. — A. M.

Mesures radiotélégraphiques [1].

Depuis le début de la radiotélégraphie, on a essayé, à diverses reprises, de trouver une méthode appropriée pour mesurer et exprimer l'intensité des signaux reçus et l'effet des parasites sur leur audibilité. L'auteur s'est donc proposé d'exposer la façon de faire ces mesures et, entre autres choses, de déterminer les valeurs absolues des intensités du champ électrique des ondes reçues et les valeurs effectives des perturbations parasites.

Un système radiotélégraphique, considéré au point de vue de la transmission, peut se diviser naturellement en trois parties distinctes : d'abord, l'extrémité transmettrice du système, dans laquelle est produite l'énergie du signal, puis le trajet dans l'éther et, enfin, l'antenne réceptrice et les appareils récepteurs associés. Dans ces trois parties, les signaux sont soumis à des pertes. Dans la première et ordinairement la troisième, ils sont amplifiés par des appareils appropriés. Avant que l'on puisse choisir les appareils émetteurs et récepteurs, les pertes doivent être isolées et évaluées.

A l'extrémité émettrice du système, le facteur important est le rendement de rayonnement de l'antenne. Ce rendement est défini comme le rapport de l'énergie fournie à l'antenne à l'énergie réellement rayonnée. L'énergie fournie est déterminée par le produit de la résistance totale de l'antenne par le carré du courant dans l'antenne ; ces deux quantités peuvent être mesurées par des méthodes bien connues. La résistance de rayonnement est donnée par la formule

$$R = 1\,600 \frac{h^2}{\lambda^2} \text{ ohms},$$

où h et λ sont exprimées avec les mêmes unités. La longueur d'onde λ étant connue, il reste à déterminer la hauteur effective h de l'antenne. Or,

$$h = \frac{E \lambda d}{377\, I} \text{ mètres},$$

où λ est la longueur d'onde et I, l'intensité dans l'antenne ; λ est exprimée en kilomètres et I en ampères ; E est la valeur efficace, en microvolts par mètre, de l'intensité du champ électrique des ondes rayonnées à une distance de d kilomètres de l'antenne. Toutes ces quantités sont faciles à calculer, sauf l'intensité du champ E. Si l'on mesure E, il est facile de calculer h et l'énergie rayonnée.

A la station réceptrice, un autre facteur entre en considération. La réception est, en effet, gênée par des ondes électriques perturbatrices provenant soit de l'atmosphère, soit d'autres stations, soit enfin de systèmes d'énergie locaux, et le signal reçu doit être suffisamment fort pour dominer ces bruits perturbateurs. Avec une forme simple d'antenne réceptrice, le rendement de l'antenne n'intervient que pour déterminer la quantité d'amplification nécessaire dans l'appareil récepteur, puisque l'antenne recueille à la fois le signal et le bruit dans un rapport qui est déterminé par leurs intensités respectives. A la station réceptrice, il semblerait donc possible de déterminer l'intensité de champ minimum dû au signal pour un fonctionnement satisfaisant, en fonction de l'intensité absolue du champ perturbateur. Il faut cependant se rappeler que l'antenne et l'appareil récepteur sont, en général, construits pour réduire les bruits parasites

[1] R. Bown, C.-R. Englund et H.-T. Friis. *Electrician*, 15 juin 1923, t. xc, p. 645-649, 2600 mots, 6 fig.

sans affaiblissement du signal, en utilisant la sélectivité, les effets directionnels, etc., de sorte que la valeur absolue minimum possible pour le signal dépend aussi de la nature des systèmes récepteurs.

En principe, la mesure de l'intensité du champ est très simple. Il suffit, en effet, de mesurer le courant reçu dans une antenne de constantes connues. Mais les difficultés proviennent de la détermination de ces constantes et de la mesure des courants minimes produits par les signaux faibles.

Dans certains cas, on a employé le type d'antenne ordinaire ouverte. Elle offre l'avantage de recueillir des quantités d'énergie relativement grandes et de rendre plus facile le problème de la mesure du courant. Les auteurs préfèrent cependant le cadre qui est plus stable, portatif et facile à étalonner de façon précise. Lorsque les champs à mesurer sont intenses, dans le voisinage de la station d'émission par exemple, il est possible de mesurer le courant dans l'antenne réceptrice directement au moyen d'un instrument thermique ou d'un voltmètre à tube à vide. Dans le cas général, il n'en est pas ainsi et on doit employer la méthode des comparaisons dont les auteurs donnent la description.

L'appareil utilisé a été construit pour mesurer des signaux d'environ 23500 p : s. On remarquera sur la figure 1 qu'il

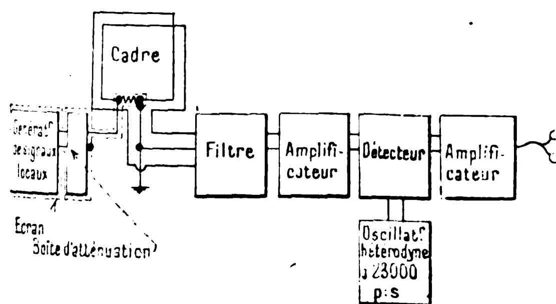


Fig. 1.

consiste en trois parties principales, à savoir : l'appareil émetteur, le cadre et l'appareil récepteur.

Le cadre et l'appareil récepteur n'offrent aucune particularité, sauf l'emploi d'un filtre de bandes intercalé entre eux pour donner une très grande sélectivité. Le courant à 23500 p : s engendré dans l'oscillateur local passe à travers un thermo-couple dans une ligne artificielle réglable de 600 ohms. A la sortie de cette ligne, le courant est envoyé dans une résistance de 599 ohms, puis de là dans un shunt de 1 ohm intercalé dans le circuit du cadre. Le système local d'émission est protégé par des écrans en cuivre.

Le fonctionnement de l'appareil quand on mesure des signaux émis par une autre station est le suivant. Le cadre est orienté pour recevoir ces signaux avec une intensité maximum. Les signaux sont accordés dans le filtre et sont reçus à l'aide de l'oscillateur hétérodyne de façon à être écoutés au son ou, si les parasites le permettent, lus sur un microampèremètre. L'oscillateur local est alors mis en circuit et sa fréquence est réglée pour être exactement la même que celle des signaux reçus qui devront consister, si possible, en traits également espacés. Au moyen d'un manipulateur, le signal local est alors émis pendant les intervalles des signaux à recevoir de sorte que les deux séries de signaux (à recevoir et locaux) soient entendues alternativement. Quand l'oscillateur local est réglé à la fréquence convenable, les deux séries sont entendues avec la même hauteur de son. Il ne reste alors qu'à régler le signal local au moyen de la ligne artificielle, de façon à entendre les deux séries de signaux avec la même force, puis on lit les caractéristiques de la ligne artificielle et la valeur du courant qui y passe.

Puisque la ligne artificielle est un atténuateur de courant, le courant qui circule dans la ligne, multiplié par le facteur d'atténuation, donne un courant très réduit qui passe ensuite dans le shunt du circuit du cadre. Une faible partie de ce courant passe dans le cadre lui-même qui forme un circuit en résonance-série, en parallèle avec le shunt, de sorte que le courant à travers le shunt est amoindri par rapport à celui qui vient de la ligne artificielle, dans la proportion du rapport des résistances du shunt et du cadre. Ce rapport est ordinairement trop faible pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte.

Le courant dans le shunt, en ampères, multiplié par la résistance du shunt en ohms (1 ohm dans le cas particulier envisagé) donne la tension introduite dans le cadre, tension qui, à son tour, est égale à la tension induite dans le cadre par les signaux à recevoir. Cette tension V est donnée par la formule

$$V = \frac{2}{3} \pi f A N E \times 10^{-18} V,$$

où E est l'intensité efficace du champ en microvolts par mètre; f, la fréquence en périodes par seconde; A, la surface du cadre en centimètres carrés et N, le nombre de spires. En remplaçant V par sa valeur

$$V = I_L F R_s,$$

où I_L est le courant dans la ligne artificielle, en ampères; F, le rapport d'atténuation du courant de la ligne et R_s, la résistance du shunt, en ohms, on trouve :

$$E = \frac{3 I_L F R_s}{2 \pi f A N} \times 10^{18} \mu v : m.$$

On remarquera que ce calcul ne nécessite pas la connaissance exacte de l'inductance ou de la capacité du cadre.

On se rend aisément compte qu'une des principales difficultés rencontrées dans la construction d'un appareil de mesure de l'intensité du champ, consiste à empêcher l'oscillateur qui produit le signal local d'affecter l'antenne directement. Les auteurs ont constaté qu'on obtenait les meilleurs résultats au moyen des méthodes suivantes

Dans le cas de la mesure des grandes ondes, ils emploient la double détection. Le cadre est couplé très faiblement avec un circuit secondaire qui est connecté au détecteur à haute fréquence. On imprime sur la grille de ce détecteur une tension à 91 000 périodes par seconde fournie par l'oscillateur de battements à haute fréquence. La fréquence du signal à recevoir est de 57 000 p : s, et le phénomène des battements donne à la sortie du détecteur 34 000 p : s. Un circuit de filtre, qui permet le passage d'une bande de 2 000 p : s, de 33 500 à 35 500, atténue considérablement toutes les autres fréquences. Le signal est alors amplifié au degré voulu et imprimé sur un détecteur à fréquence acoustique, en même temps que la tension à 35500 p : s fournie par un second oscillateur local. Le signal à recevoir, qui avait primitivement une fréquence de 57000 p : s, arrive dans les récepteurs téléphoniques avec une fréquence de 1 000 p : s.

Dans le cas des ondes courtes, le cadre est muni d'un condensateur d'accord à la façon ordinaire, mais son point central est mis à la terre et la connexion à l'appareil récep-

teur se fait de la terre à un des côtés du cadre. Par ce procédé, on conserve l'effet directionnel du cadre et on réduit au minimum l'amortissement dû à l'appareil récepteur. L'appareil récepteur lui-même est du type à double détection et possède des circuits amplificateurs et sélectifs prévus pour 45 000 p : s. Si le signal reçu a une fréquence de 750 000 p : s, le cadre est accordé pour cette fréquence, mais l'oscillateur de battements à haute fréquence est construit pour donner, soit 705 000, soit 795 000 périodes par seconde, de sorte qu'on obtient ainsi les 45 000 p : s nécessaires pour une nouvelle amplification. Le générateur de signaux locaux n'est pas réglé à 750 000 p : s, mais à une fréquence qui est de 45 000 p : s plus grande ou plus petite que la fréquence de l'oscillateur de battements. En d'autres termes, si cet oscillateur de battements est accordé à 705 000 périodes par seconde, l'oscillateur local sera accordé à 45 000 périodes par seconde en dessous, soit 660 000 p : s. Si l'oscillateur de battements est accordé à 795 000 p : s, l'oscillateur local sera accordé à 840 000 p : s.

Le shunt à travers lequel est envoyé le signal local, est placé dans le conducteur de terre du cadre. Ainsi le shunt n'est pas dans le circuit du cadre, mais en série avec le circuit de résonance-parallèle formé par le cadre et son condensateur d'accord. Puisque la tension du signal local imprimé sur l'appareil récepteur vient directement du shunt et n'est pas augmentée par la résonance, le courant à travers le shunt est plus grand que dans le cas de la méthode directe représentée figure 1 et l'on n'a pas besoin de circuit d'atténuation. En effet, la tension à travers le shunt se compare dans l'appareil récepteur avec la tension créée par le signal à recevoir à travers une moitié du cadre. Les deux sources de tensions sont en série dans un circuit d'impédance très grande. Le shunt à faible impédance n'a donc aucun effet appréciable sur les réactions mutuelles du cadre et de l'appareil récepteur. D'autre part, le cadre a une impédance suffisante pour ne nécessiter qu'une correction simple. Le facteur de correction est déterminé en prenant le rapport de la tension imprimée sur l'appareil récepteur avec le cadre hors circuit, à la tension imprimée quand le cadre est en circuit. La tension appliquée à l'appareil récepteur par le système local est alors : V (en millivolts) $= I_L \alpha R_s$, où I_L est le courant dans le shunt en milliampères mesuré directement par un thermo-couple ; α, le facteur de correction et R_s, la résistance du shunt en ohms.

Le potentiel appliqué à l'appareil récepteur sous l'action du signal à recevoir est la moitié de celle à travers les bornes du cadre, c'est-à-dire que

$$V = \frac{1}{2} \frac{4\pi^2 f^2 LANE \times 10^{-15}}{3R} \text{ millivolts},$$

où E est l'intensité du champ, en microvolts par mètre. Or, puisque $E = V K$ microvolts par mètre, il en résulte que

$$K = \frac{0,152 R}{f^2 LAN} \times 10^{15}.$$

Dans la formule ci-dessus, f est la fréquence, en périodes par seconde ; L est l'inductance du cadre, en henrys ; A est la surface du cadre, en centimètres carrés ; N est le nombre total de spires du cadre ; R est la résistance totale en haute fréquence du circuit du cadre en ohms.

V se mesure par comparaison avec la tension à travers le shunt. E est obtenu par l'intermédiaire de K qui est une constante d'étalonnage de l'appareil. L'appareil de mesure des ondes courtes diffère donc de l'appareil de mesure des ondes longues en ce que l'inductance et la résistance du cadre doivent être soigneusement connues.

Quant à la résistance du circuit du cadre, on la détermine à l'aide de la courbe de résonance par la méthode de variation de la capacité. Chaque appareil de mesure a en permanence, en parallèle avec le condensateur d'accord principal, un condensateur variable étalonné. Le tube détecteur à haute fréquence est tel que la variation du courant de plaque est proportionnelle au carré de la tension à haute fréquence imprimée sur sa grille. En d'autres termes, il peut être employé comme voltmètre à tube à vide. L'oscillateur de battements, à couplage réduit avec le cadre, sert comme source d'énergie à haute fréquence constante. La courbe de résonance du système peut donc être parcourue à toute fréquence désirée, au moyen du condensateur variable et d'un microampèremètre inséré dans le circuit de plaque du tube détecteur à haute fréquence. Les conditions d'étalonnage sont ainsi celles de fonctionnement, et la résistance obtenue de la courbe de résonance au moyen des méthodes ordinaires comprend toutes les pertes dans le circuit à haute fréquence. La précision de l'appareil dépend de la précision avec laquelle R est déterminée, et R varie parfois notablement avec les conditions climatologiques.

En employant cet appareil, il est bon, au lieu de comparer au son, d'utiliser un microampèremètre dans le circuit de plaque du tube détecteur à fréquence acoustique. Le détecteur à fréquence acoustique sert donc comme voltmètre à tube à vide pour mesurer l'amplitude du courant porteur des signaux radiotéléphoniques. A moins que la station émettrice ne module trop mal, le microampèremètre n'est pas affecté par la voix ou par la musique. C'est donc seulement l'intensité du champ du courant porteur qui est mesurée, quel que soit le degré ou la nature de la modulation.

L'appareil fonctionne alors de la façon suivante. Le signal désiré est reçu par le cadre et l'appareil récepteur, et amplifié suffisamment pour donner une bonne lecture sur l'instrument indicateur. Au moyen des condensateurs de réglage et en surveillant l'instrument indicateur, le cadre est accordé à la résonance exacte et l'oscillateur de battements est réglé pour placer la fréquence intermédiaire en résonance exacte avec le circuit sélecteur à 45 000 p : s de l'amplificateur. Le cadre est aussi orienté pour donner un signal maximum. On fait alors la lecture de l'instrument. Puisque le voltmètre à tube à vide indique le courant produit par le signal, une lecture doit aussi être faite avec le signal interrompu. Ceci est obtenu en arrêtant l'oscillateur de battements pendant un instant et en enregistrant la lecture de l'instrument qui est inférieure à celle obtenue avec le signal. Le générateur de signaux locaux est alors mis en circuit, réglé approximativement à la fréquence convenable, et le shunt réglé pour donner une valeur appropriée du signal. Une note est alors entendue par suite des battements entre la fréquence due au signal à recevoir (45 000 p : s) et celle due au signal local. Quand cette note de battements est réduite à zéro par réglage de la fréquence du générateur de signaux locaux, c'est que le générateur en question est réglé exactement à la fréquence convenable. Si la station d'émission travaille à ce moment, on fait tourner le cadre de 90° pour supprimer ses signaux. Le shunt est alors réglé pour donner sur l'instrument indicateur une lecture correspondant au signal local et qui soit exactement la même que celle qui a été donnée par le signal à recevoir. — G. M.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Electricité et Gaz du Nord.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 19 DÉCEMBRE 1923.

La question de ses dommages de guerre n'étant pas encore réglée, la société a procédé comme l'année précédente pour l'établissement du bilan et du compte de profits et pertes, c'est-à-dire que les sommes dépensées pour réfection de dommages sont inscrites à l'actif et les avances reçues de l'État sur reconstitution portées au passif.

Le résultat du présent exercice n'a pas déçu les espérances de la société. Sa clientèle s'est développée normalement. La vente totale de l'énergie produite par ses usines génératrices est en augmentation de 42 pour 100 par rapport à celle de l'exercice précédent.

D'autre part, l'outillage de ses exploitations a été augmenté et amélioré.

Le Conseil rend compte de la situation de ses exploitations propres et dans les sociétés auxquelles elle participe.

A l'usine génératrice de Jeumont, elle a procédé au rajeunissement des machines et chaudières et a réalisé des installations de manutention mécanique des combustibles et des mâchefers pour réduire la main-d'œuvre.

Un nouveau poste d'État à 45000 v, plus important que celui qui avait été provisoirement installé, lui permet d'alimenter dans des conditions meilleures la clientèle la plus éloignée de son usine, les autres parties de la concession étant desservies par ses feeders propres à la tension directe d'utilisation.

A l'usine génératrice de Maubeuge, le nouveau groupe turbo-alternateur est maintenant en service; un autre groupe, actuellement en commande, doit être prochainement installé dans cette usine, ce qui portera à six le nombre des unités qui assureront la distribution. La puissance de la chaufferie a été augmentée proportionnellement. Elle améliore les services mécaniques des combustibles et des résidus.

L'usine génératrice d'Aulnoye est en voie d'achèvement et pourra être mise en service dans le courant de l'exercice qui commence.

En ce qui concerne le rachat de l'usine génératrice d'Hirson à l'État, la société espère que cette opération pourra se réaliser au cours de l'exercice. En attendant, elle continue à l'exploiter à titre de régisseur intéressé suivant une convention particulière passée à ce sujet avec l'État.

A l'usine génératrice de Lomme, elle a fait l'acquisition pour l'équipement de cette usine d'un nouveau groupe turbo-alternateur et de nouvelles chaudières.

La demande d'énergie dans cette région s'est accrue rapidement et des prévisions d'extensions devront être envisagées à brève échéance.

Les usines à gaz ont vu leur débit s'accroître. La société a amélioré ses installations et, notamment à Maubeuge, elle a remplacé ses anciennes cornues de distillation par une installation de fours à chambres verticales.

Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin. — La clientèle ayant continué à s'accroître avec la reprise de l'activité industrielle de toute la région desservie, cette société a dû décider la construction d'une nouvelle usine génératrice dont la production viendra s'ajouter à celle de Valenciennes, pour faire face aux besoins des consommateurs.

Le capital a été, en conséquence, porté de 20 à 40 millions de francs. Le dividende distribué a été de 22,50 fr net aux actions et 34,28 fr aux parts.

Gaz et Electricité du Hainaut. — Le développement de cette société s'est poursuivi avec succès.

En raison de l'extension rapide de la clientèle, la production des usines génératrices qui était de 56000000 kw-h en 1921 est passée à 68000000 kw-h en 1922.

La société a dû, pour faire face au développement de la clientèle, augmenter les moyens de production de ses usines, dont la puissance totale atteindra 52800 kw.

Il a été distribué pour l'exercice 1922 : 40 fr brut aux actions de priorité de 500 fr, 20 fr brut aux actions de jouissance, 81,90 fr brut aux part de fondateur.

Société de Recherches et d'Exploitations pétrolifères et Société de Recherches d'Hydrocarbures. — La Société de Recherches et d'Exploitations pétrolifères a poursuivi ses recherches dans la vallée de Baux-en-Bugey.

Depuis que le sondage qui a été couronné de succès en atteignant une puissante couche de gaz a été aménagé, la société a fait procéder au forage de deux nouveaux puits à grand diamètre; un troisième nouveau sondage doit être entrepris incessamment.

L'exploitation de la nappe de gaz a été commencée. Un pipe-line a été établi pour alimenter la ville d'Ambérieu; les usagers se sont déclarés très satisfaits des fournitures de gaz naturel, dont le pouvoir calorifique, supérieur au double de celui des exploitations de gaz fabriqué, a été particulièrement apprécié. La société poursuit la mise au point de différentes utilisations industrielles du gaz naturel. Elle a poursuivi ses travaux dans les Pyrénées et dans la région d'Arcachon.

Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité. — Voir le compte rendu dans la « R. G. E. » du 14 juillet 1923, t. XIII, p. 77.

Les bénéfices des usines, les produits du portefeuille, escomptes et intérêts divers s'élèvent à 13077245,64 fr auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent, 19285,44 fr.

Il faut en déduire : les frais généraux d'administration et impôts divers, 470719,25 fr; les amortissements (pour 1/10 sur frais d'augmentation du capital) 189809,15 fr; les versements au fonds d'amortissement et au fonds de renouvellement du matériel, de 4000000 fr.

Le solde, c'est-à-dire le bénéfice net, s'élève donc à 8436002,68 fr, qui se répartit de la façon suivante :

5 pour 100 à la réserve légale sur 8416717,24 fr, un premier dividende de 4 pour 100, soit 10 fr, aux actions; l'attribution aux membres du Conseil d'Administration de 207835,25 fr, un deuxième dividende de 12,50 fr aux actions, un dividende de 150 fr aux parts bénéficiaires.

Le solde à reporter à nouveau est de 7331,57 fr.

Le dividende est fixé à 22,50 fr pour les actions et à 150 fr pour les parts. Il est payable, sous déduction des impôts, depuis le 27 décembre 1923.

Bilan au 30 septembre 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'augmentations de capital de la société	911 352,91
Portefeuille, titres	17 121 443,40
Mobilier du siège social	1 »
Usines, réseaux et concessions	58 847 547,16
Disponibilités : caisses, banques et débiteurs divers	28 793 137,51
Reconstitution industrielle	48 022 646,54
Magasins (Approvisionnements et sous-produits)	4 230 380,16
Comptes d'ordre :	
Titres à libérer	6 471 375 »
État français. Annuités à recevoir	13 676 893 »
	178 074 776,68

Passif.

	fr
Capital :	
340 000 actions de 250 fr	85 000 000 »
10 000 parts bénéficiaires	pour mémoire.
Réserve légale	890 603,93
Fonds de renouvellement du matériel	6 200 000 »
Fonds d'amortissement	8 350 000 »
Créditeurs divers	11 951 562,64
Avances de l'État	36 971 073,20
Coupons restant à payer	127 266,23
Comptes d'ordres (versements restant à effectuer sur titres et annuités restant à recevoir de l'État et déléguées)	20 148 268 »
Profits et pertes. Solde	8 436 002,68
	178 074 776,68

Société générale d'Entreprises.

Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1923.

Les grands travaux en cours se sont poursuivis pendant l'exercice 1922-1923; la société a parachevé la construction de l'usine électrique de Comines, continué les aménagements de chutes entrepris, notamment sur le Rhône à Chancy-Pougny, à Monistrol-d'Allier et sur la Haute-Isère, et engagé de nouveaux travaux comme ceux du barrage de Guerlédan, sur le Blavet, pour l'Union hydroélectrique armoricaine, à la constitution de laquelle elle a participé. Elle procède également à l'établissement d'importantes lignes de transmission d'énergie, notamment de celles qui sont destinées à l'électrification des lignes du Chemin de fer de Paris à Orléans et du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Les services de chemins de fer exécutent des travaux dans les Basses-Pyrénées et viennent d'ouvrir de nouveaux chantiers dans le Tarn et la Haute-Garonne. L'activité de tous ses services a d'ailleurs été satisfaisante. La société vient d'achever avec succès, comme entrepreneurs, la construction de la ligne d'électrobus de Modane à Lanslebourg. Ce mode de transport, dont c'était la première réalisation en France, présente des avantages qui semblent lui réserver un large développement dans l'avenir.

Elle a, d'autre part, participé avec des sociétés amies, à diverses entreprises importantes.

La société a étendu son action dans les colonies et à l'étranger. Les efforts en ce sens se sont continués au cours de cet exercice, malgré les difficultés inhérentes à la période des débuts — difficultés encore accrues dans des pays neufs qui retrouvent laborieusement leur équilibre financier et monétaire. Dans le même ordre d'idées, elle a mis à l'étude plusieurs projets de travaux considérables, et il est permis d'espérer que, dans la suite, elle pourra être appelée à participer à leur réalisation.

Les recettes générales, résultant des bénéfices encaissés sur les entreprises, exploitations et participations, de divers produits, revenus et bénéfices sur portefeuille de titres, intérêts et divers, atteignent 16 713 527,94 fr.

Il faut en déduire : les frais généraux et impôts divers, escomptes et agios, 4737839,77 fr; la charge des emprunts, 1533625 fr; les amortissements divers et provisions, 4789084,31 fr; les dépréciations, moins-values ou pertes sur entreprises, exploitations, matériel, stocks et installations, 2264376,28 fr.

Le reste disponible est de 3388602,58 fr. Il se répartit ainsi : 5 pour 100 à la réserve légale, un premier dividende de 5 pour 100 aux actions, 10 pour 100 du reste au Conseil d'Administration, un deuxième dividende de 5 pour 100 aux actions.

Le reste est reporté au fonds de prévoyance appartenant aux actionnaires, soit 47255,20 fr.

Le dividende, de 25 fr par titre, est payable, sous déduction des impôts, depuis le 20 décembre 1923.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

		fr
Immeubles et installations		1 343 028,06
Mobilier et agencement		1 »
Apports		1 »
Frais de constitution		1 »
Prime de remboursement des bons et obligations		935 957 »
Affaires à l'étude		604 137,84
Rachat de parts de fondateurs		4 000 000 »
Matériel		3 220 395,28
Stocks et magasins		1 061 755,13
Débiteurs divers		28 506 510,89
Entreprises en cours		17 746 666,99
Portefeuille	24 489 417,66	
A déduire :		
Titres à libérer	3 554 775 »	
		20 934 642,66
Participations		13 138 707,87
Caisses et banques		5 365 351,71
Effets à recevoir		962 602,92
Compte d'ordre		2 600 000 »
		100 419 759,35

Passif.

	fr
Capital	30 000 000 »
Réserve légale	893 195,27
Réserve générale	1 800 000 »
Provision pour études	600 000 »
Fonds spécial de prévoyance appartenant aux actionnaires	262 246,29
Prime d'émission des actions	4 550 000 »
Bons décennaux à 5 pour 100	1 322 500 »
Bons décennaux à 6 pour 100	6 000 000 »
Obligations à 6 pour 100	10 000 000 »
Obligations à 6,5 pour 100	7 500 000 »
Créditeurs divers	10 879 457,93
Entreprises en cours	5 554 228,06
Effets à payer	14 391 338,40
Coupons à payer	678 190,82
Compte d'ordre	2 600 000 »
Bénéfices de l'exercice 1922-1923	3 388 602,58
	100 419 759,35

SECTION DE LÉGISLATION

La représentation de l'État dans les sociétés auxquelles il contribue

(Décret du 18 octobre 1923).

L'auteur qui, dans son précédent article [1], a étudié les différentes formes de contributions pécuniaires de l'Etat déterminées par la loi du 16 octobre 1919 [2], examine aujourd'hui comment s'opère la représentation de l'Etat, d'après la nature des titres qui sont attribués au Trésor.

I. — **Fonctionnaires représentant l'Etat actionnaire ou obligataire.** — Dans son titre premier, le décret du 18 octobre 1923 [3], indique *trois principes* applicables dès qu'une société concessionnaire d'une entreprise hydraulique émet des titres dont une partie (obligations ou actions), sera attribuée à l'Etat.

A. — Le cahier des charges et les statuts (ces derniers devant être communiqués au ministre des Travaux publics) fixent les conditions de la représentation de l'Etat aux assemblées générales et au conseil d'administration de la société.

B. — L'Etat ne peut être représenté que par des fonctionnaires appartenant ou ayant appartenu au Conseil d'Etat, à la Cour des Comptes, l'Inspection des Finances, au Corps des Mines ou à celui des Ponts et Chaussées, ou à l'administration centrale des ministères... etc. En un mot, le décret écarte la nomination de personnes possédant... ce que l'on appelle vulgairement « une situation dans la vie politique ».

C. — L'Administration des Domaines est chargée de la conservation et de la gestion des titres : on sait que c'est ce grand service qui, lorsque l'Etat trouve dans une succession des titres de sociétés, a déjà la fonction d'administrer ce patrimoine.

II. **La représentation de l'Etat comme actionnaire. Principes et division.** — Un actionnaire peut assister ou être représenté aux diverses assemblées générales ; il est aussi susceptible d'être nommé membre du conseil d'administration ; comme on l'a fort bien dit, à l'assemblée générale, il gère ses propres affaires ; au conseil d'administration, il s'occupe, en plus, des intérêts de la société ; dans les assemblées générales, l'actionnaire peut pénétrer et voter dans des conditions qui lui sont indiquées par les lois sur les sociétés et les statuts (les seconds complétant les premières sur les points où celles-ci laissent toute liberté). Mais, au conseil d'administration, il doit se rappeler qu'il est soumis aux règles générales du mandat, ce qui fait encourir une certaine responsabilité. Aussi, nous devons suivre l'Etat dans ce rôle d'actionnaire, d'abord, dans les assemblées générales et, ensuite, dans le conseil d'administration, puisque du moment qu'il devient actionnaire, il doit avoir au moins un représentant au conseil (art. 10, § 8°, lettre *g* de la loi du 16 octobre 1919).

III. **L'Etat aux assemblées générales.** — Le décret du 18 octobre 1923 contient un article 4 ainsi rédigé : « lorsque les cahiers des charges attribuent à l'Etat des actions d'apport, des actions de second rang (dites ordinaires) ou des actions de premier rang (dites privilégiées), l'Etat a le droit d'être représenté dans les assemblées générales, constitutives, ordinaires, ou extraordinaires, par un délégué choisi parmi les fonctionnaires énumérés à l'article ci-dessus. Ce représentant n'est pas tenu d'être personnellement propriétaire d'actions. Le nombre de voix dont l'Etat dispose dans chacune de ces assemblées, est fixé *d'après le nombre des actions qu'il possède et conformément aux lois sur les sociétés et aux dispositions statutaires.*

Cette dernière phrase paraît, à première vue, extrêmement simple et semble n'avoir donné lieu à aucune difficulté de rédaction. C'est bien possible, mais, en tout cas, elle est extrêmement heureuse, car elle a le grand mérite de contenir tout ce qu'il est nécessaire de connaître.

Le nombre de *voix* dont l'actionnaire dispose dans une assemblée est, *en principe*, en rapport avec les intérêts qu'il possède dans l'affaire, c'est-à-dire avec le nombre d'*actions* dont il est détenteur : mais il faut tenir compte des limitations imposées par la loi et des nombres fixés aux statuts.

Nous n'avons qu'à suivre les différentes assemblées constitutives, ordinaires, extraordinaires, pour voir l'application de ces principes.

a) *Envisageons d'abord une société constitutive*, c'est-à-dire celle qui crée la société, ou qui, en cas de fusion entre deux sociétés, en crée une troisième, par voie

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 75-79.

[2] *Revue générale de l'Électricité*, 8 novembre 1919, t. VI, p. 649-654.

[3] *Revue générale de l'Electricité*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 687-688.

d'apport fait à l'une d'elles de tout l'actif de l'autre.

S'il n'existe pas d'apport en nature, l'assemblée constitutive a, pour unique mission, la vérification de la souscription, du versement du quart, la nomination des administrateurs... etc. En disant que l'*Etat* est *soumis à la loi*, le décret lui impose de respecter les conditions de composition : moitié du capital, avec abaissement jusqu'au cinquième, à la seconde assemblée s'il y a lieu ; convocation de celle-ci, pour statuer sur la décision provisoire rédigée par la première : ladite convocation étant faite par deux insertions à huit jours d'intervalle, réunion de la seconde assemblée un mois après la deuxième insertion ; l'Etat doit aussi respecter les conditions de vote, chaque actionnaire ayant droit à une voix, n'eût-il qu'une action, mais pouvant en avoir plus d'une, sauf à ne jamais en avoir plus de dix ; et dire que l'Etat *se soumettra aux statuts*, c'est dire qu'il respectera le nombre de voix attribué par eux au porteur de plus d'une action, sans dépasser, évidemment, le maximum légal.

Si l'assemblée constitutive doit approuver des apports, elle procède d'abord à la vérification de la souscription, nomme des commissaires aux apports et statue sur leurs conclusions dans une deuxième assemblée ; la composition des assemblées est de la moitié du capital (étant expliqué que l'on envisage seulement la moitié du capital en numéraire) ; le capital-apport, fût-il constitué par l'Etat, ne doit jamais être compris dans la moitié légalement exigée ; au cas où l'assemblée est valablement composée sur ces bases, on procède au vote : les apports sont acceptés, si cela est décidé par la majorité absolue des votants pris dans le capital-numéraire seul, et à condition que cette majorité comprenne le quart de ce capital et le quart en nombre des actionnaires ; ils sont rejetés définitivement, si cette majorité ainsi définie n'est pas obtenue. Au cas où l'assemblée n'est pas composée, elle ne peut que s'ajourner à une seconde séance, après avoir pris une résolution provisoire, et cette seconde assemblée est valablement composée, si elle comprend le cinquième du capital en numéraire ; la majorité absolue des votants n'a pas à comprendre le quart du capital en numéraire, puisqu'il est évident que, mathématiquement, on ne peut pas trouver un cinquième dans un quart.

b) *Examinons le cas d'une assemblée ordinaire.* — Dire que l'Etat sera soumis à la loi, c'est dire que, pour lui, comme pour les autres actionnaires, l'assemblée sera régulière, si quinze jours au moins avant la réunion, tout actionnaire a été mis à même de prendre connaissance de l'inventaire, de la liste des actionnaires et de se faire délivrer une copie du bilan, s'il s'agit d'une assemblée ordinaire chargée d'examiner les résultats d'un exercice ; dire que l'Etat est soumis aux statuts, c'est dire qu'il doit respecter le maximum des voix qui y est stipulé pour donner accès à l'assemblée ordinaire.

c) *Plaçons-nous en face d'une assemblée extraordinaire.* — C'est elle qui est destinée à transformer, s'il y a lieu, les statuts : elle a donc une importance considérable qui, comme première action réflexe, produit l'effet suivant : toutes les fois qu'une décision sera prise dans toutes assemblées valablement composées, la majorité ne sera atteinte que si elle est égale aux deux tiers des voix exprimées par les actionnaires présents ou représentés ; et la seconde action réflexe se trouve dans ce fait que, si la modification porte atteinte aux droits statutaires d'une catégorie d'actionnaires, elle ne deviendra définitive (loi de 1903) qu'après approbation par une assemblée générale des actionnaires appartenant à la catégorie compromise, statuant comme les assemblées prévues par la loi de 1913.

Quant à la composition des assemblées (celles-ci seront, tout d'abord, toujours ouvertes à tout actionnaire ayant sans limitation autant de voix qu'il possède d'actions), elle varie suivant qu'il s'agit d'une première assemblée pour laquelle les trois quarts sont nécessaires, ou d'une deuxième assemblée qui se contente de la moitié, ou enfin de la troisième qui peut se tenir valablement avec le simple quorum d'un tiers.

IV. L'État membre du conseil d'administration. — « Quant l'Etat est actionnaire, il a le droit, nous dit l'article 5 du décret, de se faire représenter par un délégué ou plusieurs. Ces administrateurs siègent et agissent ès qualités, avec les mêmes droits que les autres membres du conseil d'administration, tant vis-à-vis de la société que vis-à-vis des tiers. »

On rencontre, dans ce fait, une situation analogue à celle d'une société agissant comme administrateur d'une autre : l'administrateur de la société n'est pas personnellement propriétaire d'actions, il représente seulement une société qui est propriétaire de titres ; aussi, nous ne considérons pas comme une entorse à la loi de 1867, la possibilité pour l'Etat propriétaire d'être représenté par un fonctionnaire démuni de toute propriété personnelle, mais ladite entorse existe sans discussion, dans ce fait que l'administrateur (l'Etat représenté par les fonctionnaires qu'il aura nommés) est irrévocable, tandis qu'aux termes de la loi du 24 juillet 1867, malgré toute clause contraire, l'administrateur doit être essentiellement révocable. Cette exception aux principes généraux trouve sa base juridique dans la loi du 16 octobre 1919 donnant le droit à l'Etat, comme nous l'avons fait déjà remarquer, d'exiger un certain nombre de représentants (voir art. 10, § 8°, lettre *g*). On ne doit pas oublier qu'une autre loi spéciale, celle du 11 août 1920 « autorisant les travaux d'établissement par l'Etat d'un réseau de transmission d'énergie électrique à haute tension, dans les régions libérées et fixant les règles éventuelles d'exploitation de ce réseau », contient une disposition très nette qui n'a pas été écrite sans réflexion, puisqu'elle a été vivement critiquée par le sénateur André Berthelot, à la séance du 31 juillet 1920 et qui est ainsi conçue : « par dérogations aux dispositions de la loi du 24 juillet 1867 et des lois subséquentes qui l'ont modifiée, les administrateurs représentant l'Etat ne seront pas tenus d'être propriétaires d'actions et seront

désignés par le Ministère des Travaux publics ». On pouvait se demander quels droits et quelles charges l'administrateur nommé dans ces conditions aurait dans la société. Il est impossible d'avoir un texte plus catégorique que le décret : en ce qui concerne *les droits et les pouvoirs*, l'article 4, qui a une portée générale, les précise admirablement : « *droits et pouvoirs des autres membres du conseil d'administration* » ; c'est dire que les administrateurs sont créés pour prendre, comme leurs collègues, l'intérêt pécuniaire de la société ; ils ont droit (art. 10) aux jetons de présence et aux tantièmes, attribués à tous administrateurs de la société. La seule différence qui existe est indiquée par l'article 7 d'après lequel (et c'est l'évidence même) la nomination n'a pas à être soumise à l'assemblée générale qui ne pourrait d'ailleurs que l'adopter ; pour la nomination au premier conseil d'administration le concessionnaire est « entendu » par le ministre des Travaux publics ; avant qu'il soit pris un arrêté et, dans le cours de la société, le conseil d'administration est également « entendu » avant la nomination de tout administrateur nouveau.

Comme charges, les fonctionnaires représentant l'Etat ont la responsabilité qui pèse sur tout mandataire : l'article 8 fait la répartition suivante ; les responsabilités civiles incombent à l'Etat, quand elles résultent de l'exercice du mandat : les responsabilités pénales restent personnelles au fonctionnaire qui les a encourues.

La question évidemment la plus délicate porte sur le *nombre d'actions* que l'Etat peut se faire attribuer. L'article 6 indique une règle générale : « La proportion des représentants de l'Etat ne peut pas dépasser celle du montant nominal des actions attribuées à l'Etat par rapport au capital social, l'Etat ayant cependant, dans tous les cas, droit au moins à un représentant ».

On ne saurait trop remarquer que le décret fixe un minimum et un maximum. Tous les deux sont très nets : l'Etat, n'aurait-il qu'une action, doit avoir un représentant ; mais s'il a, par exemple, la moitié du capital, il ne peut pas avoir plus de la moitié des postes du conseil d'administration : mais rien ne dit que, même dans ce cas, il doive avoir cette moitié ; on se demande d'ailleurs à quoi cela pourrait bien lui servir.

En effet, la majorité des voix au conseil ne se fait pas d'après le nombre des actions qui appartiennent aux administrateurs : il suffit d'ouvrir des statuts pour y trouver la manière dont se fait le vote d'un conseil d'administration et, comme il est préférable de prendre des exemples parmi les statuts portant déjà l'approbation du gouvernement, nous citons ceux de la Société de Transport d'Energie électrique de l'Est, au capital de 200000 fr, dans lequel l'Etat figure pour 80000 fr représentés par des actions d'apport ; nous lisons l'article 26 qui est ainsi conçu : « Le conseil se réunit, sur la convocation du président ou de deux administrateurs, aussi souvent que l'intérêt de la société l'exige. Les convocations doivent être adressées..., etc. Tout administrateur peut se faire représenter aux séances du conseil par l'un de ses collègues muni d'un pouvoir écrit sans caractère impératif qui pourra voter en son nom sur les questions à l'ordre du jour. Toutefois, aucun administrateur ne pourra avoir plus de deux voix y compris la sienne propre. Le conseil délibère valablement si la moitié des administrateurs sont présents ou représentés. Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents. En cas de partage égal, la voix du président est prépondérante ».

V. L'Etat considéré comme obligataire. — Les porteurs d'obligations ne font pas partie de la société ; on peut dire, dans bien des cas, que leur situation est plus avantageuse : ils en sont créanciers. Faire représenter l'Etat obligataire par un administrateur, c'eût été un non-sens, notamment en supposant que le conseil d'administration eût de mauvaises intentions à l'encontre de ceux dont la société est débitrice. Il fallait donc trouver une conception différente qui a été atteinte et heureusement exprimée par la constitution, auprès du conseil d'administration, d'un poste de commissaire du Gouvernement ; ses fonctions consistent à assister aux séances et, s'il a des observations à faire au sujet d'une mesure prise par le conseil qui lui paraisse préjudicier aux droits de créance appartenant à l'Etat, il fait consigner ses observations au procès-verbal.

Et lorsqu'une décision du conseil lui paraît contraire aux clauses de l'acte de concession et du contrat spécial qui fixent les conditions auxquelles l'Etat a consenti son avance, le commissaire peut présenter ses observations par écrit au conseil et lui demander une deuxième délibération. Cette demande une fois formulée a pour effet, même si le conseil la maintient, de suspendre l'exécution de ladite décision jusqu'à ce que le ministre des Travaux publics, à qui est immédiatement communiqué le dossier complet, se soit prononcé.

VI. Résumé. — On doit remarquer que ce décret a été rédigé dans un esprit de sagesse qui, d'ailleurs, s'imposait ; il est évident que l'introduction dans une société d'un administrateur qui échappe à la nomination et à la révocation, qui est, pour tous autres, prononcée par l'assemblée générale, est une grosse exception à la loi de 1867 : de même, une sorte de censeur des délibérations du conseil d'administration est une innovation assez redoutable. Sous peine de voir se retirer les capitaux des particuliers alors que, précisément, la loi du 16 octobre 1919 a voulu que l'Etat leur vienne en aide, le rédacteur du décret devait s'interdire de prévoir en faveur de l'Administration une situation draconienne : et il paraît l'avoir bien compris, en n'exigeant que le nécessaire.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret réglementant l'établissement et l'usage des postes radioélectriques privés.

Ayant publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 12 janvier 1924, t. xv, p. 80, deux arrêtés du sous-secrétaire d'Etat des Postes, des Télégraphes et des Téléphones, pris en application du décret du 24 novembre 1923, il nous a paru utile de reproduire ci-après ce décret qui a été inséré dans le « Journal officiel » du 14 décembre 1923 pages 11619 à 11621. Le décret est précédé d'un rapport, signé du président du Conseil, des ministres des Travaux publics, de la Guerre, de la Marine, de l'Intérieur et des Finances, que nous reproduisons également, et dans lequel se trouvent exposées les raisons qui ont conduit à adopter des prescriptions très libérales en faveur des postes de réception privés non destinés à des auditions publiques et payantes.

Rapport au président de la République française.

L'établissement et l'utilisation des installations radioélectriques privées, soumis à l'autorisation du Gouvernement par le décret-loi du 27 décembre 1851, par l'article 85 de la loi du 30 juin 1923 et par les décrets des 24 février 1917 et 15 mai 1921, sont réglementés actuellement par de nombreux arrêtés qui fixent les conditions générales d'ordre technique et d'ordre administratif auxquelles doivent être assujettis, d'après leur destination, les postes d'émission ou de réception.

Les dispositions de ces textes élaborés à des époques différentes et suivant les besoins du moment, au cours d'une période pendant laquelle la technique radioélectrique faisait de grands et rapides progrès, ne sont plus en harmonie avec l'état actuel de cette technique. Elles ne permettent plus d'accorder au public tous les avantages qu'il peut retirer de l'emploi de la télégraphie et de la téléphonie sans fil.

Une refonte complète de cette réglementation a donc été envisagée.

Pour la réaliser, il a paru nécessaire, étant donnés les problèmes nombreux qu'elle soulevait, de faire appel au concours de tous les services publics intéressés et de provoquer les avis les plus autorisés.

Une commission interministérielle, composée de juristes et de spécialistes de la technique radioélectrique, avait été constituée dans le but de réglementer le droit de propriété des correspondances radiotélégraphiques et d'examiner les conditions d'application à la radiocommunication des dispositions du décret-loi du 27 décembre 1851; il a paru normal de lui confier également le soin de préparer les nouvelles dispositions à intervenir.

Cette commission a été constamment inspirée du désir de favoriser les progrès de la science et de la technique radioélectrique et de permettre au public d'en retirer les plus grands avantages. Consciente des intérêts généraux dont le Gouvernement a la charge, elle a estimé que l'établissement et l'utilisation des postes radioélectriques privés devaient être encouragés dans toute la mesure où ils pourraient fonctionner sans gêner le service des postes publics, sans se brouiller entre eux et sans constituer un danger pour la sûreté de l'Etat et la défense nationale.

Des exemples récents ont démontré que les craintes de brouillage des postes publics par les émissions privées ne sont que trop fondées. Des stations du service de la navigation aérienne, dont le rôle est d'assurer la marche et la sécurité des aéronefs, ont été considérablement gênées par certaines émissions. Dans le service radiomaritime, le naufrage, en mai 1921, du paquebot « l'Egypte », dont les appels de détresse n'ont pu être perçus distinctement en raison du brouillage dû au grand nombre des communications commerciales a, malheureusement, marqué la nécessité de réglementer d'une façon précise toutes les émissions.

Cette nécessité, qui apparaîtra davantage encore avec l'organisation prochaine de nouveaux services publics de radiocommunications, est d'ailleurs universelle. Dans certains pays où n'existait antérieurement aucune limitation à l'usage des communications radioélectriques, c'est sur la demande des usagers eux-mêmes que des mesures d'organisation ont été adoptées pour remédier aux troubles dus à l'emploi, sans ordre ni méthode, des ondes électriques par les particuliers. Il importe donc, pour que le Gouvernement français ne se trouve pas dans l'obligation de prendre à bref délai de semblables mesures régressives, que le public n'accueillerait sans doute pas favorablement, de préciser les règles auxquelles doivent être soumis l'établissement et l'usage des postes radioélectriques privés de toute nature.

C'est à cet effet qu'a été élaboré le projet de décret ci-annexé, dont le texte n'a été définitivement arrêté qu'après une consultation de tous les groupements d'industriels et d'usagers intéressés et une étude minutieuse de leurs réponses.

Les dispositions de ce projet comportent deux parties bien distinctes qui visent, l'une les postes de réception, l'autre les postes d'émission.

En ce qui concerne les postes destinés uniquement à la réception des signaux, la réglementation projetée est extrêmement libérale et plus avantageuse pour les intéressés que celle de la plupart des pays étrangers. Il convient, en effet, d'encourager l'extension de la clientèle radiophonique. Sauf lorsqu'il s'agira de pétitionnaires de nationalité étrangère pour lesquels des dispositions spéciales ont été jugées indispensables, l'autorisation d'établir un poste de réception quelconque est donnée sous les seules conditions de ne pas s'immiscer dans la transmission des correspondances privées et de souscrire une déclaration permettant le recensement, dans l'intérêt de la défense nationale, des installations de cette nature.

La formalité de la déclaration a été rendue aussi simple que possible. Il suffira de remplir, dans un bureau de poste quelconque, l'une des formules mises à la disposition du public. Récépissé en sera donné immédiatement contre production des pièces d'identité du déclarant et versement d'un droit unique de 1 fr.

Il ne sera plus exigé aucune redevance pour tous les postes qui ne serviront pas à des auditions publiques ou payantes. L'exonération de droits est, en outre, prévue pour toutes les auditions publiques organisées gratuitement par les départements, communes, établissements publics ou d'utilité publique. La redevance actuelle de 10 fr par an, exigée de tous les postes récepteurs, se trouve ainsi supprimée.

Les plus grandes facilités seront donc données à tous les détenteurs de postes pour se mettre en règle en souscrivant une déclaration qui ne comportera, pour eux, d'une manière générale, aucune charge pécuniaire et qui n'est exigée que dans l'intérêt de la défense nationale. Le défaut volontaire de déclaration pourra dès lors, à bon droit, être considéré comme suspect.

En matière de postes émetteurs les dispositions du projet de décret ont principalement pour objet:

De subordonner l'établissement et l'usage de ces postes, dans l'intérêt de la sûreté de l'Etat, de la défense nationale et du fonctionnement des services publics, à une autorisa-

tion spéciale, après examen d'une commission où seront représentés tous les intérêts en cause;

De déterminer suivant la destination des installations, les puissances maxima, les types d'ondes et les longueurs d'onde que pourront utiliser les postes privés sans qu'il y ait inconvénient pour les postes publics et pour les usagers eux-mêmes;

D'obliger les permissionnaires, dans le but d'éviter les émissions mal réglées ou mal modulées, à faire assurer le réglage et le bon fonctionnement de leur poste par des opérateurs munis d'un certificat délivré par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones;

D'assujettir les postes radioémetteurs à une redevance annuelle pour droit d'usage calculée proportionnellement à la puissance d'émission utilisée.

Afin d'encourager, dans l'intérêt national, les progrès de la technique radioélectrique, aucune redevance, pour droit d'usage, n'est exigée des postes d'amateurs ni des postes destinés à des essais techniques ou à des expériences scientifiques.

Des tarifs spéciaux pourront être consentis aux départements, communes et établissements publics.

Les postes destinés à la diffusion publique de communications d'intérêt général feront l'objet de conventions spéciales passées après avis de la commission visée plus haut. Les clauses techniques et financières des conventions et des cahiers des charges y annexés seront arrêtées après accord avec les ministres intéressés. Seront passées dans les mêmes conditions les conventions relatives à l'utilisation, en dehors des heures de service public, des postes radioélectriques appartenant à l'État.

La radiotéléphonie est, en effet, un mode nouveau d'information, de récréation et d'éducation dont il est très souhaitable d'encourager le développement.

Ses possibilités sont malheureusement, dans l'état actuel de la technique, étroitement limitées. Il convient, dès lors, que l'utilisation en soit soumise, dans l'intérêt général, à des conditions particulières.

L'État ne peut pas, par ailleurs, se désintéresser des bénéfices importants que l'exploitation de la radiotéléphonie est susceptible de produire si elle est bien conduite. Les postes récepteurs étant généralement exemptés de toute redevance, une organisation comme celle qui a été établie en Grande-Bretagne et qui repose sur le produit des redevances payées par les amateurs est impossible. Dès lors, l'exploitation commerciale des postes émetteurs peut seule fournir la base financière d'une organisation de radiotéléphonie d'intérêt général, en accord avec le projet de création de postes régionaux qui doit être prochainement soumis au Parlement.

Les ressources obtenues grâce à l'exploitation commerciale des postes émetteurs contribueront non seulement à payer les frais des communications d'intérêt public (communiqués météorologiques, etc.), mais encore à doter les hôpitaux, les écoles, les communes rurales, etc., de postes récepteurs qui permettront aux campagnes comme aux villes de bénéficier de l'œuvre de diffusion radiotéléphonique.

L'ensemble de ces dispositions offrira le moyen de donner à l'industrie et à la technique radioélectrique française un développement digne de leur grand intérêt national et social.

Nous avons l'honneur de les soumettre à votre haute approbation et nous vous serions obligés de vouloir bien, au cas où vous partageriez notre manière de voir, revêtir de votre signature le projet de décret ci-joint.

Décret

Le Président de la République française,

Vu l'article 3 de la loi du 29 novembre 1850 sur la correspondance télégraphique privée;

Vu le décret-loi du 27 décembre 1851 concernant le monopole et la police des lignes télégraphiques;

Vu l'article 3 de la loi constitutionnelle du 25 février 1875;

Vu la loi du 5 avril 1878 autorisant le ministre des Postes et Télégraphes à consentir des abonnements à prix réduits pour la transmission des dépêches télégraphiques lorsque cette transmission s'effectue en dehors des conditions ordinaires établies pour l'application des taxes télégraphiques;

Vu l'article 25 de la loi de finances du 30 juillet 1913;

Vu l'article 44 de la loi de finances du 31 juillet 1920;

Vu les articles 64 et 85 de la loi de finances du 30 juin 1923;

Vu les décrets des 24 février 1917 et 15 mai 1921 relatifs à la transmission et à la réception des signaux radioélectriques;

Sur le rapport du président du Conseil, ministre des Affaires étrangères, des ministres des Travaux publics, de la Guerre, de la Marine, de l'Intérieur et des Finances.

Décrète:

Article premier. — Aucune installation radioélectrique privée pour la télégraphie et la téléphonie ne peut être établie et utilisée que dans les conditions déterminées par le présent décret.

Titre premier. — Postes radioélectriques privés de réception

Art. 2. — Les postes radioélectriques servant uniquement à la réception de signaux ou de communications n'ayant pas le caractère de correspondances particulières sont divisés en trois catégories:

1° Ceux qui sont installés par les départements, les communes, les établissements publics ou d'utilité publique, pour des auditions gratuites;

2° Ceux qui sont installés par des particuliers pour des auditions publiques ou payantes;

3° Ceux qui ne sont pas destinés à des auditions publiques ou payantes.

Art. 3. — L'établissement des postes radioélectriques privés servant uniquement à la réception de signaux ou de communications n'ayant pas le caractère de correspondances particulières est autorisé sous la condition, pour le pétitionnaire, de souscrire, dans un bureau quelconque des Postes et des Télégraphes, une déclaration conforme au modèle déterminé par un arrêté du sous-secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes.

Cette déclaration doit être accompagnée des pièces justificatives de l'identité, du domicile et de la nationalité du déclarant.

Elle donne lieu à la perception d'un droit de statistique fixé à 1 fr.

Il en est délivré un récépissé au déclarant.

Dans le cas où le pétitionnaire ne justifie pas de la nationalité française, l'établissement du poste radioélectrique de réception demeure subordonné à une autorisation spéciale du sous-secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes dans les conditions fixées pour les postes d'émission par le titre II du présent décret.

Art. 4. — Les postes récepteurs ne doivent être la cause d'aucune gêne pour les postes voisins, même dans le cas d'appareils récepteurs émettant des ondes de faible intensité dans l'antenne.

Toutes les dispositisns doivent d'ailleurs être prises pour que cette émission d'ondes par les appareils de réception soit réduite au minimum.

Art. 5. — L'Administration des Postes et des Télégraphes est chargée d'exercer tel contrôle qu'elle jugera utile sur les postes radioélectriques privés de réception. Les agents chargés du contrôle pourront pénétrer à tout moment dans les locaux où se trouvent installés les postes destinés à des auditions publiques ou payantes.

Art. 6. — Les postes radioélectriques de la deuxième catégorie mentionnée à l'article 2 destinés à des auditions publiques ou payantes sont soumis à une redevance annuelle indivisible et due pour la période du 1er janvier au 31 décembre de chaque année. Cette redevance est fixée par décret contresigné par le ministre chargé des Postes, Télégraphes et Téléphones et par le ministre des Finances. Elle

ressés ne coïncide pas avec l'année civile, être établi chaque année, d'après les bénéfices réalisés pendant l'exercice clos au cours de l'année précédente. D'autre part, ces contribuables ont la faculté de demander que, pour l'assiette de l'impôt général sur le revenu, il soit fait état du bénéfice net de ce même exercice. Le commerçant, visé dans la question, qui clôture son exercice comptable le 28 février, n'a, dès lors, à déclarer les bénéfices qu'il a réalisés au cours d'un exercice déterminé que dans l'année qui suit celle au cours de laquelle cet exercice a pris fin, et ses déclarations, qu'il devait produire jusqu'alors avant le 1er avril de chaque année, devront, par application des articles 3 et 4 de la loi du 30 juin 1923, être souscrites à partir de 1924, dans les deux premiers mois de l'année de l'imposition, pour les bénéfices de l'exercice clos au 28 février de l'année précédente.

Sur le droit de timbre des actions.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4292 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes :

18870. — M. Périnard, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° s'il est légal de percevoir le droit de timbre sur le cours d'une action lorsque l'acquéreur de cette action bénéficie, par suite d'une augmentation de capital, d'un privilège pour souscrire à de nouvelles actions; 2° si ce droit de timbre ne devrait pas être perçu plutôt sur la valeur du droit de souscription. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Le droit de timbre proportionnel auquel la loi du 5 juin 1850 a assujetti les titres d'actions des sociétés, est perçu au comptant ou par abonnement sur le capital nominal des titres et, à défaut de capital nominal, sur le capital réel déterminé par une déclaration estimative des parties. Quel que soit le mode de payement, la valeur des titres ainsi déterminée reste immuable pendant toute la durée de la société. Il n'y a donc aucune raison d'établir la perception sur des bases différentes dans l'hypothèse envisagée par l'honorable député.

Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires et de la taxe à l'importation sur les affaires d'exportation et d'importation.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4291 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes :

18819. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre des Finances quel est, au point de vue de l'application de la taxe intérieure sur le chiffre d'affaires et de la taxe à l'importation, le régime applicable à l'importation et à l'exportation aux ventes f. o. b. et aux ventes c. a. f. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Le négociant qui vend des marchandises aux conditions f. o. b. ou c. a. f. ne doit pas, en principe, l'impôt sur le chiffre d'affaires parce que juridiquement, de telles ventes comportent livraison hors de France. Toutefois, il peut se trouver indirectement redevable dudit impôt par le jeu des dispositions de l'article 12 de la loi du 31 juillet 1920 qui a institué une surtaxe de 1,10 pour 100 sur les importations « lorsque le vendeur français ou étranger n'a pas le siège de son commerce en France et, par suite, ne paye pas la taxe sur le chiffre d'affaires » et qu'il ne s'agit pas de produits facturés dont le vendeur est établi au pays d'origine. En effet, si l'acheteur aux conditions f. o. b. ou c. a. f., en dédouanant la marchandise, réclame et obtient l'exemption de la surtaxe à l'importation en produisant, conformément à l'article 8 de l'arrêté ministériel du 28 août 1920, une attestation de son vendeur d'après laquelle celui-ci déclare que l'opération sera inscrite sur le livre spécial prévu à l'article 66 de la loi du 25 juin 1920, ou dans la comptabilité en tenant lieu, ledit vendeur doit acquitter l'impôt du chiffre d'affaires sur le montant de sa vente. Quant à l'acheteur qui dédouane la marchandise, il doit, en toute hypothèse, acquitter la taxe à l'importation édictée par l'article 72 de la loi du 25 juin 1920.

Sur le calcul de l'impôt cédulaire et de l'impôt global sur les revenus des traitements et des pensions.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4291 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », les deux questions et les deux réponses suivantes :

18837. — M. Arthur Levasseur, député, signale à M. le ministre des Finances le cas d'un fonctionnaire, retraité proportionnel, marié, sans enfant, résidant à Paris, n'ayant reçu en 1922 que 9750 fr de traitement et qui, d'après la loi du 31 mars 1923, ne devrait pas être imposé sur le traitement puisqu'il est exonéré de 7000 fr dans la Seine, plus 3000 fr pour sa femme, mais que l'agent chargé de l'établissement de l'impôt a additionné, avec le traitement ci-dessus, la retraite proportionnelle de l'intéressé, élevant ainsi le total à imposer à 12230 fr et demande si la façon d'opérer indiquée ci-dessus est régulière et conforme aux instructions de son département, ajoutant que c'est la première fois que l'on additionne le traitement et la pension pour le calcul de l'impôt cédulaire sur le traitement. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — L'article 6 de la loi du 30 mars 1923 ayant supprimé la distinction établie par la législation antérieure, pour l'assiette et le calcul de l'impôt, entre les pensions et rentes viagères, d'une part, et les traitements et salaires, d'autre part, il s'ensuit que les revenus de l'une et l'autre catégorie dont bénéficie un même contribuable doivent être totalisés et faire l'objet d'une taxation unique, l'intéressé ne pouvant, dès lors, bénéficier qu'une seule fois des déductions à la base prévues par ledit article. Dans le cas visé par la question, le service s'est, avec raison, conformé à cette règle.

18838. — M. Arthur Levasseur, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° quel est le montant de l'impôt à payer par un fonctionnaire, marié, sans enfant, habitant le département de la Seine, ayant perçu en 1922 9750 fr de traitement et 2480 fr de retraite proportionnelle; 2° si, pour le calcul de l'impôt le traitement et la retraite proportionnelle sont additionnés. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — L'article 6 de la loi du 30 mars 1923 ayant supprimé la distinction établie par la législation antérieure, pour l'assiette et le calcul de l'impôt, entre les pensions et rentes viagères, d'une part, et les traitements et salaires, d'autre part, il s'ensuit que, lorsqu'un même contribuable dispose à la fois de revenus de l'une et de l'autre catégorie, ces revenus doivent être totalisés et faire l'objet d'une taxation unique. Cette règle est applicable en particulier au contribuable visé dans la question, qui se trouve dès lors dans le cas d'être soumis à l'impôt, au titre de l'année 1923, à raison de la somme de 12230 fr représentant le total du traitement (9750 fr) et de la pension de retraite (2480 fr) dont il a bénéficié en 1922. Le montant de la cotisation correspondante, calculée en supposant que l'intéressé a droit, sur son revenu imposable, à la déduction de 3000 fr, prévue en faveur des contribuables mariés dont la femme n'a ni salaire ni revenus personnels, s'élève à 103,80 fr.

8e Année. Tome XV — N° 5 2 Février 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 5. 2 FÉVRIER 1924.

Nécrologie : Georges Henrard. — Nous avons appris la mort de cet ingénieur belge décédé le 3 juillet 1923, à l'âge de 58 ans, à Houffalize, dans les Ardennes belges.

Henrard fut élève de l'Institut électrotechnique de Montefiore et entra, à sa sortie de cette école, en 1889, à la Compagnie parisienne de l'Air comprimé où, pendant deux ans, il s'occupa des questions d'éclairage dans l'un des secteurs de Paris.

Il abandonna cette compagnie en 1891, pour rentrer dans son pays où il fut successivement ingénieur à la Compagnie internationale d'Electricité, puis directeur des ateliers de cette compagnie.

Il revint cependant en France dès 1895 et se mit au service de la Société des Forces motrices du Rhône, à Lyon. D'abord ingénieur, il devint ensuite directeur, puis administrateur délégué et, enfin, administrateur de cette société qui apprécia ainsi pendant de longues années la haute valeur de celui qu'elle avait mis à sa tête.

D'autres compagnies avaient d'ailleurs fait appel à sa compétence et la Compagnie générale des Câbles de Lyon, la Société hydro-électrique de la Haute-Isère et, plus récemment, la Société franco-belge pour la Fabrication mécanique du Verre l'avaient choisi comme administrateur.

A côté de ce rôle industriel, déjà considérable, nous devons aussi mentionner le rôle social joué pendant la guerre et depuis la cessation de celle-ci.

Resté en Belgique pendant la guerre, il organisa d'abord l'assurance mutuelle contre les risques de guerre, puis s'occupa, en qualité de président d'un comité provincial, du ravitaillement en grains de la province de Liège et, enfin, de secours pour les réfugiés. Constamment menacé par l'autorité allemande, mis en présence de difficultés sans nombre, il eut cependant la satisfaction d'arriver à son but malgré tous les empêchements.

Signalons, en dernier lieu, l'œuvre de secours aux aveugles « La Lumière » à la création de laquelle il prit une large part, en 1919, après l'armistice.

Henrard fut un organisateur de premier ordre, habitué aux grosses affaires, ne craignant pas les responsabilités importantes, il a été l'un des grands chefs d'industrie qui font honneur à la fois à la France et à la Belgique.

Ces deux pays le lui ont d'ailleurs témoigné, l'un, en le nommant chevalier de la Légion d'honneur ; l'autre, en le décorant de l'Ordre de la Couronne. — B. E.

Bibliographie : Annuaire de la T. S. F (¹). — Il n'existait jusqu'ici, dans ce genre d'ouvrages, que des publications étrangères, dont l'une d'elles, écrite en langue anglaise, a auprès des amateurs et des spécialistes un succès bien mérité. Cependant, la difficulté de la traduction faisait souhaiter, surtout dans le monde des amateurs, un annuaire publié en français.

Le livre que nous présentons à nos lecteurs, édité sous le patronage de la Société des amis de la T. S. F., parait combler cette lacune. Il constitue, en effet, une accumulation de documents qui sera précieuse pour tous ceux qui s'intéressent aux radiocommunications.

Cet annuaire est divisé en un certain nombre de parties indépendantes qui se succèdent dans l'ordre suivant :

1° *La réglementation de la télégraphie sans fil*, contenant les conventions internationales régissant les communications radioélectriques ordinaires, l'envoi de l'heure, les secours en mer.

2° *La réglementation des communications radioélectriques dans les différents Etats*, qui donne les principales prescriptions en vigueur dans presque tous les pays. Ce qui concerne la France a, bien entendu, un développement assez considérable.

3° *Le répertoire des postes* sera particulièrement apprécié des amateurs ; il contient d'abord la liste très complète des postes classés d'après leur indicatif d'appel, puis l'état signalétique des stations de tout ordre. On trouvera, pour les stations côtières, en plus de l'indicatif d'appel, les coordonnées géographiques précises et, pour les stations de bord, la portée du poste, le système d'émission, la longueur d'onde utilisée, la nature du service effectué, ainsi que la taxe perçue pour les télégrammes.

4° *La formation de la télégraphie sans fil* contient les renseignements d'ordre général soit techniques, soit pratiques sur les divers sujets se rapportant aux radiocommunications; ces sujets étant classés par ordre alphabétique, les recherches sont assez faciles à effectuer. Des schémas, des graphiques et même des abaques complètent les explications du texte.

Ces renseignements particuliers à la télégraphie sans fil sont suivis de données générales parmi lesquelles nous citons au hasard : tableau légal des unités commerciales et industrielles, tables des sinus, cosinus et tangentes, monnaies en usage dans les principaux pays, propriétés magnétiques du fer, temps légal dans les différents pays, etc.

5° *Le lexique en cinq langues des termes de télégraphie sans fil*, qui permet de trouver rapidement les mots correspondant à un sujet donné en français, anglais, allemand, italien et espagnol, rendra certainement des services, surtout à ceux qui compulsent souvent des revues étrangères traitant des radiocommunications.

6° *Les différentes sociétés de télégraphie sans fil.*

7° *Les grands postes* forment un chapitre dans lequel on trouvera la description de divers postes et celle, plus générale, d'un centre moderne de communications radioélectriques.

8° *Le répertoire commercial*, qui donne les adresses des principaux fabricants d'un article ou d'un appareil donnés. Cette partie, assez importante, n'est imprimée, d'une façon générale, que sur le verso des pages, le recto étant réservé à la publicité.

Nous devons signaler la bonne présentation de l'ouvrage et souhaiter l'apparition de nombreuses éditions successives de cet annuaire intéressant. — B. E.

(¹) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 1430 pages, avec de nombreuses figures dans le texte, édité par la librairie Etienne Chiron, 40, rue de Seine, à Paris. Prix : cartonné, 30 fr.

Bibliographie : Annuaire 1923-1924 des industries du caoutchouc (¹). — Cet annuaire, rédigé par le Syndicat professionnel du Caoutchouc, Gutta-percha, Tissus élastiques et le Syndicat professionnel des Fabricants de Fils et Câbles, réunit tous les renseignements qui peuvent intéresser les industries du caoutchouc.

On y trouvera, en plus des documents concernant directement ces deux syndicats : statuts, listes des membres du bureau et des adhérents, etc., des indications précieuses sur les différentes maisons fabriquant ou vendant des articles dans la constitution desquels rentre le caoutchouc et, par ailleurs, un répertoire des marques de fabrique se rapportant à l'industrie du caoutchouc.

En particulier, nous signalons après le répertoire des fabricants de fils et câbles, dont l'intérêt est indéniable pour nos lecteurs, le répertoire des groupements professionnels, associations ou établissements intéressant l'industrie électrique.

Cet annuaire contient aussi des renseignements d'ordre plus général qu'il est avantageux de rassembler à l'usage des industriels. Ce sont, par exemple : la composition des principaux services des différents Ministères, le texte de la loi du 21 mars 1884 sur les syndicats professionnels, et des notes sur les groupements et associations de tout ordre ayant des rapports directs ou indirects avec les deux syndicats de l'industrie du caoutchouc. — Y. G.

Bibliographie : Compte rendu de la 46e Session de l'Association française pour l'Avancement des Sciences (²). — Ce volume contient, outre les renseignements concernant l'Association (statuts, règlement, liste des membres, etc), les mémoires et communications présentées au Congrès qui s'est tenu à Montpellier en 1922.

Nous avons, dans le numéro de la « Revue générale de l'Electricité » du 7 octobre 1922, t. XII, p. 506-510, publié un compte rendu sommaire des travaux de nature à intéresser plus particulièrement nos lecteurs et nous avons reproduit, dans ce même numéro et dans les suivants, la plupart des communications concernant l'électricité ou s'y rattachant. Mais cette publication n'avait pas la prétention d'être complète et l'on trouvera, dans le volume qui vient d'être distribué et mis en vente, bon nombre de mémoires d'un réel intérêt pour les savants et ingénieurs spécialisés dans le domaine de l'électricité. D'ailleurs, l'ensemble des travaux présentés aux 21 sections de l'Association permet de se faire une idée nette de l'état actuel des diverses sciences, de sorte que leur lecture apporte à la « culture générale », si en honneur aujourd'hui, une contribution importante. — J. R.

(¹) Un volume, format 22 × 14 cm, de 260 pages avec figures dans le texte, édité par le Syndicat professionnel du Caoutchouc et le Syndicat professionnel des Fils et Câbles électriques, 18, rue Duphot, à Paris. Prix : cartonné, 10 fr.

(²) Un volume, format 22 cm × 15 cm, de 1070 + CXXXV pages. En vente au Secrétariat de l'Association, 28, rue Serpente et chez Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain. Prix : relié, 25 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Méthode de détermination expérimentale d'un moment d'inertie d'une dynamo, dans un cas particulier

L'auteur expose, dans cet article, une méthode pour la détermination du moment d'inertie d'une dynamo shunt à courant continu, basée sur la connaissance, en fonction du temps, de l'intensité du courant et non de la vitesse comme dans la méthode bien connue de « ralentissement ». Son emploi peut, dans certains cas, être plus commode que celui de la méthode habituelle.

Considérons une dynamo shunt à courant continu, accouplée ou non à un volant.

Le circuit d'excitation est raccordé au réseau de distribution.

Soit Ω le moment d'inertie de l'ensemble des pièces tournantes, par rapport à l'axe de rotation.

Démarrons la machine sous la tension V du réseau, la résistance totale du rhéostat et de l'induit en série étant R.

Nous supposerons le flux utile $\mathcal{N}$ sous chaque pièce polaire constant, la dynamo étant bipolaire pour la simplicité de l'exposé.

Nous tiendrons compte du couple résistant dû au frottement en écrivant

$$C_r = KN,$$

K étant une constante; N, le nombre de tours par seconde, correspondant à une vitesse angulaire

$$\omega = 2\pi N.$$

Nous aurons, en désignant par C_m le couple moteur électromagnétique et par i, le courant d'armature, en un instant quelconque, n étant le nombre de conducteurs actifs,

$$C_m = \frac{n i \mathcal{N}}{2\pi}$$

$$i = \frac{V - nN\mathcal{N}}{R}, \qquad (1)$$

Nous aurons, de plus, au cours de la période d'accélération,

$$C_m = C_r + \Omega \frac{d\omega}{dt},$$

ou

$$\frac{n\mathcal{N}}{2\pi} i = KN + \Omega \frac{d\omega}{dt}. \qquad (2)$$

On tire de (1)

$$N = \frac{V - iR}{n\mathcal{N}}$$

et

$$\frac{d\omega}{dt} = 2\pi \frac{dN}{dt} = -\frac{2\pi R}{n\mathcal{N}} \frac{di}{dt}.$$

L'équation (2) devient ainsi, tous calculs faits,

$$\frac{di}{dt} + \left[\frac{n^2\mathcal{N}^2}{4\pi^2 R\Omega} + \frac{K}{2\pi\Omega}\right] i = \frac{KV}{2\pi\Omega R}.$$

Posons, pour simplifier,

$$P = \frac{n^2\mathcal{N}^2 + 2\pi KR}{4\pi^2 R\Omega} \quad \text{et} \quad Q = \frac{KV}{2\pi\Omega R}.$$

L'équation prend la forme

$$\frac{di}{dt} + Pi = Q$$

et a pour équation générale

$$i = e^{-Pt}\left[c + \frac{Q}{P} e^{Pt}\right] = \frac{Q}{P} + c e^{-Pt},$$

c étant une constante d'intégration.

A l'instant $t = 0$, nous aurons

$$i_0 = \frac{V}{R} = \frac{Q}{P} + c,$$

d'où, en remarquant que

$$\frac{Q}{P} = KV \frac{2\pi}{n^2\mathcal{N}^2 + 2\pi KR},$$

$$i = KV \frac{2\pi}{n^2\mathcal{N}^2 + 2\pi KR} + \left[\frac{V}{R} - KV \frac{2\pi}{n^2\mathcal{N}^2 + 2\pi KR}\right] e^{-\frac{n^2\mathcal{N}^2 + 2\pi KR}{4\pi^2 R\Omega} t}.$$

Nous aurons, de plus,

$$\frac{di}{dt} = \frac{-Vn^2\mathfrak{N}^2}{4\pi^2R^2\Omega}\, e^{-\frac{(n^2\mathfrak{N}^2+2\pi KR)\,t}{4\pi^2 R\Omega}}.$$

Supposons que l'on ait tracé la courbe définissant i en fonction du temps, successivement pour deux valeurs suffisamment différentes de R.

On peut, notamment, utiliser les deux courbes relevées sur le diagramme d'un ampèremètre, ce diagramme ayant une grande vitesse de déroulement (voir fig. 1).

Ces deux courbes étant rapportées aux mêmes axes de coordonnées, on peut, pour une même valeur de t, tracer aussi exactement que possible les tangentes relatives aux deux courbes et calculer $\operatorname{tg}\alpha_1$ et $\operatorname{tg}\alpha_2$.

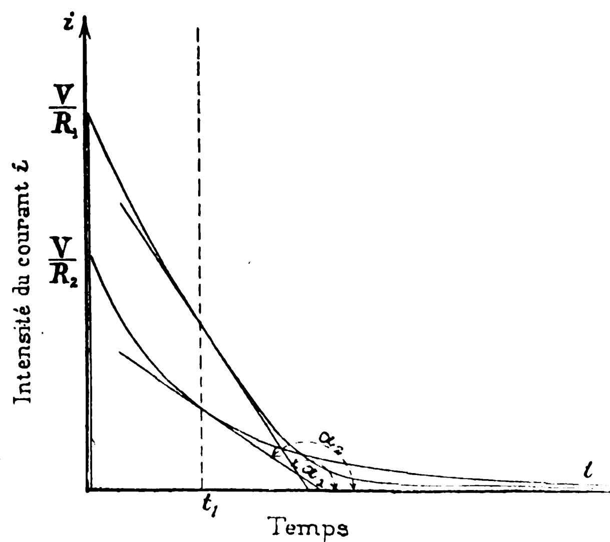


Fig. 1. — Courbe du courant dans le circuit de l'induit, en fonction du temps, pour deux valeurs R_1 et R_2 de la résistance du circuit.

Soit

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg}\alpha_1}{\operatorname{tg}\alpha_2} \quad \text{ou} \quad \frac{\left(\frac{di}{dt}\right)_{R_1}}{\left(\frac{di}{dt}\right)_{R_2}}.$$

On trouve, après simplification,

$$\gamma = \frac{R_2^2}{R_1^2}\, e^{\frac{n^2\mathfrak{N}^2(R_1-R_2)}{4\pi^2R_2R_1\Omega}t},$$

ou

$$\Omega = \frac{n^2\mathfrak{N}^2(R_1-R_2)\,t}{4\pi^2R_2R_1\log_e\gamma\frac{R_1^2}{R_2^2}}.$$

Il reste à déterminer $n^2\,\mathfrak{N}^2$.

On peut procéder comme il suit.

On attend que le moteur ait acquis sa vitesse de régime, pour l'une ou l'autre des résistances de démarrage employées.

On aura alors, en désignant par I le courant de régime et N_1, la vitesse finale,

$$n\mathfrak{N} = \frac{V-IR_1}{N_1}$$

et, finalement,

$$\Omega = \frac{(V-IR_1)^2}{N_1^2}\,\frac{(R_1-R_2)\,t}{4\pi^2R_1R_2\log_e\gamma\frac{R_1^2}{R_2^2}}.$$

Si les valeurs t, R_1, R_2, I, N_1, et V peuvent être déterminées avec précision, l'erreur principale proviendra de γ, par suite de l'évaluation plus ou moins précise de α_1 et de α_2.

En ne considérant que cette cause d'erreur, nous aurons, en désignant par A la constante

$$\frac{(V-IR)^2}{N_1^2}\,\frac{(R_1-R_2)\,t}{4\pi^2R_1R_2},$$

$$\Omega = \frac{A}{\log_e\gamma\frac{R_1^2}{R_2^2}},$$

$$d\Omega = -A\,\frac{d\gamma}{\gamma\left[\log_e\gamma\frac{R_1^2}{R_2^2}\right]^2},$$

d'où

$$\frac{d\Omega}{\Omega} = \frac{1}{\log_e\gamma\frac{R_1^2}{R_2^2}}\,\frac{d\gamma}{\gamma} = \frac{1}{\log_e\gamma+\log_e\frac{R_1^2}{R_2^2}}\,\frac{d\gamma}{\gamma}.$$

En fait, on prendra des résistances R_1 et R_2 aussi différentes que la sécurité de la machine le permet, on tracera les tangentes sur les parties les plus descendantes des courbes, lesquelles sont, au début, plus ou moins rectilignes.

Cette méthode, approximative, peut parfois être plus commode que le procédé dit par « ralentissement ».

J. Foerster,
Ingénieur au Service électrique
de la Société Cockerill.

Revues, analyses et informations

Le système de forces du champ électromagnétique à quatre dimensions [1].

A certains égards, le champ électromagnétique général, envisagé comme une entité à quatre dimensions, apparait comme l'extension exacte et naturelle aux quatre dimensions du champ électromagnétique à trois dimensions. Les propriétés de ce dernier s'expriment au moyen d'une fonction vectorielle de position **e** « agissant » suivant une certaine ligne, Ox, dont l'orientation, et celle du plan du plan des yz, à laquelle elle est perpendiculaire, est fixée pour chaque point.

Les propriétés du champ électromagnétique à quatre dimensions s'expriment par une fonction vectorielle de position

$$R = \{(\mathbf{e}^2 - \mathbf{h}^2)^2 + 4(\mathbf{eh})^2\}^{\frac{1}{4}},$$

« agissant » dans un certain plan, le plan des xt, dont l'orientation, en même temps que celle du plan des yz auquel il est perpendiculaire, est fixée pour chaque point. Dans le premier cas, les équations électrostatiques fondamentales reviennent à énoncer que le vecteur **e** peut être représenté par des lignes de force ou, en d'autres termes, que le flux du vecteur **e** à travers la section droite d'un tube de Faraday est constant sur toute sa longueur. Dans le second cas, les équations électromagnétiques fondamentales équivalent à une propriété analogue du vecteur R.

Il y a, naturellement, une différence entre les deux champs qui est évidente pour les sens, et qui est due au fait que la géométrie dans la direction t est différente en caractère de la géométrie de l'espace des xyz. Par l'emploi du temps imaginaire $l = it$, la différence des géométries disparait et l'équivalence des deux champs est rendue quasi complète.

Le système de forces d'un champ électromagnétique à quatre dimensions constitue un autre aspect, suivant lequel une équivalence exacte se manifeste encore avec un champ électrostatique à trois dimensions. Chaque élément de ce dernier peut être regardé comme étant en équilibre sous l'action d'une tension de grandeur $\frac{1}{2}e^2$ s'exerçant le long des lignes de force, combinée avec une pression égale qui agit normalement à celles-ci. Ce système de forces peut être représenté, avec des axes Ox, Oy, Oz arbitraires, par le tenseur :

$$\left.\begin{aligned} P_{xx} &= \frac{1}{2}(-e_x^2 + e_y^2 + e_z^2), & P_{xy} &= P_{yx} = -e_x e_y, \\ P_{yy} &= \frac{1}{2}(-e_y^2 + e_z^2 + e_x^2), & P_{yz} &= P_{zy} = -e_y e_z, \\ P_{zz} &= \frac{1}{2}(-e_z^2 + e_x^2 + e_y^2), & P_{zx} &= P_{xz} = -e_z e_x. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Il en résulte que P_x représente le vecteur force par unité d'aire du plan des yz dont la normale est l'axe des x, et P_{xx}, P_{xy}, P_{xz} sont les composantes de P_x suivant Ox, Oy, Oz.

[1] S. R. MILNER, *Philosophical Magasine*, juillet 1923, t. XLVI, p. 125-138, 1500 mots.

Pour voir l'équivalence de (1) avec le système de forces comme il est décrit d'ordinaire, choisissons les axes de façon que

$$e_x = e, \quad e_y = e_z = 0.$$

Nous obtenons

$$P_{xx} = -\frac{1}{2}e^2, \quad P_{yy} = P_{zz} = +\frac{1}{2}e^2, \quad P_{xy} = 0, \text{ etc.}$$

Les composantes le long des axes de la force résultante F par unité de volume, agissant sur un élément $dx\, dy\, dz$ du champ, sont données par

$$F_x = \frac{\partial P_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial P_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial P_{zx}}{\partial z}, \text{ etc.}$$

L'équilibre des forces résulte du fait que, comme conséquence des équations électrostatiques fondamentales

$$\text{rot}\,\mathbf{e} = 0, \quad \text{div}\,\mathbf{e} = 0,$$

chaque composante de F s'annule.

Considérons maintenant, dans le champ électromagnétique à quatre dimensions, le tenseur suivant, qui a été donné par Sommerfeld comme étant le produit tensoriel symétrique le plus général déterminable à partir des vecteurs du champ électromagnétique

$$(\mathbf{h}, \ -\mathbf{ie}), \qquad (-\mathbf{ie}, \ \mathbf{h}).$$

$$\left.\begin{aligned} P_{xx} &= \frac{1}{2}(-e_x^2 + e_y^2 + e_z^2 - h_x^2 + h_y^2 + h_z^2), \\ P_{yy} &= \frac{1}{2}(-e_y^2 + e_z^2 + e_x^2 - h_y^2 + h_z^2 + h_x^2), \\ P_{zz} &= \frac{1}{2}(-e_z^2 + e_x^2 + e_y^2 - h_z^2 + h_x^2 + h_y^2), \\ P_{tt} &= \frac{1}{2}(-e_x^2 - e_y^2 - e_z^2 - h_x^2 - h_y^2 - h_z^2); \\ P_{xy} &= P_{yx} = -(e_x e_y + h_x h_y), \\ P_{yz} &= P_{zy} = -(e_y e_z + h_y h_z), \\ P_{zx} &= P_{xz} = -(e_z e_x + h_z h_x); \\ P_{xt} &= P_{tx} = -\mathbf{i}(e_z h_y - e_y h_z), \\ P_{yt} &= P_{ty} = -\mathbf{i}(e_x h_z - e_z h_x), \\ P_{zt} &= P_{tz} = -\mathbf{i}(e_y h_x - e_x h_y). \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Celui-ci peut être interprété comme étant une force à quatre dimensions, où P_x représente le vecteur force qui s'exerce sur le volume unité de l'hyperplan des y, z, t dont la normale est l'axe des x, et où P_{xx}, P_{xy}, P_{xz}, P_{xt} sont les composantes de P_x suivant Ox, Oy, Oz, Ot. Les composantes suivant les quatre axes de la force résultante qui s'exerce

par unité de volume sur un élément dx, dy, dz, dl sont alors données par les équations

$$F_x = \frac{\partial P_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial P_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial P_{zx}}{\partial z} + \frac{\partial P_{lx}}{\partial l},$$

$$F_y = \frac{\partial P_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial P_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial P_{zy}}{\partial z} + \frac{\partial P_{ly}}{\partial l},$$

$$F_z = \frac{\partial P_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial P_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial P_{zz}}{\partial z} + \frac{\partial P_{lz}}{\partial l},$$

$$F_l = \frac{\partial P_{xl}}{\partial x} + \frac{\partial P_{yl}}{\partial y} + \frac{\partial P_{zl}}{\partial z} + \frac{\partial P_{ll}}{\partial l}.$$

Pour simplifier, limitons la discussion aux régions où il n'y a pas de charge électrique. Il résulte des équations électromagnétiques fondamentales que chaque composante de F se réduit alors à zéro, et que l'élément est ainsi soumis à une force résultante nulle. Les couples sont également nuls, en conséquence de l'égalité de P_{xy} avec P_{yx}, etc. Il s'ensuit que le champ électromagnétique dans l'hyperespace avec temps imaginaire peut être regardé comme étant en équilibre statique sous l'action du systèmes de forces (2).

Pour voir la signification réelle du tenseur (2), son expression peut être simplifiée par un changement d'axes analogue précisément à celui qui permet de simplifier le tenseur à trois dimensions. La possibilité de cette transformation résulte d'une proposition établie dans le travail précédent de l'auteur : « Dans le champ électromagnétique général à quatre dimensions, il est toujours possible de choisir les axes des x, y, z et l en un point quelconque, avec des directions telles que les forces électrique et magnétique soient colinéaires et orientées suivant la direction de l'axe des x. »

Si nous choisissons les axes de façon que cette condition soit satisfaite, c'est-à-dire de sorte que l'on ait

$$e_x = E, \quad h_x = H, \quad e_y = e_z = h_x = h_z = 0,$$

l'expression du tenseur de Sommerfeld (2) devient

$$P_{xx} = P_{ll} = -\frac{1}{2}(E^2 + H^2) = -\frac{1}{2} R^2.$$

$$P_{yy} = P_{zz} = +\frac{1}{2}(E^2 + H^2) = +\frac{1}{2} R^2.$$

avec toutes les autres composantes nulles.

En conséquence, le tenseur (2) représente un système de forces qui consiste en une tension de $\frac{1}{2} R^2$ dans toutes les directions du plan des axes Ox et Ol, combinée avec une pression égale dans toutes les directions du plan absolument orthogonal yOz. Ceci est une extension exacte aux quatre dimensions du système de forces électrostatiques dans les trois dimensions. Le vecteur $(R\ iR)$ consiste en R associé avec le plan des yz, en « agissant » suivant chaque direction du plan xl perpendiculaire à yOz, combiné avec iR associé de même avec le plan des xl. Il est l'extension naturelle aux quatre dimensions du vecteur e du système électrostatique à trois dimensions. Dans le système à quatre dimensions, le demi carré du vecteur donne, dans chaque cas, la force qui s'exerce sur le plan correspondant :

$$\frac{1}{2} R^2 \text{ sur } yOz, \quad \frac{1}{2} (iR)^2 \text{ sur } xOl.$$

Il y a là une symétrie complète des tensions et pressions correspondant à une symétrie seulement partielle dans le cas des trois dimensions. — L. B.

Nouvelles expériences sur la masse des particules qui transportent l'électricité dans les métaux (1).

Bien que Tolman et Stewart aient apparemment démontré que les particules électrisées des métaux ont un rapport de la masse à la charge à peu près égal à celui qui caractérise un électron, il était désirable de vérifier ce résultat et, si possible, d'obtenir une valeur plus exacte de $\frac{m}{e}$ par l'emploi d'une méthode complètement différente. On a donc construit un appareil oscillant, formé d'un cylindre de cuivre de 9 8 inches de longueur, 4 inches de diamètre extérieur, et 3 de diamètre intérieur et fixé à une tige de laiton de façon à pouvoir osciller autour de son axe avec une fréquence d'environ 20 périodes par seconde. Autour de ce cylindre se trouve une bobine à très grande longueur de fil, agissant comme le secondaire d'un transformateur. Cette bobine est connectée à un galvanomètre à oscillations par l'intermédiaire d'un amplificateur triple construit spécialement. La tendance des électrons du cylindre oscillant à subir un retard par rapport au métal, du fait de leur inertie, conduit à une force électromotrice dont les effets étaient finalement mesurés par la déviation du galvanomètre, accordé sur la fréquence des oscillations mécaniques. Cette déviation était alors comparée avec celle produite par la force électromotrice connue accompagnant les oscillations des génératrices du cylindre normalement au champ magnétique terrestre. L'appareil était montré sur un pilier massif et solide, situé à 150 yards des circuits électriques les plus voisins. L'emploi de matériaux magnétiques était naturellement proscrit dans toute cette construction. L'axe du cylindre oscillant, dans sa première position, était orientée parallèlement au champ magnétique terrestre pour réduire les effets accidentels. Ce dispositif présentait sur celui de Tolman et Stewart l'avantage d'éviter toute connexion électrique directe entre parties mobiles et stationnaires et, aussi, l'arrêt brusque d'une bobine de fil, avec le risque correspondant de provoquer une déformation et un glissement du fil. Le fait que le galvanomètre à vibration est accordé sur la fréquence de l'effet étudié est aussi important au point de vue de l'élimination des effets accidentels. La moyenne de 86 déterminations, faites par cette méthode, a conduit, pour les particules transportant les charges électriques dans le cuivre, à la valeur $\frac{m}{e} = 5{,}2.10^{-8}$. Pourtant, on ne peut encore considérer ce résultat comme établissant une différence de masse avec les électrons libres, car la différence avec le nombre relatif à ces derniers, soit $\frac{m}{e} = 5.66.10^{-8}$, reste de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales. — L. B.

(1) R.-C. Tolman, S. Karrer et E.-W. Guernsey. *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 525-539, 7 000 mots, 3 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

Remarques sur l'application des moteurs électriques à courants alternatifs polyphasés à la commande de compresseurs d'air à pistons

De l'étude des particularités et conditions de fonctionnement des compresseurs d'air à pistons à vitesse constante, l'auteur conclut que, parmi les diverses catégories d'alternomoteurs polyphasés, deux seulement conviennent pour l'entraînement de ces appareils : le moteur synchrone à autodémarrage et les moteurs asynchrones d'induction. Il en résume les propriétés et arrive à montrer que, dans la plupart des cas, c'est le premier type de moteur qui conviendra.

I. **Introduction.** — L'emploi des compresseurs d'air à pistons dans l'industrie des mines, carrières et travaux publics a pris, en ces dernières années, une extension très marquée.

Dans les mines, où l'installation d'outils pneumatiques a atteint, depuis la guerre, un développement particulièrement sensible, les groupes de compression modernes, à mouvements alternatifs, que l'on installe pour des débits d'aspiration allant pratiquement jusqu'à 200 m³ : mn et davantage, constituent sur les carreaux des fosses des ensembles à forte consommation d'énergie.

Or, il ne semble pas, jusqu'à présent, que, dans la commande électrique de ces compresseurs, on se soit particulièrement soucié du genre de moteur qu'il convenait d'adopter suivant le cas. L'adoption de tel ou tel type de moteur à courant alternatif n'est cependant pas indifférente en se plaçant, non seulement au point de vue des rendements des moteurs ou de la répercussion de leur marche sur les réseaux, mais aussi au point de vue du fonctionnement organique de ceux-ci, envisagé dans ses rapports avec celui des compresseurs commandés.

Nous nous proposons, dans la présente note, d'étudier rapidement les conditions d'appropriation qui peuvent se rencontrer dans les installations courantes, étant bien entendu qu'il ne s'agira ici que de compresseurs alternatifs à vitesse constante et que nous ne ferons pas intervenir la question des prix moyens comparatifs entre moteurs de caractéristiques identiques et de principes différents.

II. **Aperçu général sur les particularités des compresseurs à pistons.** — Les compresseurs alternatifs à vitesse constante peuvent être classés en tenant compte : de la valeur de leur pression de refoulement ; de leur orientation ; des conditions d'étagement ; de la disposition des cylindres ; du mode d'action des pistons ; de leur mode de commande et, en outre, de leur puissance, de leur vitesse, de leur genre de refroidissement.

Dans les cas les plus courants, nous retiendrons successivement que :

1° Les compresseurs sont dénommés « machines soufflantes » lorsque, pour de très grands débits, la pression de refoulement ne dépasse pas 2 kg : cm² effectifs. Ils sont enfin désignés sous le vocable habituel de « compresseurs » lorsque la pression de refoulement dépasse la précédente valeur ;

2° Les compresseurs d'air sont, soit horizontaux (cas le plus général), soit verticaux, soit encore d'angle, lorsque les cylindres font entre eux un angle quelconque ;

3° L'étagement est fonction de la pression de refoulement : un étage jusqu'à une pression effective de 6 kg : cm² ; deux étages, de 30 à 60 kg : cm² environ ; trois étages, jusqu'à 70 kg : cm² ; quatre et plus, jusqu'à 150 à 200 kg : cm² (traction à l'air comprimé, extraction de l'oxygène de l'air ; dans la marine : chargement de réservoirs d'air de torpilles, dernière application dans laquelle on emploie des compresseurs à cinq étages comprimant jusqu'à une pression de 350 kg : cm²) ;

4° La disposition la plus courante des cylindres est la disposition en parallèle pour les compresseurs horizontaux. La disposition en tandem est beaucoup plus rare, ainsi que la disposition d'angle ;

5° Les pistons travaillent généralement à double effet. On rencontre aussi, dans les installations de faible importance, des pistons différentiels ;

6° La commande est réalisée par courroies, câbles, engrenages, ou par accouplement direct de la machine motrice ;

7° Les puissances peuvent être très variables : depuis quelques chevaux jusqu'à 1 200 ch et plus ;

8° Les vitesses peuvent être également très variables : les compresseurs de petite puissance (moins de 25 m³ de gaz aspirés à la minute, par exemple, pour pression

de refoulement effective de 7 kg : cm² ont des vitesses comprises entre 100 et 300 t : mn environ. Les compresseurs plus puissants tournent entre 60 et 200 t : mn environ. Enfin, les modèles verticaux ont toujours des vitesses plus élevées que les modèles horizontaux ;

9° Les refroidissements sont opérés par circulation d'eau dans les enveloppes, les fonds de cylindre et les réfrigérants intermédiaires, lorsqu'il y a étagement. La réfrigération par injection d'eau est à peu près abandonnée.

III. Conditions de fonctionnement des compresseurs à pistons à vitesse constante. — Du rapide exposé précédent, nous déduisons que, quelles que soient les conditions de vitesse, de puissance et de disposition de cylindres, la commande électrique sera toujours applicable et, dans la majorité des cas, la commande directe restera la plus rationnelle en raison principalement de l'amélioration du rendement mécanique, du moindre encombrement et de la marche plus silencieuse.

Toutes les catégories de moteurs à courants alternatifs peuvent donc être employées à la commande des compresseurs à pistons à vitesse constante. Cependant les différentes propriétés fonctionnelles de chacune de ces catégories font que les adaptations à ce genre de compresseurs demandent à être spécialement étudiées.

La remarque principale à considérer réside dans le système de réglage des compresseurs :

Le débit d'air d'un compresseur alternatif à vitesse constante peut être en effet réglé de deux façons très différentes : par « tout ou rien » ou par « étagement ».

Sans entrer dans l'examen des détails de ces dispositifs, nous pouvons observer que ces réglages sont le plus généralement opérés sur l'aspiration.

Le premier, le plus simple, est obtenu soit par obturation complète de l'arrivée d'air sur le cylindre aspirateur avec installation complémentaire de soupapes de décharge mettant en communication le refoulement avec l'atmosphère pour éviter les échauffements de cylindres, soit, dans le but d'éviter les dangers d'inflammation des vapeurs d'huile, par soulèvement des clapets d'aspiration.

Le second, basé sur l'utilisation des espaces morts, fait intervenir des « capacités » supplémentaires dans les cylindres, mises automatiquement en communication avec les chambres de travail suivant le jeu de soupapes spéciales commandées par un distributeur d'air placé sous l'influence de la pression de refoulement.

Ce procédé est parfois combiné avec un dispositif d'action sur les clapets d'aspiration agissant toujours par soulèvement.

Un tel mode de réglage possède l'avantage de proportionner rigoureusement aux débits d'air refoulé les consommations de puissance, tout en permettant d'éviter les à-coups. Par conséquent, on obtient avec le réglage étagé une progressivité excellente dans les variations du couple résistant.

Nous observerons, en second lieu, que les démarrages de compresseurs s'opèrent, d'une manière générale, à vide, de sorte que, dans le problème de l'attaque directe ou indirecte d'un compresseur par un moteur à courant alternatif, nous dégageons les conditions principales de fonctionnement ainsi qu'il suit :

Au démarrage : démarrage à vide correspondant simplement, pour les moteurs, au travail d'accélération des masses en mouvement ; en régime : vitesse constante ; variations importantes et parfois fréquentes des couples résistants avec le réglage par « tout ou rien » ; variations progressives des couples résistants avec le réglage « étagé » ; pas de surcharge à prévoir.

Ces conditions indiquent clairement que, parmi les diverses catégories d'alternomoteurs polyphasés, deux seulement doivent être retenues :

Le moteur synchrone à autodémarrage ;

Les moteurs asynchrones d'induction.

IV. Moteurs synchrones à autodémarrage. — Dans l'application des moteurs synchrones polyphasés autodémarreurs, à la commande directe des compresseurs à pistons, il ne peut s'agir, en raison des vitesses relativement faibles à prévoir, que de moteurs à pôles saillants.

Ces moteurs, comme du reste ceux à rotors cylindriques, partagent, avec les moteurs polyphasés asynchrones et les moteurs à courant continu, la propriété d'avoir un couple constant pendant toute la durée d'un tour. La littérature technique fournit actuellement à leur sujet une abondante documentation [1] et nous nous bornerons à préciser quelques données de leurs propriétés fonctionnelles se rapportant aux applications particulières que nous examinons.

Les moteurs triphasés synchrones modernes à autodémarrage (démarrage automatique sous tension réduite avec transformateur branché entre le réseau et le moteur [2]), présentent des couples au départ variant

[1] F.-A. LAUPER ; Démarrage des moteurs synchrones avec facteur de puissance unité. *Electrical Review*, 19 décembre 1919, t. LXXXV, p. 772.

E.-E. GEORGE ; Le problème du démarrage des moteurs synchrones. *Electrical World*, 10 avril 1920, t. LXXV, p. 839.

Alfred HAY et P.-N. MOWDAWALLA ; Conditions de démarrage des machines synchrones. *Revue générale de l'Electricité*, 24 juillet 1920, t. VIII, p. 117.

J. MATHIVET ; Note sur l'emploi des moteurs synchrones dans les installations minières. *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1920, t. VIII, p. 612.

M. LAPINÉ ; Note sur l'emploi et le démarrage des moteurs synchrones polyphasés. *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1920, t. XXIX, p. 445.

M. LECOQ ; Les moteurs synchrones autodémarreurs. *Revue générale de l'Electricité*, 14 janvier 1922, t. XI, p. 51.

Otto BÖHM ; Sur l'accrochage des moteurs synchrones démarrant en moteurs asynchrones. *Revue générale de l'Electricité*, 17 février 1923, t. XIII, p. 262.

Le démarrage des moteurs et leur fonctionnement. *Revue B. B. C.*, août et septembre 1923, t. X, p. 139 et 166.

[2] Nous rappellerons rapidement que l'accrochage de ces moteurs qui démarrent non excités et sous tension réduite en moteurs asynchrones, grâce aux courants de Foucault prenant naissance par induction dans les noyaux polaires,

de 20 à 40 pour 100 du couple normal, suivant les vitesses de régime et les tensions appliquées, l'appel de courant dans ces conditions pouvant être de 0,9 à 1,5 fois le courant normal de pleine charge (¹). (Voir les courbes des figures 1 et 2.)

Le phénomène de George ou inflexion de la courbe

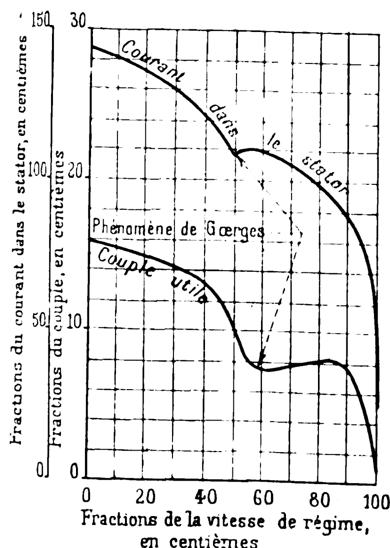


Fig. 1. — Courbes de démarrage de moteurs synchrones auto-démarreurs sous tension égale à 40 pour 100 de la tension normale.

des couples à mi-vitesse (très nettement indiquée en figure 1) est très facilement atténué dans ces moteurs, grâce à une construction particulière des épanouissements polaires (forme oblique) et à l'installation d'amortisseurs sur ces pôles, amortisseurs qui contribuent, du reste, à améliorer les valeurs des couples pendant la période entière de démarrage.

Les surcharges qu'ils sont susceptibles de supporter peuvent être de l'ordre de 50 à 75 pour 100 et parfois 100 pour 100 pour les moteurs calculés de façon à permettre une excitation amenant un fort déphasage en avant à pleine charge. Pour toute excitation à pleine charge donnant $\cos \varphi = 1$, les risques de décrochage avec les moteurs à pôles saillants sont pour ainsi dire inexistants et, de plus, la stabilité peut être considérablement augmentée avec une faible surexcitation.

Or, nous avons vu que la question de surcharge d'un compresseur à vitesse constante ne se pose pas.

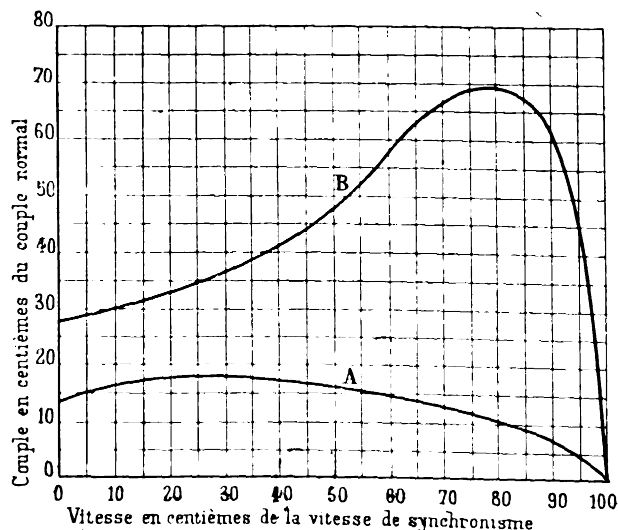


Fig. 2. — Courbe A : Couple de démarrage d'un moteur synchrone démarrant sous tension réduite. — Courbe B : Couple de démarrage d'un moteur synchrone démarrant dans les mêmes conditions, mais appliqué à la commande de pompes ou de ventilateurs.

Par conséquent, les moteurs synchrones à autodémarrage seront applicables dans tous les cas.

On pourra leur reprocher un démarrage brutal, une certaine complication de l'appareillage nécessaire à ce démarrage et l'obligation d'installer, avec les moteurs qui commandent des compresseurs horizontaux à cylindres parallèles, une excitatrice qui peut être attaquée, soit par courroie, soit par moteur, généralement un moteur asynchrone d'induction. Mais ce sont là des inconvénients qui disparaissent devant la robuste simplicité de ce genre de moteurs.

Les moteurs asynchrones d'induction doivent certainement mieux s'adapter à la commande de compresseurs réglés par « tout ou rien », en raison de leur plus grande complaisance aux brusques et fréquentes variations de charge. Répétons toutefois que les couples élevés au démarrage de ces moteurs, ainsi que la douceur de leur démarrage ne constituent pas, en l'occurrence, des avantages prépondérants.

C'est alors que, si l'on fait intervenir la question du relèvement du facteur de puissance du réseau, et nous pensons que cette question ne sera à négliger dans aucun cas, il conviendra d'envisager l'emploi de moteurs d'induction pourvus de dispositifs compensateurs ou à caractéristiques de fonctionnement synchrone en marche normale.

Dans ce cas, le système de compensation doit être

est automatiquement obtenu par la fermeture de l'interrupteur d'excitation au moment où le moteur atteint la vitesse du synchronisme, au glissement près (environ 2 pour 100). Les conditions les plus favorables sont réalisées lorsque, au moment de cette fermeture, on a $\alpha = \frac{\pi}{2}$, α représentant l'angle formé par les axes magnétiques du stator et du rotor.

En employant, sur le circuit inducteur, un ampèremètre avec zéro médian, on peut saisir, très exactement ce moment lorsque le courant passera par zéro vers le sens positif $\left(\alpha = \frac{\pi}{2}\right)$.

(¹) Si E_r est la tension du réseau ; E_d, la tension appliquée au démarrage ; I_r, le courant absorbé au réseau ; I_s, le courant prenant naissance dans le stator, on a

$$I_s = I_r \frac{E_r}{E_d} \text{ ampères.}$$

approprié aux conditions de fonctionnement imposées aux moteurs.

V. **Moteurs asynchrones compensés.** — La compensation des puissances réactives mises en jeu dans les moteurs asynchrones d'induction a fait l'objet, depuis longtemps, de nombreuses recherches, qui ont abouti à l'heure actuelle à des solutions plus ou moins heureuses.

En ces dernières années notamment, sont apparus, sous l'influence de cette question d'actualité qu'est la recherche ou la mise au point des procédés concourant à l'amélioration du déphasage des réseaux, de nouveaux moteurs qui, dans cet ordre d'idées, présentent d'évidentes qualités.

Nous en décrirons très succinctement les principes de fonctionnement à la suite de ceux des dispositifs compensateurs plus anciennement connus et nous distinguerons :

a) Le moteur asynchrone ordinaire avec groupe de compensation indépendant;

b) Le moteur asynchrone synchronisé et le moteur asynchrone compensé.

Dans la première catégorie, nous rencontrons deux systèmes de compensateur :

1° Compensateur par inductance négative à collecteur ([1]), ensemble constitué par un induit de machine à courant continu, induit sans stator, mais comportant néanmoins une couronne de tôle concentrique fixe autour des conducteurs pour fermer les lignes de force, sur le collecteur duquel frottent trois lignes de balais équidistants par paire de pôles. Les balais sont réunis aux bagues du moteur asynchrone.

2° Avanceur de phase par convertisseur de fréquence à collecteur ([2]) dont l'exécution la plus récente comprend un induit analogue à celui d'une commutatrice, dont les bagues sont réunies au réseau par l'intermédiaire d'un transformateur et une couronne magnétique feuilletée statorique autour de cet induit, comportant un enroulement de faible importance. Cet enroulement, connecté à un rhéostat de démarrage, utilise le champ tournant de l'induit lui-même et permet d'obtenir le faible couple nécessaire à l'entraînement de ce dernier. Les balais du collecteur de l'induit sont réunis aux bagues du moteur à compenser.

Ces systèmes constituent en somme une application des premiers brevets Leblanc-Scherbius et une variante aux brevets Alexandre Heyland.

Dans la seconde catégorie, nous comprenons :

1° Le moteur asynchrone synchronisé ([1]), ensemble, sur bâti commun, constitué par un moteur asynchrone avec excitatrice à courant continu calée en bout d'arbre. Le démarrage s'opère en moteur asynchrone à la manière habituelle ; au voisinage du synchronisme, on substitue, à l'aide d'un démarreur spécial, aux courants alternatifs à basse fréquence induits dans le rotor, le courant continu de l'excitatrice. Cette substitution se fait généralement sur deux phases dans les machines triphasées, la troisième phase étant mise en court-circuit sur elle-même. Le moteur se synchronise automatiquement (Perfectionnement des brevets Danielson, 1900).

2° Le moteur asynchrone compensé ou moteur d'induction en cascade avec un moteur à collecteur, qui est un moteur asynchrone ordinaire muni généralement en bout d'arbre d'une machine polyphasée à collecteur soit shunt, soit série, auto-excitatrice, travaillant sur le rotor du moteur d'induction ([2]) (Perfectionnement des brevets Maurice Leblanc, 1903).

Ces deux derniers genres de moteurs sont donc très nettement différenciés en ce sens que, démarrant l'un et l'autre à la manière ordinaire des moteurs asynchrones, le premier présente, en marche normale, un fonctionnement synchrone tandis que le second conserve toujours un fonctionnement asynchrone.

Dans l'application de ces différentes catégories de moteur à la commande de compresseurs à pistons, nous remarquerons successivement :

Que le moteur avec groupe de compensation séparé formant inductance négative à collecteur est inapte à produire une puissance réactive à vide, car, le courant traversant l'induit du compensateur étant nul, le groupe moteur-compensateur a le même facteur de puissance à vide que le moteur d'induction seul;

Que le moteur avec groupe de compensation séparé formant convertisseur de fréquence à collecteur est, au contraire, susceptible de fournir à vide ou à très faible charge une puissance réactive suffisante et qu'il paraît plus spécialement indiqué dans les installations générales de grande puissance dont le régime de fonctionnement est particulièrement dur (couples très élevés au démarrage, à-coups brusques et fréquents);

Que le moteur asynchrone synchronisé, dans son application pour des puissances un peu importantes, exige pour le démarrage, à cause de son principe même, une très grande tension entre bagues (nécessité d'avoir une tension d'excitation suffisante, car le rapport entre la tension d'excitation à courant continu, et la tension entre bagues, n'est pas supérieure à deux ou trois fois

([1]) Une nouvelle machine pour compenser le décalage des moteurs d'induction monophasés et polyphasés. *La Revue électrique*, 21 février 1913, t. XIX, p. 165.

Le compensateur de phase. *Revue B. B. C.*, juillet 1923, t. X, p. 119.

([2]) A.-R. Garnier et V. Sylvestre; Les moteurs électriques et leurs applications industrielles. Supplément de *La Technique moderne*, 15 décembre 1913.

Applications des moteurs à collecteur pour courants polyphasés. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, juillet 1923, t. I, p. 59.

([1]) J. Le Monnier; Un nouveau genre de machine électrique pour courants polyphasés. Le moteur asynchrone synchronisé. *Revue générale de l'Électricité*, 13 novembre 1920, t. VII, p. 687.

J. Le Monnier; Sur les moteurs asynchrones synchronisés modernes et leur démarrage. *Revue générale de l'Électricité*, 10 décembre 1921, t. X, p. 855.

([2]) M. Guidée; Excitatrice polyphasée à collecteur pour la compensation des moteurs. *Revue générale de l'Électricité*, 9 juin 1923, t. XIII, p. 969.

le glissement du moteur pour le couple normal);

Cette considération restreint les limites d'emploi de ce genre de moteurs, qui se comportent par ailleurs comme les moteurs synchrones en ce qui concerne le réglage du débit de courant réactif et les décrochages en surcharge (pas d'arrêt : simple retour au fonctionnement asynchrone), dernière remarque qui n'entre du reste pas en ligne de compte dans les applications que nous étudions;

Qu'enfin, le moteur asynchrone compensé par excitatrice polyphasée à collecteur autoexcitatrice jouit de la précieuse propriété de pouvoir fournir, aussi bien à vide qu'en charge, une énergie réactive, laquelle peut même être rendue sensiblement constante entre la marche à vide et la marche en charge du moteur d'induction grâce à un dimensionnement convenable de l'excitatrice polyphasée.

VI. **Comparaisons entre les deux catégories.** — Les considérations précédentes nous mettent en mesure de dégager déjà certaines conclusions, que nous étayerons ensuite par l'observation des rendements comparés de moteurs.

En envisageant simplement les qualités fonctionnelles de chacune de ces catégories, nous voyons donc que le moteur synchrone à autodémarrage pourra trouver une application très généralisée, mais que, cependant, pour la commande des compresseurs réglés par « tout ou rien », le moteur asynchrone compensé autoexcitateur apparaît dans la série des moteurs asynchrones à compensation comme le mieux approprié.

Nous ouvrirons maintenant une parenthèse pour exposer qu'en raison de l'application d'un appareil, relativement récent, dit « régulateur automatique de marche à vide et de mise en route de compresseurs », dont l'usage s'est particulièrement répandu en Allemagne, il semblerait que les industriels puissent trouver un motif de plus en faveur de l'emploi des moteurs asynchrones ou des moteurs à courant continu. Les appareils dont nous voulons parler, dont le principe repose sur le fonctionnement d'un système pneumatique ou hydraulique en relation avec la conduite de refoulement et actionnant, par l'intermédiaire d'un seul cylindre à air, les mécanismes de démarrage, ne sont, en effet, pratiquement applicables qu'aux moteurs précités. L'extension de tels procédés aux moteurs synchrones autodémarreurs, sans être impossible, présenterait toutefois, en dehors des inconvénients inhérents à la fréquence des démarrages, une complication considérable de l'appareillage que nous pourrions comparer à celle des sous-stations automatiques équipées avec des commutatrices. Cette complication suffirait seule, pensons-nous, pour une installation de compression, à faire écarter de pareilles solutions.

Le but de ces régulateurs automatiques d'arrêt et de remise en route est de supprimer totalement les périodes de marche à vide des compresseurs. Ce résultat a donc pour effet immédiat de procurer une certaine économie d'énergie électrique et de lubrifiants, mais il exige pour être efficace, soit l'installation de très grands réservoirs, soit l'obtention de variations importantes de pression, soit encore une marche en parallèle de plusieurs compresseurs travaillant à pleine charge.

Dans certaines grandes centrales d'air comprimé, ce mode de réglage peut donc être admissible en considérant que, dans le voisinage de la pression normale, la puissance des outils est à peu près proportionnelle à cette pression.

Pour des installations de moyenne puissance et, à fortiori, de faible puissance, il y aura lieu de remarquer qu'à partir d'un certain écart de pression, la puissance des outils diminue au contraire très vite; certains d'entre eux s'arrêtent même pour des pressions de 2 ou 3 kg : cm².

L'examen des courbes des figures 3 et 4, courbes relevées sur des installations en service dans le bassin minier lorrain, permettra d'observer l'ampleur des variations de pression rendue nécessaire par le principe même de ces appareils d'arrêt et de remise en route automatiques. Or, il est à peine besoin d'indiquer que, tout comme pour une distribution d'énergie électrique à tension constante, la première qualité d'une distribution d'air comprimé réside précisément dans la constance de la pression.

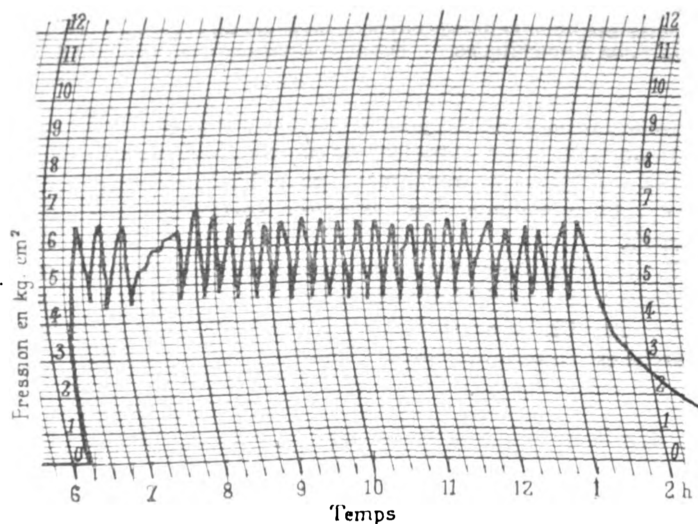


Fig. 3. — Graphique des variations de pression obtenues sur un compresseur d'un débit de 22 m³ : mn (pression de refoulement maximum, 7 kg : cm²; puissance du moteur, 175 ch), commandé par un appareil d'arrêt et de remise en route automatiques. — Écarts moyens de pression, 2 kg : cm².

Outre que l'emploi de tels régulateurs paraît être jusqu'à présent limité au contrôle de moteurs ne dépassant pas 500 à 600 ch, il semble que, tout en obtenant une valeur de la pression beaucoup

plus régulière, une économie de force motrice du même ordre pourrait être réalisée et jusqu'aux puissances les plus élevées que l'on puisse rencontrer avec des groupes à pistons, grâce à l'emploi de compresseurs à réglage étagé.

En effet, le réglage étagé permet généralement en marche normale de ne jamais fonctionner à vide : il fait donc bénéficier le moteur de commande des meilleures conditions de rendement pour les marches à 0,75, 0,50 ou même 0,25 de la charge, suivant les dispositifs.

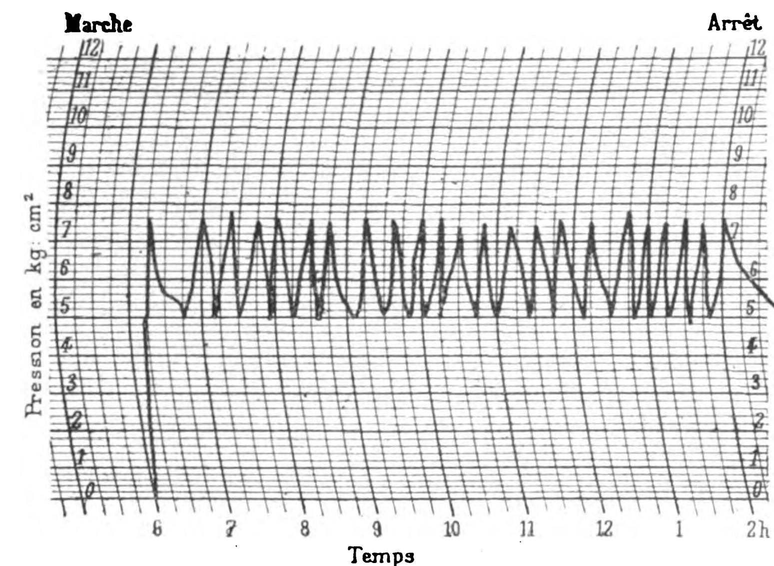


Fig. 4. — Graphique des variations de pression obtenues par un compresseur d'un débit de 30 m³ : mn (pression de refoulement maximum, 7,5 kg : cm²; puissance du moteur, 240 ch) commandé par un appareil d'arrêt et de remise en route automatiques. — Ecarts moyens de pression, 2,6 kg : cm².

Et ici, le moteur synchrone prend sur les autres moteurs une incontestable supériorité, non seulement parce que l'influence des à-coups sur la stabilité de marche est considérablement diminuée, mais surtout en raison de ce que le moteur synchrone présente, à toutes charges (sauf à vide) et à caractéristiques fonctionnelles égales, un rendement supérieur à n'importe quel système de moteur asynchrone avec ou sans compensation.

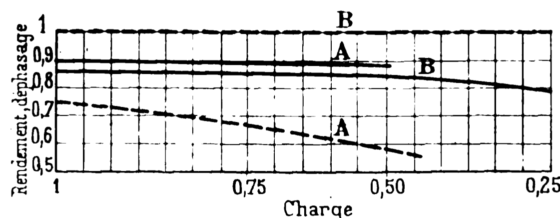


Fig. 5. — Courbes des rendements (trait plein) et des cos φ (trait ponctué) comparés de deux moteurs triphasés de 125 ch, 3 000 v, 50 p : s, 265 t : mn en charge. — Courbe A : moteur asynchrone ordinaire. — Courbe B : moteur asynchrone compensé par excitatrice polyphasée à collecteur.

Si, en effet, dans cet ordre d'idées, nous classons les différents systèmes, nous arrivons à l'ordre suivant :

1° Moteurs synchrones à démarrage direct ;

2° Moteurs asynchrones ;

3° Moteurs asynchrones synchronisés ;

4° Moteurs asynchrones avec groupes de compensation séparés ;

5° Moteurs asynchrones compensés.

L'écart de rendement n'est pas, il est vrai, très considérable entre le premier et le dernier système. En moyenne, il ne dépasse guère 1,5 à 2,5 pour 100 à pleine charge. Mais l'avantage n'en existe pas moins nettement.

Nous reproduisons, dans la figure 5, les courbes de rendement de deux moteurs, l'un asynchrone ordinaire, l'autre asynchrone compensé, de puissances et de vitesse égales, prévus pour attaque directe de compresseurs ; dans la figure 6, des courbes comparatives de rendements entre moteurs de caractéristiques identiques et de systèmes différents également prévus pour attaque directe.

Nous résumons enfin les inconvénients et avantages respectifs des deux catégories principales de moteurs, toujours en ce qui concerne leur application à la commande de compresseurs, dans le tableau I.

VII. **Conclusion**. — Nous pensons avoir démontré, dans ce rapide exposé, que, dans la plupart des cas, le moteur synchrone à autodémarrage devra avoir la préférence dans les applications examinées. Cependant, nous insistons encore sur le fait que son installation ne paraît pas indiquée sur les compresseurs réglés par « tout ou rien ».

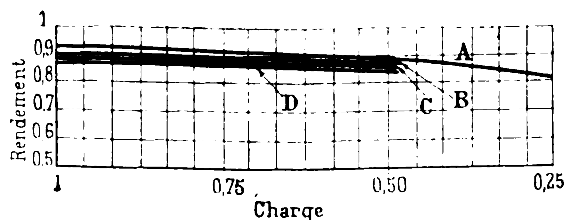


Fig. 6. — Courbes des rendements pour divers types de moteurs triphasés de 310 ch, 3 000 v, 50 p : s, 333 t : mn. — Courbe A : moteur synchrone autodémarreur. — — Courbe B : moteur asynchrone synchronisé. — Courbe C : moteur asynchrone compensé par inductance négative à collecteur. — Courbe D : moteur asynchrone compensé par excitatrice polyphasée à collecteur.

Il est très probable que ce genre de réglage sera de

TABLEAU I. — *Comparaison des moteurs synchrones et des moteurs asynchrones.*

MOTEURS SYNCHRONES A AUTODÉMARRAGE	MOTEURS ASYNCHRONES SANS OU AVEC COMPENSATION
Manœuvre de démarrage plus délicate que celle des moteurs asynchrones.	Démarrage facile.
Faible couple au démarrage.	Couple au démarrage au moins égal au couple normal.
Aucun danger de décrochage.	Stabilité de marche absolue.
Vitesse parfaitement régulière à toutes charges.	Vitesse dépendant du glissement suivant les charges, sauf pour les moteurs asynchrones synchronisés.
Oscillations pendulaires possibles avec les compresseurs réglés par « tout ou rien ».	Pas d'oscillations possibles.
Réglage facile de la puissance réactive à toutes charges.	Autoexcitation pour les moteurs asynchrones compensés avec machine polyphasée à collecteur autoexcitatrice.
Meilleur rendement à toutes charges.	Rendements inférieurs à toutes charges.
A vide ou à très faible charge, plus grande consommation de puissance que les moteurs asynchrones.	Moindre consommation de puissance à vide ou à très faible charge que les moteurs synchrones, sauf pour les moteurs asynchrones synchronisés.
Construction simple, robuste et bien connue.	Construction plus délicate et toute récente, tout au moins pour les moteurs à excitatrices polyphasées ou à excitatrice à courant continu (les compensateurs de phases séparés sont construits depuis une dizaine d'années).

OBSERVATIONS. — 1° *Remarques générales sur l'attaque directe des compresseurs.* — Pour les compresseurs verticaux ou d'angle, ainsi que pour les compresseurs horizontaux avec cylindres en tandem, l'attaque directe par moteurs de toutes catégories est facilement réalisable.

Pour les compresseurs horizontaux avec cylindres parallèles, les moteurs asynchrones ordinaires sont d'adaptation également très facile. L'attaque par courroie ou l'installation de groupes indépendants s'impose, en général, pour les moteurs qui exigent une machine d'excitation.

2° *Remarques particulières sur les rendements.* — En ce qui concerne les moteurs asynchrones avec groupes de compensation indépendants, le rendement global, en tenant compte des pertes propres du compensateur, baissera sensiblement de 1 pour 100 environ pour la compensation à $\cos \varphi = 1$ et baissera davantage dans le cas de surcompensation.

En ce qui concerne les moteurs asynchones synchronisés, leurs pertes à vide sont considérablement plus élevées que pour les moteurs asynchrones munis d'un compensateur de phase, tout au moins aussi longtemps qu'un réglage de l'excitation en fonction de la charge de ces premiers moteurs n'est pas prévu.

moins en moins recherché, surtout avec les compresseurs puissants et, s'il est acceptable que les industriels utilisant des groupes de quelque importance (au moins 150 à 200 ch) n'aient pas à se préoccuper, d'une façon générale, de l'importance des à-coups sur leur station centrale ou le réseau qui les alimente, puisqu'il est logique d'estimer que leurs installations électriques sont suffisamment prévues par ailleurs, à plus forte raison, l'à-coup au départ des moteurs synchrones autodémarreurs, principal reproche que l'on fait à ces derniers, ne suscitera d'inconvénient quelconque à partir de l'ordre de puissance précédemment envisagé.

Restée, jusqu'en ces derniers temps, l'apanage presque exclusif de quelques firmes étrangères favorisées par l'état de guerre, la construction des moteurs synchrones autodémarreurs prend actuellement dans notre pays un développement constant, auquel les électriciens français doivent applaudir et s'intéresser.

Adrien BARJOU,
Ingénieur aux mines de Joudreville

Le prix de vente de l'énergie électrique dans les campagnes

Les distributions rurales d'électricité ne donnent que des recettes modiques; pour qu'elles soient viables, même si, selon la tendance officielle actuelle, on considère les capitaux qui y sont investis comme placés à fonds perdus, il faut : 1° que les frais d'entretien des réseaux soient réduits au minimum grâce à une construction rationnelle et, en outre, excessivement soignée; 2° que l'exploitation soit très serrée; 3° que l'on n'essaye pas d'y appliquer des tarifs de vente de l'énergie du même ordre de grandeurs que ceux pratiqués dans les centres urbains. C'est ce troisième point : la question des prix de vente en-dessous desquels il n'est pas possible de descendre, que l'auteur examine dans cette étude. Il montre, en particulier, quelle est l'influence de la durée d'utilisation de la puissance des postes de transformation et que les abonnés ruraux n'ont qu'un moyen de payer moins cher le kilowatt-heure, c'est d'améliorer cette utilisation.

Lorsqu'on se trouve fréquemment amené à discuter les prix de vente du courant électrique avec les municipalités rurales soit que l'on sollicite une concession, soit que l'on soit sollicité de prendre celle-ci, on est frappé des exigences parfois intransigeantes, souvent inacceptables, que présentent certains membres de ces assemblées, qui vont jusqu'à ne vouloir tenir aucun compte des avis, cependant désintéressés, des ingénieurs appartenant au service du Contrôle des Distributions d'Energie électrique.

Cette situation provient en grande partie de la complexité même des questions d'exploitation, qui ne sont évidemment pas à la portée du public et qu'on ne saurait s'assimiler sans une très grande pratique. La plupart de ceux qui se considèrent comme des défenseurs des intérêts de leurs électeurs n'ont que les vagues notions d'électricité du temps jadis; pour eux les pertes à vide de nos transformateurs n'existent pas, la puissance réactive n'est qu'une invention des distributeurs pour justifier une majoration des sommes à percevoir, et le coefficient d'utilisation est tel qu'un moteur de 5 kw travaillant 10 heures par jour et 300 heures par an consomme $5 \times 10 \times 308$ soit 15 000 kw-h.

Lorsque, à ces idées fausses viennent s'ajouter des préoccupations d'ordre électoral, on ne tarde pas alors à se heurter à des campagnes systématiques qui ne peuvent que retarder l'électrification rurale, pour de longues années peut-être, et c'est là une situation qui doit préoccuper, d'une part, les distributeurs et, d'autre part, l'administration dont la mission est d'aider à la réalisation du programme élaboré par le gouvernement. Or, comment ne pas voir qu'en promettant d'obtenir des tarifs voisins de ceux d'avant guerre — comme on le fait en ce moment dans une région voisine de Paris — les hommes politiques qui se font un tremplin de cette question n'obtiendront d'autre résultat que d'empêcher la réalisation de projets établis sur des bases sérieuses? Et, comme toujours, ce sont les principaux intéressés seuls qui en subiront les conséquences.

J'ai toujours été ennemi des coopératives d'électricité et les résultats jusqu'ici obtenus ne sont pas faits pour modifier l'opinion que j'ai maintes fois exprimée sur ce sujet (¹); on ne s'improvise pas exploitant de secteur et, pour pouvoir discuter des tarifs de vente, il est nécessaire non seulement de posséder de nombreux résultats statistiques, mais encore de savoir les interpréter. Sans cela, on s'expose à démontrer qu'une distribution fera de trop gros bénéfices alors qu'elle n'est même pas viable. Or le défaut principal des coopératives d'électricité — leur manque de connaissances techniques — se retrouve dans les assemblées municipales. Il importe de convaincre ces dernières qu'exiger pour nos campagnes les tarifs des grandes villes ou des prix analogues à ceux que l'on peut consentir à des industries régionales, constitue une utopie.

Il faut méditer cette phrase très juste que j'extrais d'un article (²) de M. Allain-Launay : « En France, avant la guerre, les sociétés de distribution d'énergie électrique sollicitaient une clientèle qui se dérobait; maintenant les rôles sont inversés : la clientèle implore des sociétés de distribution qui se dérobent ».

Si des campagnes regrettables, comme celle à laquelle je viens de faire allusion plus haut, se généralisaient, il faudrait être plus pessimiste encore que M. Allain-Launay. Des deux principaux intéressés : distributeur et client, si aucun des deux ne court plus après l'autre — et c'est à ce but qu'on atteindra, — il est bien évident que le développement de l'électricité en France suivra le même progrès à rebours que la natalité.

Il faut donc réagir, et il ne me paraît pas douteux que c'est aux distributeurs, qui connaissent toutes les difficultés du problème, qu'il appartient d'éduquer le public.

Quelles sont donc les erreurs que l'on retrouve à la base de tous les raisonnements spécieux des propagandistes de l'énergie électrique à prix « négatif » ?... Et comme il faut toujours chercher à tirer profit des coups de ses adversaires, que faut-il faire pour tendre vers un abaissement des tarifs?

Ces erreurs découlent presque toutes de deux fac-

(¹) Les Coopératives agricoles d'électricité. *La Revue électrique*, 18 février 1916, t. xxv, p. 123.

(²) *La Revue industrielle*, novembre 1922, p. 444 et suivantes.

teurs, d'ailleurs intimement liés l'un à l'autre : la mauvaise utilisation de la puissance installée et l'importance prépondérante des pertes à vide des transformateurs. Pour être complet, il faudrait y ajouter les frais élevés d'exploitation et de surveillance des réseaux ruraux.

L'utilisation rurale ne dépasse pas 200 heures par an, si l'on fait exception du labourage électrique. Mais ce qui est plus grave, c'est que l'application agricole qui absorbe alors le plus de puissance est constituée par le battage dont l'utilisation est plus basse encore : à peine 100 heures. Et si, dans un village, on a 4 batteuses de 6 ch chacune, — ce qui n'est pas rare —, comme ces 4 batteuses fonctionneront presque toujours ensemble, c'est-à-dire les jours de pluie où l'on ne peut travailler aux champs, il faudra avoir un poste de 25 kv-A, ce poste ne débitera que 2 à 3 kv-A pour la lumière le soir, en hiver, et rien du tout le reste du temps quand on ne battra pas !

Or, ce qu'ignorent les non initiés et ce qu'il faut leur bien montrer, c'est le nombre de kilowatts-heure que représente la perte à vide d'un tel transformateur ; celle-ci est en moyenne de 2 pour 100 (elle oscille généralement en pratique entre 1,6 et 2,3 pour 100); pour les 8760 heures d'une année, on arrive ainsi, avec un transformateur de 25 kw, à une perte de $0{,}02 \times 25 \times 8760 = 4\,380$ kw-h. Si un tel poste a 100 heures d'utilisation, les ventes au client ne sont que de 2 500 kw-h ; les pertes sont presque doubles du débit rémunérateur. Combien de profanes se doutent que, dans ces conditions, pour une énergie de 1 kw-h vendu à l'abonné, le distributeur a dû produire ou acheter près de 3 kw-h ?...

On peut montrer clairement, d'ailleurs, l'influence d'autant plus néfaste des pertes à vide que l'utilisation est elle-même plus faible en construisant (fig. 1) la courbe obtenue en portant en abcisses la durée d'utilisation et en ordonnées, le coefficient par lequel il faut multiplier le nombre de kilowatt-heure vendus en courant à basse tension pour obtenir le nombre des kilowatts-heure à fournir en haute tension. On voit que pour une utilisation de 100 heures, ce coefficient est de 2,75 ; pour 200 heures, de 1,875 ; pour 300 heures, de 1,58, etc.

En outre, la mauvaise utilisation a d'autres répercussions. Prenons le cas, aujourd'hui fréquent, où le distributeur achète son courant à haute tension, provenant d'une grande usine génératrice, à raison d'une prime fixe de 150 fr par kilovolt-ampère souscrit, plus 0,40 fr (index compris) par kilowatt-heure (exemple que je prends pour rendre la démonstration plus claire, en me basant sur un contrat que j'ai sous les yeux et qui concerne précisément la région parisienne). Si la clientèle qui domine est une clientèle agricole et si, par malheur, les batteuses électriques sont nombreuses, il faudra souscrire au producteur de courant une puissance sensiblement égale à la puissance totale des postes de transformation de la distribution. Par suite, si l'utilisation atteint 200 heures, pour 200 kw-h vendus, on aura à acheter (pertes dans le cuivre négligées) $200 \times 1{,}875 = 375$ kw-h que l'on paiera : $150 + 0{,}40 \times 375 = 300$, représentant $\frac{300}{200} = 1{,}50$ fr par kilowatt-heure vendu.

Or, en voyant le contrat d'achat de courant (ou le cahier des charges de la concession d'État), le profane

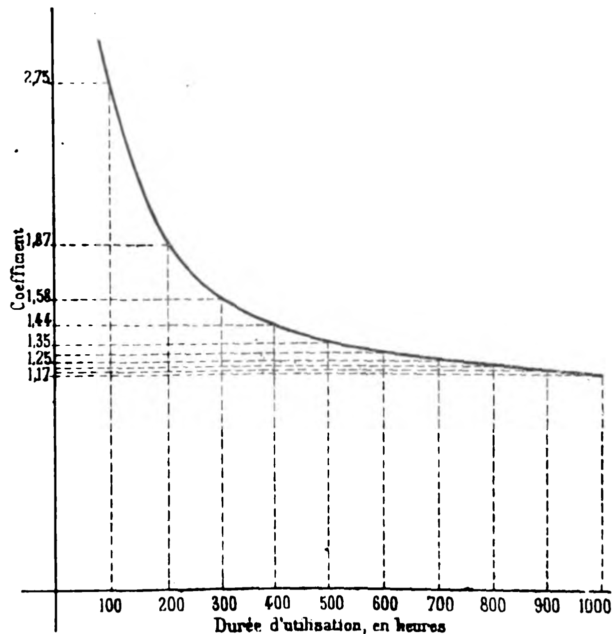


Fig. 1.

ne retiendra qu'un chiffre : celui de 0,40 fr le kilowatt-heure, oubliant l'influence importante, qu'il n'aperçoit pas a priori, de la prime fixe de 150 fr par kilovolt-ampère et celle, dont il n'a aucune notion, de l'utilisation.

Aussi la démonstration ci-dessus, faisant ressortir que ce prix de 0,40 fr se trouve en réalité porté à 1,50 fr, c'est-à-dire presque quadruplé, doit-elle retenir toute notre attention ; elle nous permettra de montrer à nos futurs clients que les promesses qui leur sont faites de prix oscillant entre 0,90 fr et 1,10 fr par kilowatt-heure, ne sont que des mirages.

Et encore n'ai-je pas tenu compte : 1° des pertes en lignes, dans le réseau de transmission à haute tension et dans les réseaux de distribution à basse tension ; 2° des pertes dans le cuivre des transformateurs ; 3° de l'énergie réactive ; 4° de l'excitation des compteurs qui, d'après M. Allain-Launay, est de l'ordre de 15 kw-h par compteur et par an ; le tout équivaut à plus de 10 pour 100 du total du nombre de kilowatts-heure vendus.

Mais si tout cela totalisé portait déjà le prix du kilowatt-heure rendu chez l'abonné de 1,50 fr à 1,65 fr au minimum, il faut encore tenir compte des frais

d'exploitation : direction, entretien des réseaux, surveillance, relevé des compteurs et encaissement des quittances, redevances, impôts, assurances, etc., qui atteignent, dans une affaire de ce genre, quand elle est bien dirigée, 0,15 fr à 0,20 fr par kilowatt-heure vendu et peuvent doubler quand l'exploitation est insuffisamment surveillée.

Il en résulte que, sans aucune charge de capital, c'est-à-dire en supposant tous les travaux de premier établissement faits à fonds perdus par les départements, les communes ou les intéressés, le prix moyen du kilowatt-heure *ne pourra pas descendre au-dessous de 1,80 fr*, tout au moins tant que l'utilisation ne sera pas meilleure.

Voyons maintenant ce que deviendrait ce prix si l'utilisation était améliorée. Pour simplifier, je tablerai sur l'exemple, déjà choisi, de courant acheté en gros suivant la formule binôme 150 + 0,40 qui signifie 150 fr par kilovolt-ampère souscrit plus 0,40 fr par kilowatt-heure (index compris) et je conserverai les chiffres de 2 pour 100 de la puissance des transformateurs, pour les pertes à vide ; de 10 pour 100 du nombre de kilowatts-heure vendus, pour les pertes diverses ; enfin de 0,15 fr par kilowatt-heure, pour frais d'exploitation. Si alors on appelle U l'utilisation

$$\left(U = \frac{\text{énergie vendue}}{\text{Puissance installée}}\right),$$

le prix de revient P du kilowatt-heure chez l'abonné aura pour expression :

$$P = 1,10\left[\frac{150 + 0,40\,(U + 175)}{U}\right] + 0,15.$$

Pour montrer, d'une façon plus tangible, l'influence complète de la variation de l'utilisation U sur le prix de revient de l'énergie chez l'abonné, j'ai construit la courbe de la figure 2. On voit immédiatement que des prix de l'ordre de 1 fr ne pourraient être envisagés, *à condition que l'affaire n'eût aucune charge de capital à supporter*, qu'avec une utilisation d'au moins 600 heures, mais que, si l'utilisation reste aux environs de 700 heures *les prix généralement pratiqués actuellement conduiront inévitablement à la faillite*, car, dans tout ce qui précède, il s'agit de *prix moyens*.

Certes ce n'est pas là le tableau d'un avenir souriant et plein d'espérances. Mais ce n'est pas la première fois que j'exprime cette opinion que le rural *doit* payer cher l'électricité, et d'autres, comme M. Duperrier, on dit qu'il *pouvait* payer cher. Il le doit parce que c'est une nécessité vitale ; il le peut parce que l'énergie électrique lui rendra des services que nulle autre force motrice ne lui procurerait.

Une propagande utile ne doit pas consister à démontrer qu'on peut avoir l'électricité à la campagne à des prix comparables à ceux que l'on pratique dans les villes, mais à exposer aux usagers de quels éléments est formé le prix qu'on leur demande et comment ils peuvent concourir à l'abaisser en améliorant leur utilisation. Il faudra, en outre, les *obliger* à cette amélioration en appliquant une tarification simple, mais rationnelle favorisant ceux qui auront une bonne utilisation, mais

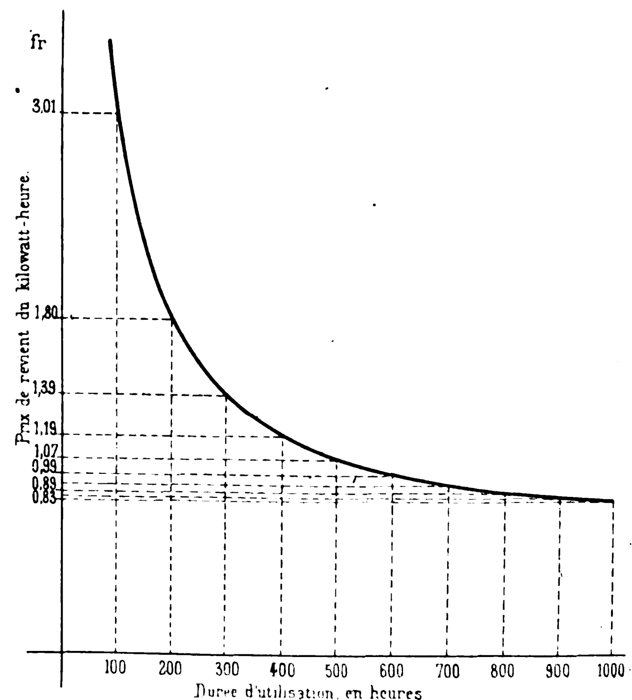


Fig. 2.

pénalisant les autres. J'ai montré [1] que c'était là une chose facilement réalisable.

Il ne faut d'ailleurs pas se faire illusion. Ou bien ceux qui « savent » n'hésiteront pas à se dépenser pour guider les initiatives ardentes, mais inexpérimentées, et les ingénieurs du Contrôle des Distribution d'énergie électrique s'opposeront énergiquement à la réalisation de projets mal conçus, trop superficiellement étudiés ou mal exécutés, ou bien alors des échecs retentissants viendront, dans quelques années, jeter un tel discrédit que la réalisation du programme d'électrification générale de nos campagnes se trouvera très compromise.

Remarque. — Cette étude a été écrite en mars 1923, mais l'abondance de matières n'a pas permis de la publier plus tôt. Entre temps, mon excellent ami Amédée Petit a proposé au XIe Congrès national de la Mutualité et de la Coopération agricoles, un vœu tendant à ce que « les collectivités qui se constituent en vue de l'exploitation d'un secteur rural puissent se placer sous le régime de la permission de voirie et pratiquer des tarifs variables de vente de courant ».

(1) Ach. Delamarre : Les méthodes de tarification de l'énergie agricole et l'amélioration du coefficient d'utilisation. *Revue générale de l'Electricité*, 3 mars 1923, t. XIII, p. 369-371.

M. Petit estime en effet que la tarification dans les réseaux ruraux doit comprendre : 1° une prime fixe par kilowatt ou fraction de kilowatt souscrit, calculée de manière que *tous les frais fixes* (intérêts et amortissements de capitaux investis, frais généraux, assurances, entretien des réseaux) *soient couverts* ; 2° un prix d'énergie en kilowatt-heure relativement bas.

C'est, en somme, la classique « formule binôme » que M. Petit a généralisée en l'appliquant même aux petits abonnés à la lumière ayant un compteur de 2 ou 3 hectowatts. En outre, il fait varier la prime fixe chaque année, car celle-ci diminue au fur et à mesure que le nombre des abonnés augmente, puisqu'on l'obtient en divisant le total des frais fixes par le nombre de kilowatts souscrits par les abonnés.

Malheureusement, il faut, pour la faire adopter, avoir le talent de convaincre que possède M. Petit ; il faudrait aussi que les ingénieurs du Contrôle des Distributeurs d'Energie électrique acceptent l'introduction de cette prime fixe, modifiable chaque année, dans les traités de concession.

Sous ces réserves principales, on doit reconnaître que son adoption, si elle ne tend peut-être pas suffisamment à la recherche des économies dans l'exploitation, a au moins le grand mérite de mettre les distributions qui l'appliquent à l'abri du déficit. Encore faudra-t-il qu'elle ne conduise pas finalement à des prix du kilowatt-heure qui apparaissent prohibitifs aux usagers, car si un certain nombre de ceux-ci résiliaient leurs abonnements, la prime fixe augmenterait de ce fait et la situation des autres abonnés en serait encore aggravée.

Je sais que M. Petit a fait accepter cette formule dans plusieurs des nombreuses coopératives qu'il a constituées. Il sera intéressant d'examiner les résultats obtenus dans un an ou deux.

Ach. Delamarre.

Revues, analyses et informations

La commande des services auxiliaires d'une usine génératrice (¹).

La question de la commande des auxiliaires d'une station génératrice est une de celles qui nécessitent le plus d'attention à l'heure actuelle.

Dans le cas des anciens appareils générateurs qui consistaient en chaudières Lancashire avec tirage naturel et chauffage manuel, fournissant de la vapeur à de simples machines alternatives, avec pompes de condenseurs couplées mécaniquement avec la machine principale, les seuls auxiliaires nécessitant une commande séparée étaient les pompes d'alimentation. Elles étaient habituellement du type alternatif à vapeur.

Actuellement, il y a lieu de faire attention à un certain nombre de points lorsqu'on fait le projet d'une usine génératrice.

Une des premières questions qui se présentent à l'esprit est de savoir : *a*) si l'on marchera avec un haut facteur de charge en prenant, par exemple, une « charge de base » ; *b*) si l'on marchera avec un facteur annuel d'environ 30 pour 100 (cas de la charge commerciale ordinaire) ; *c*) ou s'il ne faut prévoir que quelques heures de fonctionnement dans l'année (cas d'une station de réserve pour une usine hydroélectrique).

En d'autres termes, il faut savoir si le facteur important est la continuité de l'alimentation ou la simplicité du projet. Ceci influe grandement sur la dépense à allouer pour les auxiliaires.

Dans ce travail, on a envisagé une grande station équipée avec des turboalternateurs puissants, des chaudières à chauffage automatique, etc. On ne s'est nullement occupé des mérites individuels des appareils.

Il est, évidemment, très difficile de donner des règles générales pour établir le meilleur système d'alimentation des auxiliaires, car il y a des cas où des solutions différentes sont équivalentes techniquement parlant. On considérera les trois aspects principaux du problème et on soulignera les traits les plus marquants. Ces trois aspects sont :

1° La considération des divers types d'auxiliaires pouvant être employés dans une station, leurs exigences individuelles et leur importance relative ;

2° La considération des divers types d'alimentation ;

3° La considération de l'adaptation des combinaisons diverses d'auxiliaires et d'alimentation de ces appareils dans les conditions différentes de travail de la station.

I. Les divers types d'auxiliaires. — Au point de vue des divers systèmes de commande, on peut grouper les auxiliaires d'une station puissante en examinant le temps durant lequel ils peuvent être mis au repos sans inconvénients ou dommage. Ceci dépend :

a) De l'importance de maintenir la station en charge sans arrêt ;

b) De l'importance de maintenir les alternateurs en charge sans arrêt ;

Il est de toute évidence que, lorsqu'il n'y a pas d'alternateurs de moins de 10 000 kw, il faut à tout prix éviter les diminutions du degré de vide, non seulement parce que le débit tombe de 60 pour 100 lorsque la turbine évacue à l'air libre, mais surtout parce que la température des ailettes du côté à basse pression peut être une cause de torsion et d'avarie.

Nous diviserons les auxiliaires en 4 types :

a) Ceux qui ne doivent être arrêtés à aucun prix (alimentation d'eau de circulation, extraction d'air, éclairage de la station) ;

b) Ceux qu'on peut arrêter 1 minute, mais pas plus (alimentation de chaudière, circuits de contrôle) ;

c) Ceux qu'on peut arrêter 5 minutes, mais pas plus (extraction d'eau, appareils individuels de chauffe, ventilateurs pour tirage forcé, pour tirage induit et ventilateurs ordinaires) ;

d) Ceux qu'on peut arrêter jusqu'à 12 heures sans arrêter la station (convoyeurs de charbon et de cendres, broyeurs à

(¹) L. Breach et H. Midgley. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, août 1923, t. LXI, p. 829-845, 10500 mots, 8 fig.

charbon, pompe d'eau d'arrosage des appareils, moteurs de raclage des mâchefers).

Type a. — Si les pompes de circulations s'arrêtaient, en 50 s l'eau des tubes de condenseur serait portée à l'ébullition (le temps exact dépend de l'appareil de condensation); donc, il y a perte immédiate de vide, ce qui se produirait également par l'arrêt de la pompe à air. La meilleure manière d'éviter ces incidents est d'avoir des pompes en double, chacune étant suffisante pour assurer le service sans une trop grande perte de vide. Il faut évidemment que la commande de chaque pompe provienne de sources différentes. Les chances d'avaries sont alors faibles. Par exemple, une pompe conduite par un moteur à vapeur et l'autre, par un moteur électrique répondront à la question. Mais, si une pompe est conduite par un moteur dont le courant alternatif est fourni par les barres principales par l'intermédiaire d'un transformateur et l'autre par un moteur à courant continu fourni par un convertisseur rotatif dépendant d'un transformateur branché sur les mêmes barres principales, la solution est mauvaise. On examinera ce point plus en détail.

Il ne faut pas alimenter l'éclairage en courant alternatif. C'est précisément quand celui-ci manque qu'on aura le plus besoin de lumière.

Type b. — Le taux élevé de vaporisation qu'on obtient dans les chaudières actuelles justifie la classification des pompes d'alimentation dans cette catégorie. Il est extrêmement dangereux d'avoir un arrêt supérieur à une minute.

Il faut pouvoir utiliser une autre pompe tout de suite. Il est bon d'avoir une pompe rotative conduite par un moteur électrique et une autre, par un moteur à vapeur pour chaque groupe de chaudières, chacune étant capable d'assurer le service pendant que l'autre est prête à intervenir.

Type c. — Ici il n'est pas nécessaire d'assurer le changement presque instantané. Il faut s'arranger pour avoir ce type d'auxiliaires alimenté par deux sources, le changement étant effectué par commutateur.

On a compris dans le type *c* les chargeurs individuels et les ventilateurs individuels. Leur arrêt n'a en effet rien de spécialement dangereux. Mais le groupe entier de chargeurs et le groupe entier de ventilateurs doivent être rangés dans la catégorie *b*, car leur arrêt serait un désastre. On examinera ce point plus loin.

Type d. — Ici, il est d'usage d'utiliser des rechanges prévues pour les appareils sujets à avaries (bobines de champ, rotors).

II. Divers modes d'alimentation des auxiliaires. — On peut les classer de la manière suivante :

A) Commande directe à vapeur;

B) Alimentation électrique, provenant des alternateurs principaux par les barres principales à haute tension d'enroulements spéciaux placés sur les transformateurs principaux;

C) Alimentation électrique, provenant directement des alternateurs principaux;

D) Alimentation électrique provenant d'un générateur continu ou alternatif spécial à commande à vapeur;

E) Alimentation électrique fournie par un générateur spécial à courant continu ou alternatif calé sur l'arbre du principal alternateur.

Il faut les examiner au point de vue du démarrage, du fonctionnement à pleine charge ou à charge nulle, de l'arrêt de n'importe quelle partie de l'ensemble, de toutes les conditions de fautes commises possibles.

D'une manière générale, le prix des appareils auxiliaires est d'environ 5 pour 100 de l'ensemble du coût de l'installation et il ne faut pas sacrifier la sécurité à l'économie. Notons les caractéristiques principales des divers modes de conduite.

A) *Commande directe à vapeur.* — Ce sera soit une turbine, soit une machine. Il faut une attention plus grande pour la commande directe à vapeur que pour la commande électrique, mais on ne craint pas les troubles dus au système électrique. La turbine couplée directement, ou la turbine à engrenages prennent ici une très grande importance.

Naturellement, pour une forte charge, la pression principale tombe quand on en a le plus besoin. C'est le cas, par exemple, lorsqu'une turbine auxiliaire commande une pompe principale de circulation, et est alimentée du côté de la basse pression. Il y a alors, dans le cas d'un accroissement de charge, une consommation croissante de vapeur qui occasionne une chute de pression, partant une diminution de vitesse de la turbine auxiliaire au moment où elle est le plus utile. C'est un cercle vicieux, car il s'ensuit que le vide diminue et que la fréquence d'alimentation peut être réduite jusqu'à ce que le groupe s'arrête.

La présence de tuyautages de vapeur oblige à soigner les joints pour éviter les pertes. Au contraire, l'adoption de la commande électrique réduit la consommation de vapeur due aux auxiliaires de 6 pour 100 à 3 pour 100. Le seul auxiliaire pour lequel la commande à vapeur est appropriée est la pompe d'alimentation de la chaudière, la vapeur d'échappement étant utilisée pour réchauffer l'eau d'alimentation, chose utile lorsque les moyens de réchauffage ne sont pas en action.

B) *Alimentation électrique provenant des alternateurs principaux, par les barres principales à haute tension.* — En courant alternatif, cela peut être fait directement, ou par le moyen d'un transformateur.

Actuellement, une tension de 400 v ou 500 v est courante; une tension de 3000 v demande une attention particulière. Lorsque la tension des générateurs atteint 6 000 v, elle est trop élevée, excepté pour les pompes principales de circulation.

Une tension de 3 000 v serait appropriée pour les moteurs des pompes principales de circulation, les pompes à air et d'extracteur, celles-ci étant conduites par le même moteur. Il en est de même du moteur des pompes d'alimentation.

Eu égard au prix élevé de l'isolement pour 3 000 v, il semble avantageux de s'en tenir à 400 v pour les auxiliaires, plutôt que d'introduire une autre tension intermédiaire entre celle-ci et celle des barres principales.

Choix entre le courant alternatif et le courant continu. — Ceci est une question extrêmement controversée. Les moteurs à courant continu nécessitent une attention soutenue du côté des démarreurs pour éviter les étincelles dangereuses dans un milieu poussiéreux. Le courant alternatif est plus avantageux.

Mais, d'autre part, le courant continu a l'avantage d'une gamme étendue de vitesses et il peut être fourni par une batterie de secours. Pour le courant alternatif, le réglage de la vitesse n'est nullement économique. On peut l'obtenir, dans un moteur d'induction, par l'insertion d'une résistance dans le circuit du rotor, mais c'est un moyen peu recommandable. L'emploi d'un combinateur pour faire varier les connexions d'enroulements du stator ou le nombre de pôles n'est indiqué que pour les petites vitesses. Le principe du montage en cascade peut être employé, mais il n'y a qu'un nombre limité de vitesses fixées par le nombre de pôles.

D'un autre côté, pour les pompes et ventilateurs, leur débit peut être réduit en réduisant la section d'écoulement. Enfin, les moteurs à courant alternatif peuvent marcher longtemps sans visite.

C) *Alimentation électrique prise directement aux bornes*

des machines. — L'avantage est que, si l'interrupteur du générateur est ouvert, l'alimentation auxiliaire n'est pas coupée.

D) Alimentation électrique par l'alternateur principal et par l'intermédiaire d'enroulements spéciaux placés sur les transformateurs principaux. — Ce système, figuré sur les schémas 3, 4 et 5, a été adopté à la station de Dalmarnock de la Société de Glasgow.

Ceci est seulement approprié à une station où les transformateurs élévateurs sont directement connectés à leurs alternateurs respectifs et lorsque la mise en circuit se fait du côté à haute tension. Il sera intéressant d'attendre l'expérience d'une année ou deux pour avoir une opinion. Si cette méthode est bonne, la possibilité d'obtenir une alimentation de cette façon sera un facteur important lorsque le choix de la prise du côté à basse ou à haute tension se posera.

E) Alimentation électrique par une usine spéciale pour les auxiliaires. — C'est le moyen le plus employé, mais il y a des systèmes très différents pour l'évacuation de la vapeur de la turbine (ou de la machine à piston) qui peut se faire :

a) A l'atmosphère;

b) A un étage de la turbine principale voisin de l'évacuation finale;

c) Directement au condenseur de la turbine principale;

d) A un réchauffeur d'eau d'alimentation;

e) A son propre condenseur.

Evacuer à l'atmosphère est coûteux, mais simple, surtout pour une installation de secours. L'inconvénient d'évacuer près de la basse pression de la turbine principale a déjà été signalé. Il est d'ailleurs le même lorsqu'on évacue au condenseur. La solution *d)* a été employée dans plusieurs stations américaines. Mais il faut remarquer qu'il est inutile de récupérer la vapeur d'évacuation des turbines des auxiliaires pour réchauffer l'eau d'alimentation, lorsqu'on considère qu'il est économique d'utiliser pour cet usage la vapeur d'évacuation des turbines principales.

La solution *e)* est efficace et se suffit à elle-même, mais elle augmente le nombre des machines en fonctionnement et accroît le personnel.

Doit-on installer une turbine d'auxiliaires pour chaque groupe principal, ou pour l'ensemble? C'est discutable. Dans le cas où, durant longtemps, un alternateur seulement est en charge, le coût de l'installation est élevé et l'avis des auteurs est d'en avoir deux : l'une en fonctionnement, l'autre de secours.

F) Générateur spécial calé sur l'arbre de l'alternateur principal. — Au point de vue du personnel l'alimentation est indépendante des fautes commises dans la conduite des machines principales.

Le générateur doit-il être à courant continu ou alternatif? Dans le premier cas, il peut être mis en parallèle avec la batterie, ce qui est important pour le secours; s'il est à courant alternatif, on ne peut l'utiliser en parallèle, mais il en résulte une machine plus simple. C'est une question qui se pose au constructeur de savoir si, dans le cas d'un alternateur de 1 600 kw, un générateur à courant continu de 300 kw à 3 000 t : mn, ou dans le cas d'un alternateur de 25 000 kw un générateur à courant continu de 450 kw à 1 500 t : mn peuvent être aisément construits.

L'excitation d'un générateur à courant alternatif doit être envisagée. Elle pourrait avoir lieu en parallèle avec l'alternateur principal mais les rhéostats sur le champ principal sont démodés. Il est plus commode d'ajuster la tension par le champ de l'excitatrice. Il sera donc nécessaire de faire varier cette tension par l'altération du champ de l'excitatrice, commandé par l'action du régulateur automatique de tension qui est conduit par la tension aux barres principales collectrices.

Le courant d'excitation peut provenir d'une batterie, et c'est peut-être le meilleur moyen.

III. Considération des diverses combinaisons dans les diverses conditions de travail. — *Conditions d'usine.* — On peut les diviser en quatre classes :

1° La station est isolée et alimente une zone ou une industrie spéciale;

2° Elle constitue une des usines parmi celles alimentant une zone, sans être couplée d'une manière permanente;

3° Même cas que le précédent, mais la station étant couplée d'une façon continuelle;

4° La station est utilisée comme secours (suppléant par exemple une usine hydroélectrique).

Dans le cas 1, la continuité du travail est le facteur le plus important. Il faut faire une balance entre cette condition et l'économie. Un certain nombre de dispositions, montrant plutôt les solutions possibles que celles rationnelles, ont été indiquées. On en trouvera le schéma dans les figures 1 à 7.

Base des schémas reproduits. — Le projet a été établi pour une usine contenant 5 turbo-alternateurs de 25 000 kw dont 4 peuvent être employés pour la charge maximum. Il y a 4 groupes de chauffe, un groupe étant suffisant pour l'alimentation d'une turbine à pleine charge et dans chaque groupe 6 chaudières, 5 étant nécessaires pour une turbine à pleine charge. Il y a toujours une chaudière en visite.

Chaque turbine a 2 pompes de circulation séparées (moteurs différents), 2 pompes à air, 2 pompes d'extraction. Pour ces dernières, il y a 2 moteurs, chacun commandant une pompe à air et une pompe d'extraction.

Si chacun de ces moteurs doit être en double, cela nécessite 4 moteurs au lieu de 2, mais il faudrait également 4 moteurs en commandant individuellement les pompes à air et d'extraction. La solution de la conduite simultanée est plus économique et également sûre.

Chaque groupe de chaudières forme une unité indépendante, mais une disposition de secours permet d'alimenter n'importe quelle turbine.

Disposition des auxiliaires du condenseur. — Deux pompes pour circulation, air et extraction, sont pratiquement indispensables pour les turboalternateurs de 25 000 kw. Dans le cas de machines plus petites on met 2 pompes de circulation pour les condenseurs de 2 turbines, chacune étant capable de fournir de l'eau à un seul condenseur. Elles sont en parallèle *du côté eau.* Si l'un vient à manquer, le vide ne tombera pas trop rapidement, ce qui permettra de remédier à l'avarie (réparation, ou stoppage d'une turbine). Les 2 moteurs sont alimentés par des sources indépendantes (voir fig. 8, pour la disposition des valves ouvertes normalement).

Evidemment, pour obtenir une double alimentation auxiliaire, il faut absolument : ou mettre les turbines en marche par deux, ou, pour une turbine, mettre les deux pompes en marche.

A ce sujet, il peut être intéressant de remarquer une solution adoptée dans quelques stations américaines qui ont la commande à vapeur des auxiliaires et qui installent un générateur à courant continu *spécial* pour les auxiliaires de condenseur. Ce générateur est conduit à un extrémité par une turbine évacuant à un réchauffeur d'eau; à l'autre, par un moteur à courant alternatif alimenté par les barres principales collectrices. Ceci n'assure pas le doublement de l'alimentation des auxiliaires à cause de l'avarie possible du générateur. On doit faire attention à ce que, dans le cas d'une chute de fréquence de l'alimentation principale, il n'y ait pas de danger que le moteur, agissant en générateur, surcharge la turbine

de conduite à l'autre extrémité et s'efforce de supporter la charge entière de l'usine.

Bases de puissance pour les moteurs auxiliaires. — Cette station est sur une rivière avec une circulation du système à siphon. S'il y avait une tour de condensation, la puissance des pompes de circulation serait doublée approximativement, mais celle des pompes à air serait plus faible, le vide étant moins poussé.

Détails des auxiliaires. — Dans tous les schémas, la même disposition existe pour l'alimentation (dans chaque groupe de chauffe : une pompe mue électriquement et une turbo-pompe à vapeur, chacune étant suffisante pour tout le groupe).

Six moteurs sont prévus pour le chauffage automatique, mais trois, chacun de 10 ch, sont seulement employés, les autres étant en réserve et immédiatement utilisables par embrayage.

Excepté pour la pompe de secours, la commande à vapeur des auxiliaires n'a pas été envisagée (dépense considérable d'eau d'alimentation, attention plus grande).

Lorsqu'on mentionne des moteurs à courant alternatif, il est entendu que la régulation s'obtient :

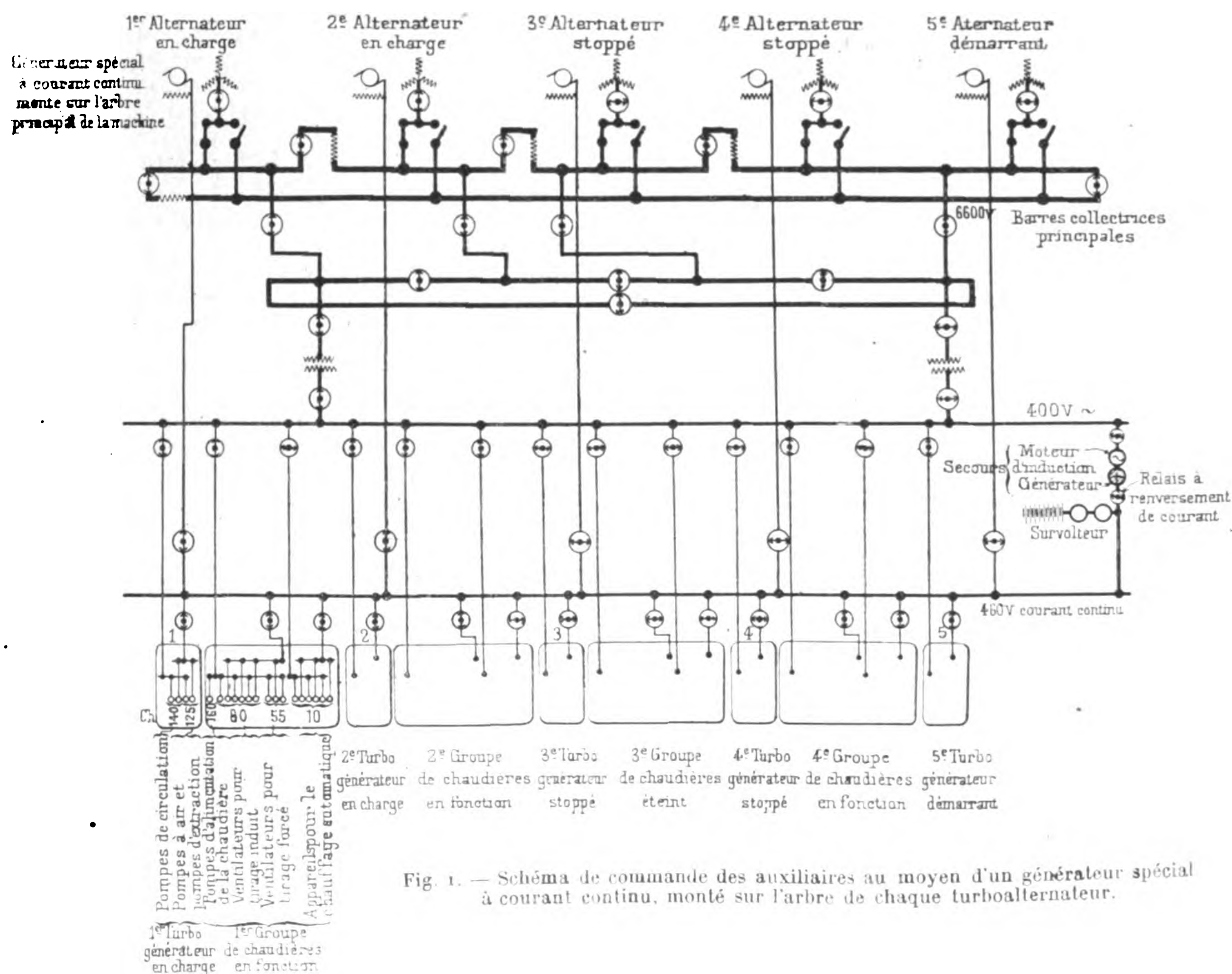


Fig. 1. — Schéma de commande des auxiliaires au moyen d'un générateur spécial à courant continu, monté sur l'arbre de chaque turboalternateur.

a) Pour le chauffage automatique, par engrenages ;
b) Pour les pompes, par valves ;
c) Pour les ventilateurs, par écrans.

Réchauffage de l'eau d'alimentation. — Pour les raisons données plus haut, dans tous les projets, on n'a pas envisagé l'usage de la vapeur d'échappement des auxiliaires pour le réchauffage de l'eau.

Tension des barres principales collectrices. — Dans tous les cas, excepté pour le n° 5, on a supposé que les alternateurs principaux seraient reliés aux barres à 6 600 V et que, si l'on a besoin d'une tension plus élevée pour transmettre l'énergie, les transformateurs élévateurs seront placés sur le feeder du côté du disjoncteur principal.

Quelques-uns de ces schémas peuvent cependant être utilisés également bien, si chaque machine forme un groupe avec un transformateur (schéma n° 5).

Sectionnement des barres principales collectrices. — On a supposé quatre sections pour les barres principales. Le système à haute tension est également divisé en quatre sections couplées seulement à l'usine principale, mais non pas aux sous-stations. La jonction se fait soit par des réactances, soit par barres avec réactances, ou par réactances entre les générateurs (ce cas est en dehors de cette étude).

Dans chaque schéma, on remarquera des barres additionnelles divisées aussi en sections, chacune étant alimentée par celle correspondante des barres principales. Des disjoncteurs seraient insérés entre les sections (cas de secours ou de nettoyage). Ils peuvent avoir un pouvoir de rupture

beaucoup plus petit que ceux qui couplent les barres additionnelles aux barres principales.

Ils peuvent normalement être laissés ouverts (sinon on mettrait en parallèle les sections des barres principales sans la protection qui résulte du câble entre une sous-station et les barres principales). La commande de ces disjoncteurs se fait de la salle de contrôle principale de haute tension (la barre de prise de courant sur le tableau principal comprenant une section correspondant à la barre additionnelle. Par ce moyen, la possibilité d'une erreur de manœuvre de disjoncteur du côté à haute tension serait réduite au minimum).

Disjoncteurs à huile. — Les auteurs ont réduit au minimum le nombre de disjoncteurs à huile parce que chaque disjoncteur des barres principales doit être évidemment capable de couper la charge entière de la section à laquelle il est connecté.

Moteurs-générateurs synchrones et asynchrones. — On a mis des moteurs-générateurs synchrones là où il était nécessaire d'alimenter les barres en courant continu. Partout ailleurs, on a mis des moteurs asynchrones. De même, on n'a pas proposé de convertisseurs rotatifs excepté pour un des projets, car, pour les auxiliaires, les moteurs-générateurs sont plus avantageux, en cas d'avarie, que les convertisseurs.

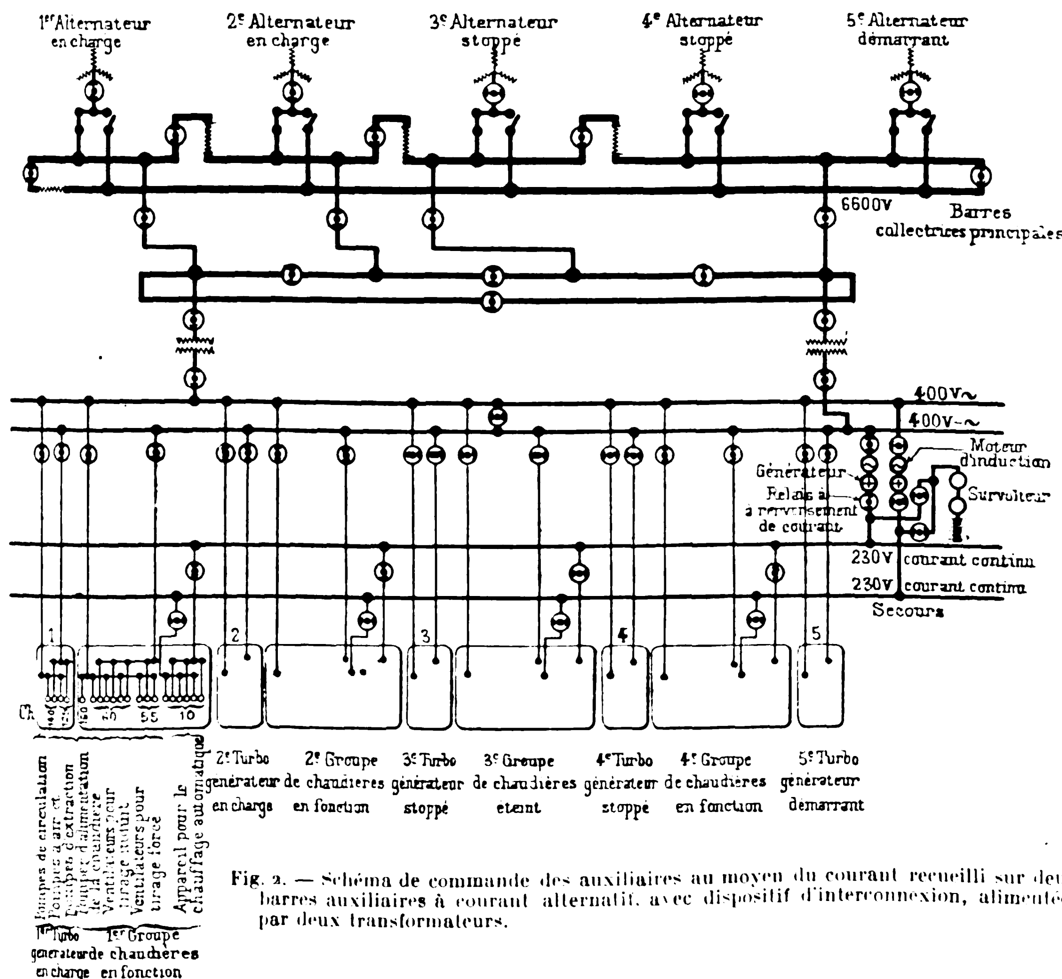


Fig. 2. — Schéma de commande des auxiliaires au moyen du courant recueilli sur deux barres auxiliaires à courant alternatif, avec dispositif d'interconnexion, alimentées par deux transformateurs.

Isolement de la station. — Une station de cette importance ne sera vraisemblablement pas isolée, mais on a pris l'isolement comme base parce qu'il peut cependant se produire.

Mise en marche d'une usine. — En supposant tous les feux éteints, on peut, même avec les cheminées courtes actuelles et le tirage naturel, mettre en marche une turbine dans un temps raisonnable. Il n'est donc pas besoin de prévoir une batterie pour les ventilateurs, mais il est nécessaire de fournir du courant aux moteurs des grilles automatiques.

Un ventilateur à tirage forcé alimente deux chaudières et une petite modification, que montrent les schémas, prouve la nécessité d'avoir des alimentations différentes pour les ventilateurs à tirage forcé et induit de la même paire de chaudières, de façon qu'un manque de courant ne prive aucune chaudière du tirage artificiel lorsqu'on utilise les deux tirages (moment de la pointe).

Changement d'alimentation en courant alternatif. — Quand on change de source pour un moteur, l'expérience prouve que, même avec un coupleur extra-rapide, le choc sur le moteur occasionne parfois une rupture des boulons des manchons d'assemblage.

Dans quelques cas, on peut sans inconvénient mettre les sources en parallèle temporairement, mais il ne faudrait pas persister longtemps. Il serait donc intéressant d'avoir l'opinion des ingénieurs, quant à la possibilité d'un enclanchement à temps qui permettrait de mettre les sources en pa-

rallèle pendant 30 secondes et de couper automatiquement celle qui n'est plus utilisée.

Alimentation en parallèle. — Lorsque les alimentations d'une barre auxiliaire sont en parallèle, comme dans le cas des générateurs à courant continu (fig. 1), on doit observer que les relais à renversement de courant doivent être organisés de manière à empêcher l'alimentation de n'importe quel générateur devenu défectueux (Pour la clarté des figures, on n'a pas représenté cette disposition).

Moteurs des convoyeurs. — Ces schémas ne concernent que les alimentations des moteurs qui ont été classés dans les trois premiers groupes *a, b, c*. On n'a pas envisagé le groupe *d*.

Comme ces derniers peuvent être arrêtés 12 heures sans nuire au fonctionnement de l'usine, il n'est pas besoin de prévoir une alimentation double. Ils seront alimentés par des barres qui, elles-mêmes, recevront du courant des barres principales, par l'intermédiaire, soit d'un transformateur, soit un groupe moteur-générateur.

Représentation des disjoncteurs. — On n'en a pas spécifié le type sur les figures.

NOTES SPÉCIALES CONCERNANT LES SCHÉMAS. — SCHÉMA I. —

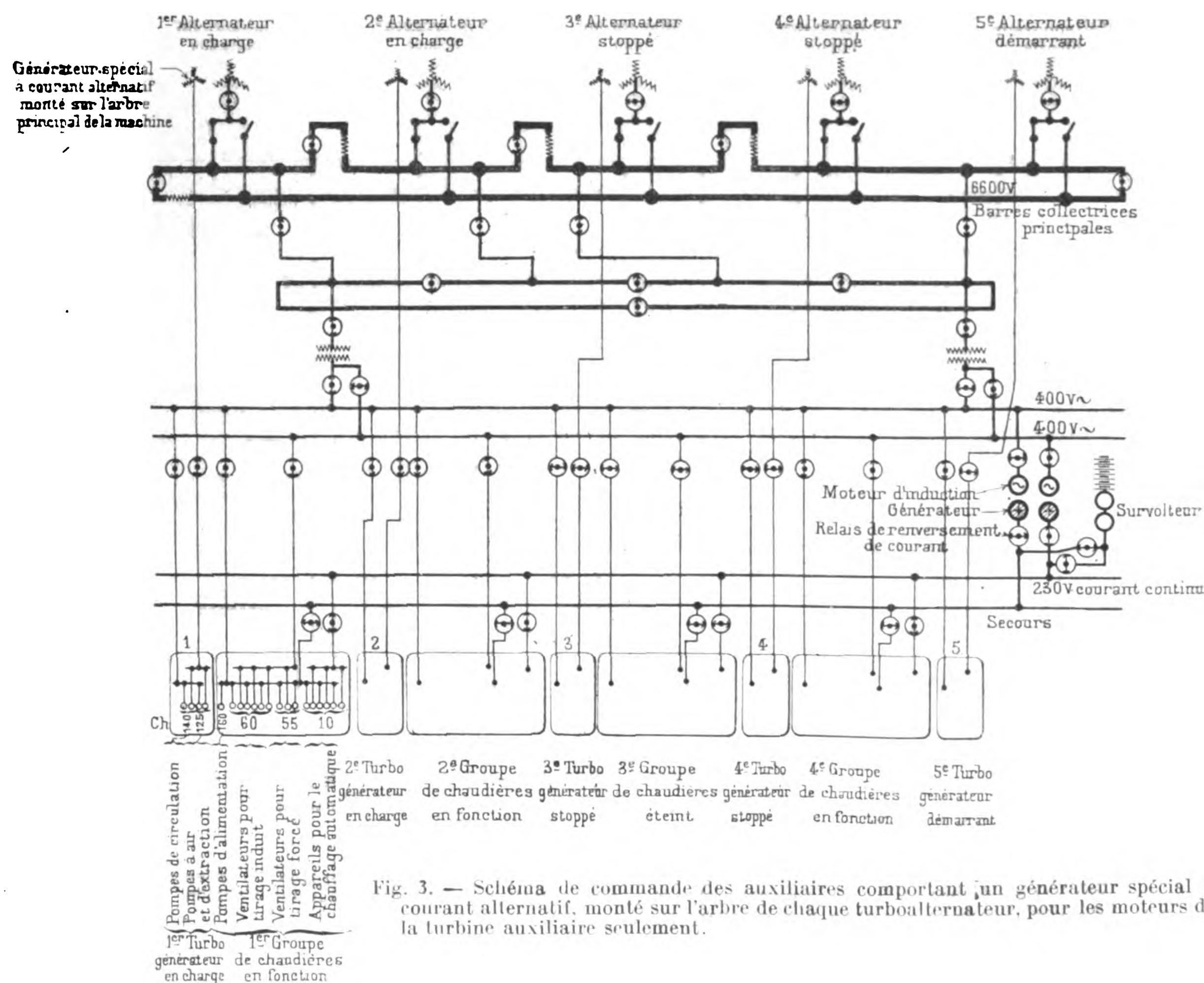


Fig. 3. — Schéma de commande des auxiliaires comportant un générateur spécial à courant alternatif, monté sur l'arbre de chaque turboalternateur, pour les moteurs de la turbine auxiliaire seulement.

Générateur spécial à courant continu monté sur l'arbre du turboalternateur principal.

Générateurs à courant continu. — Ces générateurs seraient auto-excitateurs et les relais à renversement de courant seraient placés entre eux et les barres à courant continu pour empêcher la possibilité de marche en moteur. Ils n'ont rien de commun avec l'excitation des alternateurs qui possèdent des excitatrices en bout d'arbre ou des excitatrices séparées si on le préfère.

Caractéristiques générales du schéma. — Ce projet est semblable au projet n° 6 à plusieurs points de vue, mais la possibilité d'une défaillance totale des auxiliaires est moindre ; la batterie peut donc être réduite. Il faut un nombre considérable de rechanges, puisqu'on emploie à la fois des moteurs à courant continu et alternatif. Il y a lieu d'attirer l'attention des constructeurs sur ce point car, avec la tendance actuelle vers les turbo-alternateurs de grande puissance à 3000 t : mn, la commutation sera probablement la plus grande difficulté qu'on rencontrera. Pour le cas d'un générateur à courant continu apportant du trouble, il suffira de le découpler, les autres étant suffisants pour assurer le service (la batterie et le moteur-générateur les assistant si c'est nécessaire).

SCHÉMA II. — *Deux barres auxiliaires à courant alternatif chacune alimentée par un transformateur.*

Interconnexion des barres auxiliaires. — On prévoit l'interconnexion des barres auxiliaires à 400 V pour le cas d'un transformateur hors de service. Mais on sacrifie ainsi le

doublement de l'alimentation. Il est nécessaire de voir si un transformateur additionnel ne serait pas avantageux.

Dispositions pour les groupes moteurs-générateurs. — Avec la disposition de la figure 2, s'il faut mettre en marche, les feux étant supposés éteints, il faudrait avoir un des groupes du type réversible, avec relais de renversement de courant du côté à courant continu, et une batterie de capacité suffisante pour supporter la charge d'un groupe d'auxiliaires de turbine.

Caractéristiques générales du projet. — Cette installation est simple et les rechanges sont réduites au minimum. Si la continuité de la fourniture d'énergie est importante, il y a lieu de se demander si ce projet est réellement satisfaisant.

Type spécial de turbine des auxiliaires. — Elle doit être le plus simple possible, évacuant à l'atmosphère et être connectée de manière que la simple pression d'un bouton sur le tableau de contrôle des disjoncteurs mette le générateur en circuit en dix à quinze secondes. Ceci sera obtenu par une valve d'arrêt commandée par un moteur, le

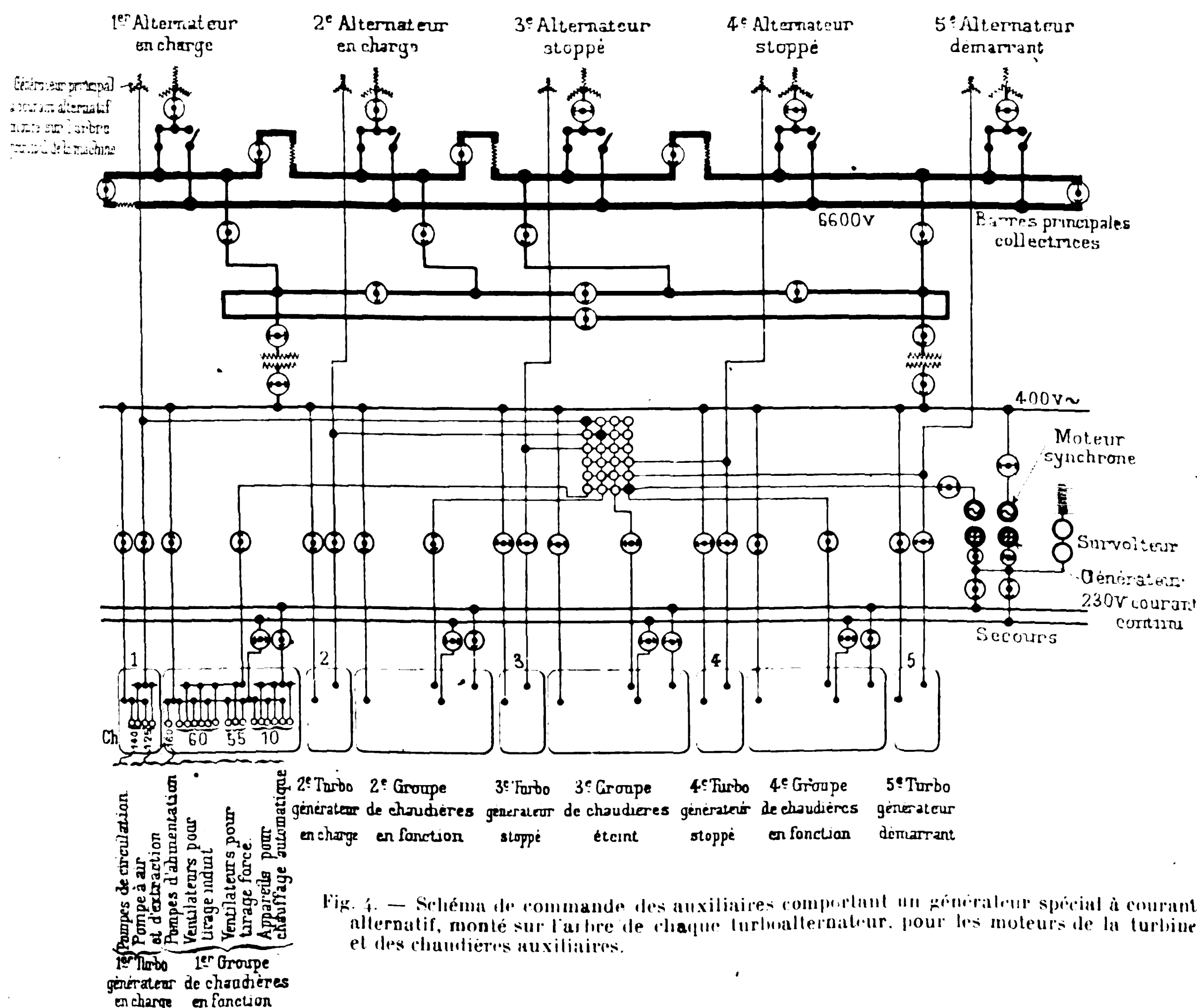


Fig. 4. — Schéma de commande des auxiliaires comportant un générateur spécial à courant alternatif, monté sur l'arbre de chaque turboalternateur, pour les moteurs de la turbine et des chaudières auxiliaires.

tuyautage étant toujours purgé. Il y aura lieu de considérer le graissage.

Quand la turbine approchera de la pleine vitesse, le générateur sera mis automatiquement par le régulateur sur les barres à travers une réactance et, une ou deux secondes plus tard, celle-ci sera court-circuitée. Le choc mécanique résultant sera dur, mais l'installation doit être faite en conséquence.

De cette façon, si le surveillant du tableau de contrôle observe une avarie à une des barres des auxiliaires, il pourra courir au groupe des auxiliaires et mettre hors circuit l'alimentation en défaut avec une chance raisonnable d'empêcher les moteurs intéressés d'être arrêtés.

SCHÉMA III. — *Générateur spécial à courant alternatif monté sur l'arbre du turboalternateur principal pour alimenter les moteurs auxiliaires de la turbine seulement.*

Démarrage du premier groupe. — Il serait, comme tout à l'heure, nécessaire d'évacuer à l'atmosphère, mais si, avant le départ, le générateur auxiliaire était couplé sur les moteurs qu'il alimente normalement, ces moteurs augmenteraient de vitesse avec le générateur et il apparait que le vide pourrait être obtenu suffisamment vite pour éviter des troubles à la turbine principale. Il faudrait connaître l'opinion des constructeurs et aussi l'avantage d'un éjecteur à air pour aider la pompe. Dans le cas où le démarrage est impossible dans ces conditions, il convient d'opérer comme pour le projet 2.

Défaut sur le générateur auxiliaire. — Dans ce cas, la moitié des auxiliaires de la turbine principale afférente seront arrêtés. Pour obvier à cela, des installations seront prévues pour que les auxiliaires puissent, en cas d'avarie, être alimentés par les barres auxiliaires.

Alimentation des barres auxiliaires. — Il y a, avec le schéma 2, une légère différence. Elle consiste dans la méthode de connexion de la basse tension des transformateurs auxiliaires aux barres. Il ne semble pas y avoir avantage à cette disposition.

Caractéristiques générales du projet. — La disposition est simple et requiert le minimum de rechanges. Le générateur spécial à courant alternatif paraît être plus satisfaisant à l'usage que celui à courant continu du schéma 1 au point de vue de la continuité de l'alimentation.

SCHÉMA IV. — *Générateur spécial à courant alternatif monté sur l'arbre de la machine principale, pour les moteurs de la turbine et des chaudières auxiliaires.*

Disjoncteur spécial de changement d'alimentation. — Il faut éviter la mise en parallèle des générateurs auxiliaires, soit avec l'alimentation principale, soit entre eux. Il faut donc une disposition spéciale.

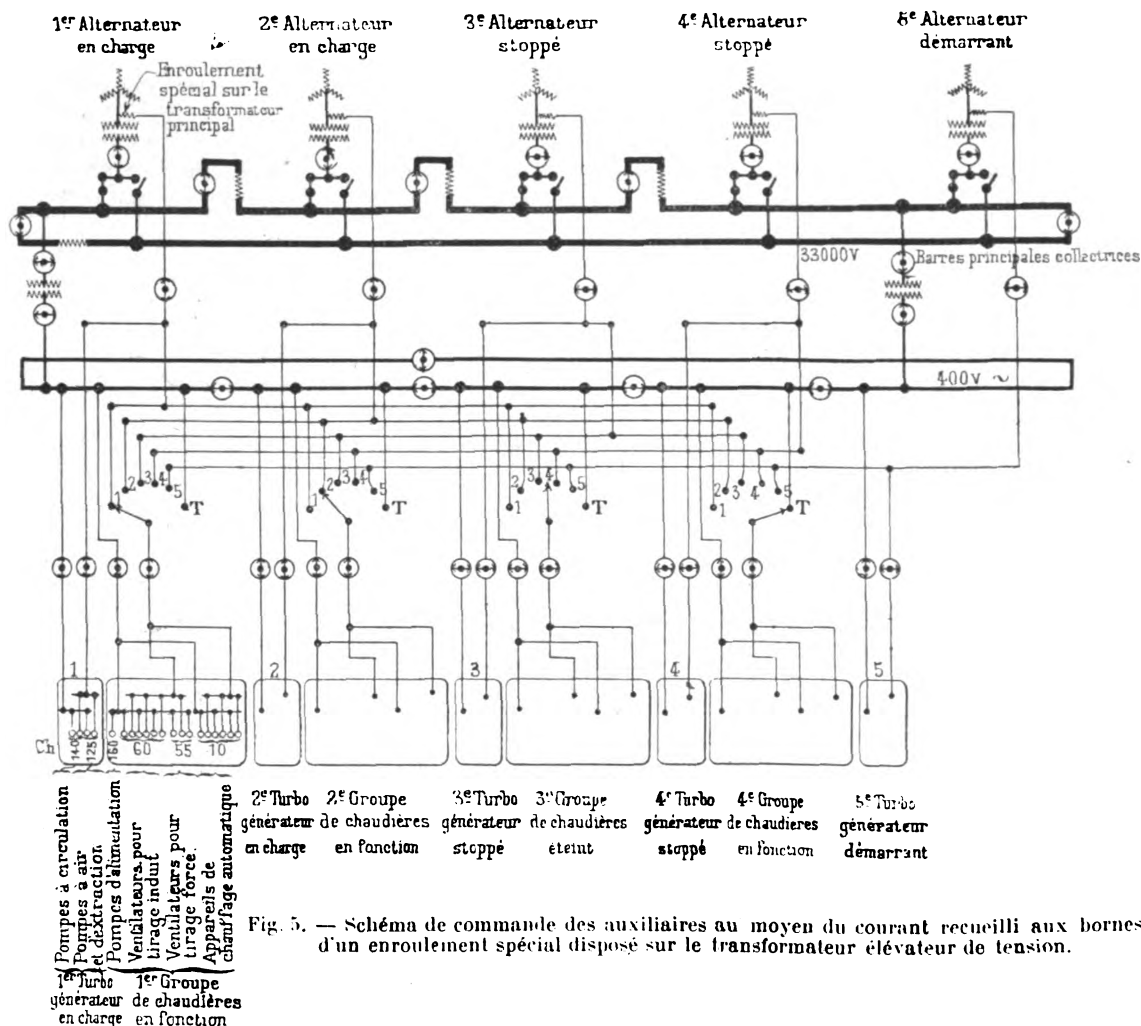


Fig. 5. — Schéma de commande des auxiliaires au moyen du courant recueilli aux bornes d'un enroulement spécial disposé sur le transformateur élévateur de tension.

On l'a représentée comme un tableau à fiches à six arrivées d'alimentation (5 des générateurs auxiliaires et une de la batterie en passant par un moteur générateur) et 4 feeders de départ, un pour chaque groupe de chaudières. Les cercles blancs représentent les trous à fiches et les noirs, les cases où une fiche est placée.

Ceci n'est pas satisfaisant, car il y a trois phases à considérer et le tableau sera très compliqué.

Démarrage d'un premier groupe. — Pour éviter une batterie de grande capacité, on prévoit le tirage naturel. Les barres à courant alternatif auxiliaires recevront l'énergie du moteur-générateur directement branché sur la batterie et la moitié des auxiliaires des turbines sera alimentée par ces barres.

Le turboalternateur principal sera accéléré et amené au synchronisme avec les barres auxiliaires alternatives (à travers un des transformateurs) avant d'être branché sur celles-ci.

Lorsque le turboalternateur est sur les barres, l'autre moitié des auxiliaires de la turbines peut être mise en marche en étant alimentée par la génératrice auxiliaire, tandis que le moteur-générateur charge la batterie.

Les ventilateurs des chaudières peuvent être démarrés, un groupe par les barres auxiliaires à courant alternatif, un

autre par le générateur auxiliaire, le commutateur étant placé dans une position convenable.

Démarrage des groupes successifs. — On met d'abord en route les auxiliaires des chaudières et de la turbine du deuxième groupe, alimentés à 400 v par les barres auxiliaires à courant alternatif; ensuite, l'autre moitié est alimentée par le générateur auxiliaire aussitôt que le turbo-alternateur correspondant a été branché sur les barres principales.

Quand deux ou plusieurs groupes sont en marche, le second transformateur auxiliaire peut être branché si l'on désire accroître la sécurité de l'alimentation auxiliaire. Il faut éviter, lorsqu'on change d'alimentation, la mise en parallèle de deux générateurs auxiliaires et la surcharge de ces générateurs.

Caractéristiques générales du projet. — L'entretien n'est pas excessif. Les rechanges sont réduites au minimum. Cette disposition est d'un fonctionnement sûr, mais on risque de se tromper dans la manœuvre du commutateur qui est, d'ailleurs, un appareil très cher.

SCHÉMA V. — *Enroulement spécial sur le transformateur élévateur.*

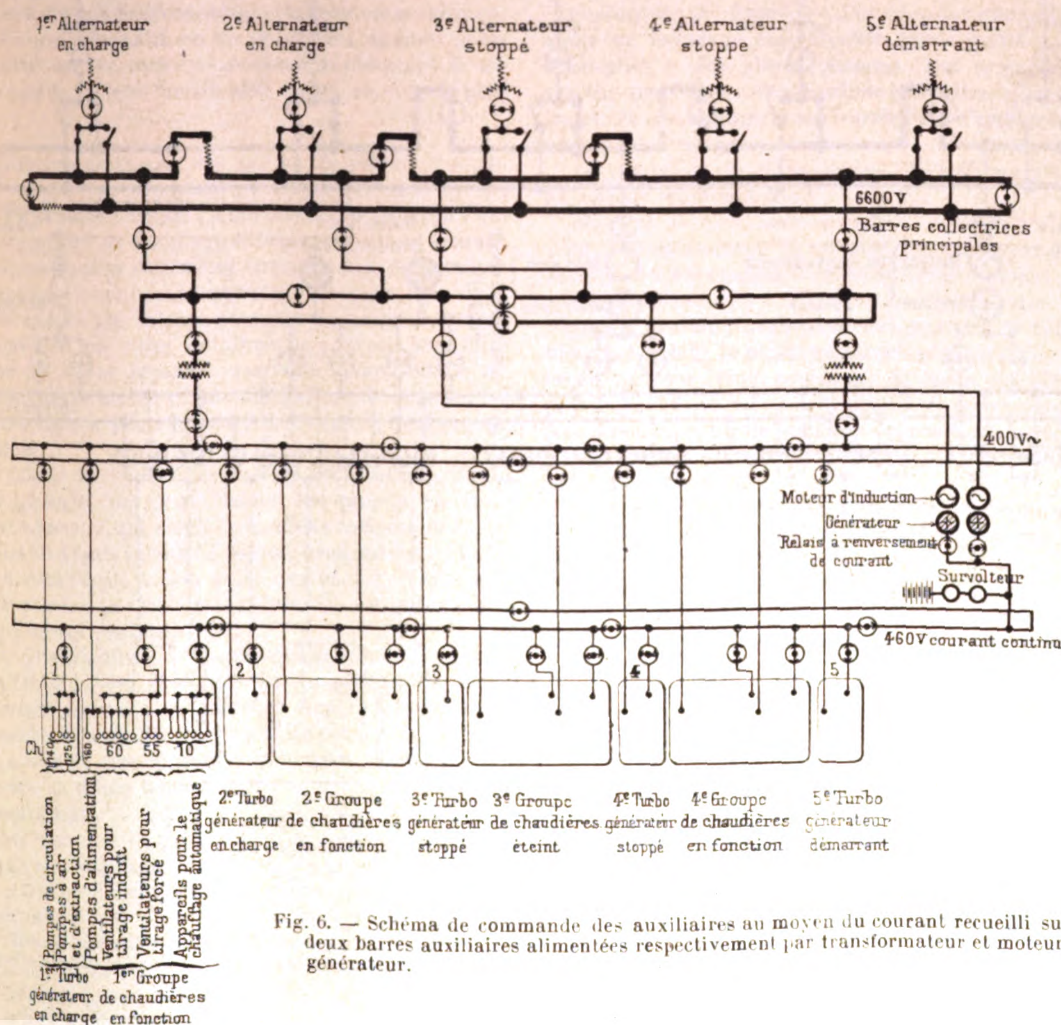


Fig. 6. — Schéma de commande des auxiliaires au moyen du courant recueilli sur deux barres auxiliaires alimentées respectivement par transformateur et moteur-générateur.

Construction de l'inverseur pour le changement d'alimentation. — Il pourrait être conjugué à un disjoncteur à huile avec lequel il serait placé en série et, par conséquent, pourrait être à rupture dans l'air. Le plus simple serait d'en avoir un sur chaque phase, avec autant de contacts qu'il serait nécessaire, le couteau étant articulé sur un pivot à émerillon, de façon qu'il pourrait être séparé du contact, pivoter et pouvoir être fermé sur un autre si on le désire. Les trois couteaux seraient solidarisés par une barre.

Démarrage d'un premier groupe. — Il n'est pas possible de démarrer le premier groupe sans évacuer à l'atmosphère, à moins que les auxiliaires puissent être mis en marche avec l'alternateur principal, comme pour le projet III. S'il n'y a pas d'interconnexion avec une autre station et si ce mode de démarrage n'est possible, il faut installer un groupe spécial qui n'a aucune raison de ne pas évacuer à l'atmosphère puisque sa mise en marche sera rare. Si l'on adopte cette solution, il faut synchroniser l'alternateur principal avec les barres auxiliaires. La seconde moitié des auxiliaires pourrait être mise en marche par l'intermédiaire de l'enroulement spécial après la mise en vitesse de la turbine, mais avant de brancher l'alternateur principal sur ses barres. Dans ce second cas, l'autre moitié des auxiliaires serait déconnectée, le groupe auxiliaire arrêté, l'alternateur principal couplé, le transformateur auxiliaire étant branché sur les barres principales de façon à fournir de l'énergie aux barres auxiliaires.

Démarrages successifs. — S'il est nécessaire, on peut mettre en marche tous ces auxiliaires durant la période de démarrage, la moitié sur les barres auxiliaires directement, l'autre par l'intermédiaire du contact T de l'interrupteur approprié.

Caractéristiques générales. — Il y a peu d'entretien et les rechanges sont réduites au minimum. Le degré de confiance est discutable, mais pourvu qu'un défaut des barres principales à 33 000 v n'affecte pas assez l'alimentation des barres auxiliaires au point d'arrêter les moteurs branchés sur elles, on peut considérer que la sécurité est suffisante, tant qu'il y a plus d'un groupe en marche.

SCHÉMA VI. — *Deux barres auxiliaires alimentées respectivement par transformateur et moteur générateur.*

Traits généraux. — Ce système qui présente beaucoup de

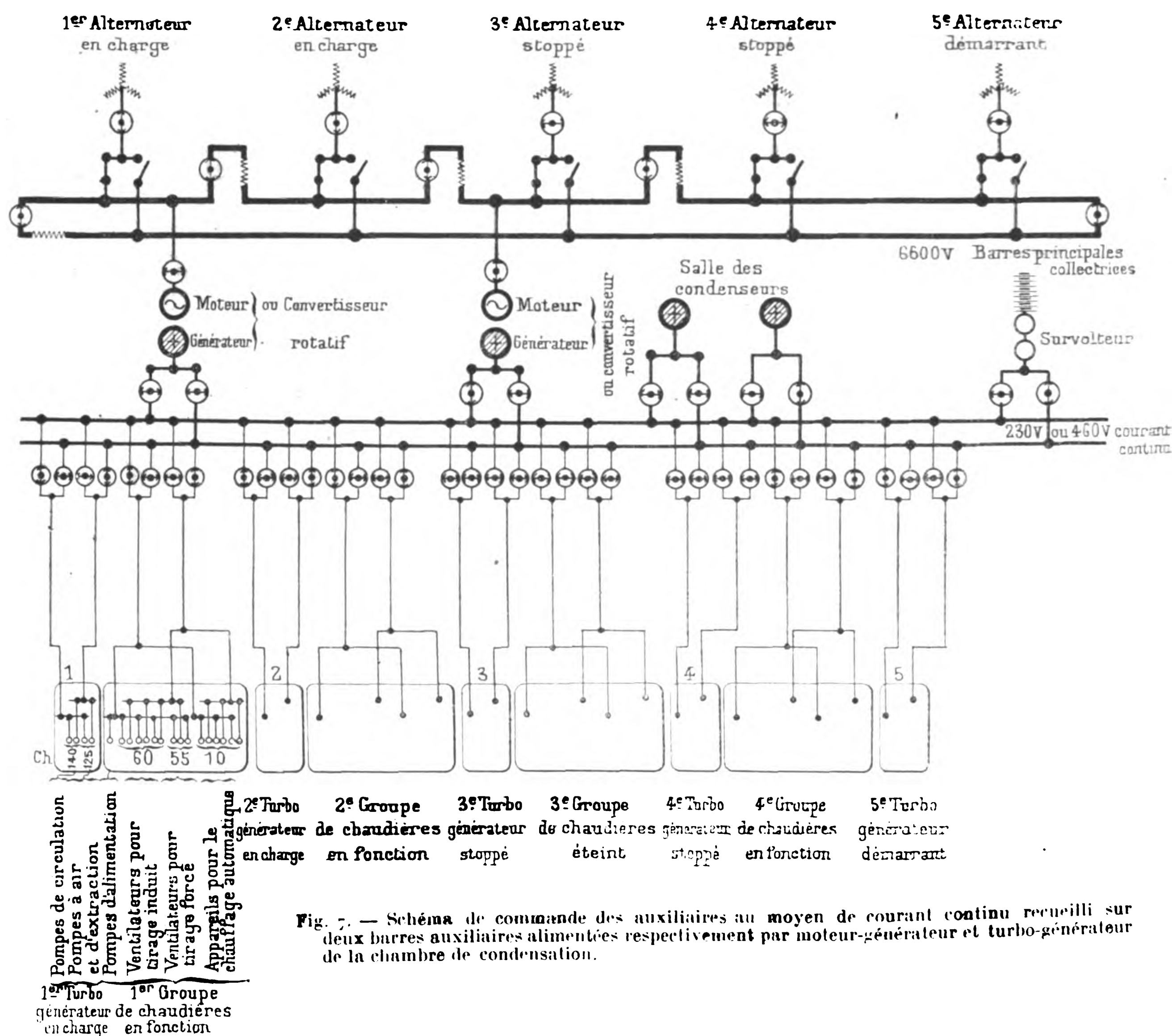


Fig. 7. — Schéma de commande des auxiliaires au moyen de courant continu recueilli sur deux barres auxiliaires alimentées respectivement par moteur-générateur et turbo-générateur de la chambre de condensation.

simplicité de manœuvre, de souplesse et d'efficacité, demande beaucoup d'entretien à cause du grand nombre de moteurs à courant continu et beaucoup de rechanges. Il faudra une batterie de grande capacité. Le prix en sera élevé.

SCHÉMA VII. — *Deux barres auxiliaires à courant continu, alimentées respectivement par moteur-générateur et turbo-générateur de la chambre de condensation.*

Traits généraux. — Le rendement est plus faible que lorsque l'alimentation auxiliaires est fournie par la puissance motrice de la turbine principale. Mais il n'y a aucune complication du fait du démarrage ou du fonctionnement. Les réserves sont plus nombreuses que si tout était en courant alternatif, mais moindres que lorsque les courants alternatif et continu sont employés à la fois. L'entretien est important à cause du grand nombre de collecteurs et de balais), mais on peut compter sur une plus grande sécurité. Les auteurs prétendent, contrairement à ce qui a été dit, que les convertisseurs rotatifs seraient plus avantageux que les moteurs générateurs à cause du nombre considérable d'appareils au repos.

Marche avec les barres auxiliaires en parallèles. — Il est possible qu'on accroisse la sécurité en mettant les barres auxi-

faire en parallèle en connectant la batterie aux deux systèmes de barres. La batterie serait prête pour le secours et l'usage de relais à renversement de courant du côté continu des moteurs-générateurs et sur le départ du groupe auxiliaire serait une sécurité en cas d'accident ou de chute de tension sur l'une ou l'autre alimentation.

Autre projet avec moteurs à courant alternatif. — Les moteurs-générateurs pourraient être remplacés par des transformateurs, le groupe auxiliaire étant alternatif et la batterie étant alimentée par les barres auxiliaires par l'intermédiaire de moteurs-générateurs réversibles.

Le prix serait peut-être réduit, mais entraînerait des complications, à cause de la nécessité de synchroniser les alimentations à courant alternatif, en cas de secours, et aussi parce qu'un défaut sur les moteurs-générateurs obligeant à les arrêter, rend la batterie inutilisable quand on en a le plus besoin.

Considérations générales sur les divers projets. — On pourrait adopter une combinaison de quelques-uns de ces projets. Par exemple, lorsque l'alimentation en entier, à l'exception des moteurs de chauffage automatique, est en courant alternatif, ces derniers pourraient être alimentés de la même manière quoique les auteurs considèrent cela comme peu sage.

Au lieu que les générateurs continus du projet I alimentent en parallèle une barre omnibus, on pourrait leur faire alimenter des barres séparées avec un commutateur de secours qui les brancherait sur une batterie commune, de sorte que la batterie pourrait servir à n'importe quel groupe d'auxiliaires.

Il est difficile de choisir. Les auteurs estiment que, d'une manière générale, on peut classer les projets en trois groupes : le premier, qui serait le meilleur, composé des projets I, VI et VII d'égale valeur. Le second, composé des types II, III, V, qui, étant d'égale valeur entre eux, sont d'un type différent du premier. Le troisième (schéma IV) est un exemple de ce qu'il ne faut pas faire.

Détails des auxiliaires. — L'appareillage et les accessoires des auxiliaires doivent être de première qualité. Ce serait une mauvaise économie de chercher à en réduire le prix. Les dispositifs de protection doivent être soignés de manière que les défauts ne causent que le minimum d'arrêt. Il faut être assuré, en même temps, qu'ils ne fonctionneront pas intempestivement.

Choix de la tension. — Quand il y a du courant continu et du courant alternatif à basse tension dans une usine, il faut choisir la tension d'éclairage. Par exemple, 400 v en courant alternatif donnent 230 v entre phases et neutre, correspondant à 230 v en courant continu.

Pour le choix entre 230 v et 460 v en courant continu, il faut considérer qu'une tension de 230 v nécessite moitié moins de bacs, quoique ceux-ci soient plus grands que dans le cas de 460 v. La réduction du nombre total de bacs diminuerait les connexions en cuivre.

Éclairage et circuits de contrôle. — A l'aide de la batterie des auxiliaires ou d'une batterie indépendante, on alimente les circuits de contrôle et les lampes placées dans des points variés de façon que l'usine ne soit jamais dans l'obscurité. S'il n'y a pas de batterie, deux moteurs générateurs, un en marche, l'autre au repos, seront prévus.

Emplacement des tableaux. — Les alimentations des auxiliaires auront un tableau spécial, dont les appareils seront manœuvrés par un surveillant spécial. Le tableau ne sera pas loin du tableau de contrôle de la haute tension. Le surveillant de ce dernier tableau ne s'occupera pas des détails des auxiliaires en cas d'avaries, excepté si le surveillant de ces auxiliaires avait à recevoir des instructions de lui.

Les tableaux du contrôle de l'alimentation double des auxiliaires seront placés aussi près que possible l'un de l'autre.

Passage des câbles. — Toutes les fois qu'il sera possible, les feeders doublant une alimentation suivront une voie différente.

Démarreurs et appareillage de contrôle. — Les moteurs devant marcher longtemps, il faut réduire au minimum l'échauffement eu égard aux pertes dans les conducteurs et à l'hystérésis.

Contacteur de départ. — Les boutons-poussoirs peuvent avoir un avantage considérable, parce qu'ils peuvent être multipliés à des places choisies. Par exemple, un convoyeur peut avoir des boutons-poussoirs répartis sur son trajet, ce qui augmente les possibilités d'arrêter les moteurs en cas de dommage.

Emplacement des démarreurs. — Positions accessibles et en vue de leurs moteurs.

Moteurs de manœuvre de valves. — Cette pratique est en voie d'accroissement. Il ne faut pas employer de moteurs série à courant continu à cause de l'emballement.

Balais de moteurs à courant alternatif. — Les moteurs à bagues à courant alternatif seront pourvus de balais relevables. Les balais, le principal interrupteur à huile et la résistance du rotor seront conjugués de façon que l'interrupteur ne puisse être fermé si le dispositif de court-circuitage et la résistance du rotor ne sont pas en position correcte.

Batterie. — Elle peut être réglée par survolteurs ou éléments de réduction.

Dans le premier cas, l'inverseur automatique mettrait la batterie directement sur la ligne, si la charge dépassait la capacité du survolteur.

Le choix est sujet à controverse.

Manœuvre des appareils auxiliaires. — Si la puissance des auxiliaires provient directement ou indirectement des barres principales, il n'y a pas, dans tous ces projets, d'appareil de secours lorsqu'un alternateur seulement est en marche, d'où diminution du vide au condenseur et conséquences fâcheuses s'il y a un défaut sur les barres.

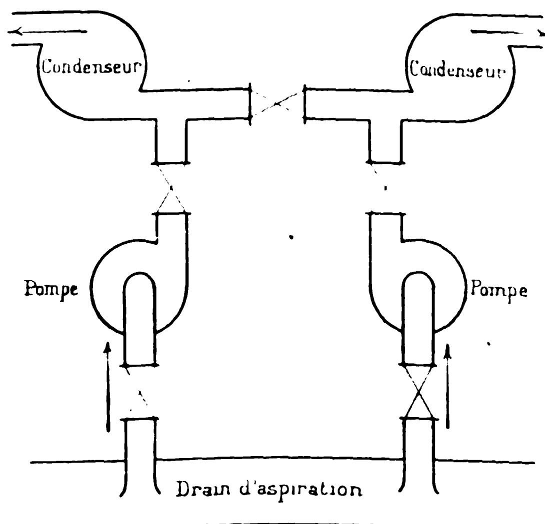


Fig. 8. — Schéma de disposition des auxiliaires du condenseur.

S'il y a une interconnexion et si un alternateur seulement

étant en marche, on doit le découpler, il faut ouvrir les départs et utiliser l'interconnexion.

En cas de charge légère, il peut être intéressant de discuter l'opportunité d'avoir deux pompes à circulation d'air et d'extraction en marche pour chaque turbine au lieu d'une de chaque catégorie.

Conclusion. — Les auteurs croient que cet exposé sera de quelque secours pour ceux qui ont à faire un choix pour le système de commande des auxiliaires. — C. F.

Le parafoudre Bendmann [1].

Le problème des surtensions se présente sous deux aspects très différents suivant qu'il s'agit de réseaux à basse ou à haute tension. Dans les premiers, les résistances d'isolement sont relativement peu élevées, il y a toujours des points faibles qui permettent l'écoulement à la terre, si, par suite de circonstances atmosphériques ou autres, la tension croît d'une façon excessive. Le service n'en souffre pas, car la tension de régime n'est pas suffisante pour que le courant normal soit dérivé. Dans les seconds, il n'en est plus de même, il faut recourir à des mesures spéciales. On peut s'inspirer de ce qui existe en hydraulique, où l'on dispose, sur les canalisations, des réservoirs à air qui amortissent les coups de bélier. Ici, ce sont des condensateurs qui joueront ce rôle, amortiront les ondes trop raides et les rejetteront dans le réseau. On peut encore procéder par dérivation, à condition que la dérivation soit interrompue en temps opportun pour ne pas laisser passer le courant de régime. C'est le but que se propose de remplir le parafoudre Bendmann.

Le fonctionnement de cet appareil est le suivant (fig. 1) : dès que la tension s'élève de 15 à 20 pour 100, il y a franchissement de la distance explosive a, montée en série sur

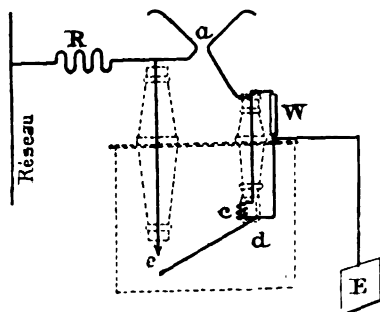


Fig. 1.

la résistance d'amortissement R. Par suite de l'interposition de la résistance W, une partie du courant s'écoule directement à la terre, tandis que l'autre emprunte la dérivation, actionne le relais et ferme le contact e. Cette opération court-circuite a et l'arc ne peut plus passer que par R ; la bobine n'étant plus excitée, le bras de contact retombe, la voie vers la terre est coupée. On utilise, pour cette coupure, un interrupteur à huile, qui entre en action dès que le courant passe au voisinage de zéro. Par suite de la brièveté du phénomène, il suffit de prendre une résistance R faible.

Des expériences comparatives ont été faites avec un parafoudre à cornes du type courant et un parafoudre Bendmann. Il s'agissait d'un réseau à 20 000 v, de 75 km. La résistance d'amortissement représentait 680 ohms, l'intensité était de 3 A. La durée de perturbation était de une seconde avec l'appareil à cornes ; de 4,5 o s seulement, avec le Bendmann. Le parafoudre Bendmann peut s'équiper avec dispositif à cornes (Emag., E. A. G.) ou avec dispositif à électrodes sphériques (A. E. G.).

Bien que les surtensions aient fait l'objet d'études approfondies au cours des dernières années, toutes les questions sont loin d'être résolues. On est en droit de se demander s'il n'y a pas analogie complète entre les efforts mécaniques et les efforts électriques. De même qu'un métal, soumis à les efforts répétés supérieurs à la limite d'élasticité, voit sa résistance diminuer et peut se rompre sous une charge normale, de même un diélectrique, sous l'effet de tensions excessives, perd de sa valeur. Cette supposition est vraisemblable, il semblerait donc que c'est abréger la durée d'existence d'un réseau que procéder par amortissement et rejet au lieu de procéder par dérivation. La meilleure méthode serait encore d'empêcher les surtensions de se produire, mais, en pratique, les mesures préventives rencontrent nombre d'obstacles. Faute de mieux, il faut adopter les moyens les plus efficaces pour combattre le mal et, dans cet ordre d'idées, recourir de préférence aux dérivations.

Les parafoudres usuels, les parafoudres à cornes en particulier, ne peuvent servir utilement au-delà de 5 000 v. Audessus, la résistance doit être trop forte, l'appareil perd de son efficacité, quand il ne devient pas lui-même une source de dangers.

Un bon organe de protection qui, par une mise à la terre intermittente et judicieuse, assure l'écoulement des charges d'égalisation, n'est pas seulement une sauvegarde pour les surtensions, il protège aussi machines et transformateurs en cas de courts-circuits dans les enroulements. Envisagée à ce point de vue, la réunion d'une distance explosive et d'un interrupteur à huile, telle qu'elle est réalisée dans l'appareil Bendmann, paraît être une solution des plus heureuses. — E. F.

Recherches sur les propriétés physiques et chimiques des huiles servant d'isolants [1].

Des recherches sur les huiles utilisées comme isolants ont été antérieurement entreprises à l'instigation de The Institution of electrical Engineers et du Electrical Research Committee. En dehors de l'examen des travaux antérieurs effectués dans les différents pays, la British Electrical and Allied Industries Research Association a procédé à des recherches de laboratoire au sujet des propriétés physiques et chimiques des huiles. Durant ces recherches, qui n'ont d'ailleurs pas été terminées, on s'est surtout appliqué à mesurer les constantes chimiques et physiques et non pas les valeurs empiriques que ces constantes revêtent ; on s'est, de plus, placé autant que possible dans les conditions auxquelles l'huile est réellement soumise dans la pratique. Une attention toute particulière a été accordée à la formation du dépôt mais la question a été également traitée à d'autres points de vue : changement de couleur dû à la formation du dépôt, pertes dues à l'évaporation à 100°C, point d'inflammation en vase clos, viscosité aux différentes températures, réaction chimique (acidité et alcalinité), coefficient de Hübl pour l'absorption de l'iode, densité, coefficient de dilatation, solidification, absorption de l'humidité, rigidité diélectrique, résistivité et, enfin, conductibilité calorifique.

On peut résumer ainsi le rapport présenté à l'Institution of electrical Engineers.

[1] Adolf Lippmann. *Der elektrische Betrieb*, 24 juin 1923, t. XXI, p. 133-135, 1 200 mots, 4 fig.

[1] *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1923, t. LXI, p. 661-674, 8 000 mots, 6 fig., 15 tab.

La formation du dépôt est surtout due à l'introduction de l'air, lequel détermine l'oxydation et la polymérisation de l'huile. Les expériences consistèrent à déterminer la température à laquelle cette formation commence, par suite d'une introduction d'air ou d'oxygène. On a enregistré les meilleurs résultats avec les huiles pâles de Russie et avec certaines huiles raffinées américaines. Après examen attentif, on a conclu que les résultats obtenus par l'introduction d'oxygène ne caractérisaient pas suffisamment le phénomène réel du dépôt dans les transformateurs et les appareils analogues (voir tableaux I et II).

Tableau I. — *Dépôt (proportion en centièmes) formé par l'introduction d'oxygène, à des températures variant de 60° à 120° C.*

Huiles	Dépôt (proportion en centièmes)				
	60° C à 85° C	90° C	100° C	110° C	120° C
1. (Burmah)	néant	0,01	0,07	0,27	0,82
2. (Burmah)	néant	néant	0,02	0,07	0,43
3. (Russe)	néant	néant	néant	néant	0,11
4. (La même que le n° 3; expérience partielle)	néant	néant	néant	0,16	2,6
5. (Expérience partielle)	néant	néant	0,04	0,13	0,37
6. (Russe)	néant	néant	néant	0,03	0,41
7. (Américaine)	néant	néant	néant	1,1	2,5
8. (Américaine)	néant	néant	0,01	0,12	0,03
9. (Américaine)	néant	néant	néant	néant	0,46
10. (Américaine)	néant	néant	0,015	0,04	0,42

Tableau II. — *Dépôt formé par l'introduction d'air à des températures variant de 100° C à 150° C.*

Huiles	Dépôt (proportion en centièmes)			
	100° C	110° C	120° C	150° C
1. (Burmah)	0,04	0,15	0,7	3,2
2. (Burmah)	4 races	0,04	0,2	2,8
3. (Russe)				4 races
4. (La même qu'au n° 3; expérience partielle)				0,06
5. (Expérience partielle)		0,02	0,1	0,6
6. (Russe)			0,06	0,35
7. (Américaine)				4 races
8. (Américaine)			0,03	1,4
9. (Américaine)				0,5
10. (Américaine)		0,01	0,08	1,1

Les essais colorimétriques ont été faits avec l'appareil Lovibond ; il a été reconnu que le changement de coloration ne constituait pas un indice certain de la formation du dépôt. D'ailleurs, ce changement survient d'autant plus rapidement que la température est élevée ; il a lieu à 90° C pour les meilleures huiles et à 60°-70° C, pour les huiles formant précipité.

On a eu recours à trois procédés différents pour mesurer les pertes par évaporation à 100° C ; le volume du liquide ainsi que la forme du récipient semblent jouer un rôle important dans le phénomène de l'évaporation.

Les essais à la température d'inflammation en vase clos ont donné des résultats assez contradictoires ; les mesures sont très délicates et exigent des soins particuliers dans l'élimination totale des substances, à faible température d'inflammation, ayant servi au nettoyage du récipient.

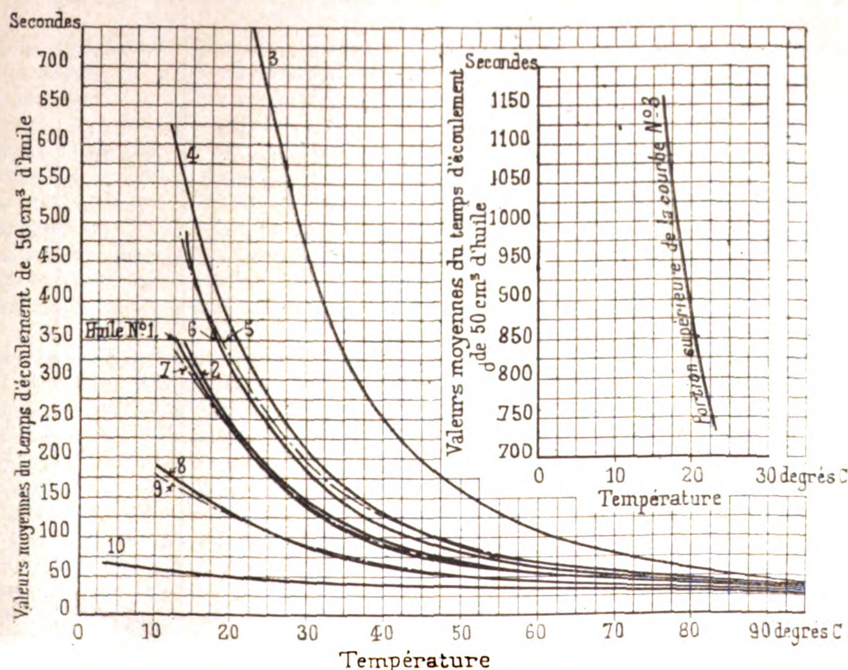


Fig. 1. — Variations de la viscosité des huiles avec la température.

Le diagramme de la figure 1 représente les courbes obtenues pour la viscosité en fonction de la température ; on remarque que les courbes relevées par les différents expérimentateurs n'offrent de légères discordances qu'aux basses températures.

L'acidité et l'alcalinité ont été trouvées insignifiantes.

La mesure de la capacité d'absorption de l'iode procédé Hübl) a prouvé qu'il existe une relation entre cette capacité et la propriété de former des dépôts, surtout lorsque c'est l'air, et non l'hydrogène, qui en est la cause.

Les essais relatifs à la densité et à la dilatation cubique ont donné les nombres contenus dans les tableaux III et IV.

Dans les expériences concernant la solidification, l'équation personnelle semble avoir eu une grande importance ; d'ailleurs, l'huile étant constituée par un mélange de substances à points de solidifications différents, le passage à l'état solide s'effectue par étapes successives ; il ne saurait donc être question d'une température unique et bien déterminée pour chaque huile.

Les deux opérateurs qui ont effectué la mesure des chaleurs spécifiques ont obtenu des valeurs suffisamment concordantes aux basses températures. Rapportée à l'unité de volume, la chaleur spécifique a sensiblement les mêmes valeurs pour les différentes huiles aux températures de 15,5°C et de 50°C. Les deux valeurs sont 0,390 et 0,405.

Les expériences dont il vient d'être sommairement question ont été complétées par des mesures faites sur la chaleur latente de vaporisation, la tension de vapeur et l'action de certains catalyseurs. Pour la mesure de la quantité de chaleur nécessaire à la vaporisation de l'unité de masse, on se servait d'un appareil spécial construit de façon que les échanges de chaleur avec le milieu ambiant fussent réduites au minimum. Pour la mesure de la tension, on introduisait une faible quantité d'huile au sommet de la

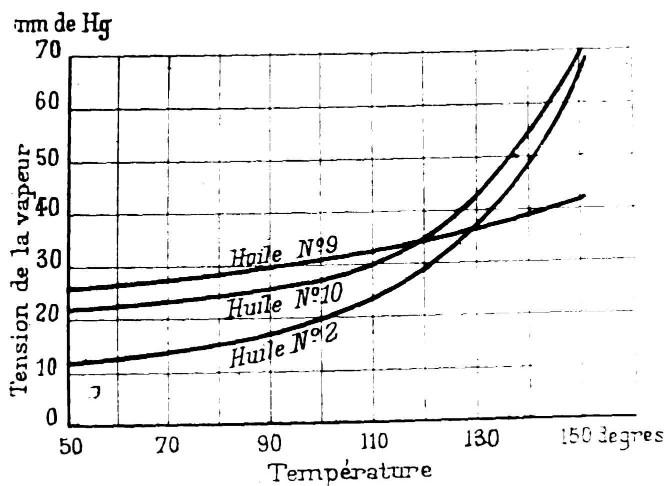


Fig. 2. — Variation de la tension de vapeur de 3 huiles avec la température.

colonne de mercure d'un tube barométrique et l'on produisait l'évaporation en chauffant la partie correspondante du tube. Au moyen des valeurs réduites à la température zéro et corrigées de la tension de vapeur du mercure, on a pu tracer les courbes de la figure 2.

Quant à l'action des catalyseurs, on a constaté, en opérant à la température de 100°C, durant cinq cents heures, qu'en général l'huile devenait de coloration plus sombre ; parmi les métaux, le cuivre s'est montré le catalyseur le plus actif ; venaient ensuite le plomb et les alliages de cuivre ; la litharge a déterminé, dans certains cas, des effets sensibles. Presque toujours, l'aspect du précipité était pulvérulent.

Tableau III. — *Densité aux différentes températures comparée à celle de l'eau.*

HUILES	TEMPÉRATURES C 15,5°	21,1°	26,6°	32,2°	50°	80°
	DENSITÉ MOYENNE (densité de l'eau à la même température = 1)					
1	0,9159				0,8938	0,8740
2	0,9170				0,8942	0,8750
3	0,8913				0,8698	0,8513
4	0,8839				0,8618	0,8424
5	0,8683				0,8474	0,8286
6	0,8822	0,879			0,8606	0,8424
7	0,8610	0,858	0,854		0,8388	0,8206
8	0,8603	0,857	0,854	0,850	0,8378	0,8182
9	0,8446	0,842	0,838	0,834	0,8227	0,8037
10	0,8271	0,824	0,821	0,817	0,8041	0,7846

Tableau IV. — *Coefficient de dilatation cubique.*

HUILES	EXPÉRIMENTATEUR	TEMPÉRATURE DE L'EXPÉRIENCE 15,5°C à 50°C	50°C à 80°C	15,5°C à 80°C
1.	A	0,000707	0,000732	0,000754
	C			0,000720
	E			0,000756
2.	A	0,000746	0,000669	0,000749
	C			0,000707
	E			0,000756
3.	A	0,000693	0,000652	0,000732
	C			0,000672
	E			0,000731
	F			0,000746
4.	A	0,000729	0,000707	0,000754
	C			0,000718
	E			0,000769
	F			0,000755
5.	A	0,000691	0,000641	0,000769
	C			0,000666
	E			0,000784
	F			0,000780
6.	A	0,000683	0,000752	0,000753
	C			0,000717
	E			0,000767
	F			0,000724
7.	A	0,000796	0,000732	0,000784
	C			0,000758
	E			0,000780
	F			0,000789
8.	A	0,000726	0,000802	0,000795
	C			0,000764
	E			0,000801
	F			0,000842
9.	A	0,000732	0,000812	0,000808
	C			0,000772
	E			0,000793
	F			0,000719
10.	A	0,000810	0,000867	0,000859
	C			0,000838
	E			0,000853
	F			0,000793

Th. S.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Sud-Electrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 5 DÉCEMBRE 1923.

L'exercice 1922-1923 a été caractérisé par un étiage exceptionnel et persistant de la Vis sur laquelle se trouve l'usine de Madières; cette sécheresse a eu comme conséquence, pour cette usine et pour cet exercice, une diminution de près de 55 pour 100, soit environ 5 millions de kilowatts-heure par rapport à la production hydraulique d'une année normale; la société a dû se procurer à des conditions beaucoup plus onéreuses l'énergie de remplacement.

Néanmoins, le développement de l'exploitation a pu compenser les conséquences de ce déficit momentané d'énergie hydraulique.

La société avait décidé le doublement de son usine de secours d'Avignon avec moteurs à combustion interne, et, d'autre part, la Société nimoise, d'accord avec elle, avait décidé d'installer à Nimes une station identique d'une puissance de 3000 ch.

Le deuxième moteur de 1500 ch de l'usine d'Avignon a pu être mis en service fin décembre 1922; ceux de la station de Nimes n'ont été mis en marche qu'après la clôture de l'exercice, l'un fin juillet 1923, l'autre le 15 septembre 1923.

Ces deux usines rendent de très grands services comme appoint d'énergie, en attendant qu'elles puissent jouer leur rôle normal d'usines de secours et de pointe et augmenter ainsi la souplesse de l'exploitation.

Au cours de l'exercice, la société a vendu à la Société des Forces motrices de la Vis les droits qu'elle possédait sur la partie de la Vis située en amont des installations actuelles de Madières.

La société suit attentivement l'exécution des programmes qui ont été élaborés en vue de l'électrification des campagnes. Depuis longtemps elle s'est engagée dans cette voie, notamment en ce qui concerne les utilisations agricoles et viticoles de l'électricité.

Pendant le cours de l'exercice, la société a acquis huit concessions nouvelles : 4 dans le Gard, 1 dans l'Hérault et 3 dans le Vaucluse. Elle a mis en service 14 concessions : 9 dans le Gard, 3 dans l'Hérault, 2 dans le Vaucluse.

Les concessions acquises, non exploitées à la fin de l'exercice, sont au nombre de 15 : 8 dans le Gard, 3 dans l'Hérault et 4 dans le Vaucluse.

Le nombre de concessions en service au 30 juin 1923 était de 188, contre 174 au 30 juin 1912. D'autre part, le nombre des communes alimentées indirectement est passé à 27.

Le nombre total des communes alimentées directement ou indirectement au 30 juin 1923 et parmi lesquelles se trouvent, notamment, Avignon, Nimes et Montpellier, s'élevait donc à 215, réparties de la manière suivante : 102 dans le Gard, 53 dans l'Hérault, 37 dans le Vaucluse, 21 dans les Bouches-du-Rhône, 2 dans la Drôme.

La population agglomérée desservie est de 427000 habitants environ :

La longueur des lignes primaires comprenant des lignes à 3000, 13500 et 30000 v, est passée de 1364 à 1401 km, et celle des lignes secondaires de 452 à 480 km.

L'ensemble des lignes appartenant à la société est donc passé de 1861 à 1881 km.

Avec les lignes à haute tension appartenant à la Société des Forces motrices de la Vis, mais dont elle assure l'exploitation, la société dispose actuellement de 1970 km de lignes.

La clientèle a continué sa progression; au 30 juin 1923, la société alimentait une puissance installée de près de 39700 kw.

La Société avignonnaise d'Electricité et la Société nimoise d'Electricité ont continué à développer leurs exploitations.

Société avignonnaise d'Électricité. — Les recettes ont été de 1660484 fr contre 1255519 fr en 1921.

Le bénéfice d'exploitation de 1922 est de 469321 fr contre 308848 fr en 1921.

Société nimoise d'Electricité. — Les recettes de 1922 ont été de 2275531 fr contre 1777243 fr en 1921.

Le bénéfice d'exploitation de 1922 est de 894920 fr contre 528963 fr en 1921.

Le dividende de la Société avignonnaise d'Électricité a été maintenu à 10 pour 100 et celui de la Société nimoise d'Électricité a été fixé à 10 pour 100 contre 12 pour 100 l'année précédente; mais il y a lieu de rappeler que le capital de ces deux sociétés avait été doublé au cours de l'exercice.

Les recettes de vente de courant ont atteint 10467198,22 fr, en augmentation de 1574778,81 fr sur celles de l'exercice précédent. Les recettes diverses sont de 21945,09 fr.

Les dépenses d'exploitation s'élèvent à 6889523,98 fr en augmentation de 1493844,93 fr.

Le bénéfice d'exploitation s'élève donc à 3599619,33 fr.

A ce chiffre s'ajoute le revenu du portefeuille, 361912 fr et les intérêts et divers 37310,03 fr, soit au total 3 millions 998841,36 fr. Il faut en déduire les frais généraux d'administration et impôts 303010 fr; les intérêts des obligations, 1145903,83 fr; la troisième partie du loyer Société des Forces motrices de la Vis, 111000 fr; l'amortissement sur mobilier, outillage, 106624,49 fr et l'impôt sur bénéfices commerciaux, 132442 fr.

Il est prélevé 106000 fr pour amortissement et remboursement des obligations. Le solde disponible est de 2 millions 093781,04 fr.

Sur ce solde, il est prélevé 499040 fr pour porter la réserve générale d'amortissement à 3000000 fr.

Le bénéfice net est de 1594741,04 fr.

Il se répartit : 5 pour 100 à la réserve légale, un premier dividende de 5 pour 100 aux actions, 20 pour 100 du reste au Conseil.

Il reste 612003,20 fr, auxquels s'ajoutent les profits et pertes reportés 137 336,06 fr. Il est prélevé un dividende supplémentaire de 3 pour 100.

Le report à nouveau est de 239 339,26 fr.

L'unification des actions en une seule catégorie a été constatée dans l'assemblée générale extraordinaire du 20 décembre 1923. La répartition s'applique cette année à l'ensemble des actions sans distinction.

Le dividende est payable à partir du 15 décembre 1923, contre remise du coupon n° 9, sous déduction des impôts, à raison de : 18,66 fr pour les actions nominatives et 17,375 fr pour les actions au porteur.

BILAN AU 30 JUIN 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'augmentation du capital	1 »
Prime de remboursement des obligations	981 960 »
Dépenses générales de premier établissement : (concessions, usines, réseaux)	26 534 019,26
Forces motrices de la Vis	4 699 750 »
Mobilier, outillage et moyens de transport	1 »
Compteurs et installations en location	2 143 355,85
Caisses, banques et bons de la Défense nationale	4 515 448 »
Débiteurs divers	2 355 515,78
Cautionnements	15 550 »
Approvisionnements	1 319 819,94
Portefeuille	3 030 905 »
Impôts à recouvrer	154 533,05
	45 750 858,97

Passif.

	fr
Capital :	
60 000 actions de 250 fr	15 000 000 »
1 104 obligations 5 pour 100 de 500 fr	552 000 »
18 616 obligations 5 pour 100 de 500 fr, série 1911	9 308 000 »
20 000 obligations 6,5 pour 100 de 500 fr, série 1921	10 000 000 »
Réserve légale	340 139,19
Réserve générale d'amortissement	3 100 960 »
Fournisseurs et créditeurs divers	4 811 745,39
Coupons d'actions restant à payer	28 330,94
Obligations et bons à rembourser, coupons échus (obligations et bons)	381 576,35
Profits et pertes reportés	137 336,06
Profits et pertes de l'exercice	2 093 781,04
	45 750 858,97

Compagnie Electro-Mécanique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 11 OCTOBRE 1923.

En raison du développement croissant des affaires de la compagnie et des besoins de la clientèle, le Conseil a estimé qu'il était opportun d'augmenter les moyens de production des usines et de créer certaines branches nouvelles de fabrication.

Les actionnaires ont été convoqués en assemblée générale extraordinaire pour approuver l'augmentation du capital de 60 à 70000000 fr par la création de 20000 actions nouvelles de 500 fr.

Les résolutions suivantes ont été votées à l'unanimité :

Première résolution. — L'assemblée décide d'augmenter le capital social de la société d'une somme de 10000000 fr par la création de 20000 actions de 500 fr chacune à souscrire en espèces et à émettre en une ou plusieurs tranches suivant la décision du Conseil d'administration.

Conformément à l'article 7 des statuts, un droit de préférence à souscrire les actions nouvelles sera réservé aux anciens actionnaires, suivant les conditions, proportions et limites qui seront déterminées par le Conseil d'administration.

Le Conseil est investi de tous les pouvoirs nécessaires à l'effet de réaliser cette augmentation du capital social et notamment :

1° De déterminer la date, le taux et les conditions de cette émission d'actions avec ou sans primes ;

2° De fixer les proportions dans lesquelles les anciens actionnaires auront un droit de préférence pour la souscription, ainsi que le délai, passé lequel ils se trouveront déchus de ce droit ;

3° Offrir le surplus de la souscription soit à des particuliers du choix du Conseil, soit au public directement ou par intermédiaire ;

4° Recueillir la souscription des nouvelles actions, faire la déclaration notariée de souscription et de versement prescrite par la loi, remplir toutes les formalités nécessaires pour la régularisation de cette augmentation de capital social.

Le Conseil aura la faculté de déléguer, pour faire cette déclaration de souscription et remplir toutes les formalités, un ou plusieurs de ses membres.

Une assemblée générale des actionnaires sera réunie ultérieurement pour vérifier la sincérité de la déclaration notariée et pour consacrer définitivement l'augmentation de capital.

Deuxième résolution. — En prévision de la réalisation définitive de l'augmentation de capital dont il est question dans la première résolution, l'assemblée générale décide de remplacer l'article 6 des statuts de la société par la rédaction suivante qui deviendra définitive après la réunion de l'assemblée qui sera chargée de vérifier et de reconnaître la sincérité de la déclaration notariée de souscription et de versement relatif à l'augmentation de capital social :

Le capital social est de 70000000 fr divisés en 140000 actions de 500 fr chacune.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 8 DÉCEMBRE 1923.

En vertu de l'autorisation qui lui avait été donnée par l'assemblée générale précédente du 11 octobre 1923, le Conseil d'administration a décidé de procéder à l'émission des 20000 actions de 500 fr à souscrire en espèces au prix de 550 fr. La souscription ouverte le jeudi 25 octobre a été close le samedi 10 novembre. Les actionnaires ont été réunis le 8 décembre 1923 pour constater l'augmentation du capital.

Les résolutions suivantes ont été votées :

Première résolution. — L'assemblée générale approuve les décisions prises par le Conseil d'administration pour réaliser l'augmentation de capital. Elle reconnait sincères et véritables :

1° La déclaration de souscription des 20000 actions de 500 fr chacune représentant l'augmentation du capital de 10000000 fr décidée par l'assemblée générale du 11 octobre 1923 et du versement en espèces du premier quart et de la prime sur chacune de ces actions ; ladite déclaration faite par l'administrateur délégué suivant acte reçu par Me Bossy, notaire à Paris, le 27 novembre 1923 ;

2° L'état annexé à ladite déclaration et les pièces à l'appui qui viennent de lui être soumises.

En conséquence, cette augmentation étant définitivement réalisée, le capital social, qui était de 60000000 fr, est porté à 70000000 fr.

Deuxième résolution. — L'assemblée générale constate que la modification apportée à l'article 6 des statuts par l'assemblée générale du 11 octobre 1923, en prévision de l'augmentation de capital qui vient d'être constatée, est aujourd'hui définitive.

SECTION DE LÉGISLATION

De la nécessité pour un concessionnaire d'engager une instance devant le Conseil de Préfecture avant de se pourvoir devant le Conseil d'Etat

De l'examen du pourvoi ci-dessous, l'auteur tire cette conclusion à retenir qu'en cas de difficultés survenant entre le concédant et le concessionnaire, à l'occasion d'une concession de distribution d'énergie électrique, le concessionnaire qui se croit lésé doit, d'abord, engager une instance devant le Conseil de Préfecture, avant de formuler utilement un pourvoi devant le Conseil d'Etat.

Par une requête présentée en juillet 1921, Mme veuve Chazerand s'était pourvue devant le Conseil d'Etat, en vue de faire annuler une décision du 23 mai 1921, par laquelle le ministre des Travaux publics avait déclaré la Société Chazerand et Jax (à laquelle Mme Chazerand s'était substituée irrégulièrement) déchue, pour interruption totale du service, de la concession de distribution d'énergie électrique, qui avait été accordée à la société précitée le 1[er] janvier 1913 par la commune de Saint-Fargeau.

La requérante alléguait qu'il n'y avait jamais eu interruption totale du service de la distribution concédée à la société, mais seulement des réductions accidentelles et momentanées du courant dues à des circonstances de force majeure et que, par suite, c'est à tort et contrairement aux dispositions de l'article 25 du cahier des charges (qui réserve expressément le cas de force majeure) que le ministre des Travaux publics, sur la demande de la ville de Saint-Fargeau, avait déclaré la société déchue de sa concession.

De son côté, la commune de Saint-Fargeau, dans son mémoire en défense, demandait le rejet du pourvoi par les motifs que la dame Chazerand s'était substituée, en 1914, à la société concessionnaire Chazerand et Jax sans l'autorisation du Conseil municipal, exigée à peine déchéance par l'article 33 dn cahier des charges ; elle ajoutait que les difficultés d'exploitation alléguées dans le recours étaient le résultat non de la force majeure, mais de la négligence de la requérante qui n'avait pas entretenu en bon état de fonctionnement, comme son contrat l'y obligeait, la double installation que contenait l'usine et que, par suite, la déchéance était justifiée.

Dans sa réplique, Mme Chazerand, déclarait que la municipalité ne pouvait avoir ignoré la dissolution, intervenue en janvier 1914, de la société Chazerand et Jax; qu'elle avait donc implicitement ratifié la substitution de la dame Chazerand à la société en s'adressant toujours, depuis 1914, à la requérante seule ; qu'enfin la réduction de l'éclairage était due au refus de la commune de lui accorder les relèvements de tarifs qu'elle demandait à bon droit.

Par décision en date du 10 août 1923, le Conseil d'Etat, sans examiner le fond de l'affaire, a rejeté le pourvoi de la dame Chazerand comme porté devant une juridiction incompétente en motivant sa décision par les considérants suivants :

« Considérant que par la requête susvisée la dame Chazerand conteste le bien fondé de la décision du ministre des Travaux publics déclarant la société Chazerand et Jax déchue de la concession de distribution d'énergie électrique qui lui avait été accordée par la commune de Saint-Fargeau ;

» Considérant que l'article 25 du cahier des charges annexé au traité de concession porte qu'il appartient ministre des Travaux publics de prononcer la déchéance du concessionnaire sauf recours au Conseil d'Etat ; que si cette disposition contractuelle a pu légalement réserver, ainsi qu'elle l'a fait, au ministre des Travaux publics, le droit de prononcer la déchéance, elle ne pouvait retirer au Conseil de Préfecture le droit que cette juridiction tient de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII, de statuer sur les difficultés survenues entre le concédant et le concessionnaire à l'occasion d'une concession de travaux publics ; que, par suite, la requérante, qui n'a pas saisi le Conseil de Préfecture de sa réclamation, n'est pas recevable à déférer au Conseil d'Etat, en premier ressort, ladite décision de déchéance... »

Cette décision de la Haute Assemblée est intéressante ; il en découle en effet qu'en cas de difficultés survenues entre le concédant et le concessionnaire, à l'occasion d'une concession de distribution d'énergie électrique, le concessionnaire qui se croit lésé doit, d'abord, engager une instance devant le Conseil de Préfecture pour faire veloir ses droits avant de formuler un pourvoi devant le Conseil d'Etat.

Jean DE LA RUELLE.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 2 août 1923 facilitant, par des avances de l'Etat, la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes.

Voici le texte de ce décret, en date du 13 décembre 1923 et publié au « Journal officiel » du 15 décembre, p. 11 681 à 11 684.

Le Président de la République française,

Sur le rapport des ministres de l'Agriculture, des Travaux publics, des Finances et de l'Intérieur ;

Vu la loi du 2 août 1923 sur la distribution de l'énergie électrique (1) dans les campagnes et notamment les articles 3, paragraphe 1er, et 8, ainsi conçus :

« Art. 3, § 1er. — Les prêts sont accordés par l'Office national du Crédit agricole après avis favorable d'une commission constituée dans les conditions déterminées par le règlement d'administration publique prévu à l'article 8 de la présente loi. »

« Art. 8. — Un règlement d'administration publique, rendu sur la proposition des ministres de l'Agriculture, des Travaux publics, des Finances et de l'Intérieur, dans un délai de six mois à dater de la promulgation de la présente loi, déterminera les conditions d'application de la présente loi, et notamment les catégories de travaux auxquels s'appliqueront les avances et le barème qui serviront de base à leur répartition.

» Ce barème fera notamment entrer en ligne de compte les ressources des localités bénéficiaires et le caractère rural de leur population. Il subordonnera le concours financier de l'Etat aux sacrifices des collectivités intéressées et à ceux des usagers.

» Le même règlement précisera les conditions propres à assurer de préférence l'emploi des matériaux de provenance française » ;

Vu la loi du 5 août 1920 sur le crédit mutuel et la coopération agricoles ;

Vu le décret portant règlement d'administration publique en date du 9 février 1921, déterminant les conditions d'application de ladite loi ;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

TITRE PREMIER. — CONDITIONS GÉNÉRALES.

ARTICLE PREMIER. — L'établissement de réseaux ruraux de transport et de distribution d'énergie électrique à haute, moyenne et basse tension, à l'exception des installations intérieures, compteurs, limiteurs et branchements privés, peut seul donner lieu à l'octroi de prêts spéciaux par l'Office national du Crédit agricole, en exécution de la loi du 2 août 1923.

ART. 2. — Si les réseaux ci-dessus définis servent au transport et à la distribution d'énergie électrique dont une partie seulement est destinée à des usages agricoles, il doit être justifié de la proportion dans laquelle cette énergie sera employée auxdits usages et il ne peut être accordé de prêt que si cette proportion est prépondérante. Si la commission prévue à l'article 3 de la loi du 2 août 1923 constate que cette proportion est effectivement prépondérante et estime qu'un prêt peut être accordé, ledit prêt ne peut cependant s'appliquer qu'à la part de dépenses qui correspond à des usages agricoles, la part de dépenses correspondant à d'autres usages devant être couverte au moyen de ressources propres à l'entreprise.

Dans ce cas, le montant maximum du prêt est calculé, comme il est dit aux articles 5 et 6 du présent décret, sur la portion du capital correspondant aux usages agricoles, c'est-à-dire du capital subsistant après déduction de la part de dépenses correspondant à d'autres usages.

ART. 3. — Peuvent seuls être transmis par l'Office national du Crédit agricole à la commission prévue à l'article 3 de la loi du 2 août 1923, les avant-projets et projets de travaux qui, après instruction technique et avis concordants du Service du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Service du Génie rural, sont pris en considération par le ministre de l'Agriculture.

Dans le cas où il y a désaccord entre les deux services ci-dessus visés, la prise en considération ne peut intervenir qu'après entente entre le ministre des Travaux publics et le ministre de l'Agriculture.

Aucun projet ayant reçu un commencement d'exécution ne peut être l'objet d'un prêt dans les conditions de la loi du 2 août 1923 et du présent décret. Toutefois, pourront être soumis à ladite commission, après instruction dans les formes indiquées au paragraphe précédent, les travaux prévus à l'article premier du présent décret qui auront été exécutés ou entrepris dans la période comprise entre le 1er août 1914 et le 1er janvier 1924.

ART. 4. — Aucune demande de prêt ne peut être admise si la dépense de caractère agricole, prévue au projet, dépasse par habitant desservi un maximum qui sera fixé chaque année par arrêté concerté des ministres de l'Agriculture, des Travaux publics, des Finances et de l'Intérieur, d'après les résultats constatés dans le fonctionnement des réseaux en exploitation.

Toutefois, les projets entraînant une dépense supérieure à celle ainsi fixée peuvent être pris en considération lorsque le dépassement est couvert par des subventions non remboursables du département, des communes ou des intéressés.

ART. 5. — Après déduction, s'il y a lieu, sur le capital réuni par les collectivités intéressées et effectivement versé, de la part de la dépense qui ne peut entrer en compte dans la fixation du montant du prêt, comme il est dit aux articles 1er et 2 du présent décret, les prêts ne peuvent à aucun moment dépasser les proportions suivantes de la portion subsistante du capital réuni par les collectivités intéressées :

100 pour 100 lorsque la dépense correspondant à des usages agricoles est égale ou supérieure par habitant desservi au maximum fixé à l'article précédent ;

90 pour 100 lorsque cette dépense est comprise entre ce maximum et ses cinq sixièmes ;

80 pour 100 lorsqu'elle est comprise entre les cinq sixièmes et les quatre sixièmes du maximum ;

70 pour 100 lorsqu'elle est inférieure aux quatre sixièmes de ce maximum.

Les subventions qui seraient accordées par l'Etat ne peuvent, en aucun cas, entrer en ligne de compte pour le calcul du montant du prêt à consentir.

ART. 6. — Les trois derniers échelons du barème ci-dessus peuvent être majorés de 5 pour 100 lorsqu'à l'intérieur du périmètre intéressé la densité de la population est inférieure à quarante-cinq habitants par kilomètre carré ou lorsque, dans le même périmètre, la valeur du centime démographique est égale ou inférieure à 10 fr.

Ils peuvent être également majorés de 5 pour 100 si le capital, réuni par les collectivités intéressées, comme il est prévu à l'article 5 du présent décret, a été obtenu à un taux brut moyen compris entre 4 pour 100 à 5 pour 100, ou de

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 1er septembre 1923, t. XIV, p. 303.

10 pour 100 si le capital réuni par les collectivités intéressées a été obtenu à un taux brut moyen égal ou inférieur à 3 pour 100.

En aucun cas le montant des prêts ne pourra dépasser le maximum de 100 pour 100 fixé à l'article 5 du présent décret.

Art. 7. — Les collectivités qui bénéficient des dispositions de la loi du 2 août 1923 et du présent décret et, le cas échéant, les entrepreneurs auxquels elles concèdent la construction ou l'équipement de réseaux doivent employer de préférence des matériaux et appareils de provenance française.

S'il ne leur est pas possible de se procurer en France lesdits matériaux et appareils dans des conditions satisfaisantes de temps, de prix et de qualité, le ministre de l'Agriculture peut, après avis des Services du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural, les autoriser à se les procurer à l'étranger.

Art. 8. — Au cours du mois de janvier de chaque année, après établissement du cours moyen pendant l'année précédente de la rente perpétuelle française comportant l'intérêt nominal le plus élevé et du taux moyen de revenu de cette rente, un arrêté du ministre des Finances fixe en conséquence le taux d'intérêt des prêts à consentir par l'Office national du Crédit agricole en exécution de la loi du 2 août 1923 jusqu'au 31 décembre suivant et le taux corrélatif applicable aux avances de l'Etat.

Le taux d'intérêt applicable tant aux prêts qu'aux avances de l'Etat est, pour toute leur durée, celui de l'année où le prêt a été consenti.

Art. 9. — La commission prévue au paragraphe premier de l'article 3 de la loi du 2 août 1923 est présidée par le ministre de l'Agriculture.

Elle comprend :

Un conseiller d'Etat, vice-président.

Un membre de la Cour des Comptes.

Un membre de l'Inspection générale des Finances.

Deux représentants du ministre des Finances.

Un représentant du ministre des Travaux publics.

Un représentant du ministre de l'Intérieur.

Un représentant du ministre de l'Agriculture.

Le directeur général de la Caisse des Dépôts et Consignations ou, en cas d'empêchement, l'un des sous-directeurs de cet établissement.

Le directeur général des Eaux et Forêts ou, en cas d'empêchement, un inspecteur général du Génie rural.

Le directeur général de l'Office national du Crédit agricole ou, en cas d'empêchement, le contrôleur général de cet établissement.

Deux membres de la commission plénière de l'Office national du Crédit agricole choisis par le ministre de l'Agriculture parmi les membres de cette assemblée élus par les caisses régionales de crédit agricole mutuel.

Un membre de la Commission des Distributions d'Energie électrique au Ministère des Travaux publics.

Un inspecteur de l'Office national du Crédit agricole et un ingénieur du Génie rural, remplissant les fonctions de secrétaires.

Les membres de la commission, en dehors de ceux qui en font partie en raison de leurs fonctions, sont, sur la présentation des ministres intéressés, nommés par le ministre de l'Agriculture. Le ministre désigne, en outre, s'il y a lieu, des rapporteurs choisis parmi les maîtres des requêtes et auditeurs au Conseil d'Etat, les conseillers référendaires et auditeurs de la Cour des Comptes, les membres de l'Inspection des Finances, les ingénieurs des Ponts et Chaussées et du Génie rural et les inspecteurs de l'Office national du Crédit agricole à l'exclusion de ceux de ces fonctionnaires qui ont participé à l'instruction de l'affaire. Les rapporteurs ont voix délibérative dans les affaires qu'ils rapportent.

Titre II. — Relations du Trésor avec l'Office national du Crédit agricole. — Garanties.

Art. 10. — Les avances de l'État sont faites par le Trésor à l'Office national du Crédit agricole en considération de chaque prêt et au fur et à mesure de la réalisation des prêts.

Art. 11. — Toute avance du Trésor à l'Office national du Crédit agricole donne lieu à l'établissement d'un tableau d'amortissement par semestrialités. Le taux d'intérêt semestriel employé est égal à la moitié du taux annuel fixé comme il est prévu à l'article 8 du présent décret. Le nombre de ces semestrialités est égal à celui du prêt correspondant consenti par ledit Office national du Crédit agricole à la collectivité intéressée, le capital amorti semestriellement devant être égal à celui du tableau d'amortissement qui est annexé au contrat de prêt.

Au cas où une collectivité fait par anticipation à l'Office national du Crédit agricole le remboursement de tout ou partie du prêt qui lui a été consenti, l'Office national du Crédit agricole rembourse au Trésor une somme égale à celle qui lui a été versée.

Art. 12. — L'Office national du Crédit agricole est tenu vis-à-vis du Trésor au payement des semestrialités correspondant aux avances qu'il a reçues même dans le cas où les collectivités auxquelles des prêts ont été consentis n'ont pas payé à leur échéance les semestrialités correspondant auxdits prêts.

Le ministre des Finances peut toutefois, le cas échéant, et sur demande motivée, lui accorder des délais. L'Office national du Crédit agricole peut, en outre, après justification des motifs qui ont amené la collectivité défaillante à manquer à ses engagements, être exonéré en tout ou en partie de ses obligations par décret rendu sur la proposition des ministres de l'Agriculture et des Finances, après avis du Conseil d'Etat.

Art. 13. — En cas d'insuffisance des versements effectués par la collectivité bénéficiaire du prêt, l'Office national du Crédit agricole en avise le préfet qui engage la procédure d'inscription d'office prévue par les lois des 10 août 1871 (art. 61 modifié par la loi du 29 juin 1899) et 5 avril 1884 (art. 149 modifié par la loi du 25 mars 1922), en vue de la mise en recouvrement, dans la mesure nécessaire pour faire face à l'insuffisance constatée des impositions extraordinaires établies en exécution de l'article 3 de la loi du 2 août 1923.

Art. 14. — En vue de l'application du paragraphe 2 de l'article 5 de la loi du 2 août 1923, l'Office national du Crédit agricole adresse au début de chaque trimestre, à l'agent judiciaire du Trésor, un état certifié par le directeur général dudit office indiquant les semestrialités échues depuis plus de trois mois et non payées.

L'Office national du Crédit agricole se concerte avec l'agent judiciaire du Trésor pour l'exécution des poursuites destinées à assurer le recouvrement des sommes dues.

Il doit, en outre, le cas échéant, employer tous autres moyens d'assurer ce recouvrement notamment en faisant mettre en jeu la procédure prévue à l'article 13 du précédent décret.

Titre III. — Relations de l'Office national du Crédit agricole avec les collectivités emprunteuses.

Première section. — Formalités à remplir pour l'obtention des prêts.

Art. 15. — Les collectivités énumérées à l'article premier de la loi du 2 août 1923 qui désirent obtenir des prêts spéciaux dans les conditions prévues par ladite loi, font parvenir leur demande à l'Office national du Crédit agricole par l'intermédiaire du préfet qui y joint son avis.

Ces demandes sont accompagnées d'un mémoire justificatif donnant tous les renseignements nécessaires sur le projet, les conditions de fourniture de l'énergie, le mode d'exploitation du réseau, l'équilibre financier de l'opération projetée et, s'il y a lieu, la partie de la dépense qui s'applique aux usages non agricoles visés à l'article 2 du présent décret.

Les collectivités intéressées doivent en outre fournir les

pièces indiquées dans un arrêté concerté des ministres de l'Agriculture, des Travaux publics et des Finances, après avis du Conseil d'Administration de l'Office national du Crédit agricole.

L'Office national du Crédit agricole peut de plus leur demander toutes justifications complémentaires qu'il jugera nécessaires.

ART. 16. — Les sociétés coopératives et les sociétés d'intérêt collectif agricole, qui désirent contracter des prêts dans les conditions de la loi du 2 août 1923, doivent se conformer aux prescriptions de l'article 23 de la la loi du 5 août 1920 et de l'article 19 du décret portant règlement d'administration publique du 9 février 1921.

ART. 17. — Les associations syndicales libres, les sociétés coopératives et les sociétés d'intérêt collectif agricole bénéficiaires d'un prêt doivent, si l'Office national du Crédit agricole le demande, fournir des garanties réelles dont la sûreté sera établie par des inscriptions hypothécaires qui seront prises en temps et rang utiles.

L'attribution de prêts peut être subordonnée en outre à la présentation de telles garanties de remboursement que le Conseil d'Administration de l'Office national du Crédit agricole juge nécessaire d'exiger.

ART. 18. — Les décisions prises par le Conseil d'Administration de l'Office national du Crédit agricole au sujet des demandes de prêts qui lui ont été adressées sont notifiées aux collectivités intéressées par le directeur général de l'Office.

Deuxième section. — Réalisation et remboursement des prêts.

ART. 19. — Tout prêt consenti par l'Office national du Crédit agricole par application de la loi du 2 août 1923 donne lieu à l'établissement d'un contrat, soit dans la forme d'un acte notarié, soit dans celle des actes administratifs.

ART. 20. — Les prêts sont amortissables par semestrialités égales entre elles, dont le montant et les échéances sont inscrits au contrat de prêt.

Pendant la période de réalisation, l'intérêt ne sera calculé que sur les sommes effectivement versées.

L'amortissement commence dès la première échéance. Si toutefois aucune réalisation n'est intervenue à cette date, il ne devient exigible qu'à compter du premier versement effectué par l'Office national du Crédit agricole.

A chaque échéance et sous condition d'un préavis de trois mois, les collectivités emprunteuses ont la faculté d'effectuer des remboursements par anticipation. Les remboursements partiels sont imputables sur les dernières semestrialités ou répartis proportionnellement sur chacune des semestrialités restant à courir.

ART. 21. — Aucun versement n'est effectué par l'Office national du Crédit agricole aux collectivités emprunteuses avant que celles-ci n'aient justifié d'avoir fait emploi des ressources propres qu'elles ont déclaré affecter aux travaux entrepris.

Le versement des fonds aux collectivités bénéficiaires de prêts a lieu en une ou plusieurs fois, dans un délai de deux ans à partir de la signature du contrat, sur justification des emplois antérieurs et des besoins.

La fraction de prêt qui n'aurait pas été réalisée à l'expiration du délai de deux ans prévu ci-dessus est annulée. Toutefois, lorsque l'importance des travaux à effectuer et le montant du prêt l'exigent, le délai de réalisation peut être prorogé d'un an par décision de l'Office national du Crédit agricole, prise après avis conforme de la commission prévue à l'article 9 du présent décret et du ministre des Finances.

Les versements prennent valeur du premier jour de la dizaine dans laquelle les fonds ont été mis à la disposition de la collectivité emprunteuse.

ART. 22. — Pendant toute la durée du remboursement des prêts effectués par l'Office national du Crédit agricole, toute modification aux conditions financières de l'entreprise de distribution d'énergie électrique, telles qu'elles ont été établies au moment où le prêt a été consenti, doit, au moins un mois avant d'être mise en vigueur, être notifiée à l'Office national du Crédit agricole, qui peut y faire opposition dans un délai de quinze jours à dater de la notification. Au cas où il serait passé outre à l'opposition, il pourrait être fait à la collectivité intéressée application de l'article 23 ci-après.

Les collectivités autres que les départements et les communes ne peuvent, sans la condition préalable prévue au paragraphe précédent : 1° modifier celles des dispositions de leurs statuts qui sont de nature à influer sur les garanties consenties en vue du prêt; 2° contracter d'autres emprunts ; 3° faire aucun achat de valeur dont la libération totale ne serait pas immédiate.

ART. 23. — Dans le cas où une collectivité bénéficiant d'un prêt ne remplit pas ou cesse de remplir les conditions, en considération desquelles le prêt lui a été consenti, une mise en demeure d'avoir à se conformer aux termes de son contrat lui est adressée par l'Office national du Crédit agricole.

Si, dans le délai d'un mois, il n'a pas été déféré à cette mise en demeure, le capital restant dû devient immédiatement exigible.

La collectivité est, en outre, tenue de verser à l'Office national du Crédit agricole la différence entre l'intérêt réduit, auquel le prêt lui a été consenti, et l'intérêt auquel le Trésor s'est procuré les fonds correspondants, à partir de la date de l'encaissement du montant du prêt jusqu'à celle de son remboursement.

L'Office national du Crédit agricole reverse au Trésor cette différence d'intérêt après déduction d'une somme correspondant à un intérêt de 1 pour 100 qui lui reste acquise.

ART. 24. — Le contrôle permanent de l'Office national du Crédit agricole s'exerce sur les collectivités qui ont reçu des avances, en application de la loi du 2 août 1923.

Ces collectivités doivent lui fournir, avant le 1er mars de chaque année :

1° Un état conforme au modèle adopté par l'Office national du Crédit agricole et donnant la situation détaillée des opérations au 31 décembre précédent ;

2° Pour les sociétés coopératives et les sociétés d'intérêt collectif agricole, le compte rendu de l'assemblée générale ordinaire, accompagné du bilan, du détail du compte « Profits et pertes », ainsi que de la copie du rapport du Conseil d'administration et des commissaires des comptes et dans le délai d'un mois, le compte rendu des assemblées générales extraordinaires.

Les associations syndicales fournissent annuellement la délibération de l'assemblée générale approuvant les comptes administratifs et de gestion de l'année précédente.

Il doit être fourni, en outre, à l'Office national du Crédit agricole, ainsi qu'aux personnes chargées des enquêtes, tous autres renseignements qui pourraient être demandés sur le fonctionnement et la situation financière de la collectivité emprunteuse.

TITRE IV. — DISPOSITIONS DE COMPTABILITÉ.

ART. 25. — Le montant des avances à l'Office national du Crédit agricole et celui des remboursements faits par lui sont, chaque année, inscrits dans un des comptes de services spéciaux du Trésor.

ART. 26. — Le montant des semestrialités versées par l'Office national du Crédit agricole est inscrit chaque année à une ligne de recettes figurant parmi les recettes en atténuation de dépenses et dénommée : « Annuités à verser par l'Office national du Crédit agricole pour les avances mises à sa disposition par l'Etat pour faciliter l'établissement et l'exploitation de réseaux ruraux d'électricité. (Loi du 2 août 1923.) »

Les versements opérés en exécution du paragraphe 3 de l'article 29 sont inscrits chaque année à une ligne de recettes figurant parmi les recettes en atténuation de dépenses et dénommés : « Intérêts supplémentaires dus à l'Etat en application de la loi du 2 août 1923 ».

ATR. 27. — Il est ouvert dans la comptabilité de l'Office

national du Crédit agricole deux comptes de services spéciaux :

1° « Avances de l'Etat pour l'établissement de réseaux ruraux d'électricité. » Les recettes de ce compte se composent du montant des avances reçues de l'Etat et les dépenses, des remboursements effectués à l'Etat par l'Office national du Crédit agricole ;

2° « Prêts consentis par l'Office national du Crédit agricole pour l'établissement de réseaux ruraux d'électricité » Les recettes de ce compte se composent des remboursements effectués par les collectivités intéressées, et les dépenses du montant des prêts consentis à ces collectivités.

Art. 28. — Les intérêts prévus par la loi du 2 août 1923 sont ajoutés à l'énumération des recettes ordinaires de l'Office national du Crédit agricole telles qu'elles sont prévues à l'article 55 du décret portant règlement d'administration publique du 9 février 1921.

Art. 29. — Les intérêts des avances faites par l'Etat en application de la loi du 2 août 1923 sont ajoutés à l'énumération des dépenses ordinaires de l'Office national du Crédit agricole telles qu'elles sont prévues à l'article 56 du décret portant règlement d'administration publique du 9 février 1921.

Art. 30. — Les ministres de l'Agriculture, des Travaux publics, des Finances et de l'Intérieur sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » de la République française et inséré au « Bulletin des lois ».

Fait à Paris, le 13 décembre 1923.

Arrêté relatif aux pièces à fournir par les collectivités qui demandent l'attribution d'avances à l'Office national du Crédit agricole, par application de la loi du 2 août 1923 facilitant, par des avances de l'État, la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes.

Voici le texte de cet arrêté, en date du 13 décembre 1923 et publié au « Journal officiel » du 15 décembre, p. 11 684-11 685.

Article premier. — Les collectivités énumérées à l'article premier de la loi du 2 août 1923 qui désirent obtenir des prêts spéciaux dans les conditions prévues par ladite loi et par le décret portant règlement d'administration publique en date du 13 décembre 1923 doivent joindre à leur demande les pièces indiquées aux articles ci-après :

Ces pièces, accompagnées du mémoire justificatif prévu à l'article 15 du décret portant règlement d'administration publique en date du 13 décembre 1923, sont adressées au préfet du département qui les transmet au directeur général de l'Office national du Crédit agricole en y joignant son avis.

Art. 2. — Les départements doivent produire.

1° Une copie de la délibération du Conseil général décidant l'établissement d'un réseau d'électricité dans les conditions de la loi du 2 août 1923 ;

2° Une copie de la délibération dûment approuvée, s'il y a lieu, du Conseil général déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du programme exposé dans le mémoire justificatif mentionné à l'article premier et notamment :

a) Portant vote de l'emprunt à contracter à l'Office national du Crédit agricole;

b) Portant création des ressources spéciales affectées au payement des annuités de l'emprunt et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin ;

c) Spécifiant les autres ressources au moyen desquelles sera couverte la partie de la dépense à laquelle il ne sera pas fait face par l'emprunt contracté à l'Office national du Crédit agricole;

3° Une copie certifiée de l'acte accordant la concession ou la permission de voirie, en conformité de la loi du 15 juin 1906 ;

4° Un certificat délivré par le trésorier-payeur général du département, indiquant : le principal des quatre contributions directes dans le département, le point de départ de la mise en recouvrement de l'impôt affecté au remboursement de l'emprunt, les centimes de toute nature que le département est autorisé à s'imposer pour l'année courante ou pour les années suivantes avec leur affectation, leur durée et la date de leur autorisation, même s'ils n'étaient pas recouvrés en totalité et le nombre de centimes mis en recouvrement l'année de la demande;

5° Un état du passif du département indiquant pour chaque emprunt ou engagement : le montant de la dette, le solde restant dû, la date d'expiration, le chiffre de l'annuité, la nature et le montant des ressources affectées par les actes d'autorisation ;

6° Un extrait des comptes administratifs indiquant : a) les recettes et les dépenses effectuées pendant les trois derniers exercices clos, avec distinction des opérations ordinaires, des opérations extraordinaires et des opérations supplémentaires; b) pour chacun desdits exercices, l'excédent constaté à la fin de l'exercice antérieur avec mention, s'il y a lieu, des prélèvements à effectuer, pour l'avenir, sur les revenus ordinaires, par suite d'engagements antérieurs;

7° Une copie des derniers budgets primitif et additionnel dûment approuvés.

Art. 3. — Les communes doivent produire :

1° Une copie de la délibération du conseil municipal dûment approuvée décidant l'établissement d'un réseau d'électricité dans les conditions de la loi du 2 août 1923;

2° Une copie de la délibération dûment approuvée du conseil municipal déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du programme exposé dans le mémoire justificatif mentionné à l'article premier et notamment :

a) Portant vote de l'emprunt à contracter à l'Office national du Crédit agricole;

b) Portant création des ressources spéciales affectées au payement des annuités de l'emprunt et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin;

c) Spécifiant les autres ressources au moyen desquelle sera couverte la partie de la dépense à laquelle il ne sera pas fait face par l'emprunt contracté à l'Office national du Crédit agricole;

3° Une copie certifiée de l'acte accordant la concession ou la permission de voirie en conformité de la loi du 15 juin 1906;

4° Un certificat délivré par le receveur municipal et visé par le maire indiquant : le principal des quatre contributions directes dans la commune, le point de départ de la mise en recouvrement de l'impôt affecté au remboursement de l'emprunt, les centimes de toute nature que la commune est autorisée à s'imposer pour l'année courante ou pour les années suivantes, avec leur affectation, leur durée et la date de leur autorisation, même s'ils n'étaient pas recouvrés en totalité, et le nombre des centimes mis en recouvrement l'année de la demande ;

5° Un état du passif de la commune indiquant pour chaque emprunt ou engagement : le montant de la dette, le solde restant dû, la date d'expiration, le chiffre de l'annuité, la nature et le montant des ressources affectées par les actes d'autorisation ;

6° Un extrait des comptes administratifs indiquant : a) les recettes et les dépenses effectuées pendant les trois derniers exercices clos, avec distinction des opérations ordinaires, des opérations extraordinaires et des opérations supplémentaires; b) pour chacun desdits exercices, l'excédent constaté à la fin de l'exercice antérieur avec mention, s'il y a lieu, des prélèvements à effectuer, pour l'avenir, sur les revenus ordinaires par suite d'engagements antérieurs ;

7° Une copie des derniers budgets primitif et additionnel dûment approuvés.

Art. 4. — Les syndicats de communes doivent produire :

1° Une copie de la délibération dûment approuvée du conseil municipal de chaque commune syndiquée décidant l'adhésion au syndicat et un extrait du décret ou de l'arrêté autorisant la création du syndicat ;

2° Une copie de la délibération dûment approuvée du conseil municipal de chaque commune syndiquée fixant la part contributive de chacune d'elles et votant les ressources spéciales affectées par chacune d'elles au payement des annuités de l'emprunt et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin ;

3° Les copies des délibérations dûment approuvées des conseils municipaux des communes syndiquées nommant leurs délégués au Conseil d'Administration du syndicat ;

4° Une copie de la délibération du Comité du syndicat portant élection du président qui est chargé de signer le contrat de prêt au nom du syndicat;

5° Une copie de la délibération dudit comité décidant l'établissement d'un réseau d'électricité dans les conditions de la loi du 2 août 1923 ;

6° Une copie de la délibération dûment approuvée du syndicat déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du projet exposé dans le mémoire justificatif et notamment :

a) Portant vote de l'emprunt à contracter à l'Office national du Crédit agricole ;

b) Spécifant les ressources spéciales votées par chaque commune syndiquée et affectées au payement des annuités de l'emprunt et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin ;

c) Spécifiant également les autres ressources au moyen desquelles serait couverte la partie de la dépense à laquelle il ne sera pas fait face par l'emprunt contracté à l'Office national du Crédit agricole ;

7° Une copie certifiée de l'acte accordant la concession ou la permission de voirie en conformité de la loi du 15 juin 1906;

8° Pour chaque commune syndiquée, un certificat délivré par le receveur municipal et visé par le maire, indiquant : le principal des quatre contributions directes dans la commune, le point de départ de la mise en recouvrement de l'impôt affecté au remboursement de l'emprunt, les centimes de toute nature que la commune est autorisée à s'imposer pour l'année courante ou pour les années suivantes, avec leur affectation, leur durée et la date de leur autorisation, même s'ils n'étaient pas recouvrés en totalité, et le nombre des centimes mis en recouvrement l'année de la demande ;

9° Pour chaque commune syndiquée, un état du passif de la commune indiquant, pour chaque emprunt ou engagement, le montant de la dette, le solde restant dû, la date d'expiration, le chiffre de l'annuité, la nature et le montant des ressources affectées par les actes d'autorisation ;

10° Pour chaque commune syndiquée, un extrait des comptes administratifs indiquant : a) les recettes et les dépenses effectuées pendant les trois derniers exercices clos, avec distinction des opérations ordinaires, des opérations extraordinaires et des opérations supplémentaires ; b) pour chacun desdits exercices, l'excédent constaté à la fin de l'exercice antérieur avec mention, s'il y a lieu, des prélèvements à effectuer, pour l'avenir, sur les revenus ordinaires par suite d'engagements antérieurs ;

11° Pour chaque commune syndiquée, une copie des derniers budgets primitif et additionnel dûment approuvés.

Art. 5. — Les associations syndicales autorisées doivent produire :

1° Une copie de l'acte d'association ;

2° La liste des membres de la commission syndicale et celle des associés, indiquant leurs nom, prénoms, domicile profession, nationalité, le plan périmétral des immeubles syndiqués, une déclaration spécifiant les désignations cadastrales et la contenance des immeubles intéressés;

3° Un extrait de l'arrêté préfectoral autorisant l'association ;

4° Une copie de la délibération dûment approuvée de l'assemblée générale ou de la commission syndicale décidant l'emprunt, instituant les taxes syndicales destinées à en assurer le service et déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du projet exposé dans le mémoire justificatif et notamment :

a) Portant vote de l'emprunt à contracter à l'Office du Crédit agricole ;

b) Spécifiant les ressources affectées au payement des annuités de l'emprunt ;

c) Spécifiant également les autres ressources au moyen desquelles serait couverte la partie de dépense à laquelle il ne sera pas fait face par l'emprunt contracté à l'Office national du Crédit agricole ;

5° Une copie certifiée de l'acte accordant la concession ou la permission de voirie en conformité de la loi du 15 juin 1906 ;

6° Un extrait de l'arrêté ministériel ou préfectoral autorisant l'emprunt, suivant que celui-ci porte ou non à plus de 50 000 fr la totalité des emprunts de l'association ;

7° Les pièces justificatives de l'approbation préfectorale pour les travaux envisagés;

8° Un extrait de la délibération de la commission syndicale désignant le directeur qui est chargé de signer le contrat de prêt ;

9° Une copie des budgets relatifs aux précédents exercices ou, si l'association syndicale est de constitution trop récente pour avoir déjà des budgets antérieurs, une copie du projet de budget, un état de prévision des recettes et des dépenses, lesdits états certifiés par le receveur de l'association syndicale et par son directeur;

10° Une copie de la délibération par laquelle le conseil général ou le conseil municipal a garanti l'emprunt, autorisé le préfet ou le maire à intervenir au contrat, déterminé le montant de l'engagement pris et créé les ressources spéciales affectées à l'exécution de cet engagement et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin. A cette délibération doivent être joints, le cas échéant, les actes autorisant la garantie et la création des ressources spéciales.

Art. 6. — Les associations syndicales libres doivent produire les pièces énumérées aux n°s 1, 2, 4, 5, 8, 9 et 10 de l'article précédent et y joindre la justification de l'accomplissement des formalités de publicité prévues par l'article 6 de la loi du 21 juin 1865.

Art. 7. — Les sociétés coopératives et les sociétés d'intérêt collectif agricole doivent produire :

1° Une expédition notariée des statuts ou un original dûment timbré et enregistré ;

2° La liste des membres du conseil d'administration ;

3° Une copie du procès-verbal de l'assemblée générale ou de la délibération du conseil d'administration ayant décidé l'emprunt, suivant que le pouvoir d'emprunter appartient à l'un ou à l'autre de ces deux organes ;

4° Une copie certifiée de l'acte accordant la concession ou la permission de voirie en conformité de la loi du 15 juin 1906 ;

5° Une copie de la délibération du conseil d'administration déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du programme exposé dans le mémoire justificatif et notamment :

a) Portant vote de l'emprunt à contracter à l'Office national du Crédit agricole ;

b) Spécifiant les ressources affectées au payement des annuités de l'emprunt ;

c) Spécifiant également les autres ressources au moyen desquelles serait couverte la partie de dépense à laquelle il ne sera pas fait face par l'emprunt contracté à l'Office national du Crédit agricole.

6° Une copie des budgets relatifs aux précédents exercices ou, si la société est de constitution trop récente pour avoir déjà des budgets antérieurs, une copie du projet de budget, un état de prévision des recettes et des dépenses, lesdits états certifiés par le président de la coopérative ;

7° Un état des recettes et des dépenses effectuées depuis la clôture du dernier exercice ou le dernier bilan ;

8° Un extrait de la délibération du conseil d'administration

désignant un ou plusieurs administrateurs pour signer le contrat de prêt :

9° Une copie de la délibération par laquelle le conseil général ou le conseil municipal a garanti l'emprunt, autorisé le préfet ou le maire à intervenir au contrat, déterminé le montant de l'engagement pris et créé les ressources spéciales affectées à l'exécution de cet engagement et mises en recouvrement de plein droit en cas de besoin. A cette délibération doivent être joints, le cas échéant, les actes autorisant la garantie et la création des ressources spéciales.

Fait à Paris, le 13 décembre 1923.

Loi portant organisation du crédit aux sociétés coopératives et unions de sociétés coopératives d'artisans, ainsi qu'aux petits artisans.

Cette loi, en date du 27 décembre 1923, est publiée au « Journal officiel » du 28 décembre, pages 12093 à 12094. Elle comprend 59 articles. Nous reproduisons ci-dessous trois d'entre eux, les articles 3, 4 et 5 qui fixent les conditions que doivent remplir les bénéficiaires des avances, les montants maxima de ces avances et le rôle imparti aux banques populaires pour l'attribution de ces avances. Les articles 1 et 2 indiquent que le « fonds de dotation de l'artisanat français » sur lequel seront prélevées ces avances sera constitué, d'une part, par des crédits ouverts par les lois de finances, d'autre part, par la redevance supplémentaire de la Banque de France institué par la convention du 26 octobre 1917 ainsi que par la portion des bénéfices de cet établissement revenant éventuellement à l'Etat. L'article 6 stipule que les avances seront consenties par le ministre du Travail, après avis d'une commission spéciale composée de vingt membres, dont six désignés par les sociétés coopératives et trois par les banques populaires. Les articles 7, 8 et 9 sont relatifs aux règlements d'administration publique qui détermineront les conditions d'application de la loi,

ART. 3. — Pour bénéficier des avances de l'Etat, les sociétés coopératives, ayant pour but l'achat, la fabrication, la répartition des marchandises, matières premières, machines ou objets quelconques, ou ayant tout autre but intéressant directement ou indirectement l'exercice de la profession artisanale de leurs membres, devront être constituées conformément aux dispositions des articles 1er, 3, 4 et 7 de la loi du 7 mai 1917, organisant le crédit aux sociétés coopératives de consommation, et de l'article 10 (1°) de la loi du 13 mai 1917, organisant le crédit au petit et au moyen commerce, à la petite et à la moyenne industrie.

Les sociétés coopératives prévues à l'alinéa précédent peuvent constituer entre elles des unions sous la forme de sociétés à personnel et à capital variables, pour l'achat et la fabrication en commun des objets qu'elles répartissent et du matériel dont elles se servent, pour l'exécution de travaux et pour tous autres buts, dans l'intérêt des artisans et de leurs organisations, ainsi que pour la réalisation d'emprunts collectifs dans l'intérêt desdites sociétés. Ces unions peuvent admettre comme sociétaires des membres de sociétés coopératives adhérentes, ainsi que des syndicats et des sociétés de caution mutuelle se rattachant aux professions artisanales, en vue desquelles fonctionnent lesdites sociétés coopératives.

Les unions sont soumises aux dispositions des articles 1er, 3, 4 et 7 de la loi du 7 mai 1917 précitée. Toutefois, le nombre de voix attribuées aux sociétés adhérentes pourra être proportionné au nombre des membres de ces sociétés.

Les artisans qui font partie des sociétés coopératives prévues ci-dessus doivent être membres d'un syndicat professionnel institué conformément à la loi du 21 mars 1884, modifiée par celle du 12 mars 1920.

L'article 7 de la loi du 13 mars 1917, organisant le crédit au petit et moyen commerce, à la petite moyenne industrie, est applicable aux sociétés coopératives et unions de sociétés coopératives susvisées, les documents déposés devant l'être en cinq exemplaires, dont l'un sera adressé au ministre du Travail. Les sociétés et unions bénéficient, en outre, des exemptions fiscales accordées aux banques populaires.

ART. 4. — Les avances aux sociétés coopératives et unions de sociétés coopératives ne pourront dépasser le triple de l'actif net de la société emprunteuse, ni leur durée excéder dix années; elles seront renouvelables.

Elles seront consenties, par l'intermédiaire d'unions agréées pour ce service par arrêté du ministre du Travail, à un taux d'intérêt égal à celui fixé par la Banque de France pour ses avances sur titres; le produit de cet intérêt sera encaissé par l'union pour y constituer, après couverture des frais, une réserve de garantie pour le remboursement de l'avance par l'Etat.

Lorsque l'avance aura été intégralement remboursée, le montant de cette réserve sera acquis à l'union.

ART. 5. — Des avances peuvent être également attribuées, par l'intermédiaire de banques populaires constituées et fonctionnant en conformité de la loi du 13 mars 1917, à des artisans présentés par une union agréée.

Ces prêts individuels devront être affectés à la constitution, à l'aménagement, à l'installation, à la réfection totale ou partielle, à la dotation en outillage ou en matériel d'une petite entreprise n'excédant pas en importance les limites fixées par la commission instituée ci après.

Leur durée ne pourra excéder cinq années. Ils seront remboursables par annuités.

Ils devront être garantis par une société de caution mutuelle constituée et fonctionnant en conformité de la loi du 13 mars 1917 qui aura, en outre, pour mission de contrôler l'emploi de la somme prêtée, ainsi que par une sûreté en rapport avec l'importance des prêts.

Ils seront consentis à un taux d'intérêt égal à celui fixé par la Banque de France pour ses avances sur titres; le produit de cet intérêt sera encaissé par la banque populaire pour y constituer, après couverture des frais, une réserve de garantie pour le remboursement de l'avance de l'Etat.

Les avances attribuées à ces fins seront remboursables par les banques populaires dans un délai qui ne pourra excéder six années.

Lorsque l'avance aura été intégralement remboursée, le montant de la réserve sera acquis à la banque.

Décret approuvant un avenant au cahier des charges de la société Energie électrique de la Basse-Isère relatif à la tarification de l'énergie électrique.

Par lettre du 10 mars 1921, la société Energie électrique de la Basse-Isère a sollicité la revision des tarifs maxima inscrits dans le cahier des charges annexé au décret du 25 octobre 1914 qui accordait à la Société des grands Travaux de Marseille (à laquelle a été substituée la sociétété dénommée ci-dessus) la concession de l'usine de Beaumont-Monteux sur l'Isère (1). Le décret qui vient d'être pris, daté du 21 janvier 1924 et publié au « Journal officiel » du 21 janvier, page 813, approuve l'avenant ci-dessus qui modifie les articles 15, 16 et 32 du cahier des charges annexé au décret de concession.

Avenant au cahier des charges annexé au décret du 25 octobre 1914.

ART. 15. — *Tarif.* — Les prix auxquels le concessionnaire est autorisé à vendre l'énergie au public ne pourront pas

(1) La description de cette usine a été publiée dans la *Revue générale de l'Electricité* des 27 mai et 3 juin 1922, t. XI, p. 781-790 et 817-829.

dépasser les maxima suivants, pour le courant pris à la sortie de l'usine, sous la forme et la tension résultant du régime de ses machines génératrices ou de ses alternateurs.

Ces maxima comprennent les deux éléments suivants :

1° Une somme fixe de 240 fr par an et par kilowatt de puissance souscrite;

2° Une redevance proportionnelle de 12 centimes par kilowatt-heure consommé.

Toutefois, si l'utilisation de la puissance souscrite dépasse 4 000 heures au cours d'une année d'abonnement, il sera consenti les rabais suivants :

0,024 fr par kilowatt-heure consommé entre les utilisations 4 000 et 6 000 heures.

0,048 fr par kilowatt-heure consommé au delà de la 6 000e heure d'utilisation.

En outre, lorsque le facteur de puissance cos φ, mesuré sur la ligne de départ, sera inférieur à 0,90, la redevance proportionnelle par kilowatt-heure sera multipliée par $\frac{0,90}{\cos \varphi}$

CLAUSES GÉNÉRALES

1° *Détermination de cos φ.* — Il sera installé, au tableau de départ de chaque ligne, deux compteurs donnant l'un les kilowatt-heure consommés, l'autre l'énergie réactive. Les indications de ces compteurs seront relevées à la fin de chaque mois et le cos φ applicable à la fourniture d'énergie faite pendant le mois sera donné par la formule

$$\cos \varphi = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B_2}}$$

en appelant respectivement A et B les chiffres indiqués par le compteur d'énergie wattée et par le compteur d'énergie réactive.

2° *Puissance minimum.* — Le concessionnaire ne sera pas tenu de fournir une puissance inférieure à 100 kw, sauf en ce qui concerne l'énergie réservée, pour laquelle ce minimum est abaissé à 20 kw.

3° *Dépassement de la puissance souscrite.* — Si la puissance instantanée vient à dépasser la puissance souscrite, la consommation correspondante au dépassement qui sera enregistrée par un compteur spécial à dépassement, sera payée à un tarif triple du prix proportionnel résultant des dispositions ci-dessus.

4° *Minimum de consommation* — Le concessionnaire pourra exiger qu'il lui soit garanti une utilisation annuelle de 2 000 heures de la puissance souscrite.

5° *Clause d'impôts.* — Au cas où l'Etat, les départements ou les communes établiraient de nouveaux impôts relatifs à la vente ou à la production de l'énergie électrique, ces impôts seront à la charge du concessionnaire, qui se réserve le droit, à partir du jour de leur mise en application, de majorer les tarifs maxima ci-dessus dans une proportion qui sera arrêtée par l'administration supérieure.

6° *Revision des tarifs.* — La revision du présent tarif maximum pourra avoir lieu tous les dix ans, soit sur la demande du concessionnaire, soit sur l'initiative de l'administration et suivant les formes adoptées pour l'approbation du présent cahier des charges.

ART. 16. — *Tarifs applicables aux services publics.* — Les services publics de l'Etat, des départements et des communes, les établissements publics ou associations syndicales autorisées et les entreprises agricoles d'utilité générale qui seront spécifiés dans un règlement d'administration publique bénéficieront sur les tarifs maxima prévus à l'article 15 ci-dessus et dans les conditions prévues audit article :

a) D'une réduction de 30 pour 100;

b) S'il s'agit d'entreprises agricoles, d'une réduction de 30 pour 100 de la redevance proportionnelle et de la suppression de toute prime fixe.

Les taux de réduction prévus aux paragraphe *a* et *b* seront portés à 50 pour 100 si l'utilisation a lieu dans un rayon maximum de 50 km autour de l'usine.

Toutefois, le bénéfice de ces réductions ne s'appliquera qu'aux fournitures d'énergie requises par le ministre des Travaux publics, dans les dix premières années à compter de la mise en service de l'usine et jusqu'à concurrence de 1 200 kw livrés et mesurés aux bornes des génératrices à la tension résultant de leur régime sur cette puissance, une fraction de 120 kw pourra seule bénéficier des tarifs prévus pour les entreprises agricoles.

ART. 32. — *Contrôle.* — Le contrôle de la construction et de l'exploitation de tous les ouvrages dépendant de la concession sera assuré par les ingénieurs et agents du Service des Forces hydrauliques de la région du Sud-Est.

Le personnel du contrôle aura constamment libre accès aux divers ouvrages et dans les bâtiments dépendant de la concession. Il pourra prendre connaissance de tous les états, graphiques, tableaux et documents tenus par le concessionnaire pour la vérification des débits, puissances, mesures de rendement et quantités d'énergie utilisées dans l'usine génératrice, ainsi que des prix et conditions de vente de l'énergie aux divers acheteurs ou abonnés.

Les frais de contrôle seront supportés par le concessionnaire. Le montant en est fixé au chiffre de 6 000 fr par an.

Le concessionnaire sera tenu de remettre, chaque année, à l'ingénieur en chef du contrôle, un compte rendu faisant connaître les résultats généraux de son exploitation.

Ce compte rendu sera établi conformément au modèle arrêté par le ministre des Travaux publics et pourra être publié en tout ou en partie.

Vu pour être annexé au décret en date de ce jour :

Paris, le 21 janvier 1924.

Sur le privilège de l'État concernant l'impôt sur les bénéfices de guerre.

Le « Journal officiel » du 28 novembre 1923, publie page 3754 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes :

18768. — M. André Payer, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° s'il est indispensable qu'un commerçant qui a acquitté entièrement ses bénéfices de guerre soit obligé à chaque opération qu'il fait, vente d'un fonds ou d'une maison, prêt sur hypothèque, etc., d'attendre un mois que l'Etat dise s'il doit ou non ses impôts sur ses bénéfices; 2° il serait possible une fois pour toutes qu'il eût un certificat attestant qu'il ne doit rien au Trésor. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — 1° Si le contribuable visé a fait dans les délais légaux la déclaration de tous ses bénéfices imposables et qu'il a été imposé ou reconnu non imposable pour toutes les périodes, il est évidemment à l'abri d'impositions nouvelles. Il est cependant douteux qu'avant de traiter avec ce contribuable, les tiers consentent à abandonner les garanties que leur offre, au point de vue de la sécurité des transactions, l'accomplissement des formalités prévues par les articles 7 à 13 de la loi du 10 août 1922; 2° des certificats constatant que leurs biens ne seront pas grevés d'inscriptions nouvelles pourront être délivrés à partir du 1er janvier 1924, dans les conditions prévues par l'article 14 de la loi du 10 août 1922, aux contribuables ayant souscrit leurs déclarations dans les délais impartis par les articles 4 et 5 de la loi du 1er juillet 1916.

18e Année. Tome XV — N° 6. 9 Février 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ
Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e Année. — Tome XV. — N° 6. — 9 Février 1924.

L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. — Sous ce titre est publié dans ce numéro, pages 211 à 222, le premier de la série d'articles que M. Ad. Curchod a bien voulu se charger d'écrire sur l'Exposition de Physique et de T. S. F. qui s'est tenue au Grand Palais du 30 novembre au 24 décembre 1923.

Dans ces articles, l'auteur se propose de donner une vue d'ensemble aussi complète et aussi fidèle que possible de cette exposition qui fut, des voix plus autorisées que la nôtre l'ont proclamé, une révélation, pour le grand public, de la puissance de l'industrie française et du génie des savants qui ont découvert les principes que celle-ci met en œuvre. Chacun des appareils et instruments, pourvu qu'il rentre dans le domaine si vaste de l'électricité, y sera l'objet d'une description plus ou moins détaillée, tout au moins d'une mention, suivant son importance ou sa nouveauté, suivant aussi qu'il sera déjà connu, plus ou moins complètement, de nos lecteurs par les articles qui auront été antérieurement publiés à son sujet dans les colonnes de cette Revue. Ainsi sera dressé un inventaire des ressources de la science et de l'industrie françaises à la fin du premier quart du XXe siècle.

Deux méthodes pouvaient être employées pour arriver à la réalisation de ce programme : ou bien prendre chaque stand l'un après l'autre et décrire ce qu'il contenait; ou bien envisager et présenter ensemble tous les appareils et instruments du même genre, quel que fût le stand où ils se trouvaient exposés. La première revenait à publier, après la fermeture de l'Exposition, un catalogue des objets qui y avaient figuré. D'accord avec nous, M. Curchod a choisi la seconde qui répond mieux au but qu'il s'est proposé. Chacun des articles qui seront publiés groupera donc les appareils et instruments se rapportant à la même branche de la science ou de la technique électrique.

Le choix de cette méthode offre toutefois un inconvénient assez grave : celui de ne pouvoir, sans risquer d'être incomplet, publier un article sans avoir obtenu au préalable les renseignements relatifs à tous les instruments ou appareils rentrant dans le cadre de cet article. Il dépend d'ailleurs des exposants d'atténuer et même de supprimer cet inconvénient : il leur suffit de nous adresser, aussi rapidement que possible, les ren-

seignements et documents que nous leur avons demandés; et si, par suite d'une omission ou d'une erreur, ils n'avaient pas été sollicités, nous les prions de considérer la présente note comme une demande de notre part. Ajoutons que ce que nous désirons, ce sont des renseignements d'ordre technique indiquant nettement, avec schémas, dessins et photographies à l'appui, les particularités intéressantes qui caractérisent les appareils présentés. Certains exposants, en réponse à nos demandes, se sont bornés à nous adresser une nomenclature de leurs appareils avec des notices de nature commerciale leur attribuant toutes sortes de qualités; ce qui précède indique suffisamment, pour nous dispenser d'insister plus longuement, que ce sont des renseignements de tout autre nature que nous sollicitons.

Nous disions plus haut que l'Exposition de Physique et de T. S. F. a été une véritable révélation pour le grand public. Elle en a été une aussi pour beaucoup d'ingénieurs. En particulier, plusieurs des ingénieurs étrangers, venus à Paris à l'occasion de la deuxième réunion de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, ont tenu à faire connaître publiquement l'impression, tout à l'honneur de la science et de l'industrie françaises, que leur ont laissé les trop courtes visites qu'ils purent consacrer à l'Exposition; en même temps, ils témoignaient le désir qu'il restât une trace imprimée de cette grandiose manifestation. Pour satisfaire, au moins partiellement, ce désir, que bien d'autres personnes ont aussi exprimé, nous avons envisagé la possibilité de rassembler les divers articles qui seront publiés dans ces colonnes en une brochure qui serait largement diffusée tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de nos frontières. La décision qui sera prise dépend beaucoup de la rapidité avec laquelle il nous sera possible de faire paraître ces articles ainsi que de leur contenu. Or, cette double condition dépend elle-même de la diligence des exposants à nous adresser les renseignements que nous leur demandons et de l'intérêt de ceux-ci. Ce sont donc les exposants qui, en définitive, nous indiqueront la solution qu'il conviendra d'adopter.

Essais contrôlés de procédés et appareils ayant pour objet la réduction des pertes à vide dans les postes de transformation. — La Société française des Electriciens, en collaboration avec le Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, organise pour le début du mois de juillet prochain une série d'essais contrôlés d'appareils destinés à permettre de réduire les pertes à vide dans les transformateurs branchés sur des réseaux à charge intermittente et variable, tels que les réseaux ruraux.

Ces essais seront réservés aux appareils de construction française et aux appareils d'origine étrangère que des constructeurs prendraient l'engagement de construire en France.

Ils seront effectués par les soins du Laboratoire central d'Electricité dans des conditions aussi voisines que possible des conditions normales d'emploi des appareils.

Les inscriptions devront être prises à la Société française des Electriciens avant le 15 avril 1924 et devront être accompagnées du versement d'un droit de 200 fr par appareil.

Pour tous renseignements sur les conditions d'inscription, s'adresser à M. le délégué général de la Société française des Electriciens, 14, rue de Staël, Paris (XVe).

Société française des Electriciens : Séance du 2 février 1924. — Dans la première communication, ayant pour titre « Radiogoniométrie des ondes entretenues de 200 m et au-dessous », M. DU BOURG DE BOZAS a rappelé les principes fondamentaux de la radiogoniométrie, exposé les avantages et les inconvénients des divers modèles de cadres récepteurs et indiqué les moyens mis en œuvre pour combattre les parasites qui peuvent provoquer de nouvelles erreurs dans les mesures. A cette occasion, il présenta plusieurs types d'appareils, puis signala quelques hypothèses nouvelles au sujet des perturbations particulières aux ondes courtes.

La deuxième communication, présentée par M. ROTH, est le résumé d'une intéressante étude publiée par le conférencier dans le « Bulletin de la Société française des Electriciens », août-septembre-octobre 1923, et se rapportant aux pertes dans les machines électriques et à la mesure du rendement. Une intéressante discussion a suivi cet exposé, dans laquelle diverses remarques ont été faites par MM. Boucherot, Darieus, Ehrmann et Girault sur le sujet traité.

Nous nous proposons, d'ailleurs, de donner quelques précisions sur l'étude de M. Roth dans l'un de nos prochains numéros. — H. C.

Bibliographie : Nouvelle méthode graphique pour le calcul des lignes électriques de grande longueur, par A. KOTELNIKOFF [1], professeur d'électricité à l'Institut Polytechnique de Kiev. — L'auteur décrit un procédé de représentation graphique de l'onde alternative consistant à tracer, aux divers points de la ligne, les vecteurs tension et les vecteurs courant et à joindre ensuite les extrémités de leurs projections sur des perpendiculaires élevées en ces points. La ligne de transmission de longueur indéfinie et la ligne de longueur finie sont examinées successivement. Le second cas est le plus intéressant, non seulement parce qu'il correspond aux circonstances réelles, mais aussi parce qu'il donne lieu à la production de l'onde réfléchie. Cette onde, dirigée en sens contraire de l'onde qui lui a donné naissance, est d'amplitude décroissante vers le point de départ de la ligne. Un chapitre spécial est consacré à l'étude de la genèse de l'onde réfléchie et à l'examen, au point de vue physique, du rapport existant entre les valeurs maxima des deux ondes et de sa dépendance des caractéristiques de la ligne. Les dernières pages de l'opuscule contiennent la solution graphique d'exemples numériques se rapportant à des problèmes qui ont déjà été traités analytiquement par Ch. Steinmetz et P.-H. Thomas.

Un court résumé en anglais et de nombreuses planches accompagnent le texte. — Th. S.

(1) Un volume, format 24 cm × 17 cm, de 34 + 10 pages et 17 figures, rédigé en langue russe et édité par l'Institut Polytechnique de Kiev.

Aimé Witz

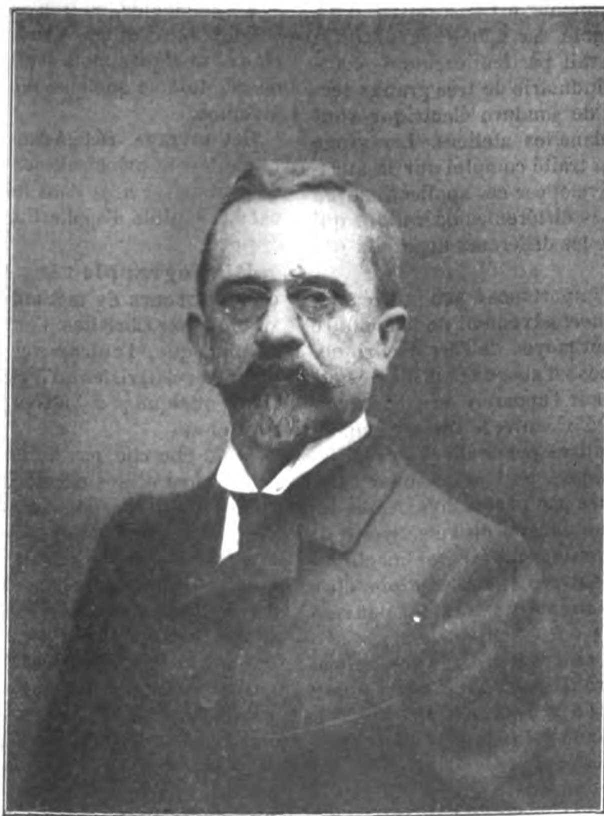
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Dans notre numéro du 13 octobre 1923, t. XIV, p. 521, nous signalions la nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur de M. Aimé Witz, correspondant de l'Institut et doyen honoraire de la Faculté des Sciences de l'Institut catholique de Lille, un des plus anciens collaborateurs de cette Revue et de celles dont elle est issue. Il convenait, à cette occasion, de faire connaître aux nouvelles générations d'ingénieurs et de rappeler aux anciennes la part prépondérante qui revient aux travaux et publications de M. Aimé Witz dans le développement de la technique des moteurs thermiques. C'est ce qui est fait dans la note suivante.

M. Aimé Witz est né en Alsace, le 23 avril 1848, à Cernay (Haut-Rhin). Des études sérieuses faites au Collège Saint-Clément, à Metz, lui firent obtenir son admission à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, en 1868.

A la suite de la malheureuse guerre de 1870 qui survint peu après, Cernay passa aux mains des Allemands et M. Witz eut, comme tant d'autres, à choisir pour sa nationalité et resta fidèle à notre pays.

Il s'occupa d'abord, dans une maison importante de construction mécanique, de machines à vapeur, puis, au moment de la création de la Faculté catholique des Sciences de Lille, en 1876, il fut appelé à la chaire de Physique. Deux ans plus tard, par une thèse brillamment soutenue en Sorbone sur « l'Effet thermique des parois d'une enceinte sur les gaz qu'elle renferme », il obtint le grade de docteur ès sciences.



Aimé Witz
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Peu de temps après, il entreprenait ses premiers travaux sur les moteurs à gaz, question qu'il ne devait pas abandonner de toute sa vie et en laquelle il acquérait une compétence toute particulière que le « Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, à essence et à pétrole » devait consacrer définitivement.

Toutes ces recherches furent conduites systématiquement. Au laboratoire, M. Witz étudiait le pouvoir calorifique de divers gaz, le régime de combustion des mélanges tonnants ; à l'usine, il exécutait de nombreux essais sur divers moteurs industriels, comparant leurs fonctionnements et en recherchant l'amélioration. Plusieurs notes présentées à l'Académie des Sciences ou publiées dans diverses revues techniques rendent compte de ces travaux.

C'est en 1886 que parut la première édition de l'ouvrage principal de M. Witz, le « Traité des moteurs à gaz » auquel nous avons déjà fait allusion. De nouvelles éditions devaient se succéder en 1889, 1891, 1901. Après la guerre, la quatrième édition étant complètement épuisée et l'ouvrage toujours réclamé, l'auteur dut entreprendre, sur la demande des éditeurs, une cinquième édition complètement remaniée et mise à jour, qui constitue, très probablement, le travail le plus complet qui ait été publié sur la matière (¹).

Il n'avait cependant pas tout à fait abandonné la machine à vapeur et, en dehors de nombreux articles qu'il écrivit sur ce sujet, un volume qui avait paru en 1891 fut repris en 1902, puis en 1913, pour de nouvelles éditions.

Ces deux questions, le moteur à gaz ou à essence et la machine à vapeur, bases principales du labeur de M. Witz, n'absorbèrent cependant pas complètement son activité. La thermodynamique, et surtout la thermodynamique à l'usage des ingénieurs, fit l'objet de divers travaux. Il en fut de même de la mécanique et

(¹) L'analyse bibliographique de cette cinquième édition a paru récemment dans la *Revue Générale de l'Electricité* du 26 janvier 1924, t. xv, p. 122.

de l'électricité. On lui doit, en effet, des recherches intéressantes sur les champs magnétiques, sur la résistance électrique des gaz ainsi que quelques publications plus générales sur les théories de l'électricité, sur la traction électrique, etc.

Pour ses élèves, il publia un « Cours de manipulations de physique », des « Exercices et applications préparatoires à la licence » et un « Recueil de problèmes et calculs pratiques d'électricité ».

Cette énorme production scientifique est le résultat d'un labeur incessant qui lui faisait décerner par l'Institut le prix Monthyon de mécanique; par la Société des Ingénieurs civils de France, le prix Schneidert; enfin, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la médaille d'or de cette société. Tout récemment, encore, il reçut, à l'occasion du centenaire de Pasteur, la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

Signalons, en terminant, que M. Witz est membre correspondant de l'Institut depuis 1907 et qu'après avoir fait partie du Comité de Direction de « L'Eclairage électrique », puis de « La Lumière électrique », depuis 1899 jusqu'en 1917, il est membre du Comité de Rédaction de notre revue depuis la fondation de celle-ci. — B. E.

Bibliographie : **La soudure électrique**, par M. Varinois, ingénieur des Arts et Manufactures (¹). — L'emploi de l'électricité pour la soudure des métaux est susceptible d'un nombre d'applications considérable, en même temps qu'il conduit à des procédés de travail particulièrement commodes et pouvant rendre dans l'industrie de très grands services. Cependant, ces procédés de soudure électrique sont encore insuffisamment connus dans les ateliers. L'ouvrage de M. Varinois, qui constitue un traité complet sur la question, est écrit dans le but de développer ces applications en décrivant d'une façon détaillée les différentes opérations qui peuvent être réalisées ainsi que les différents appareils qui ont été imaginés à cet effet.

Il se divise en deux parties, d'importance à peu près égale, dans lesquelles l'auteur traite successivement de la soudure par résistance et de la soudure au moyen de l'arc électrique.

Dans la première partie, il expose d'abord les principes essentiels sur le courant utilisé, sur l'appareil servant à souder et sur les différentes façons d'exécuter le travail; puis, il décrit en détail, dans des chapitres particuliers, les différentes sortes de soudures : soudure en bout, soudure par points, soudure continue, soudure par percussion. Après un chapitre consacré à la rivure au moyen de l'électricité, il donne une très longue description des différentes machines à souder par résistance. Il fait suivre ces descriptions d'un assez grand nombre d'exemples sur les travaux qui peuvent ainsi être réalisés.

La deuxième partie contient, en premier lieu, des indications sur l'arc électrique et les procédés imaginés par nombre d'auteurs pour son application à la soudure, sur les différents procédés d'exécution, sur la valeur des soudures réalisées. La question des électrodes, qui présente ici une très grosse importance, fait l'objet d'un chapitre spécial. Après ces considérations générales, l'auteur décrit les différentes machines qui ont été imaginées pour la soudure à l'arc dans laquelle il comprend, non seulement des appareils construits pour des travaux de soudure généraux ou pour des travaux particuliers, mais encore des postes de soudure complets soit fixes, soit portatifs.

Le dernier chapitre est consacré aux travaux de soudure exécutés au moyen de l'arc. L'auteur y donne à la fois des indications sur la façon dont doivent être exécutées les diverses soudures et des exemples de travaux réalisés.

En appendice, on trouvera la description de la machine à souder automatique Cyc-Arc qui offre des avantages spéciaux, quelques mots sur le procédé de brasure Hyde et la description de quelques nouvelles machines à souder par résistance.

Cet ouvrage, rédigé dans un but essentiellement pratique et contenant principalement des descriptions, pourra rendre de grands services dans les usines où la soudure électrique est susceptible d'applications. — Y. G.

(¹) Un volume, format 28 cm × 19 cm, de 424 pages, avec 507 figures dans le texte, édité par la librairie Dunod, 47, quai des Grands-Augustins, à Paris Prix : broché, 65 fr; relié, 70,75 fr

Bibliographie : **Les hallucinations des Einsteiniens ou les erreurs de méthode chez les physiciens-mathématiciens** par Christian Cornelissen (¹). — Ancien professeur de physique, l'auteur s'oppose complètement aux théories des néo-relativistes qu'il considère comme « des généralisations quelque peu hâtives des spécialistes du calcul différentiel ».

Il ne cherche pas à diminuer la valeur scientifique des recherches d'Einstein, souhaitant, au contraire, que l'expérience justifie certaines théories intéressantes, par exemple, celle de la courbure des rayons lumineux dans le voisinage des grands centres de gravitation. Mais il s'élève contre l'établissement, sur ces bases, par les mathématiciens, d'une théorie générale enserrant toute la physique et absolument incompatible avec notre conception ancienne d'un temps et d'un espace séparés.

M. Cornelissen critique d'abord vivement la notion d' « espace-temps », qu'il ne peut admettre et reproche principalement à l'Ecole néo-relativiste : une simplification élémentaire des faits et, notamment la confusion des phénomènes avec l'impression qu'ils produisent sur les observateurs; une généralisation exagérée des lois formulées, comme, par exemple, l'application des formules de Lorentz à toute la mécanique; l'établissement de certains calculs en ne considérant qu'un seul facteur et en poussant, dit-il, le développement de ce facteur jusqu'à l'absurde; enfin, le remplacement de la méthode inductive-déductive, avec l'expérience en dernier ressort, sur laquelle était basée notre physique, par une méthode où l'hypothèse tient une place trop considérable. — B. E.

(¹) Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 86 pages, édité par la librairie scientifique Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne, à Paris. Prix : broché, 3,75 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le système métrique en Russie

A la fin de décembre, une information nous apprenait que la mise en vigueur du système métrique dans toutes les coopératives de l'Etat russe et les entrebrises privées devait commencer le 1er janvier 1924. Ayant demandé à notre collaborateur, M. Ch.-Ed. Guillaume quelques précisions sur les conditions dans lesquelles s'était produite cette importante extension du système métrique, celui-ci nous a adressé l'intéressante note que l'on lira ci-dessous.

Le système métrique fait en ce moment de rapides progrès en Russie, et l'on peut prévoir qu'il sera d'un emploi général dans un avenir prochain ; il n'est donc pas sans intérêt de décrire ici les étapes par lesquelles a passé la législation métrologique dans ce grand pays.

Les poids et les mesures de Russie furent unifiées pour la première fois par un ukase du 11 octobre 1835, qui fixait « pour toujours » la valeur des unités de longueur et de masse. L'unité de longueur était la sagène, de 7 pieds anglais, divisée en trois archines, chacune de 28 pouces ou verchoks ; 500 sagènes faisaient une verste. L'unité fondamentale de masse était la livre normale, confectionnée par la Commission des Poids et Mesures, et représentée par un étalon en platine établi d'après une livre de la Monnaie en bronze doré, construite en 1747. La livre médicinale était fixée « à tout jamais » à 8064 dolis, ou à 7/8 de la livre russe : on a

$$1 \text{ doli} = \frac{1}{24 \times 24 \times 16} = \frac{1}{9216} \text{ livre}$$

Bien que les unités de longueur fussent définies, en principe, comme dérivant des unités britanniques, la Russie possédait un étalon autonome de la sagène, établi par le grand métrologiste Kupffer. Cet étalon était constitué par six barres de platine et autant de barres de laiton ; la moyenne des barres de platine définissait l'étalon; les barres de laiton servaient à constituer, avec les premières, un système bimétallique pour la mesure de la température. Une fois l'étalon établi, pour la métrologie supérieure, le système russe devenait indépendant du système britannique; on ne se référait plus qu'à la sagène normale.

Le système métrique fut introduit à titre facultatif en Russie par la loi du 4-16 juin 1899, et entra en vigueur le 1er janvier 1900. L'archine, égale à 1/3 de sagène, était substituée à celle-ci dans les mesures usuelles. Elle était représentée par un prototype à traits en platine iridié et était égale à 0,711 200 m (à un micron près). Quant à la livre, elle était ajustée sur l'étalon établi en 1835 ; elle était en platine iridié, et sa valeur était de 0,409 512 41 kg (à un centième de milligramme près). L'article 11 de la loi avait la teneur suivante :

« L'emploi du mètre et du kilogramme internationaux ainsi que des autres mesures métriques est autorisé en Russie au même titre que celui des mesures russes, dans tous les cas où il y aura consentement mutuel de la part des personnes intéressées, dans toutes les transactions commerciales, contrats, projets, etc. Cette même faculté est accordée aux institutions de l'Etat et aux établissements municipaux, par autorisation ou par ordre du ministre compétent, mais sous la réserve toutefois que les décisions ministérielles n'entraînent pas, pour le public, l'obligation d'appliquer, sans son consentement, les mesures métriques, dans ses relations avec ces institutions ou établissements ».

La loi prévoyait, en outre, la vérification des unités métriques dans les vingt-cinq bureaux locaux de l'Empire ; comme conséquence de cette faculté donnée au public, le nombre des étalons métriques soumis au contrôle se sont chiffrés par centaines de mille. Un gros contingent pour cette vérification a été fourni par les étalons destinés aux mesures faites en conformité avec les ordonnances du Ministère de la Guerre et, en particulier, celle du 13 février 1907, qui imposait, à partir du 1er janvier 1908, l'emploi exclusif des mesures métriques pour la médecine militaire.

On le voit, l'évolution du système des mesures russes a eu ce caractère de s'éloigner de plus en plus des mesures britanniques et de se rapprocher du système métrique. Certains propagandistes des premières affirmaient, récemment encore, que la Russie était tributaire du système anglais et renforçait ainsi sa situation dans le monde. Mais, en fait, l'accord des deux systèmes était réduit à peu de chose. Au début, on avait pris, il est vrai, comme unité, sept fois le pied anglais, mais on avait donné à l'unité ainsi constituée une représentation indépendante ; puis on avait ramené l'unité à 1/3 de la première et on en avait donné une autre représentation également indépendante. Quant aux masses, elles n'ont jamais eu aucune relation avec le système britannique.

En même temps que disparaissaient les derniers vestiges d'une relation simple avec les unités britan-

niques, le système métrique venait se superposer au système russe, et prenait pied dans l'Empire des Tsars. A partir de 1910 environ, un actif mouvement, parti de la Chambre centrale des Poids et Mesures, faisait connaître les unités métriques aux classes cultivées, et préparait leur acceptation générale. Lorsqu'en février 1917 éclata la révolution, la propagande, à laquelle présidait le regretté Egoroff, fut intensifiée ; et le 14 septembre 1918, le Conseil des Commissaires du Peuple publiait un « Décret concernant l'introduction du système métrique décimal et international des poids et mesures ».

Le premier article de ce décret déclare le système métrique obligatoire en principe pour toutes les mesures exécutées en Russie.

Dans l'article 2, le mètre n° 28 et le kilogramme n° 12, sanctionnés par la première Conférence générale des Poids et Mesures, réunie à Sèvres en 1889, sont déclarés étalons nationaux.

La suite du décret fixe au 1er janvier 1922 l'adoption des unités métriques dans les affaires gouvernementales, en même temps que l'interdiction de produire toutes autres mesures ou tous autres poids que ceux représentant des unités métriques. L'emploi obligatoire de ces dernières devait être généralisé à partir du 1er janvier 1924.

Mais on a reconnu qu'en raison de la situation en Russie, les dates marquant les diverses étapes de l'application devaient être prorogées. La seule confection des poids nécessaires conduirait, en effet, à utiliser 70000 t de fonte.

La Commission a décidé de procéder par étapes, en introduisant le système métrique dans une administration après l'autre, et en réalisant la réforme par provinces. C'est ainsi que, dans les chemins de fer, on a commencé à poser des bornes kilométriques et à remplacer les pouds par des kilogrammes. De nombreuses bascules métriques commandées à l'étranger se sont acheminées vers la Russie. Deux mille séries de poids échantillons étaient déjà en construction, il y a deux ans, ainsi que des types d'étalons de longueur. On a élaboré des règles pour la construction et la vérification des appareils de mesurage et de pesage; on a transcrit les cahiers des charges des constructions civiles; on a poursuivi l'unification des dimensions dans le matériel de construction (bois, briques, etc.). Des tableaux et des brochures de vulgarisation et de propagande ont été répandus dans les écoles et dans la population, ainsi que des tables de conversion. Bref, tous les efforts sont faits pour que le système métrique se répande en Russie aussi rapidement que le permettent les circonstances difficiles qu'elle traverse.

Tout récemment, une nouvelle venue de Moscou nous a appris que la commission russe pour l'introduction du système métrique dans toutes les coopératives de l'Etat et les entreprises privées a fixé les dates qui suivent pour l'entrée en vigueur de la loi : 1er janvier 1924, commerce en gros des textiles, huile végétale et appareils électrotechniques ; 1er mars, tabac ; 1er juin, cuir et levure ; 1er juillet, thé, café, chicorée, conserves et produits chimiques ; 1er août, sel, sucre, farine, céréales et produits de meunerie. Ces dates sont applicables au commerce. Dans l'industrie, l'unité métrique pour toutes les marchandises nommées ci-dessus est entrée en vigueur le 1er janvier 1924.

L'industrie électrique fait l'objet d'une mention spéciale; bien que, au début, l'emploi des anciennes mesures y fût tolérée, il devenait, par contre, obligatoire de transformer en mètres et en kilogrammes les quantités des marchandises, en vue de les porter sur les livres.

Un groupement d'industriels et de commerçants français s'est beaucoup intéressé au mouvement, et une mission, partie récemment pour la Russie, aidera aux réalisations.

Ainsi, grâce à des efforts systématiquement conduits, l'application du système métrique n'est que peu en retard sur les dates prévues par les lois et les décrets.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Revues, analyses et informations

Sur la définition de la notion de dyssymétrie dans un système triphasé (1).

Dans un système triphasé dyssymétrique, on peut avoir à considérer la dyssymétrie des tensions ou celle des intensités. L'auteur les étudie toutes deux.

A. DYSSYMÉTRIE DES TENSIONS. — Considérons (fig. 1), un système triphasé dyssymétrique; soit ABC le triangle des tensions. Si nous constituons un triangle équilatéral ABC' ayant AB comme côté, le sommet C' étant du même côté que C par rapport à AB, la ligne CC' donne la grandeur de la tension qui doit être ajoutée à la tension de la phase C pour obtenir, en partant du système dyssymétrique ABC, le système symétrique tel que ABC'. On peut dire que le vecteur CC' représente la valeur de la dyssymétrie du système ABC, concentrée sur la phase C.

On pourrait de même former des triangles équilatéraux soit avec AC, soit avec BC comme côté; on aurait alors la valeur de la dyssymétrie concentrée sur les phases B ou A.

Ces trois valeurs AA', BB', CC' sont égales entre elles; les vecteurs CC', AA', BB' forment entre eux des angles égaux à 120°. En effet, une rotation du triangle ACC' de 60° dans le sens ACB autour de A, amène le triangle ACC' sur ABB';

(1) Einar ZACBRISSON. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 27 septembre 1923, t. XLIV, p. 897-899, 2800 mots, 13 fig.

de même, BC'C tournant de 60° autour de B donne BAA'.

La dyssymétrie peut être répartie sur deux ou sur les trois

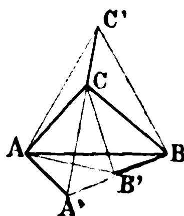


Fig. 1. — Dyssymétrie concentrée sur l'une des phases A, B ou C

phases; dans le cas où elle est répartie sur les trois phases (fig. 2 a), on a les égalités

$$CC'' = BB'' = AA'' = \frac{1}{3}\ CC' = \frac{1}{3}\ BB' = \frac{1}{3}\ AA'.$$

AA' est la tension étoilée d'un système triphasé inverse

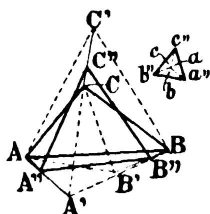


Fig. 2 a et 2 b. — Détermination des systèmes direct et inverse.

tel que a"b"c" (fig. 2 b); quant au système symétrique A"B"C" (fig. 2 a), c'est le système symétrique direct.

Une construction simple permet d'obtenir ces deux systèmes. Si, dans la figure 1, nous rabattons autour de AB le triangle A C'B, nous obtenons en CC' la valeur de la dyssymétrie concentrée sur la phase C. La longueur $\frac{CC'}{\sqrt{3}}$ représente la valeur de la tension simple du système direct.

Il est facile d'obtenir la valeur relative de la dyssymétrie; en effet, si nous traçons (fig. 3) le triangle des ten-

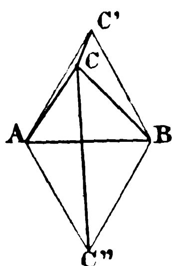


Fig. 3. — Détermination simple des systèmes direct et inverse.

sions mesurées ABC, et les deux triangles équilatéraux ABC', ABC", la dyssymétrie relative est donnée par le rapport $\frac{CC'}{CC''}$.

B. Dyssymétrie des courants. — On peut l'obtenir d'une façon tout à fait analogue à celle des tensions, mais il y a deux cas bien distincts à considérer :

1° *Le système triphasé ne possède pas de conducteur neutre chargé.* — Soit (fig. 4) DEF le triangle des courants d'un système triphasé dyssymétrique. Si, du point O comme centre, nous menons OA, OB, OC respectivement parallèles

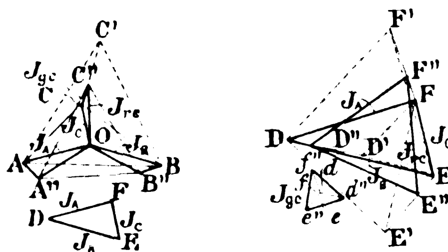


Fig. 4 et 5. — Détermination des systèmes direct et inverse des intensités.

à J_A, J_B, J_C, le point O est le centre de gravité du triangle ABC, dans lequel AB, BC et CA sont les différences géométriques de deux courants consécutifs J_A, J_B, J_C. De même que pour les tensions, on obtient en A"B"C" le système direct et, en CC", BB" et AA", les grandeurs des phases du système inverse. Le centre de gravité O du triangle ABC est également celui du triangle A"B"C". Nous avons donc, par suite, en OA", OB" et OC" les intensités des phases dans le système direct et, en AA", BB" et CC", celles du système inverse.

Nous pouvons, d'une autre manière, obtenir ces différentes grandeurs en partant du triangle des intensités DEF. Soit (fig. 5), en DEF, en double grandeur, ce triangle. Nous déterminons, comme pour les tensions et suivant la même construction que celle indiquée dans la figure 2 a, le système direct D"E"F" et le système inverse dont EE", FF" et DD" sont les grandeurs par phase trouvées. L'intensité du système inverse dans la phase C, J, s'obtient en combinant géométriquement ee" = EE", et ff" = FF" Ce mode de calcul est justifié, car la différence entre l'intensité instantanée J_C = EF et l'intensité du système direct J_{rC} = E"F" n'est autre chose que l'intensité du système inverse.

2° *Le système triphasé possède un conducteur neutre chargé.* — La méthode précédente s'applique naturellement à ce cas. Il faut toutefois avoir recours à l'artifice suivant pour tenir compte de l'action du courant dans le conducteur neutre. On suppose que l'on intercale dans le système un transfor-

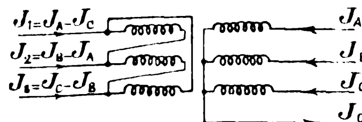


Fig. 6. — Transformateur « idéal » étoile-triangle.

mateur « idéal », c'est-à-dire un transformateur sans pertes, sans courant de magnétisation, ni chute de tension, ce transformateur étant monté en triangle-étoile (fig. 6). On a alors affaire à un système triphasé à trois conducteurs dont les intensités sont les différences géométriques $J_A - J_C$, $J_B - J_A$, $J_C - J_B$. L'insertion du transformateur idéal n'a

aucune action sur la dyssymétrie du système. Dans la figure 7, OA, OB et OC sont les valeurs respectives des courants J_A, J_B, J_C, et les côtés du triangle ABC représentent les valeurs des courants J_1, J_2, J_3. La seule différence avec le cas précédent est que le point O n'est plus le centre de gravité du triangle ABC. Le calcul de la dyssymétrie peut s'établir par l'une des méthodes données plus haut; nous adopterons celle de la figure 4. Le système direct est alors

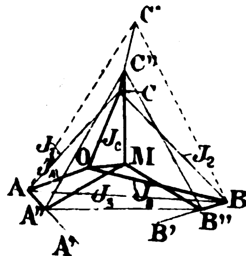


Fig. 7. — Détermination des systèmes direct et inverse des intensités (cas du conducteur neutre chargé).

A″B″C″ avec, comme intensités par phase, les valeurs MA″, MB″, MC″ où M est le centre de gravité des triangles ABC et A″B″C″.

On a alors, pour les valeurs instantanées, les expressions suivantes :

$$J_A = OA = OM + MA'' + A''A,$$

$$J_B = OB = OM + MB'' + B''B,$$

$$J_C = CC = CM + MC'' + C''C,$$

expressions dans lesquelles MA″, MB″, MC″ représentent le système décrit et A″A, B″B, C″C, le système inverse.

Il est à remarquer que chaque valeur de OM dans ces expressions peut être considérée comme une dyssymétrie concentrée sur une phase. On a vu qu'on pouvait la décomposer en un système triphasé inverse en la répartissant sur les trois phases. On constate alors que les trois systèmes inverses que l'on obtiendrait seraient tels que, dans chaque phase, la somme de leur intensité serait nulle. L'intensité OM n'a donc aucune action sur le système inverse, ni sur le système direct, ce qui pourrait se montrer par un raisonnement identique. L'insertion d'un transformateur idéal n'a donc bien aucune action sur la dyssymétrie.

En pratique, pour obtenir la dyssymétrie d'un système triphasé, on devra mesurer pour les tensions les trois tensions principales et, pour le cas des intensités, si le système ne comporte pas de fil neutre chargé, on devra mesurer les intensités des trois phases; s'il y a un fil neutre chargé on devra soit mesurer l'angle de phase des courants, avec un wattmètre, par exemple, soit mesurer, à l'aide de transformateurs d'intensité, suivant le schéma de la figure 8, les différences de deux courants représentées par J_1, J_2 et J_3 sur les figures 6 et 7.

Il est également possible de mesurer directement la dyssymétrie avec de petites machines triphasées en opérant à la vitesse synchrone.

Pour la mesure de la dyssymétrie des tensions, on peut utiliser un moteur asynchrone tournant à vide, en le branchant sur deux phases du système à étudier. La tension mesurée entre la troisième borne de la machine et la troisième phase du système donne la valeur CC′ de la figure 1.

Pour la mesure de la dyssymétrie des intensités, on peut utiliser un moteur asynchrone à enroulement rotorique ouvert entraîné à la vitesse synchrone. Les enroulements statoriques sont parcourus par les courants des trois phases du système à mesurer. La tension entre deux bagues du rotor est celle produite par le système inverse et peut être

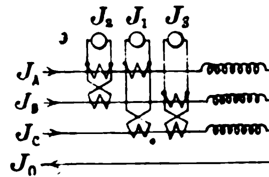


Fig. 8. — Montage pour la mesure de la dyssymétrie des intensités dans un système triphasé à conducteur neutre chargé.

utilisée pour la mesure de celui-ci si la courbe de saturation de la machine est une droite.

Après une courte comparaison de sa méthode avec celle proposée par le Verband deutscher Elektrotechniker [1], l'auteur en donne quelques applications possibles.

Il est bien connu que, dans une machine asynchrone ou synchrone alimentée par un réseau présentant une dyssymétrie dans les tensions, la dyssymétrie des intensités est beaucoup plus forte que la dyssymétrie des tensions. La décomposition de la dyssymétrie en systèmes direct et inverse en donne l'explication : la machine offre plus de résistance apparente au système direct qu'au système inverse. Quand on connaît la dyssymétrie de tension, on peut calculer celle des courants.

Si, dans un réseau triphasé, il y a des consommateurs de courants monophasés (fours ou traction, par exemple) et qu'on veuille protéger de la dyssymétrie les moteurs triphasés installés sur le réseau, on peut monter en série, avec le moteur à protéger, une machine asynchrone entraînée mécaniquement, à une vitesse voisine de la vitesse synchrone, mais en sens inverse du sens de rotation du moteur, c'est-à-dire avec un glissement par rapport au réseau égal à 200 pour 100. Dans ce cas, le mode d'action de la machine de protection est juste l'inverse du cas précédent; la résistance apparente de la machine de protection pour le système inverse est plus grande que pour le système direct.

On peut essayer un moteur triphasé et le charger complètement en courant et tension au moyen d'un système d'intensité inverse ou, mieux, d'un système de courants de fréquence irrégulière, sans avoir à lui fournir la quantité correspondante d'énergie mécanique ou électrique. A cet effet, on emploie deux générateurs montés en série; l'un permet de faire fonctionner le moteur à vide à la fréquence et la tension normales et, grâce au second qui fournit des courants de fréquence irrégulière, on obtient des intensités de courants variables à volonté. Cette méthode d'essai a déjà été appliquée par l'auteur. — R. G.

Emission des électrons par les métaux en fonction de la température [2].

I. Etablissement de l'équation générale. — On sait que la chaleur de vaporisation d'une substance peut être calculée au moyen de la formule

$$L = RT^2 \frac{d \log p}{d T}, \qquad (1)$$

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 16 mars 1922, t. XLIII, p. 357-366.

(2) S. Dushman. *Physical Review*, juin 1923, t. XXI, p. 623-636, 5000 mots, 1 fig., 4 tab.

dans laquelle L représente la chaleur de vaporisation par molécule-gramme à la température absolue T; R, la constante des gaz par molécule-gramme $= 1,987$ calories : g : d et p, la pression de vapeur à la température T.

D'autre part, si l'on désigne par C_p la chaleur spécifique de la vapeur à pression constante et par c_p, celle du solide (ou du liquide) correspondant, on peut exprimer L en fonction de T par la relation suivante

$$L = L_0 + \int_0^T C_p \, dT - \int_0^T c_p \, dT. \qquad (2)$$

En comparant les équations (1) et (2), on obtient

$$\log p = -\frac{L_0}{RT} + \frac{1}{R}\int^T \frac{\int_0^T C_p dT}{T^2} dT - \frac{1}{R}\int^T \frac{\int_0^T c_p dT}{T^2} dT + i, \qquad (3)$$

i étant une constante d'intégration qui ne dépend que de la nature chimique de la substance. La théorie quantique des chaleurs spécifiques, élaborée par Debye et d'autres, rend possible le calcul des valeurs réelles de ces intégrales, avec un degré d'exactitude très satisfaisant, pour un grand nombre de substances à l'état solide ou gazeux, selon le cas.

O. Sackur a montré le premier que, dans le cas des vapeurs monoatomiques, la constante d'intégration i pouvait s'exprimer en fonction d'une constante universelle Z_0 et de la masse moléculaire de la résistance, au moyen de la relation

$$i = i_0 + \frac{3}{2}\log M, \qquad (4)$$

dans laquelle M représente la masse moléculaire.

Cette conclusion a été ultérieurement confirmée par d'autres chercheurs, par des considérations de dimensions.

Aux très basses températures, on a montré que l'intégrale en c_p devient petite au point de pouvoir être négligée. D'autre part, la chaleur spécifique d'un gaz monoatomique à pression constante est invariable jusqu'aux températures les plus basses et est égale à $\frac{5}{2}R$. En conséquence, et dans ces conditions, l'équation (3) prend la forme simple :

$$\log p = -\frac{L_0}{RT} + \frac{5}{2}\log T + i_0 + \frac{3}{2}\log M. \qquad (5)$$

Considérons maintenant un métal en équilibre avec une atmosphère d'électrons ; supposons aussi que la densité de répartition des électrons dans l'espace soit assez petite pour que leurs répulsions mutuelles puissent être négligées. Nous pouvons alors considérer l'évaporation des électrons d'un métal comme thermodynamiquement équivalente à l'évaporation d'un gaz monoatomique, car les électrons répartis dans l'espace ont nécessairement la même chaleur spécifique que les molécules d'un gaz monoatomique. De plus, l'expérience montre qu'en première approximation on peut admettre que les électrons ne contribuent pas à la chaleur spécifique du métal ; ce qui revient à dire, en exceptant le cas des métaux à température extrêmement élevée, que la chaleur spécifique des électrons libres contenus dans un métal est nulle. Il en résulte qu'alors $c_p = 0$ et que l'équation (5) doit aussi s'appliquer au cas de l'émission d'électrons.

Cette équation peut se mettre sous la forme :

$$p = N^{\frac{3}{2}} m^{\frac{3}{2}} \varepsilon^{i_0} T^{\frac{5}{2}} \varepsilon^{-\frac{L_0}{RT}}, \qquad (6)$$

où N représente la constante d'Avogadro, qui est égale à $6,06 \times 10^{23}$ et m, la masse d'un électron, qui, exprimée en grammes, est égale à $8,996 \times 10^{-28}$.

D'autre part, d'après la théorie cinétique des gaz, le nombre d'électrons n frappant une cathode, par unité d'aire et dans l'unité de temps, est donné par la relation

$$n = \frac{p}{\sqrt{2\pi mkT}},$$

ou k représente la constante de Boltzmann, qui, exprimée en ergs par degrés centésimaux, est égale à $1,372 \times 10^{-16}$.

Puisque l'atmosphère d'électrons est en équilibre avec le métal incandescent, il en résulte que le nombre d'électrons émis doit être égal à celui des électrons incidents, si l'on suppose qu'il n'y a pas de réflexion d'électrons à la surface. L'intensité du courant par unité d'aire et par unité de temps est donc donnée par

$$I = ne = \frac{pe}{\sqrt{2\pi mkT}},$$

où e représente la charge d'un électron.

Combinant cette équation avec (6), on obtient :

$$I = \left(\frac{N^{\frac{3}{2}} me \varepsilon^{i_0}}{\sqrt{2\pi k}}\right) T^2 \varepsilon^{-\frac{b_0}{T}}, \qquad (7)$$

où $b_0 = \frac{L_0}{R}$, correspondant à la valeur représentée par la lettre b de l'équation de Richardson relative à l'émission d'électrons.

Il est évident que l'expression entre parenthèses est une *constante universelle*. En la désignant par A l'émission électronique pour une substance quelconque peut être exprimée en fonction de la température par une équation de la forme.

$$I = AT^2 \varepsilon^{-\frac{b_0}{T}}, \qquad (8)$$

où b_0 est la seule quantité variable d'une substance à l'autre.

Selon Sackur et Tetrode, la valeur de la constante chimique i_0 est donnée par la relation

$$i_0 = \log\left[\frac{(2\pi)^{\frac{3}{2}} k^{\frac{5}{2}}}{N^2 h^3}\right]. \qquad (9)$$

Substituant dans (7), on a par suite l'équation suivante pour l'émission électronique fonction de la température

$$I = ne = \left(\frac{2\pi k^2 me}{h^3}\right) T^2 \varepsilon^{-\frac{b_0}{T}}, \qquad (10a)$$

où la quantité entre parenthèses correspond à la valeur de A de l'équation (8). En remplaçant les lettres par leurs valeurs numériques, on obtient

$$A = 60,2. \qquad (10b)$$

Mais, d'autre part, Lewis et Adams ont émis une théorie selon laquelle la constante du quantum est liée à la charge élémentaire par une relation numérique simple. Plus récemment, Lewis, Gibson et Latimer ont appliqué les mêmes considérations au calcul des entropies des éléments. On peut montrer que, d'après ces vues, A aurait pour valeur

$$A = \frac{k^2 c^3 m \varepsilon^{\frac{5}{2}}}{(4\pi)^6 e^5 \sqrt{2\pi}} = \frac{2^{\frac{5}{2}} \pi^{\frac{9}{2}} \varepsilon^{-\frac{5}{2}}}{15} \cdot \frac{kme}{h^3} = 51,2. \qquad (11)$$

Dans l'état actuel, il n'est pas possible de décider entre ces deux valeurs de A.

II. Remarques historiques et critiques sur l'équation générale relative à l'émission des électrons. — L'équation généralement acceptée pour représenter l'émission des électrons est due à Richardson et s'écrit

$$I = A_1 \sqrt{T} \varepsilon^{\frac{b}{T}}. \qquad (12)$$

Dans cette équation, A_1 et b sont des constantes pour une substance donnée. Richardson a indiqué lui-même que b correspond à $\frac{L}{R}$, où L est la chaleur latente d'évaporation des électrons. Cette équation, bien que pas tout à fait satisfaisante au point de vue théorique, est cependant en bon accord avec l'expérience.

Eggert a indiqué que le théorème de Nernst pourrait être appliqué au calcul du degré d'ionisation de divers métaux aux températures extrêmement élevées qui règnent dans les étoiles et il a employé pour ce calcul l'équation (6), p se rapportant naturellement à la pression des ions (ou électrons) produits par dissociation des atomes métalliques, et L_0 à l'énergie nécessaire pour produire la dissociation en ion positif et électron.

Les mêmes relations ont été aussi appliquées par Saha au calcul de l'ionisation dans la chromosphère solaire.

La relation de l'équation (3) avec le problème de l'émission d'électrons par les métaux a été discutée tout récemment, à la fois par Tolman et Laue. Le raisonnement de Tolman est essentiellement le suivant : L'entropie d'un gaz monoatomique provenant de l'évaporation d'un solide est donnée par la relation

$$S = \frac{5}{2} R \log T - R \log P + S_1 + \frac{3}{2} R \log M. \qquad (13)$$

Dans cette équation, S désigne l'entropie à la température T; P, la pression de vapeur; S_1 une constante, la même pour tous les gaz monoatomiques et M, la masse moléculaire du gaz. Tolman adopte pour S_1 la valeur calculée par Lewis et Gibson à partir de données expérimentales relatives à l'hélium. Selon ce calcul, l'entropie de l'hélium à 298°K et sous 1 atmosphère est égale à 29,2. D'où la valeur de S_1,

$$S_1 = 29,3 - \frac{3}{2} \log 3,99 + 49,7 \log T - 1,987 \log (1,013 \times 10^6) = 24,1.$$

Tolman suppose alors que l'émission d'électrons est un phénomène parfaitement analogue à celui de l'évaporation d'une substance monoatomique, et que, par suite, (13) est valable dans ce cas. D'où un moyen d'obtenir S. On peut du reste la déterminer aussi par d'autres procédés, et ces méthodes se contrôlent mutuellement. Or, on observe un bon accord entre ces valeurs de S, ce qui conduit à la conclusion que les hypothèses faites sur l'application des équations (3) ou (13) à l'émission des électrons sont justifiées.

L'auteur établit ensuite la relation existant entre les constantes i_0 et S_1

$$i_0 = \frac{(S_1 - C_p)}{R}. \qquad (14)$$

Au moyen de cette équation combinée avec (7), il est, par suite possible de calculer la constante A pour une valeur donnée de S_1.

On a vu plus haut que la constante b_0 de l'équation (8) est égale à $\frac{L_0}{R}$. Cette constante est liée à la fonction travail thermoionique φ_0, au zéro absolu, par les relations

$$\Phi_0 = \frac{L_0}{Ne} = \frac{R b_0}{Ne} = \frac{k b_0}{e} = 8,62 \times 10^{-5} b_0 \text{ volts}. \qquad (18)$$

Désignant la fonction travail correspondant au b de l'équation de Richardson par Φ, il en résulte que

$$\Phi = \Phi_0 + \frac{3}{2} \frac{k}{e} T, \qquad (19)$$

et

$$b = b_0 + \frac{3}{2} T. \qquad (20)$$

Un certain nombre de chercheurs ont essayé de mesurer Φ directement par des observations sur l'effet refroidissant produit par l'évaporation des électrons. Il est intéressant d'indiquer la relation qui existe entre les données expérimentales obtenues au moyen de telles mesures et les valeurs de Φ_0 résultant de données relatives à l'émission à différentes températures.

Si nous supposons que les électrons du métal ne possèdent pas d'énergie thermique d'agitation, et si nous désignons l'effet refroidissant observé à la température T par P, il est aisé d'établir que

$$Pe = \Phi_0 e + 2kT, \qquad (20)$$

C'est-à-dire que l'énergie absorbée par un électron quittant la surface est égale au travail effectué contre les forces électriques, plus l'énergie cinétique des électrons émis (qui est $2kT$, et non $\frac{3}{2} kT$, ainsi que l'a montré Richardson).

Davisson et Germer ont trouvé que, dans le cas de l'émission d'électrons par le tungstène, Φ_0 déduit de déterminations calorimétriques, c'est-à-dire au moyen de l'équation (20), est mesurée par 4,52 v, tandis qu'une mesure directe de l'émission en fonction de la température conduit à la valeur 4,48 v. L'accord entre les deux valeurs peut être regardé comme très satisfaisant, car leur différence est comprise dans les limites des erreurs expérimentales. — L. B.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

I. — Matériel destiné aux installations à très haute tension.

Le matériel destiné aux installations à très haute tension peut être divisé en deux classes suivant qu'il se rapporte à la transmission de l'énergie par courants alternatifs ou à l'alimentation en courant redressé des ampoules à rayons X. La première classe peut elle-même être répartie en trois groupes, suivant que le matériel considéré sert à la production des courants à haute tension, a pour but la mise en circuit ou hors circuit ainsi que la protection des lignes de transmission, ou encore constitue la ligne de transmission. De là les quatre paragraphes de l'exposé qui suit. — Dans le premier, est signalé le transformateur de 1 725 kilovolts-ampères, pour 60000 volts, de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Dans le second sont décrits le poste de coupure à 150 000 volts des Ateliers de Constructions électriques de Delle, le disjoncteur à 60 000 volts de La Métallurgique électrique, les appareils de protection de la Société générale des Condensateurs électriques et de la Protection électrique Capart-Dubilier, le parafoudre à oxyde de plomb de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Les câbles pour courants triphasés à 60000 volts des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont et les câbles à un conducteur pour 60 000 volts de la Société Geoffroy et Delore, sont décrits dans le troisième paragraphe. — Enfin, dans le dernier, on trouvera la description du matériel des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon permettant l'obtention de courant redressé avec une différence de potentiel de 250000 volts et celle de l'appareil de MM. Drault et Ch. Raulot-Lapointe fournissant du courant redressé à une tension de 80 000 volts.

I. **Transformateurs à très haute tension et de puissance élevée.** — La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston présentait un transformateur de 1 725 kV-A à courants triphasés construit pour la Compagnie des Chemins de fer du Midi et prévu, du côté à haute tension, pour une tension de 60 000 V entre phases. Ce transformateur, à bain d'huile et à refroidissement naturel, comporte huit faisceaux de conduites extérieures méplates pour le refroidissement de l'huile ; lorsque le transformateur est en service, l'huile circule constamment, par suite de la différence de densité de l'huile échauffée au contact du transformateur dans la cuve et de celle refroidie dans les conduites extérieures par l'air ambiant. A la partie supérieure de l'appareil est placé un bac auxiliaire, jouant le rôle de conservateur d'huile, qui a pour effet de maintenir complètement pleine d'huile la cuve du transformateur et de protéger cette huile contre son oxydation au contact de l'air et contre l'humidité ; de plus, un assécheur enlève toute trace d'humidité à l'air qui peut entrer dans le conservateur d'huile.

Le transformateur comporte plusieurs prises, soit du côté à haute tension, soit du côté à basse tension. Son poids total est de 23 tonnes, lorsqu'il est plein d'huile.

La figure 1 donne une idée des dimensions de cet appareil.

II. **Appareillage à très haute tension pour transmission d'énergie à grande distance.** — Les Ateliers de Constructions électriques de Delle ont montré le matériel de leur construction sous une forme inédite dans des manifestations de ce genre : leur stand, pris en commun avec la Compagnie générale d'Entreprises électriques et la Compagnie Electro-Céramique (fig. 2), était occupé par un poste de coupure complètement équipé et prévu pour une tension de 150 000 V. Ce poste, destiné à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, sera installé en plein air, solution de plus en plus adoptée pour les raisons développées dans l'un des rapports présentés à la récente réunion de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. Il s'agit, comme l'ont fait ressortir les rapporteurs [1], plus d'une question de sécurité que d'économie.

On pourra lire, dans un autre rapport [2], qu'en Amérique on a réalisé des disjoncteurs pour une tension de 220 000 V ayant un pouvoir de rupture de l'ordre de 1 500 000 kV-A [3]. Ceux que nous ont présentés les Ateliers de Constructions électriques de Delle, construits entièrement dans leurs ateliers de Villeurbanne (Rhône), sont prévus pour 150 000 V, 300 A

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 882-883.

(2) *Idem*, p. 883.

(3) Pour la définition du pouvoir de rupture d'un disjoncteur, voir : P. Charpentier; Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1923, t. XIII, p. 737-745.

et ont, chacun, un pouvoir de rupture en court-circuit de 1 000 000 kV-A.

Le poste de coupure édifié dans le Grand Palais, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., comprend notamment deux disjoncteurs tripolaires. Ces appareils sont à ruptures multiples, sans chambre d'explosion.

Le nombre de ces ruptures est de six en série par pôle. Cette question du nombre des ruptures d'un disjoncteur a fait l'objet d'intéressantes discussions aux deux réunions de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension de

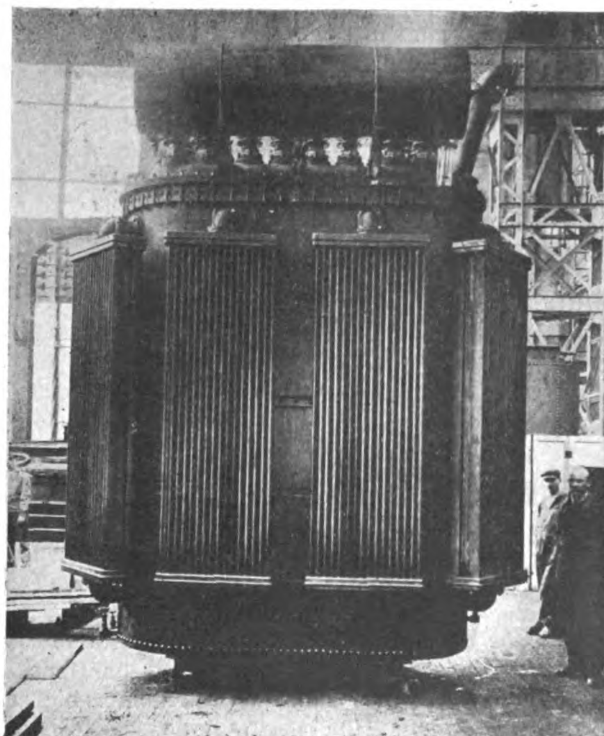


Fig. 1. — Vue d'un transformateur immergé à refroidissement naturel de 1 725 kV-A, 50 p : s, 60 000 v. du type « extérieur », construit par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

1921 et 1923. Les constructeurs américains préconisent la rupture double, avec une chambre d'explosion; l'extinction rapide de l'arc est alors assurée par la forte pression qui s'y produit, lors de la formation de l'arc. La solution adoptée par plusieurs constructeurs français, et, en particulier, par les Ateliers de Constructions électriques de Delle, consiste à augmenter le nombre des ruptures; on réduit ainsi le travail de rupture transformé en chaleur dans l'interrupteur, car on augmente la vitesse de rupture et, comme l'indique M. P. Charpentier dans l'étude citée plus haut, ce travail de rupture est inversement proportionnel à la vitesse de rupture. Il en résulte une diminution de l'importance des gaines gazeuses dues à l'amorçage de l'arc et susceptibles de provoquer une mise à la terre ou un court-circuit.

Les disjoncteurs exposés comportent des résistances qui ont pour effet de réduire les surtensions sur des lignes de grande capacité et les surintensités lors de la mise en service des transformateurs.

On trouvera, d'ailleurs, une description d'appareils du même type, construits par la même société, mais pour une tension de 60 000 v, dans la « Revue générale de l'Electricité » (1).

Ce qui distingue les appareils exposés récemment de ceux dont il est question dans l'article que nous venons de citer, c'est, d'abord, la tension et l'intensité pour lesquelles ils sont prévus et, de plus, le dispositif adopté pour assurer le déclenchement automatique du disjoncteur. Au lieu des relais directs à haute tension montés sur les appareils de la sous-station de Coarraze-Nay, les relais sont à basse tension, alimentés par des transformateurs dits « de bornes » (2).

La commande électrique de l'enclenchement d'un disjoncteur absorbe une puissance de 15 kw.

Les cuves des disjoncteurs peuvent contenir chacune, 5 200 litres d'huile. Il est prévu dans chacune d'elles des résistances destinées à assurer le chauffage de l'huile dans le cas d'un abaissement de la température du milieu ambiant. Le poids total d'un disjoncteur avec sa commande électrique est de 10 t sans huile et de 26 t en ordre de marche.

Les sectionneurs montés sur les pylônes sont rotatifs, mobiles dans un plan horizontal. Les trois éléments unipolaires, correspondant chacun respectivement à chaque fil d'une ligne, sont accouplés mécaniquement pour pouvoir être commandés simultanément, depuis le sol, par un levier et un système de tringles et de renvois. A l'intérieur de la boîte de manœuvre est placé un dispositif de contacts électriques, qui commande une signalisation sur le pupitre du poste.

Sur ce pupitre sont montés les boutons de commande à distance des disjoncteurs, les relais pour le déclenchement à maximum, les ampèremètres de contrôle et un schéma complet du poste, avec des barrettes lumineuses indiquant la position « en circuit » ou « hors circuit » des disjoncteurs et des différents sectionneurs du poste.

Les Ateliers de Constructions électriques de Delle et la Compagnie générale d'Entreprises ont tenu à montrer au public le poste de coupure, tout monté, avec ses deux jeux de barres. Le poids du matériel qui a été introduit au Grand Palais pour l'édification

(1) H. de Raemy; Sous-station de Coarraze-Nay de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. *Revue générale de l'Electricité*, 14 juillet 1923, t. XIV, p. 49-55.

(2) E. Vedovelli; La sélection. *Revue générale de l'Electricité*, 13 janvier 1923, t. XIII, p. 67.

On appelle « transformateurs de bornes » des transformateurs tore placés concentriquement à la traversée. Ces transformateurs ne sauraient être utilisés pour effectuer des mesures précises. Voir à ce sujet la « Revue générale de l'Electricité », 8 décembre 1923, t. XIV, p. 883, bas de la 1re colonne.

de ce poste, que l'on voit représenté sur la figure 2, et son équipement, dépasse 75 t.

Une particularité susceptible d'intéresser les techniciens est la disposition adoptée pour le démontage des disjoncteurs, démontage rendu indispensable pour le transport de ces appareils dont les dimensions dépassent le gabarit maximum admis par les compagnies de chemins de fer. La figure 3 représente un de ces disjoncteurs démonté.

L'appareillage à très haute tension était aussi représenté, dans le stand de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, par un pôle de disjoncteur pour 150 000 v. destiné à être monté en plein air, et un pôle de sectionneur, prévu pour cette même tension.

Nous devons citer encore le pôle de disjoncteur de 60 000 v exposé dans le stand de la Compagnie générale électrique. Cet appareil, construit par la société La Métallurgique électrique, dont la fusion avec la Compagnie générale électrique est toute récente, est du modèle de ceux qui fonctionnent dans le poste extérieur de Puiseux, de l'Union d'Electricité. Il comporte deux équipages mobiles, à faible inertie, qui assurent quatre

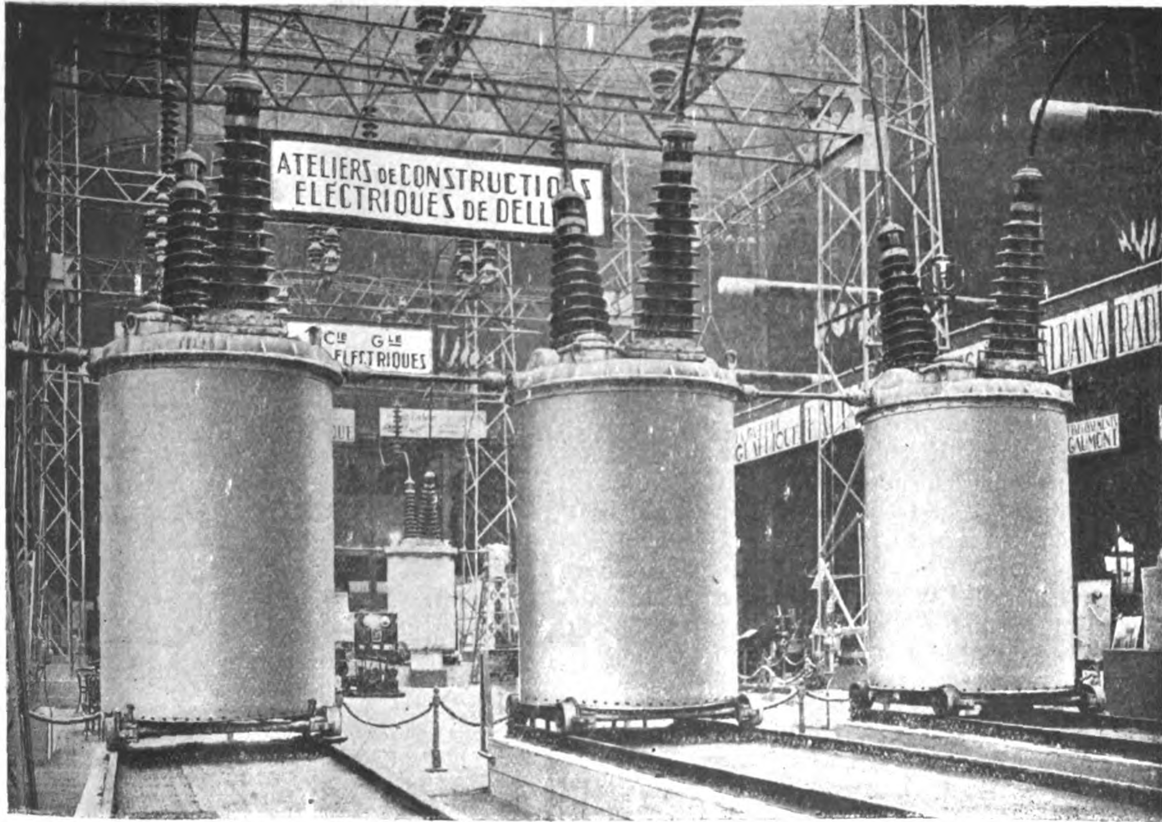


Fig. 2. — Vue du disjoncteur tripolaire, au stand en commun des Ateliers de Constructions électriques de Delle, de la Compagnie d'Entreprises électriques et de la Compagnie Electro-Céramique à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

ruptures par phase, et des pare-étincelles auxquels le constructeur a été amené, à la suite de longues études, à donner une très grande importance. La figure 4 montre une vue schématique des contacts et des pare-étincelles du disjoncteur dans les quatre positions respectives correspondant à la manœuvre d'ouverture.

Dans la cuve même du disjoncteur est monté le transformateur d'intensité, prévu pour assurer la sélection du déclenchement. Rappelons, à ce propos, l'étude exposée par M. Vedovelli sur cette question de la sélection à la séance du 4 janvier 1922 de la Société française des Electriciens et l'article, sur la même question, publié dans la « Revue générale de l'Electricité » (1). On trouvera, en particulier, à la page 67 du numéro cité, la description du transformateur sélectif à fuite magnétique réglable.

Citons encore, dans cette catégorie d'appareils, le pôle du disjoncteur pour extérieur, prévu pour une tension de 70 000 v, exposé dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité.

Ces quelques spécimens d'appareils à très haute tension, de construction française, montrent que notre industrie suit de très près l'industrie américaine ; ceci

(1) E. Vedovelli ; La sélection. *Revue générale de l'Electricité*, 6 et 13 janvier 1923, t. XIII, p. 7-25 et 53-70.

est d'autant plus méritoire que l'adoption des très hautes tensions présente un caractère moins urgent et moins général en France qu'en Amérique, tant que les

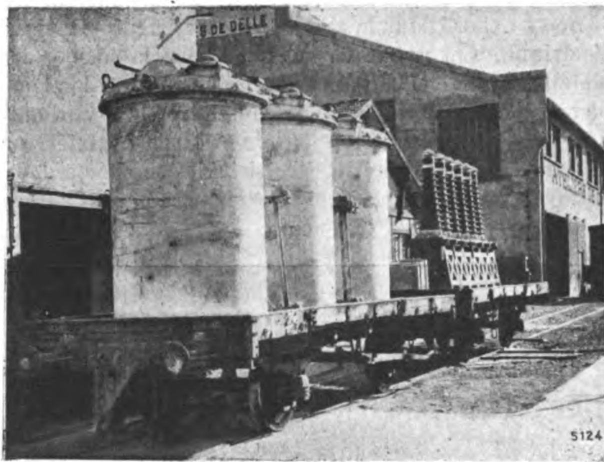


Fig. 3. — Vue d'un disjoncteur tripolaire démonté pour le transport.

réseaux nationaux ne seront pas remplacés en Europe par des réseaux internationaux.

Dans l'appareillage pour les très hautes tensions rentrent les dispositifs de protection des lignes, machines et appareils contre les surtensions. Cette question, si complexe et qui a déjà fait l'objet de nombreuses études et controverses, semble maintenant être résolue, et les appareils de plus en plus employés pour la protection contre les surtensions sont les bobines de réactance et les condensateurs.

Nous avons vu à l'Exposition de Physique, dans le stand (fig. 5) de la société La Protection électrique Capart-Dubilier, le condensateur Dubilier, et, dans le stand (fig. 6) de la Société générale des Condensateurs électriques, le condensateur système Pfiffner ([2]) qui dérive du condensateur Moscicki et Giles. On remarquera que le parafoudre à cornes est abandonné lorsqu'il s'agit de très hautes tensions. Il résulte, d'autre part, des études entreprises depuis de nombreuses années, notamment par Giles et par M. Capart, que, quelle que soit l'origine de la surtension, le condensateur convenablement monté et combiné avec des bobines de réactance et des soupapes peut être employé pour la protection des réseaux.

Comme on le sait, les surtensions peuvent être dues :

a) A des charges statiques, développées par l'influence de corps extérieurs électrisés ;

b) A des ondes à fronts très raides ou à haute fréquence provenant d'une perturbation en un point du réseau, telle qu'une mise à la terre accidentelle, par exemple, ou un coup de foudre ;

c) A des perturbations à basse et moyenne fréquence.

Pour éviter les effets des charges statiques, on assure l'écoulement dans le sol de l'électricité induite par le phénomène électrostatique en question, au moyen de bobines de self-induction à noyau de fer, montées entre la ligne et le sol. Ce dispositif est, de l'avis de Giles et de M. Capart, plus recommandable que les appareils à jet d'eau, les parafoudres à cornes et les résistances métalliques.

La protection contre les surtensions dues aux phénomènes de la seconde catégorie est assurée par les étouffeurs d'ondes constitués par des condensateurs qui sont montés entre la ligne et le sol, le point de dérivation sur la ligne étant pris entre deux bobines de self-induction sans fer.

Enfin, dans le cas des perturbations à basse et moyenne fréquence, d'origine interne, telles que les phénomènes de résonance, les phénomènes de surtensions dues à la rupture ou à la fermeture du circuit, etc., il faut établir un circuit entre la ligne et le sol dont la résistance diminue progressivement au fur et à mesure que la surtension augmente. L'appareil qui intervient ici est la soupape électrique dans la constitution de laquelle rentrent également des condensateurs.

Le condensateur du système Pfiffner est, comme

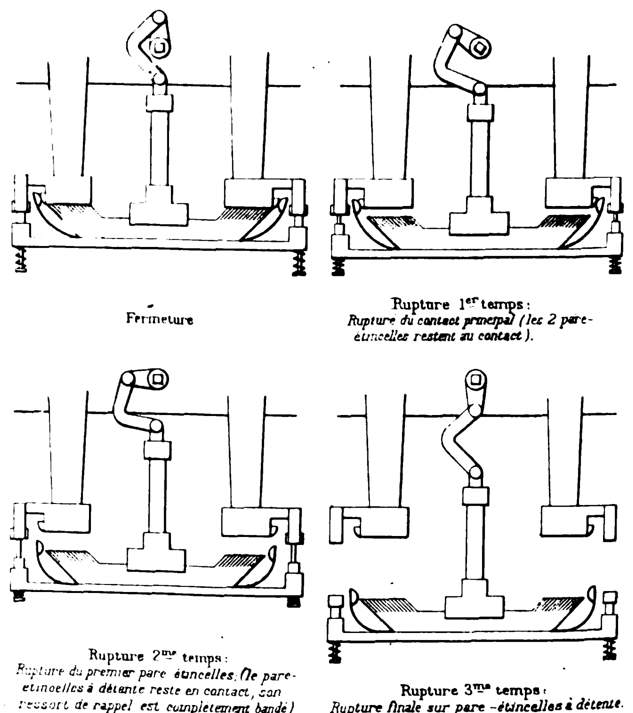


Fig. 4. — Processus des positions de rupture de l'interrupteur à haute tension de La Métallurgique électrique.

nous l'avons dit plus haut, un perfectionnement du condensateur connu du système Moscicki. Le verre, qui joue le rôle de diélectrique dans les appareils Moscicki,

([2]) Ch. Marmy ; Quelques notes à propos d'un nouveau condensateur électrique. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, 1923, t. XIV, p. 43-49 ; *Revue générale de l'Electricité*, 30 juin 1923, t. XIII, p. 213 D et 18 août 1923, t. XIV, p. 52 D.

y est remplacé par un nouvel isolant, le cellon (celluloïd ininflammable) non hygrométrique et très homogène. Cette dernière condition s'impose pour les appareils destinés à de très hautes tensions. Le contact intime, absolument indispensable, des armatures métalliques du condensateur et du diélectrique est obtenu par un traitement chimique qui consiste à déposer sur des bandes de cellon une première couche d'argent qui forme en même temps les bords résistants, puis à y déposer de la même façon plusieurs couches d'argent ou d'un autre métal qui formeront les armatures proprement dites. On obtient ainsi, à la surface du diélectrique, un dépôt métallique dont l'adhérence est parfaite.

Un condensateur est constitué par plusieurs éléments juxtaposés et montés en série. Chaque élément se compose de feuilles isolantes métallisées, enfermées dans une cartouche en carton bakélisé où l'on coule ensuite une matière isolante (fig. 7).



Fig. 5. — Vue du stand de la Société La Protection électrique Capart-Dubilier.

Ces cartouches, de forme cylindrique, ont les extrémités fermées par des capsules métalliques; elles sont empilées dans un manchon en porcelaine qui est lui-même muni, à chaque bout, de douilles métalliques formant les armatures du condensateur (fig. 8).

Dans le condensateur Dubilier, dont la disposition générale présente beaucoup d'analogies avec celui que nous venons de décrire, le diélectrique employé est du mica. Les blocs de mica subissent, dans l'appareil, une forte pression mécanique qui a pour effet de faire disparaître toute trace d'air, toujours nuisible dans des appareils de ce genre.

En ce qui concerne les soupapes électriques citées plus haut, nous ne reviendrons pas sur leur description que le lecteur pourra trouver très détaillée, en particulier, dans l'ouvrage de M. Swyngedauw « Le courant alternatif » (soupape Giles) et dans « La Revue électrique » [1]. Nous nous contenterons de rappeler que cet appareil est basé sur le même principe que le limiteur de tension ordinaire, mais perfectionné grâce à l'adjonction de capacités introduites en dérivation entre chaque éclateur et le sol; la présence de ces capacités permet d'obtenir une très grande précision dans le réglage de la tension d'éclatement.

La soupape D.C.M. de la Société La Protection électrique Capart-Dubilier est établie suivant les mêmes directives. Nous trouvons, dans la brochure qu'a éditée M. Capart sur les surtensions électriques, la description suivante de l'éclateur de ces soupapes :

« Le corps de l'éclateur est constitué par une résistance, les faces d'éclatement sont de formes lenticu-

[1] *La Revue électrique*, 30 décembre 1910, t. XIV. p. 452.

laires ; la partie centrale perforée est fermée par un bouchon en zinc ; les faces lenticulaires sont elles-mêmes recouvertes d'un dépôt de zinc par le procédé Schoop » (fig. 9).

La figure 10 représente le schéma de cette soupape.

Dans les références que donnent ces deux maisons, nous relevons, comme installations à haute tension dans lesquelles l'appareillage que nous venons de décrire est en service, la Société des Forces motrices du Refrain, tension, 52 000 v (Société générale des Condensateurs électriques) ; l'Energie électrique du Littoral méditerranéen, tension, 50 000 v (La Protection électrique Capart-Dubilier).

La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston présentait un parafoudre à oxyde de plomb, prévu pour une tension, en courants triphasés, de 95 000 v entre phases, et protégé contre les intempéries atmosphériques. Il se compose d'un certain nombre d'éléments, en série avec un éclateur entre la ligne et le sol. Le nombre des éléments, établi en admettant une tension maximum de 300 v par élément, dépend de la tension de service. Chaque élément se compose de deux disques métalliques sertis sur un anneau de porcelaine qui les sépare. La face intérieure de chaque disque est recouverte d'une couche de vernis isolant et l'intervalle compris entre les deux disques est rempli de poudre de peroxyde de plomb de très faible résistance électrique.

Lorsqu'une étincelle se produit en un point déterminé sous l'effet d'une surtension, la rupture du vernis isolant en ce point permet le passage du courant instantané de décharge à travers les éléments successifs. Mais le courant a pour effet de provoquer au point de perforation une transformation chimique du peroxyde de plomb en « plomb rouge » et en litharge qui ont tous deux une résistance électrique élevée : cette augmentation de la résistance du circuit empêche l'établissement du passage continu du courant et l'arc à l'éclateur s'éteint. Au point de vue de la durée de l'appareil, la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston nous signale que certains d'entre eux, placés dans des régions orageuses et soumis à de nombreuses décharges, ont conservé, au bout de cinq ans, toute leur efficacité.

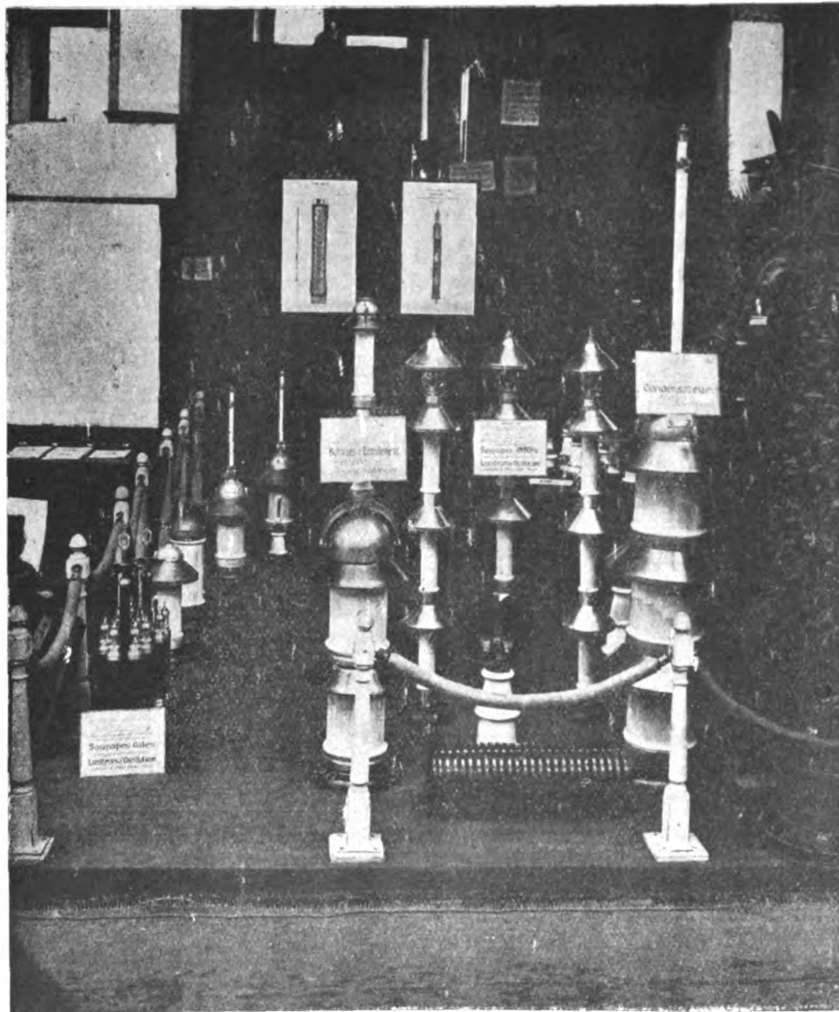


Fig. 6. — Vue du stand de la Société générale des Condensateurs électriques.

III. Canalisations souterraines. — Nous avons pu voir à l'exposition de Physique et de T. S. F. des câbles destinés à des canalisations souterraines et prévus pour une tension de 60 000 v.

La Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, dont une vue du stand est donnée en figure 11, a présenté une bobine de câble, dit à surfaces équipotentielles, prévu pour cette tension en courants triphasés et pour une intensité du courant de 300 A par phase. Les trois conducteurs sont logés dans la même armure et chacun d'eux est entouré d'une couche de papier métallisé. La Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont a été conduite à adopter cette solution, digne du plus grand intérêt, d'une part, pour réduire les dimensions que devrait atteindre un câble tripolaire ordinaire, établi

pour 60 000 v sur les mêmes principes que ceux prévus pour des tensions de 10 000 ou 15 000 v, de fabrication courante et, d'autre part, pour éviter les inconvénients de l'emploi de trois câbles monopolaires. Si l'on envi-



Fig. 7. — Vue montrant les différentes parties composant un élément de condensateur Pfiffner.

sage l'emploi de câbles tripolaires ordinaires, on doit pouvoir déterminer avec une aussi grande exactitude que possible l'épaisseur de l'isolant en se plaçant au double point de vue électrique et thermique. Si l'on pouvait admettre que l'isolant employé, en l'espèce le papier, est parfaitement homogène dans toute son épaisseur, le problème ne présenterait aucune difficulté; mais il est impossible d'extraire complètement l'air contenu dans le papier et, lorsque la tension dépasse une certaine valeur, cet air s'ionise. On trouve une preuve de cette ionisation dans les traces de brûlures consta-

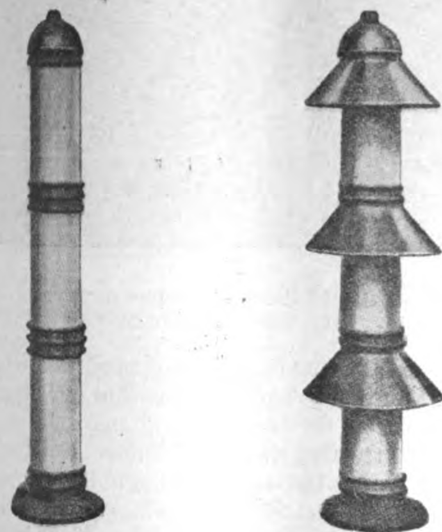


Fig. 8. — Condensateur ordinaire Pfiffner composé de trois éléments et condensateur muni d'écrans protecteurs.

tées sur des câbles de fabrication ancienne, brûlures dues à l'ozone, produit par l'ionisation de l'air qui attaque les constituants organiques de l'isolant employé et les carbonise lentement.

Cette ionisation de l'air donne lieu à une perte d'énergie dans le diélectrique. Si, en effet, l'on établit une courbe représentant la variation des pertes diélectriques avec la tension, on constate que, pour une valeur déter-

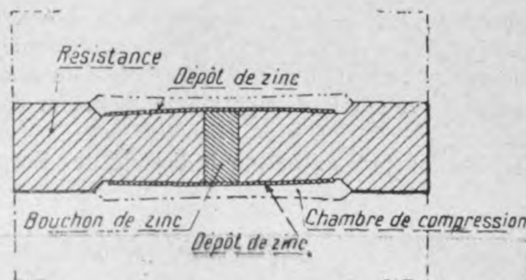


Fig. 9. — Eclateur de la soupape électrique D. C. M.

minée de la tension, cette perte augmente brusquement, l'augmentation correspondant au commencement de l'ionisation. Il résulte des renseignements qu'a bien voulu nous donner la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont sur la question, que le gradient critique d'ionisation serait, d'après un très grand nombre d'essais, de 3 700 v : mm.

Cette indication suffit pour que l'on se rende compte des dimensions exagérées qu'atteindrait un câble à trois conducteurs ordinaire pour 60 000 v.

Au point de vue thermique, le câble tripolaire ordinaire présente un grave inconvénient : seule, en effet, une fraction de la surface latérale de l'âme de cuivre intervient pour le refroidissement tandis que l'élévation de la température entre les conducteurs et le plomb, proportionnelle à la quantité de chaleur mise en jeu par le courant qui passe dans les conducteurs, est une fonction complexe de l'épaisseur de l'isolant, de sa constitution plus ou moins homogène et de la disposition relative des trois âmes.

L'emploi de trois câbles monopolaires serait, sans

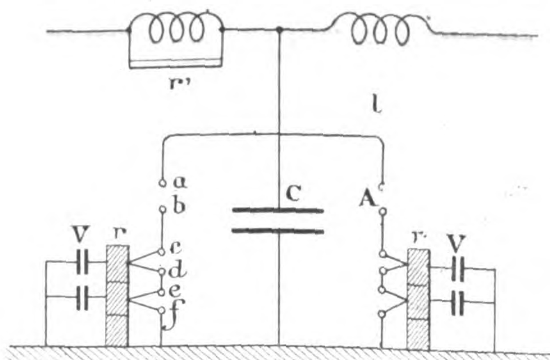


Fig. 10. — Schéma de la soupape électrique D. C. M.

aucun doute, plus indiqué, pour les hautes tensions, que celui des câbles tripolaires, en se plaçant au point de vue purement technique, s'il n'y avait pas à tenir compte des pertes dans le fer de l'armure, qui sont

considérables, à cause des valeurs élevées que peut y atteindre l'induction magnétique.

Si l'on supprime l'armure, le câble employé, recouvert de plomb seulement, devient fragile, d'où des difficultés de pose ; enfin, pour éviter les courants de circulation dans le plomb, il faut que les trois câbles soient disposés suivant les sommets d'un triangle équilatéral et adjacents les uns aux autres. On perd ainsi un avantage au point de vue de la dissipation de la chaleur dans la terre.

La solution préconisée par la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont remédie à ces inconvénients. Les trois conducteurs sont logés, comme dans les câbles tripolaires ordinaires, dans une gaine de plomb, qui est elle-même entourée d'une armure de feuillard et de jute ; mais sur chaque conducteur est enroulée une couche de papier métallisé, la couche métallique étant mise en contact avec le plomb. Il s'agit, en fait, de trois câbles unipolaires logés dans une même enveloppe de plomb. La gaine métallique joue le rôle d'écran électrostatique, d'où résultent la suppression des champs électriques tournants et une



Fig. 11. — Vue du stand de la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.

augmentation du gradient de potentiel critique d'ionisation qui devient supérieur à 6 000 v : mm.

De plus, la gaine métallique, de très faible épaisseur, offre une résistance élevée aux courants de circulation qui ne sont donc plus à craindre.

Au point de vue thermique, la grande conductibilité thermique du métal qui constitue l'écran électrostatique assure un très bon rayonnement de la chaleur, due à l'effet Joule dans le conducteur, qui se propage facilement à l'extérieur à travers l'enveloppe métallique reliée à son tour au plomb qui entoure les trois câbles.

Les caractéristiques du câble exposé par la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont sont les suivantes :

Section du cuivre : 3×150 mm²; densité de courant : 2 A : mm²; épaisseur d'isolant radiale : 12 mm ; métallisation de chacun des torons isolants ; assemblage des trois torons par un ruban métallisé ; plomb ; armure de fers feuillards, jute, etc. Diamètre extérieur du câble : 106 mm ; poids : 29 kg par mètre. Echauffement prévu : 30° C pour un courant d'une intensité de 300 A.

Nous reproduisons la courbe représentant la variation des pertes diélectriques en fonction de la tension dans ce câble (fig. 12) et une photographie, en demie grandeur, de sa coupe (fig. 13).

Nous croyons savoir que la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont se

propose de faire connaître aux lecteurs de la « Revue générale de l'Electricité » des résultats d'essais et de calculs plus complets que ceux que nous donnons dans ce qui précède.

En ce qui concerne donc les canalisations souterraines à haute tension, le problème semble être résolu par l'adoption des câbles à surfaces équipotentielles et il convient d'ajouter que cette solution, appliquée à des tensions de l'ordre de celles adoptées couramment, permettrait de réduire les dimensions des câbles, puisque, à échauffement égal, la puissance que peuvent transmettre les câbles à surfaces équipotentielles est de 15 à 20 pour 100 supérieure à celle transmissible par les câbles ordinaires de mêmes dimensions ; remarque

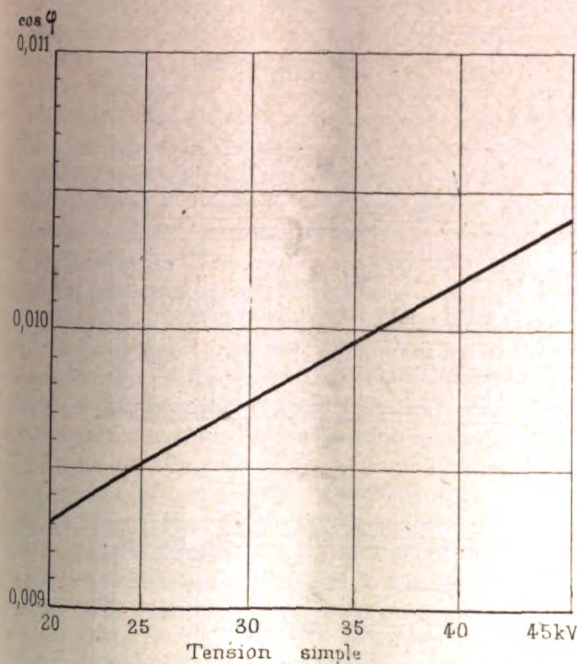


Fig. 12. — Résultats de la mesure des pertes diélectriques par la méthode Emmanuelli d'un câble tripolaire armé, à surfaces équipotentielles, de 3 × 150 mm² de section et de 12 mm d'épaisseur d'isolation pour tension de 60 000 v.

intéressante au point de vue des frais de première installation.

Dans ce même stand, étaient exposées une boîte d'extrémité et une boîte de jonction spécialement prévues pour le câble métallisé.

Une autre solution du problème des câbles destinés à des canalisations souterraines pour les très hautes tensions était présentée par la Société Geoffroy et Delore, qui a exposé un spécimen de ses câbles monopolaires prévus pour une tension de 60 000 v, en service depuis plus d'un an sur le réseau de l'Union d'Electricité.

La contrainte diélectrique sous laquelle ils fonctionnent normalement est de 4300 v : mm, valeur un peu supérieure à celle de 3700 v : mm indiquée plus haut comme valeur de la contrainte maximum admissible. Ce résultat a été obtenu grâce aux soins tout

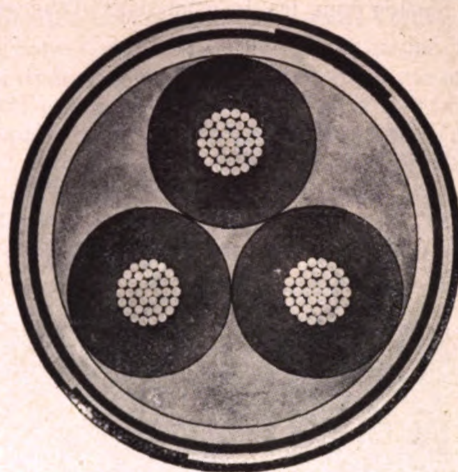


Fig. 13. — Coupe d'un câble armé tripolaire pour tension de 60 000 v.

particuliers apportés dans l'étude du diélectrique et sa fabrication.

Canalisations aériennes. — Nous citerons ici les isolateurs de la Compagnie générale d'Electro-Céramique sur l'examen desquels nous aurons l'occasion de revenir dans le chapitre consacré à tout ce qui concerne l'équipement des lignes. Signalons simplement que ces isolateurs sont ceux qui entraient dans le montage des postes de coupure dont il est question plus haut.

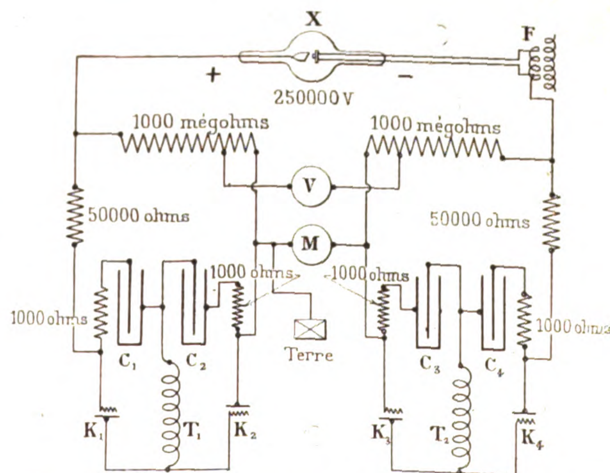
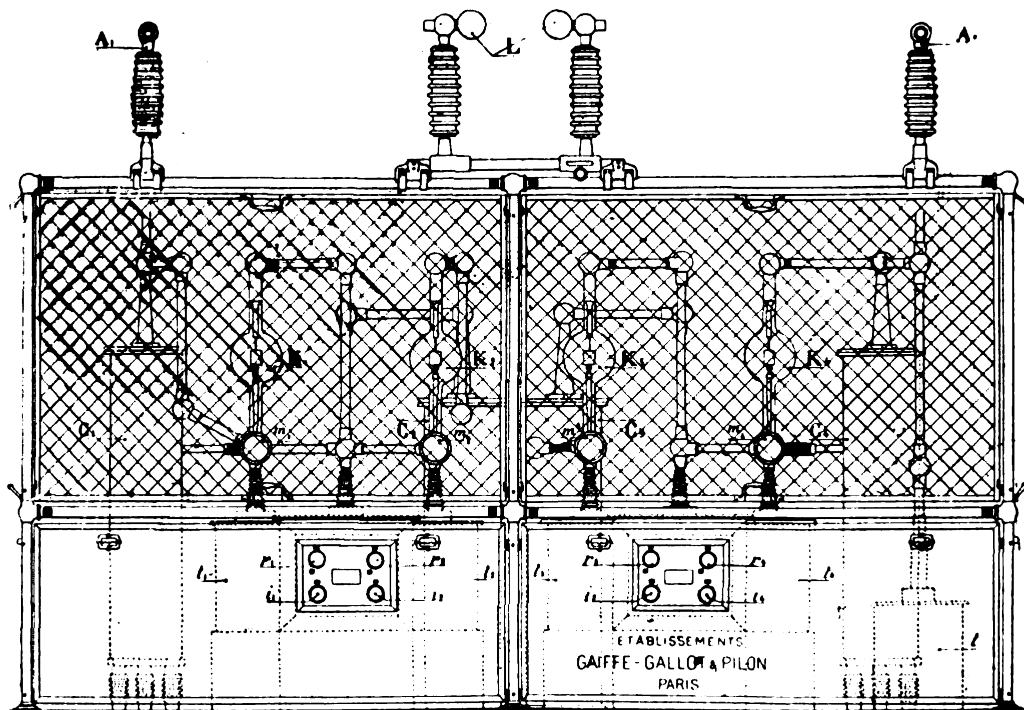


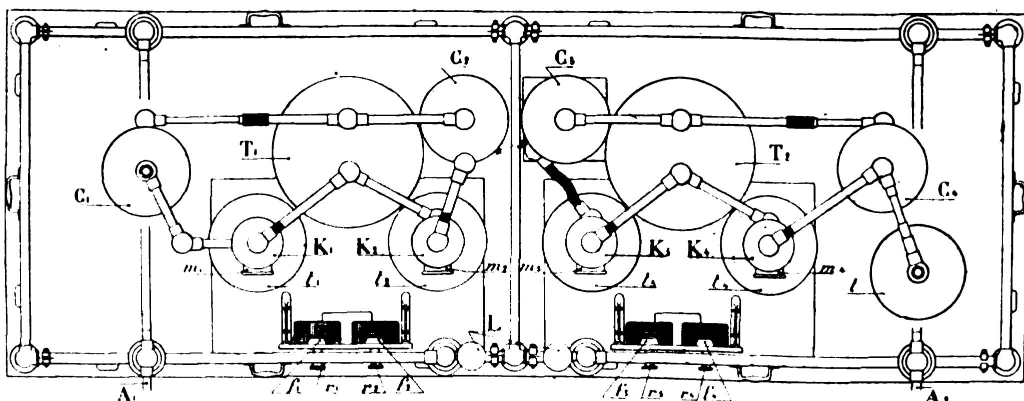
Fig. 14. — Schéma de montage d'un groupe générateur à courant redressé à 250 000 v.

C_1, C_2, C_3, C_4, condensateurs à haute tension de 0,02 microfarad ; F, transformateur de filament ; K_1, K_2, K_3, K_4, kénotrons de charge ; M, milliampèremètre ; T_1, T_2, transformateurs à haute tension de 75 kv ; V, voltmètre électrostatique : X, ampoule radiogène.

IV. La très haute tension en courant continu. — Tandis qu'un très grand nombre de techniciens travaillent avec ferveur autour du problème de la très haute tension dans les transmissions d'énergie à de grandes distances, un nombre plus restreint étudie cette même question de la très haute tension, mais en courant continu et dans un but très différent, à savoir, pour l'alimentation des ampoules à rayons X.



ELEVATION



PLAN

Fig. 15. — Vue schématique d'ensemble d'un groupe générateur à courant redressé à 250 000 v.

A_1, sortie à haute tension positive; A_2, sortie à haute tension négative; C_1, C_2, C_3, C_4, condensateurs; f_1, f_2, f_3, f_4, fusibles des transformateurs des kénotrons; i_1, i_2, i_3, i_4, interrupteurs du circuit de chauffage des kénotrons; K_1, K_2, K_3, K_4, kénotrons; L_1, limiteur de tension à boules; m_1, m_2, m_3, m_4, voltmètres des filaments des kénotrons; r_1, r_2, r_3, r_4, rhéostats de réglage des filaments des kénotrons; T_1, T_2, transformateurs haute tension; t, transformateur du filament du tube à rayons X; t_1, t_2, t_3, t_4, transformateurs des filaments des kénotrons.

A côté du poste de coupure décrit plus haut, prévu pour 150 000 v, 300 A par phase, en courants triphasés, était monté un poste de transformation de courant alternatif à basse tension en courant redressé à une tension de 250 000 v, et ceci dans le stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, sur le matériel desquels nous aurons l'occasion de revenir dans le chapitre consacré à l'étude de l'électricité médicale.

Nous ne considérons ici que le dispositif qui permet d'obtenir du courant continu ou, plus exactement, du

courant redressé à très haute tension. Il est intéressant de noter, à un point de vue général, l'étroite collaboration, notamment de nos jours, entre la science et la technique; c'est, en effet, pour les applications des rayons X à la thérapeutique que les techniciens ont été amenés à étudier le moyen d'obtenir une tension constante très élevée; il est à craindre que, si les rayons X n'étaient qu'un objet d'études purement théoriques, les appareils remplissant les conditions voulues pour l'alimentation des ampoules ne fussent restés des moyens de fortune, du genre de ceux qu'on trouve dans tant de laboratoires.

Il y a une relation très étroite entre les longueurs d'onde des rayons X et la tension appliquée aux bornes de l'appareil qui les produit ; cette tension intervient également dans l'intensité de la radiation et dans le rendement de l'ampoule [1]. La plus faible tension sous laquelle les rayons X peuvent prendre naissance est de 2 000 v environ, mais les rayons ainsi obtenus ont une longueur d'onde encore trop grande pour qu'ils atteignent toute leur efficacité. On est ainsi conduit à envisager l'adoption de tensions 10 et 100 fois plus élevées ; les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont réalisé un dispositif permettant d'atteindre 250 000 v.

L'organe essentiel est le kénotron, qui, comme on le sait, ne laisse passer qu'une alternance du courant alternatif. Pour utiliser les deux demi-ondes, on dispose de deux kénotrons en dérivation aux bornes d'un transformateur statique de construction courante, dont le primaire est alimenté par le courant du secteur, à basse tension (110 ou 220 v). Dans chacun des circuits décrits est intercalé, en série avec le kénotron, un condensateur qui se charge à travers le kénotron correspondant et se décharge lorsque le kénotron ne laisse pas passer le courant. Si la tension du secondaire du transformateur est de 62 500, v la tension très sensiblement constante aux bornes extrêmes des deux condensateurs est de 125 000 v et, pour obtenir une tension de 250 000 v, on monte en série deux dispositifs identiques à celui dont nous venons de parler.

Nous reproduisons en figure 14 le schéma de montage du groupe générateur que l'on pouvait voir en service dans le stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., et en figure 15, l'aspect extérieur du poste.

Sur le schéma, C_1, C_2, C_3, C_4 représentent les quatre condensateurs de 0,02 μF environ; K_1, K_2, K_3, K_4, les kénotrons ; T_1 et T_2, les transformateurs statiques. On remarquera des résistances sans self-induction destinées à amortir tout amorçage d'oscillations de haute fréquence. Signalons, de plus, l'alimentation du filament par un transformateur monté sur le réseau.

La « Revue générale de l'Electricité » a publié une étude très documentée sur cette application des kénotrons [1] et nous n'avons pas à y revenir ici. Nous nous permettrons uniquement d'insister sur l'importance des difficultés vaincues en réalisant une ampoule dans laquelle sont placés deux corps conducteurs (le filament en tungstène et l'anode, constituée par un tube de nickel) entre lesquels la distance doit être aussi réduite que possible pour le bon fonctionnement de l'appareil, alors que la différence de potentiel peut atteindre des valeurs considérables. Il faut, en particulier, éviter toute déformation possible du filament sous l'action du champ électrique intense qui s'établit dans son voisinage, déformation qui pourrait donner lieu à un contact des deux conducteurs. Le lecteur trouvera, dans l'article de M. Johannès que nous venons de citer, la solution adoptée par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

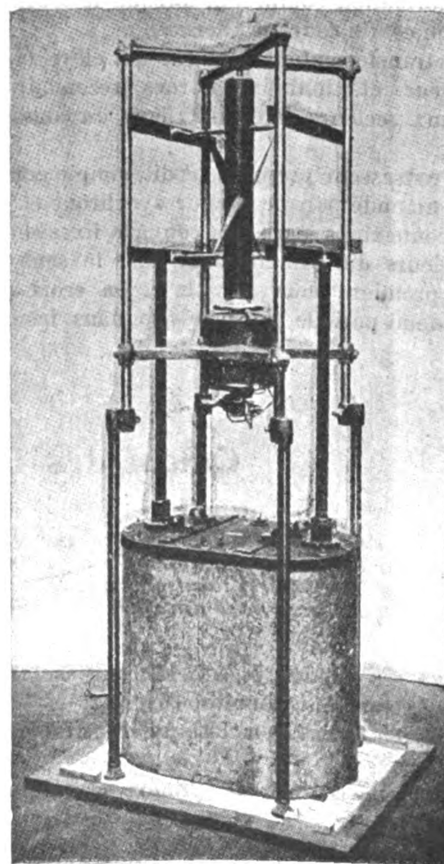


Fig. 16. — Vue intérieure d'un commutateur tournant alternatif.

Le poste présenté par ces établissements est prévu pour débiter 10 milliampères sous la tension de 250 000 v.

En ce qui concerne les appareils de commande et de

[1] M. de Broglie; Les Rayons X. *Conférences-Rapports de Documentation sur la Physique*, p. 19-80. — A. Forestier. *L'Energie rayonnante.* Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde (Tableau III).

[1] G. Johannès ; L'émission thermo-électrique et ses applications. *Revue générale de l'Electricité*, 14 juin 1919, t. VI, p. 857-864, et 1920, t. VII, p. 723-746.

contrôle, qui doivent être facilement accessibles, toutes les dispositions sont prises pour qu'il n'y ait aucun danger d'électrocution. Le milliampèremètre, sur le circuit à haute tension, ainsi que l'électromètre sont reliés à la terre.

Dans le stand de MM. Drault et Ch. Raulot-Lapointe, était exposé un appareil basé sur un principe absolument différent et permettant d'obtenir un courant redressé à une tension de 80000 v, l'intensité du courant débité étant de 100 milliampères. Cet appareil est un simple commutateur à contacts tournants. Le poste de transformation comprend, lorsque le courant d'alimentation est du courant alternatif :

1° Un transformateur statique qui élève la tension du secteur et dont les bornes secondaires sont reliées aux secteurs fixes inférieurs du commutateur (fig. 16);

2° Le redresseur proprement dit, simple conducteur isolé, commandé par un moteur synchrone et qui établit les connexions entre les contacts fixes inférieurs et supérieurs du commutateur dans le sens vertical pour la première demi-période et en croix pour la seconde demi-période, de sorte que, dans les contacts supérieurs, reliés à l'ampoule, le sens du courant est toujours le même ;

3° Le moteur synchrone commandant le commutateur.

Si le courant du réseau est du courant continu, il n'y a qu'un moyen d'obtenir de très hautes tensions en courant continu : celui qui consiste à transformer le courant continu en courant alternatif ; en effet, dans l'état actuel de l'électrotechnique, seuls les transformateurs statiques permettent d'atteindre les tensions qui dépassent 200000 v et l'on est obligé de recourir à leur emploi, même pour transformer du courant continu à basse tension en courant continu à haute tension. Le poste de transformation est donc plus compliqué, puisqu'aux appareils redresseurs que nous avons énumérés plus haut s'ajoute une commutatrice ou un groupe convertisseur.

Théoriquement, on pourrait envisager le montage en série d'un certain nombre de machines à courant continu ; mais, pratiquement, ce nombre serait encore trop élevé pour qu'un tel poste pût présenter quelque intérêt.

(*A suivre.*)

Ad. CURCHOD,
Licencié ès sciences, Ingénieur E. S. E.

Calcul des isolateurs de traversée

On s'est proposé, dans l'article qui va suivre, de rappeler les règles d'après lesquelles on doit établir les isolateurs de traversée, pour que la partie isolante ne soit pas soumise à des efforts disruptifs exagérés ; ces règles, cependant fort simples, sont trop souvent négligées, spécialement en ce qui concerne le diamètre de la tige centrale, que l'on a parfois le tort de faire trop mince.

Réduit à ses parties essentielles, un isolateur (ou borne) de traversée se compose (fig. 1) :

1° Du collet a, cylindre métallique creux en connexion avec la terre ;

2° De la tige centrale b, cylindre creux ou plein,

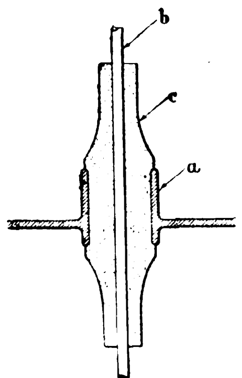


Fig. 1. — Schéma d'un isolateur de traversée.

également métallique, par lequel passe le courant et qui se trouve porté à la tension de la ligne.

3° De la partie isolante c qui vient remplir l'espace annulaire compris entre le collet et la tige centrale ; l'isolant doit résister à la contrainte disruptive qui résulte de la différence de potentiel existant entre la tige centrale et le collet.

Pour n'avoir pas à tenir compte de la déformation du champ électrostatique aux deux extrémités du collet, découpons dans l'isolateur, comme c'est schématiquement représenté en figure 2, une tranche de hauteur l, laquelle est représentée en plan dans la figure 3.

Nous désignerons alors par

l, la hauteur de la tranche ;

r, le rayon de la tige centrale ;

R, le rayon du collet ;

ρ, le rayon d'une surface équipotentielle située entre la tige centrale et le collet ;

$2\pi\rho l$, la superficie de cette surface équipotentielle ;

Φ, le flux électrostatique à travers cette surface ; il est constant quel que soit ρ, en raison du principe de la conservation du flux ;

$h = \frac{\Phi}{2\pi\rho l}$, le champ inducteur au niveau de la surface de rayon ρ ;

U, la différence de potentiel entre la tige et le collet.

La définition du champ électrostatique nous donne

$$h = \frac{dV}{d\rho} = \frac{\Phi}{2\pi\rho l}.$$

En intégrant cette expression entre les limites

$$\Delta V = U \quad \text{et} \quad \Delta\rho = R - r.$$

on obtient, tous calculs faits,

$$U = \frac{\Phi}{2\pi l} \log_e \frac{R}{r}.$$

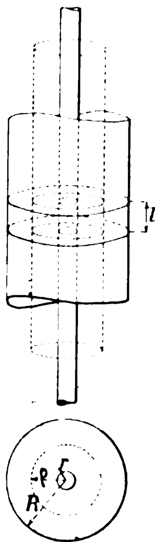


Fig. 2 et 3. — Coupe à travers l'isolateur et vue en plan de la coupe.

En remarquant que

$$\frac{\Phi}{2\pi l} = \rho h,$$

nous trouvons finalement

$$h = \frac{U}{\rho \log_e \frac{R}{r}}.$$

Si R et r sont donnés, cette expression permet d'étudier la variation de h en fonction de ρ. La courbe représentative est une hyperbole dont la partie intéressante, située entre la tige et le collet, a été indiquée en traits gras sur la figure 4 où sont également représentés, en hachures, la tige et le collet.

On voit que le champ prend sa plus grande valeur au voisinage immédiat de la tige centrale ; c'est, en effet, le lieu où les lignes de force sont le plus resserrées.

Désignons par h_r la valeur du champ en cet endroit, pour lequel $\rho = r$; on peut écrire

$$h_r = \frac{U}{r \log_e \frac{R}{r}}. \qquad (1)$$

Laissons U et R constants et étudions la variation de h_r lorsque l'on fait varier r. La courbe représentative est tracée sur la figure 5 où le collet est représenté par une partie hachurée.

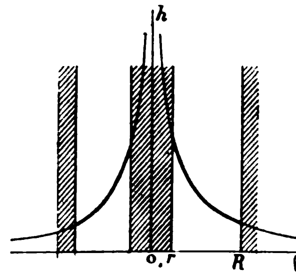


Fig. 4. — Variation du champ avec ρ dans la partie isolante d'une borne de traversée.

On voit que le champ h_r prend une valeur infinie lorsque le rayon de la tige centrale est infiniment voisin de celui du collet. Il en est de même lorsque le rayon de la tige est infiniment petit.

Quand on effectue l'expérience dans l'air au moyen d'un tube traversé, suivant son axe, par un fil mince, on voit, dans l'obscurité, une gaine lumineuse se former autour du fil, et s'étendre dans tout l'espace voisin du fil central où le champ est supérieur à la rigidité diélectrique de l'air.

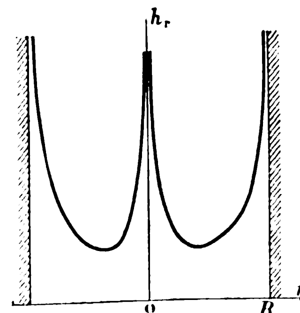


Fig. 5. — Variation du maximum h_r du champ avec le rayon r de la tige centrale.

Dans une borne mal conditionnée, possédant une tige trop mince, un phénomène analogue se manifeste, de sorte que l'isolant se désagrège peu à peu et, finalement, est mis hors d'usage.

Entre les deux valeurs extrêmes $r = R$ et $r = 0$, pour lesquelles le champ h_r est infini, il existe une valeur de r pour laquelle h_r passe par un minimum. C'est cette valeur qu'il est logique de prendre puisqu'elle correspond au minimum de contrainte de l'isolant.

La formule (1) montre que h_r est minimum lorsque

$$r \log_e \frac{R}{r}$$

est maximum. La dérivée de cette expression est

$$\log_e \frac{R}{r} - r \frac{r}{R} \frac{R}{r^2}$$

et elle s'annule pour

$$\log_e \frac{R}{r} = 1, \quad \text{soit} \quad \frac{R}{r} = e = 2,718....$$

D'où l'on déduit la règle suivante : pour un diamètre extérieur donné, l'isolant d'une borne de traversée sera soumis au minimum de contrainte disruptive quand les rayons du collet et de la tige centrale seront dans le rapport

$$\frac{R}{r} = e = 2,718.$$

Comme confirmation de ce qui précède, nous donnons dans le tableau I les résultats d'expériences effectuées dans l'air, au moyen de tubes concentriques entre lesquels la tension a été poussée jusqu'à l'apparition de la gaine lumineuse ou d'étincelles.

TABLEAU I.

DIAMÈTRE du tube extérieur R en millimètres	DIAMÈTRE du tube intérieur r en millimètres	$\frac{R}{r}$	TENSION en volts	NATURE de la décharge
17	0.5	34	5 300	Gaine lumineuse
17	1.5	11	6 400	id
17	**6**	**2.8**	**7 500**	**Gaine et étincelles**
17	10	1.7	6 600	Étincelles
17	15	1.1	2 500	id

Lorsque la condition

$$\log_e \frac{R}{r} = 1 \quad \text{ou} \quad \frac{R}{r} = e,$$

est réalisée, le champ au niveau de la tige centrale a pour valeur, d'après l'équation (1),

$$h_r = \frac{U}{r}.$$

Si on se donne le champ limite auquel on peut soumettre l'isolant sans crainte de détérioration, l'expression précédente permet de déterminer les dimensions de la borne de traversée. Il suffit de remplacer h_r par h_l et on a

$$r = \frac{U}{h_l}, \qquad (2)$$

$$R = 2,718\, r = 2,718 \frac{U}{h_l}. \qquad (3)$$

Dans ces expressions, on peut évaluer r et R en centimètres ; U, en volts et h_l, en volts par centimètre. On doit naturellement prendre pour U la tension d'essai de la borne.

Il serait facile de vérifier que les expressions (2) et (3) correspondent à la borne qui, à égalité des valeurs de U et de h_l, possède le diamètre extérieur minimum.

Le tableau II donne quelques valeurs du champ limite h_l admissible dans divers isolants ; ces chiffres laissent une grande marge de sécurité.

TABLEAU II.

MATIÈRE	h_l COURANT CONTINU en v : cm	h_l COURANT ALTERNATIF tension efficace en v : cm	K CONSTANTE DIÉLECTRIQUE (environ)
Porcelaine	36 000	30 000	4.4
Céramique	30 000	25 000	»
Verre	36 000	30 000	5
Papier bakélisé	48 000	40 000	4
Compound (Résine 70 pour 100, Vaseline 30 pour 100)	30 000	25 000	2.5
Huile	20 000	17 000	2
Air	9 000	8 000	1

Lorsque la borne de traversée doit livrer passage à un courant d'intensité élevée, il peut arriver que l'on soit conduit à donner à r une valeur plus grande que celle que l'on déduit de la formule (2) ; dans ce cas, r étant connu, on calcule R au moyen de la formule

$$h_r = \frac{U}{r \log_e \frac{R}{r}},$$

dans laquelle on fait

$$h_r = h_l.$$

Dans tout ce qui précède, on n'a pas tenu compte de la déformation du champ électrostatique aux deux extrémités du collet ; mais on peut admettre que la perturbation ainsi causée reste négligeable si l'on a soin :

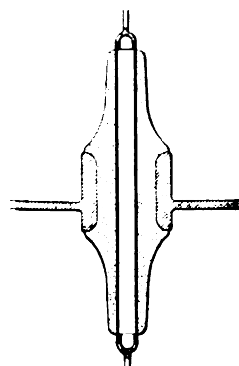


Fig. 6. — Schéma d'un isolateur de traversée répondant aux conditions optima théoriques.

1° D'utiliser un collet assez long, environ de même longueur que le diamètre ;

2° D'évaser les deux extrémités du collet suivant une courbe d'assez grand rayon, de manière à n'avoir pas

d'angles vifs au voisinage desquels pourraient se former des champs intenses (fig. 6.)

Il est nécessaire de faire dépasser l'isolant de chaque côté du collet, le long de la tige centrale. Cette longueur peut être évaluée à raison de 1,5 cm à 2 cm par 1000 V de tension normale ; cette règle n'a, d'ailleurs, rien d'absolu.

Si l'isolant doit plonger dans l'huile, comme c'est le cas dans les interrupteurs et les transformateurs, la longueur de la partie immergée peut être réduite au 1/3 environ de ce qu'elle serait dans l'air.

Jusqu'ici nous n'avons envisagé que le cas d'un isolateur comportant une partie isolante de nature unique et remplissant entièrement l'espace compris entre la tige et le collet.

Cette condition est difficile à réaliser ; on y parvient cependant, en coulant un isolant fondu entre la tige et le collet, ou, encore, en enroulant du papier bakélisé sur la tige centrale jusqu'à ce qu'on ait atteint le diamètre du collet.

En général, on utilise comme isolant un bloc de matière solide (porcelaine, par exemple) dont l'axe est percé d'un canal à travers lequel passe la tige centrale. Le bloc isolant est scellé sur le collet à l'aide d'un ciment, tandis que le jeu entre la tige et la porcelaine peut être laissé vide, ou être rempli d'un composé approprié.

On rencontre alors plusieurs natures d'isolants sur le trajet d'une même ligne de force ; par suite, les calculs indiqués plus haut ne s'appliquent plus, car le champ électrostatique h ne suffit plus pour rendre compte des phénomènes et il faut faire intervenir le déplacement diélectrique D de Maxwell.

Ce déplacement est relié au champ h par la relation

$$D = \frac{Kh}{4\pi},$$

où K est la constante diélectrique de l'isolant.

Lorsque l'on passe d'un premier diélectrique de constante K_1, à un second de constante K_2, le déplacement D se conserve, mais non le champ électrostatique ; dans le premier diélectrique, on a

$$h_1 = \frac{D}{K_1} \times 4\pi,$$

et, dans le second,

$$h_2 = \frac{D}{K_2} \times 4\pi;$$

d'où

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{K_2}{K_1}.$$

Partant de ces données, si on essaye de traiter entièrement le problème de la borne comportant plusieurs épaisseurs d'isolants de différente nature, on se heurte à des équations assez compliquées (1), mais les choses se simplifient si on admet que les isolants de fixation ou de remplissage ont une épaisseur négligeable par rapport à l'isolant principal.

On peut alors admettre que la règle énoncée plus haut

$$\frac{R}{r} = e,$$

reste valable.

Il est généralement inutile de prendre des précautions spéciales pour le scellement qui se trouve au voisinage du collet, par conséquent, dans une région où le champ électrostatique est faible.

Il n'en est pas de même au voisinage de la tige centrale où le champ dans l'isolant principal de constante diélectrique K a pour valeur

$$h_r = \frac{U}{r}$$

et dans l'isolant supplémentaire de constante K',

$$h'_r = \frac{K}{K'}\,\frac{U}{r}.$$

Si h_l et h'_l représentent les champs limites que sont capables de supporter respectivement l'isolant principal et l'isolant parasite, on doit avoir

$$h_l \geqq \frac{U}{r},$$

$$h'_l \geqq \frac{K}{K'}\,\frac{U}{r};$$

ce qui permet de déterminer le rayon de la tige centrale de telle sorte que ni l'isolant principal, ni l'isolant de fixation ne soient soumis à un champ exagéré.

Il ne reste plus alors qu'à déterminer le rayon du collet par la formule

$$R = er.$$

Rappelons, en terminant, que, pour les tensions très élevées, le dispositif de la borne condensateur, caractérisé par l'interposition, au sein de l'isolant, de tubes conducteurs concentriques de surfaces convenables, permet d'atteindre des diamètres extérieurs moindres que dans le cas de la borne ordinaire, d'où une très importante réduction de l'encombrement.

J. LABOURET,
Ingénieur E. S. E.,
Ingénieur à la Compagnie Electro-Mécanique.

(1) Voir à ce sujet : F.-W. PEEK. *Dielectric phenomena in high voltage engineering.*

Normalisation des groupes turboalternateurs à 50 périodes par seconde à 1 500 et 3 000 tours par minute à commande directe

Dans les numéros de la « Revue générale de l'Electricité » des 5 et 12 avril 1919, t. V, p. 517-527 et 551-556, ont été publiées, en vue d'amorcer une discussion, les prescriptions concernant les groupes électrogènes à turbines à vapeur élaborées par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique. Après étude et discussion de ces prespriptions par la 6e Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité, le texte primitif s'est trouvé considérablement remanié et remplacé par le texte ci-dessous, adopté par le Comité de l'Union dans sa séance du 3 octobre 1923 (1).

I. Définitions et unification technique.

1. Définition de la puissance. — La puissance qui sert à définir un groupe turboalternateur est la puissance maximum continue que le groupe peut fournir sous les conditions normales de fonctionnement et d'essai spécifiées dans le cahier des charges. Pour l'alternateur, cette puissance correspond à la puissance dite normale définie au paragraphe 3 des règles françaises d'unification pour la fourniture du matériel électrique.

La puissance économique est généralement inférieure à la puissance définie ci-dessus. Elle sera indiquée par le constructeur.

2. Gamme des puissances unifiées des groupes. — Les puissances des types unifiés sont indiquées dans le tableau I. Les alternateurs triphasés normaux sont construits pour un facteur de puissance égal à 0,8.

3. Les types unifiés sont établis pour le cas de turbine à condensation et de génératrice unique.

Tableau I. — Gamme des puissances unifiées des groupes à 50 périodes par seconde.

(*Ces puissances, exprimées en kilowatts, s'entendent aux bornes de l'alternateur).*

3 000 tours par minute	1 500 tours par minute
1 000	10 000
1 250	12 500
1 600	16 000
2 000	20 000
2 500	25 000
3 200	32 000
4 000	40 000
5 000	50 000
6 400	
5 000	
10 000	
12 500	
16 000	

Remarque. — Provisoirement, les constructeurs de gros matériel électrique pourront n'offrir que des groupes ayant les puissances suivantes.

(1) Ce texte forme la publication n° 199 de l'Union des Syndicats de l'Electricité, que l'on peut se procurer, au prix de 3 fr, aux bureaux de l'Union, 25, boulevard Malesherbes.

1° A 3 000 tours par minute :

500 — 750 — 1 000 — 1 500 — 2 000 — 3 500 — 6 000 — 7 500 — 10 000 — 12 500 — 16 000 kilowatts;

2° à 1 500 tours par minute :

10 000 — 12 500 — 16 000 — 20 000 — 25 000 — 35 000 kilowatts.

Constantes de vapeur. — Les constantes de vapeur adoptées ordinairement sont :

4. Pression effective. — 12 kilogrammes par centimètre carré à la boîte de prise de vapeur pour les puissances jusqu'à 2 000 kilowatts; 12 à 16 kilogrammes par centimètre carré à la boîte de prise de vapeur pour les puissances comprises entre 2 000 et 10 000 kilowatts; de 16 à 22 kilogrammes par centimètre carré à la boîte de prise de vapeur pour les puissances supérieures à 10 000 kilowatts.

5. Températures. — Les températures à la boîte de prise de vapeur sont comprises entre 300° C et 350° C, pour toutes les puissances;

6. Vide normal. — Le vide normal est de 96 pour 100 de la pression barométrique à l'entrée du condenseur lorsqu'il s'agit de condenseur à surface et pour une température initiale d'eau de circulation de 15° C.

Constantes d'eau de condensation. — 7. Températures normales. — Les températures moyennes d'eau de condensation auxquelles seront rapportées les garanties de consommation seront de 15° C ou de 27° C, cette dernière température ayant trait à l'eau réfrigérée.

Pression de l'huile de graissage des paliers. — 8. La pression de l'huile de graissage à l'entrée dans les paliers doit être comprise, pour tous les types de turbines et générateurs, entre 0,5 kilogramme par centimètre carré et 1 kilogramme par centimètre carré.

Garanties et essais. — 9. Consommation de vapeur. — La consommation de vapeur doit être garantie pour 100 pour 100 et 50 pour 100 de la puissance de définition et pour un point intermédiaire qui sera la puissance économique.

En cas de dépassement, la pénalité ne portera que sur le point présentant le plus grand écart avec la garantie.

La puissance servant de base à la consommation de vapeur sera la puissance mesurée électriquement à la sortie de l'alternateur; chaque marché devra spécifier la puissance

absorbée par la condensation et indiquer si elle doit être ou non déduite pour le calcul de la consommation de vapeur.

10. Temps d'essai de consommation de vapeur. — La durée des essais de consommation sera, par ordre de préférence :

1° Une heure, lorsque la mesure est faite par pesage de l'eau condensée, étant entendu que l'on mesurera les fuites éventuelles du condenseur par un essai d'une heure ;

2° Huit heures, lorsque la mesure est faite par pesage de l'eau d'alimentation des chaudières, étant entendu que l'on déterminera les fuites au préalable par marche à blanc pendant une heure ;

3° Une heure de régime stable, lorsque la mesure est faite en utilisant une tuyère calibrée placée dans la tuyauterie d'admission de vapeur.

11. Écart total de vitesse. — L'écart total de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge ne dépassera pas les nombres suivants :

1° Des variations brusques de la charge de 50 pour 100 et 100 pour 100 ne doivent pas faire varier la vitesse respectivement de plus de 3 pour 100 et 6 pour 100.

2° Des variations progressives de la charge de 50 pour 100 et 100 pour 100 ne doivent pas faire varier la vitesse respectivement de plus de 2 pour 100 et 4 pour 100.

12. Variations de vitesse en marche normale. — A charge, pression, températures de vapeur et d'eau constantes, la vitesse ne variera pas de plus de 0,5 pour 100.

13. Variation volontaire de la vitesse. — Par le moyen d'un dispositif à main ou électrique, la vitesse pourra être augmentée ou diminuée de 5 pour 100.

14. Dispositif de sûreté. — Un dispositif de sûreté doit être installé sur chaque groupe et couper l'admission de vapeur dans le cas où, par suite d'une avarie au régulateur ou toute autre cause fortuite, la vitesse normale est dépassée de 10 pour 100.

Ce dispositif doit être également manœuvrable à la main.

15. Conditions et corrections d'essai. — Pendant les essais de consommation à une charge déterminée, les garanties ne seront valables que si les variations instantanées de charge ne dépassent pas 5 pour 100 en plus ou en moins.

Dans le cas où les variations instantanées de la charge dépasseraient 5 pour 100 en plus ou en moins, les valeurs de consommation seront indiquées et, si possible, garanties par le constructeur si l'acheteur le demande.

Lorsque les conditions de fonctionnement spécifiées ne se trouveront pas rigoureusement réalisées lors des essais, les consommations garanties seront corrigées en conséquence.

Les corrections peuvent être fixées dans chaque cas par le constructeur, mais celui-ci ne sera pas tenu de donner des corrections pour des écarts supérieurs à ± 10 pour 100 sur la température et la pression de la vapeur et ± 10°C pour la température de l'eau de condensation, sans que cette dernière température puisse descendre au-dessous de 5° C, ni dépasser 32°C.

Dans le cas des turbines à vapeur surchauffée, quand la pression de vapeur effective normale au robinet d'admission est comprise entre 9 et 17 kilogrammes par centimètre carré, si aucune convention spéciale n'a été faite, les corrections à appliquer seront celles indiquées aux paragraphes 16 à 18.

Enfin, il sera prévu des corrections sur le vide pour le cas où le fournisseur des appareils de condensation ne serait pas le constructeur de la turbine.

Les opérations de correction nécessaires doivent se faire par multiplication de coefficients et non par addition ou soustraction.

16. Corrections pour écarts de pression de vapeur. — Si la pression de vapeur pendant l'essai est de p kilogrammes par centimètre carré, au lieu de la valeur normale p_0, la garantie de consommation sera multipliée par

$$1 + 0{,}02\left(\frac{p}{p_0} - 1\right) \quad \text{si} \quad p > p_0,$$

$$1 + 0{,}2\left(1 - \frac{p}{p_0}\right) \quad \text{si} \quad p < p_0.$$

17. Corrections pour écarts de température de vapeur. — Si la température de la vapeur pendant l'essai est de T degrés C, au lieu de la valeur normale T_0, T restant d'ailleurs compris entre 0,9 T_0 et 1,1 T_0, la garantie de consommation sera multipliée par

$$1 - \left(\frac{T - T_0}{850}\right) \quad \text{si} \quad T > T_0.$$

$$1 + \left(\frac{T_0 - T}{550}\right) \quad \text{si} \quad T < T_0.$$

18. Corrections pour écarts de température de l'eau de condensation. — Si la température de l'eau de condensation est de t degrés C, valeur différente de la valeur normale, la garantie de consommation sera multipliée par

un coefficient à fixer dans chaque cas par le constructeur, si $5°C < t < 10°C$;
$1 - 0{,}0034(15 - t)$ si $10°C < t < 15°C$;
$1 + 0{,}007\ (t - 15)$ si $15°C < t < 25°C$;
} pour eau de condensation à 15°C normalement

$1 - 0{,}0038(27 - t)$ si $17°C < t < 27°C$;
$1 + 0{,}008\ (t - 27)$ si $27°C < t < 32°C$.
} pour eau de condensation à 27°C normalement

Tolérances. — 19. Pour tenir compte des inexactitudes expérimentales inévitables, des tolérances doivent être accordées (voir paragraphe 20), aux constructeurs de la turbine et du générateur.

La tolérance, s'il y a lieu, doit être appliquée à la valeur de la consommation garantie, après avoir tenu compte des corrections éventuelles, et non à la valeur déterminée aux essais.

20. Tolérances totales pour la consommation de vapeur. — 1° Lorsque les essais seront faits par la mesure de la vapeur condensée :

3 pour 100 pour les groupes de puissance supérieure à 1 600 kilowatts ;

4 pour 100 pour les groupes de puissance égale ou inférieure à 1 600 kilowatts.

2° Lorsque les essais seront faits en mesurant l'eau d'alimentation des chaudières :

4 pour 100 pour les groupes de puissance supérieure à 1 600 kilowatts ;

5 pour 100 pour les groupes de puissance égale ou inférieure à 1 600 kilowatts.

3° Lorsque les essais seront faits par mesure à l'aide de tuyères calibrées placées dans la tuyauterie d'admission de vapeur :

3 pour 100 pour les groupes de puissance supérieure à 1 600 kilowatts ;

4 pour 100 pour les groupes de puissance égale ou inférieure à 1 600 kilowatts.

21. Répartition des tolérances entre les constructeurs de la turbine et du générateur. — Les valeurs données au paragraphe 20 sont les tolérances totales maxima, tenant compte des tolérances applicables séparément à la turbine et au générateur. La tolérance totale indiquée est inférieure à la somme des deux tolérances partielles.

Si l'application de la tolérance est nécessaire, le constructeur électricien aura droit en premier lieu à une tolérance sur les rendements du générateur correspondant à une tolérance maximum de 1 pour 100 de la consommation de vapeur en kilogrammes, sur la valeur garantie, compte tenu des corrections s'il y a lieu.

22. Pénalités et primes. — Si l'excédent de consommation dépasse la tolérance définie au paragraphe 20, sans atteindre la valeur indiquée au paragraphe 23 ci-après, le constructeur pourra apporter à son matériel, dans le plus bref délai, les modifications nécessaires pour ramener l'excédent dans les limites de la tolérance admise, ou devra payer une pénalité dont le montant aura été fixé au contrat.

Si, au contraire, la consommation est inférieure à la garantie diminuée des tolérances définies au paragraphe 20, le constructeur bénéficiera d'une prime dont la valeur aura été fixée au contrat.

Responsabilités. — 23. Conditions de refus et de remplacement du groupe — Suivant la méthode d'essai définie au paragraphe 10, l'excédent de consommation entraînant, conformément aux stipulations du contrat, soit la modification, soit le remplacement ou le refus pur et simple, est fixé aux valeurs indiquées dans le tableau II.

Tableau II.

Méthode d'essai	Puissance du groupe	
	égale ou inférieure à 1 600 kilowatts	supérieure à 1 600 kilowatts
Par mesure de l'eau condensée	14 pour 100	13 pour 100
Par mesure de l'eau d'alimentation	15 pour 100	14 pour 100
Par mesure à l'aide de tuyères	14 pour 100	13 pour 100

24. Répartition de la fourniture. — Le constructeur de la turbine exécutera tous les paliers avec leurs dispositifs de graissage et toute la plaque de fondation de la turbine avec la génératrice. La partie du côté de la génératrice électrique sera exécutée d'après les indications du constructeur-électricien. L'excitatrice sera soit supportée par le palier, soit montée sur un prolongement de la plaque de fondation.

25. Répartition de la responsabilité pour l'exécution des paliers — Les plans de montage de la partie électrique dans les paliers ayant été soumis par le constructeur de la turbine à l'approbation du constructeur électricien, celui-ci, après acceptation de ces plans, est responsable des fuites qui se produiraient aux paliers.

Le souci de remédier à ces défauts est laissé aux soins du constructeur électricien, à charge pour lui de démontrer la part due à une mauvaise exécution mécanique.

II. Conditions normales de fonctionnement et d'essai des génératrices et de leurs excitatrices accouplées aux turbines à vapeur.

26. Observation générale. — La génératrice devra répondre aux conditions fixées par les règles françaises d'unification.

On se reportera, pour les méthodes d'essai, aux règles complémentaires d'unification édictées par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

27. Indicateurs de température. — Il est recommandé de placer au moins six indicateurs sur la machine ; ces indicateurs pourront être des résistances ou des couples thermoélectriques :

1° Deux indicateurs, au moins, seront placés dans les têtes de bobines aux endroits présumés les plus chauds;

2° Deux indicateurs, au moins, seront placés entre fer et tubes isolants dans les encoches aux flancs de celles-ci, dans les endroits de la machine présumés les plus chauds;

3° Deux indicateurs, au moins, seront placés entre les tubes, s'il y a plusieurs tubes par encoche, ou entre cales isolantes et tube, ou entre celle-ci et le fer (au fond de l'encoche), s'il n'y a pas de cale isolante de fermeture.

Les emplacements choisis seront indiqués préalablement au client.

Les indications de ces témoins pourront être, lorsqu'il s'agit de couples thermoélectriques, vérifiées comme il suit : la température de la « soudure chaude » placée dans la machine, indiquée par le galvanomètre, est maintenue constante par une charge appropriée de la machine. La « soudure froide » est immergée dans un bain d'huile porté à une température telle que l'indication du galvanomètre devienne négative. On laisse refroidir le bain en le remuant constamment jusqu'à ce que le galvanomètre revienne au zéro. La température du bain, à ce moment, relevée au thermomètre, correspond exactement à la température de la soudure chaude.

Une méthode analogue peut être employée lorsqu'il s'agit de résistances.

28. Tension d'épreuve. — Par exception aux règles françaises d'unification, on se reportera au tableau III.

Tableau III.

Nature de la machine ou du circuit en essai		Tension d'épreuves en volts
Essai à la masse des bobinages induits des génératrices à courant continu et des alternateurs	jusqu'à 2 000 volts.	$2U + 1\,000$ volts
	de 2 000 à 6 000 volts	$2.5\,U$
	au-dessus de 6 000 v	$2U + 3\,000$ volts
Essai entre spires des bobines d'alternateurs avant montage (durée d'application maximum 10 secondes)		U (maximum 6 000 volts)

29. EXCÈS DE VITESSE. — Par exception aux règles françaises d'unification, toute machine électrique accouplée à une turbine à vapeur doit supporter pendant quinze minutes, sans subir de déformation permanente, une vitesse de rotation dont la valeur est égale à 1,15 fois celle portée sur la plaque signalétique.

30. FONCTIONNEMENT EN COURT-CIRCUIT. — Il y a parfois intérêt à spécifier certains éléments dans le fonctionnement en court-circuit d'un appareil.

Il y a lieu de distinguer le courant de court-circuit permanent et le courant de court-circuit instantané.

Le *courant de court-circuit d'un alternateur* est le courant permanent qu'on obtient dans l'induit fermé sur lui-même lorsque le courant d'excitation est égal à celui qui donne la tension du régime normal à la fréquence normale (¹).

Le courant permanent dépend essentiellement de la valeur de l'excitation: il y a lieu de le spécifier pour les courants d'excitation donnant respectivement les tensions normales à vide et en charge.

La valeur instantanée du courant de court-circuit d'un alternateur est la valeur maximum de la première onde du courant alternatif après court-circuit brusque simultané de toutes les phases de l'appareil, lorsque le courant d'excitation est celui correspondant à la tension normale à vide.

Il est fait abstraction du courant exponentiel qui se superpose au courant alternatif et dont la valeur dépend de l'instant où est fait le court-circuit.

Un relevé à l'oscillographe lors d'un court-circuit polyphasé permet de mesurer cette valeur; toutefois, il est d'usage courant de la définir d'après la valeur de la chute de tension réactive due aux flux de fuite de l'enroulement induit.

On admet, en effet, que le rapport de la valeur instantanée du courant de court-circuit à l'amplitude du courant normal est égal au rapport de la tension normale à la chute de tension inductive due aux fuites du stator (¹) correspondant au courant normal.

La mesure de cette chute de tension inductive sera effectuée pendant l'essai en court-circuit à l'aide d'une bobine d'épreuve placée dans l'entrefer, longeant le fer et embrassant l'arc polaire.

En relevant à l'oscillographe la courbe de la force électromotrice induite dans la bobine et en mesurant en même temps sa valeur efficace, on peut déterminer la valeur efficace de son onde fondamentale; en tenant compte du nombre de spires de la bobine, cette valeur efficace donne la valeur du flux de fuite. Le rapport de ce dernier au flux normal de la machine à vide est égal au rapport de la chute inductive à la tension normale; ce rapport pourra être exprimé avantageusement en centièmes de la tension normale. Si la chute de tension inductive pour le courant normal est n centièmes de la tension normale, la valeur instantanée maximum du courant de court-circuit sera :

$$\frac{100}{n} \text{ de la valeur maximum du courant normal.}$$

(¹) Ceci n'est jamais rigoureusement exact : si la machine est munie d'amortisseurs puissants et n'ayant que très peu de fuites, on peut se contenter pratiquement de cette approximation. Dans le cas contraire, le courant de court-circuit instantané peut être plus petit que celui résultant de ce rapport.

(¹) Lorsque le courant de court-circuit est trop intense pour qu'on puisse faire l'essai en toute sécurité, on peut le relever pour une valeur plus petite de l'excitation et extrapoler.

Revues, analyses et informations

Bilan économique d'une installation de compensateur de phase. Directives pour l'obtention d'un facteur de puissance élevé (²).

A. ÉTUDES GÉNÉRALES DE LA COMPENSATION AU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE. — Si la puissance apparente d'une installation est représentée par OP_{c_1} avec un facteur de puissance $\cos \varphi_1$ (fig. 1), OP représente la puissance utile.

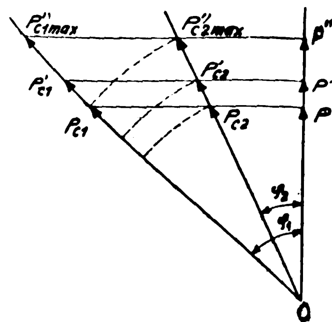


Fig. 1.

Si $OP_{c_1} - OP_{c_2}$ est la puissance réactive fournie par un compensateur, le facteur de puissance amélioré devient $\cos \varphi_2$. Si l'on adopte ce facteur pour l'installation, celle-ci pouvant fournir la même puissance apparente OP'_{c_2} maximum qu'auparavant en OP_{c_1}, aura amélioré sa puissance utile OP de PP''.

En tenant compte tout d'abord des relations fondamentales établies par ce diagramme entre les caractéristiques électriques de l'installation, d'une part, et de l'économie réalisée par suite du supplément de recettes dû à la vente de l'énergie, d'autre part, l'auteur établit les formules générales du bénéfice et en étudie les conditions optima. C'est la partie théorique de son exposé.

Pratiquement, il est, de plus, nécessaire d'examiner les prix des différents genres d'installations compensatrices en fonction de leur puissance. C'est de la comparaison de ces facteurs « prix » avec les formules précédentes qu'on retire des indications utiles sur le genre de compensation le meilleur à installer dans un cas déterminé. Des graphiques et deux exemples numériques permettent à l'auteur d'appliquer sa méthode, à titre d'exemple, à deux cas concrets.

Finalement, l'auteur résume comme il suit ses recherches, dans l'ordre des faits tant théoriques que pratiques, pour l'obtention d'un facteur de puissance élevé.

B. DIRECTIVES POUR L'OBTENTION D'UN FACTEUR DE PUISSANCE ÉLEVÉ. — 1. La plus grande partie de la puissance réactive nécessaire doit être produite au lieu d'utilisation.

(²) F. WÜTHRICH et E. CASPARI. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, mai 1923, t. XIV, p. 269-279, 4 500 mots, 7 fig.

2. Le facteur de puissance moyen le plus avantageux pour les installations d'usines génératrices et les réseaux doit être déterminé par des considérations économiques en tenant compte de la diminution des pertes, de la plus grande capacité de surcharge des machines et du prix des compensateurs de phase. En général, le gain optimum est obtenu quand le facteur de puissance moyen est inférieur à 1, c'est-à-dire, quand une partie de la puissance magnétique est fournie par les générateurs eux-mêmes. Mais, pour les réseaux possédant une capacité appréciable, il se peut que, pour des motifs de régulation, la compensation mène à des valeurs de cos φ supérieures à celles auxquelles conduit le calcul économique.

3. Dans le cas d'usines génératrices en parallèle, le réglage de la meilleure répartition de la puissance utile comme de la puissance magnétisante entre les usines génératrices ou entre les points d'utilisation échoit aux stations en répartition.

4. Les transformateurs doivent ne pas être trop largement calculés, avoir un rendement aussi élevé que possible et ne pas consommer de puissance réactive.

5. Les transformateurs fonctionnant à vide, qui accroissent le courant de charge sur les lignes, doivent être mis hors circuit dans la mesure où le service le permet. Cependant, dans le cas de transmission importante par lignes ou câbles, un certain nombre de transformateurs peuvent rester sous tension en vue de compenser le courant de capacité.

6. Dans le cas de réseaux de distribution à tension moyenne la construction d'une ligne à haute tension réunissant les nœuds les plus importants du réseau peut, dans certains cas, soulager les usines génératrices en courant réactif.

7. Dans les stations de transformation à machines tournantes, les ensembles moteurs asynchrones génératrices devront être remplacés par des groupes avec moteurs synchrones ou moteurs d'induction synchrones, ou par des commutatrices ou des redresseurs à vapeur de mercure.

8. De même, les moteurs asynchrones d'entraînement de machines céderont la place à des moteurs synchrones ou à des moteurs d'induction synchrones, si la vitesse ne doit pas varier et s'il n'y a pas trop d'à-coups importants (surcharge) dans le service. Du reste, les moteurs synchrones ou d'induction synchrones soumis à une charge irrégulière peuvent être munis d'un dispositif de régulation automatique de l'excitation en vue d'accroître leur pouvoir de surcharge.

Lorsqu'il s'agit de moteurs d'entraînement à vitesse variable, les installations de machines asynchrones en cascade sont à éviter et, à leur place, les groupes de régulation sont à recommander, car ces derniers récupèrent les pertes de glissement des moteurs asynchrones principaux et permettent d'améliorer le facteur de puissance; la transformation du courant alternatif du secteur en courant continu et la production de force motrice par des moteurs à courant continu sont fréquemment avantageux.

9. Les moteurs d'induction doivent avoir une consommation d'énergie réactive aussi petite que possible. On recherchera donc des entrefers réduits. Quand il s'agit de moteurs asynchrones de faible puissance, les moteurs à induit en court-circuit sont, en ce qui concerne le facteur de puissance, plus avantageux que les moteurs à induit avec bagues.

10. Il y a intérêt à ce que les moteurs d'induction montés en triangle en marche normale soient mis en étoile à faible charge.

11. On interviendra auprès du consommateur en lui faisant payer la consommation d'énergie réactive et en dirigeant ses efforts vers l'amélioration du facteur de puissance.

12. Quand, malgré les mesures 1 à 11, il subsistera un facteur de puissance trop faible, on cherchera à l'améliorer par des compensateurs de phase. On dispose à ce point de vue des moyens suivants :

a) Dans les stations de transformation et aux centres de consommation, et en particulier en bout de longues lignes de transmission, les compensateurs synchrones de courant déphasé en avant ou en arrière sont d'un emploi rationnel; dans beaucoup de cas, il y aura avantage à les munir d'un régulateur automatique. Dans le cas de stations centrales avec longues lignes de transmission, il peut être plus avantageux d'assurer la régulation de la tension et aussi celle du facteur de puissance dans les stations intermédiaires plutôt que dans les usines de production elles-mêmes. Si la production de la puissance magnétisante nécessaire n'est pas possible aux centres d'utilisation et si le cos φ est très bas, il est cependant parfois plus avantageux, au point de vue économique, d'installer un compensateur à l'usine génératrice même; ce sera soit un moteur synchrone approprié, soit un générateur marchant à vide.

Aux centres d'utilisation, quand il y a à produire une compensation très forte, les moteurs synchrones sont tout indiqués et supérieurs aux autres compensateurs, surtout quand ils peuvent être utilisés pour fournir un travail mécanique. Dans les centres où la puissance réactive moyenne ne dépasse pas 400 kv-A, la compensation pourra être produite par des *condensateurs statiques*.

b) Quand un petit cos φ en un centre d'utilisation est dû aux besoins en puissance magnétisante de quelques moteurs d'induction de faible puissance, il est avantageux de répartir la compensation auprès de chaque moteur plutôt que de la concentrer. On emploiera alors des condensateurs statiques quand l'énergie réactive de chaque moteur ne dépassera pas 40 kv-A, soit environ 100 kv-A de puissance par moteur, et des compensateurs de phase pour des moteurs plus importants. Ces derniers peuvent être également employés à compenser à la fois des moteurs d'induction puissants à grande vitesse, par conséquent à cos φ relativement élevé, et une certaine quantité de petits moteurs d'induction dont l'action cause l'abaissement du cos φ de toute une installation.

c) La valeur à partir de laquelle le cos φ doit être compensé et le taux de compensation seront établis par des considérations économiques qui tiendront compte à la fois de l'économie réalisée par l'augmentation du facteur de puissance et des frais du système de compensation. — L. C.

Etat présent et futur des tramways de Berlin (1).

Au mois d'octobre 1920, les différentes sociétés qui exploitaient les tramways de Berlin ont fusionné. Parmi celles-ci, les tramways du Grand Berlin assuraient les trois quarts du trafic. En octobre 1922, les tramways de Berlin desservaient une agglomération de 45 km de diamètre, la longueur totale des voies était de 1 250 km. La fusion s'est faite malgré de grandes difficultés financières, administratives et techniques. Le service était assuré par plus de 3000 personnes. Au point de vue technique, les types des voitures, des moteurs, des systèmes de prise de courant et des systèmes de freins étaient très nombreux et il fallait envisager leur unification; en particulier, le nombre des types de moteur était de 33; on parvint à le réduire à 20. Le réseau fut divisé en huit grands départements, dirigés chacun par un ingénieur. Les modifications des voitures et des gares doivent

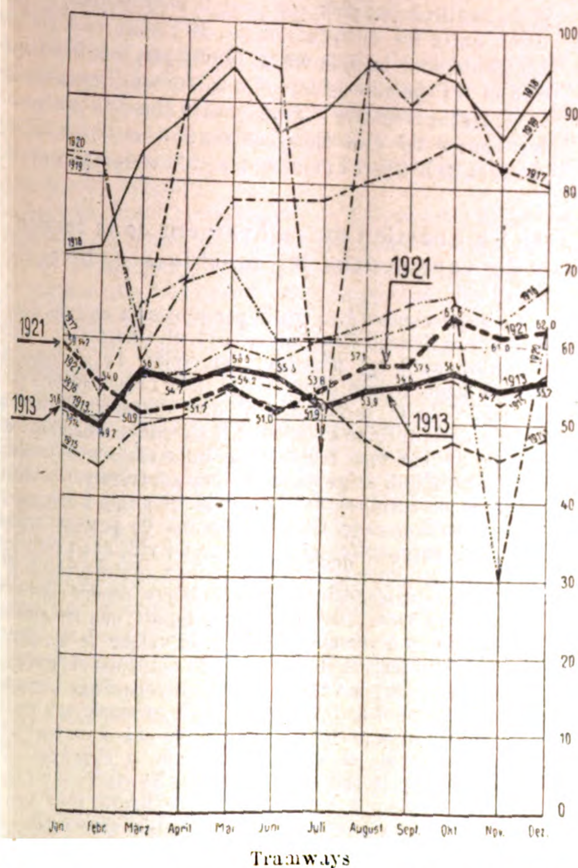
(1) Leonhard ADLER. *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 24 juin 1922, t. XX, p. 121-132, 8 500 mots, 6 fig.

durer trois années, la visite complète des voitures se fait régulièrement tous les 15 jours.

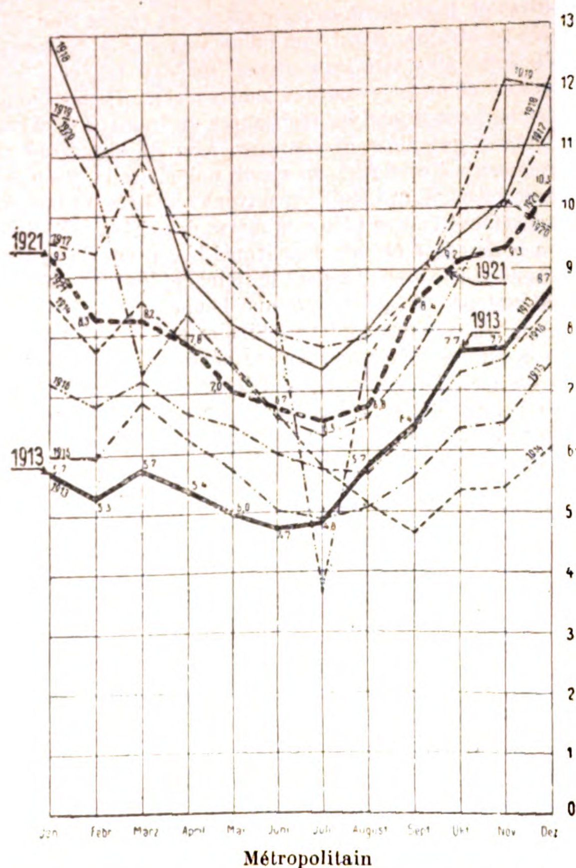
Moteurs. — La puissance des moteurs varie de 20 à 50 ch. On a profité de l'unification pour augmenter la puissance des moteurs en les munissant d'orifices de ventilation. On a aussi remplacé la soudure des ailettes aux lames des collecteurs par un système de serrage mécanique et employé, pour les coussinets de paliers, un nouveau métal plus dur qui évite les nombreux accidents dus aux frottements des induits sur les pôles. Enfin, on a essayé les roulements à billes et à rouleaux.

D'autre part, un choix judicieux du personnel des ateliers de réparation et une éducation plus méthodique du personnel de conduite ont permis de ménager davantage les moteurs. Toutes ces mesures ont permis de diminuer beaucoup les accidents et les frais d'entretien des moteurs; c'est ainsi qu'en 1920, la moyenne des accidents de moteurs était de 561 par mois, tandis qu'elle diminuait progressivement en 1921 jusqu'à atteindre seulement 70 à 90 à la fin de l'année. Les frais de réparations avaient été réduits d'environ 2 700 000 marks par mois.

Appareils de prise de courant. — Les appareils de prise de courant étaient très divers, roulettes et archets de divers systèmes, de plus on trouvait encore des voitures à accu-



Tramways



Métropolitain

Fig. 1. — Trafic des tramways et du métropolitain de Berlin de 1913 à 1921. En ordonnées, le nombre de millions de voyageurs transportés par mois.

mulateurs; enfin, certaines voitures étaient équipées pour la prise de courant par caniveau qui existe dans certaines rues de Berlin; mais ce système, qui provoque de nombreux accidents en cas de pluie et surtout de neige, a été supprimé et remplacé par la prise de courant aérienne. En ce qui concerne le choix de la roulette et de l'archet, on a dû tenir compte du fait que 2 200 voitures motrices possédaient la prise de courant par roulette, tandis que 250 seulement étaient munies d'archets; par économie on a donc choisi le système à roulettes; l'expérience américaine militait d'ailleurs en faveur de ce système, puisque les voitures américaines équipées avec des perches à roulettes atteignent facilement des vitesses de 80 km. Au point de vue de la prise de courant, la roulette est plutôt meilleure; au point de vue du fil de travail, l'usure est un peu plus grande dans les courbes qu'avec l'archet, mais le remplacement des roulettes coûte moins cher que l'entretien des archets. Au total, si l'on tient compte du capital engagé, l'avantage revient plutôt au système à roulettes.

Freins. — La question des freins se posait aussi, car la moitié des voitures étaient munies du frein électrique, et l'autre moitié du frein à air comprimé. Pour les premières, le freinage était presque toujours obtenu par court-circuitage des moteurs. Enfin, quelques automotrices à deux essieux et beaucoup de remorques étaient munies du frein à sabots et quelques-unes, du frein sur rail. La plupart des voitures à air comprimé possédaient des compresseurs actionnés par l'essieu. On essaya de munir sept voitures de compresseurs à moteurs; ces appareils coûtent très cher, mais ne dépensent que

75 gr d'huile par 1 000 km au lieu de 2 500 gr et 0.8 w par kilomètre au lieu de 3,6 w. Les deux qualités qu'on doit demander à un frein sont la sûreté de fonctionnement et l'efficacité ; pour la première qualité, les deux systèmes (frein électrique ou frein à air) sont équivalents, mais, comme efficacité, le frein électrique est bien supérieur au frein à air. De plus, l'expérience a montré qu'une voiture munie du frein à air coûte 850 marks par an (au prix d'avant guerre) de plus qu'une voiture munie du freinage électrique ; la moitié de cette somme provient de la consommation de courant supplémentaire et l'autre moitié, des frais d'entretien supplémentaires. Il faut, en moyenne, trois ouvriers de plus pour 100 voitures possédant le frein à air. Enfin, les voitures munies du frein à air sont sensiblement plus lourdes que les autres et l'action de ce frein est moins rapide que celle du frein électrique. Il est vrai qu'on reproche à ce dernier de détériorer plus vite les moteurs, mais en fait cela n'est pas prouvé et on ne remarque jamais d'échauffement anormal des moteurs quand les résistances du freinage sont convenablement calculées et ventilées. Afin de simplifier les accouplements électriques, on rendit unipolaire la connexion entre les voitures, qui était auparavant bipolaire, et l'on mit soigneusement l'autre pôle à la masse des châssis. Enfin on adopta le montage croisé, dans lequel le courant d'armature d'un moteur traverse, pendant le freinage, les inducteurs de l'autre moteur, ce qui assure une bonne répartition de la charge entre les deux moteurs. Finalement, le freinage électrique a été adopté d'une manière générale et le remplacement du frein à air par le frein électrique se poursuit sur toutes les anciennes voitures. On ne le conserve que sur quelques voitures destinées aux trains rapides des tramways de la banlieue.

Voitures. — Les tramways de Berlin ont en service environ 1 400 voitures à deux essieux et 1 000 voitures à quatre essieux, à boggies, dont la moitié à roues égales et l'autre moitié à roues inégales (trucks à maximum de traction). Les voitures à boggies sont généralement préférées pour leur confort, mais les voitures à deux essieux coûtent beaucoup moins cher d'entretien, elles sont également supérieures aux voitures à boggies pour le trafic urbain à démarrages fréquents à cause de leur meilleure adhérence et de leur moindre consommation de courant ; on sait, en effet, que plus l'accélération est élevée moins la dépense d'énergie est considérable, tandis que la charge du moteur augmente comme le carré de l'accélération ; il en résulte qu'il y a une accélération optimum qui est de 70 cm : s environ, pour une motrice seule et de 50 cm : s environ, pour une motrice attelée à une remorque. D'autre part, le poids par essieu doit être d'au moins 6,5 t pour éviter que les roues patinent au moment du démarrage. Ceci oblige à avoir des motrices qui pèsent 13 t à vide, si elles sont employées seules et 19 t, si elles doivent être attelées. A ce point de vue encore, les voitures à deux essieux sont supérieures aux voitures à boggies, on les a d'ailleurs rendues plus confortables en portant leur empattement de 1,80 m à 2,40 m et en modifiant la suspension.

Voie. — Les voies ont beaucoup souffert pendant la guerre ; elles devraient être renouvelées presque complètement, mais, les frais seraient très importants, d'autant plus que la suppression du pavé de grès dans la plupart des rues rend la pose et l'entretien des voies plus onéreux qu'auparavant. Alors qu'autrefois on remplaçait les rails dès que leurs extrémités présentaient une certaine usure, on se contente, maintenant, de sectionner aux extrémités et de resserrer les rails, ce qui permet de réutiliser environ les quatre cinquièmes de la longueur des rails. Ceux-ci sont d'ailleurs toujours soudés bout à bout pour éviter désormais l'usure anormale aux extrémités : on emploie à cet effet soit la soudure autogène électrique, soit le procédé thermique Goldschmidt.

Trafic. — Le trafic a beaucoup augmenté dans ces dernières années. Pendant les trois premières années de guerre, il avait d'abord diminué, mais dès la fin de 1916 il dépassa les chiffres de 1916, pour croître continuellement jusqu'en 1920. Dans cette dernière année, le nombre de voyageurs transportés atteignit 1 455 millions, dont 55 pour 100 pour les tramways, 38 pour 100 pour les chemins de fer de ceinture et de banlieue et 7 pour 100 pour le métropolitain. La répartition entre les différents mois de l'année est à peu près constante pour les tramways, tandis que, pour le métropolitain et les chemins de fer, elle baisse sensiblement pendant l'été ; les jours les plus chargés sont le dimanche puis le lundi ; les heures les plus chargées sont 8 et 17 heures. Les courbes de la figure 1 montrent le trafic de 1919 à 1921. — J.C.

La question du relèvement de la tension de vapeur dans les machines motrices (1).

Ce sujet vient d'être traité par plusieurs auteurs. Dans la « Siemens Zeitschrift », n° 6, 1923, H. Gleichmann exprime l'opinion qu'il est possible d'améliorer l'exploitation des usines génératrices d'électricité par l'augmentation de la pression, de la surchauffe et du rendement thermodynamique de la turbine à vapeur ; il signale spécialement l'économie de charbon réalisée en intercalant une turbine à contre-pression, de pression initiale supérieure, en avant du système de turbines existant déjà. Il s'agit d'une installation effective, avec 16 atmosphères de pression initiale, 350°C de surchauffe, 94 pour 100 de vide et un rendement thermodynamique de 75 pour 100. La contre-pression de la turbine intercalée reste à 16 atmosphères ; comme surchauffe, on emploie 350°, 400° et 450°C ; tandis que les pressions varient de 16 à 100 atmosphères, la valeur de η_{th}, pour les parties saturées, est de 60, 70, 80 pour 100 et de 66, 77 et 88 pour 100 pour la vapeur utilisée au chauffage. L'économie de charbon peut se faire sentir déjà en employant une turbine auxiliaire à partir de 1 000 kw de puissance pour la turbine normale et, si le rendement de la chaudière est de 80 pour 100 et le prix du charbon de 35 marks-or par tonne, elle atteint jusqu'à 7,5 marks-or par heure. Pour juger du rendement économique d'une installation avec turbine auxiliaire, le prix de celle-ci doit être comparé à celui qu'exigerait l'agrandissement des groupes existant jusqu'à la même puissance totale et à la même pression de 16 atmosphères. C'est ce que fait l'auteur, en poussant la comparaison des deux systèmes dans tous leurs détails. J. Furstenau, traite dans « Mitteilungen der deutschen Ingenieuren Vereins », n° 5, 1923, de l'emploi de la turbine auxiliaire combinée à une installation de chauffage et de force motrice et qui peut s'appliquer à n'importe quel système, même aux machines à piston. L'auteur est d'accord avec Gleichmann sur plusieurs points de la question et notamment au sujet de la température de surchauffe qu'ils estiment devoir être de 350°C environ. Furstenau insiste particulièrement sur la question de l'emploi de la vapeur à pression « critique ». Il cite, d'après « Electrical Review » du 15 juin 1923, les essais entrepris par la English electric Co. de Londres, qui fourniront des précisions sur la question de l'emploi de la vapeur à haute pression et, par suite, le moyen d'améliorer pratiquement les installations à vapeur. — M. H.

(1) *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 26 août 1923, t. XLI, p. 501-502, 1 000 mots.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie Electro-Mécanique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 22 DÉCEMBRE 1923

L'opération d'absorption totale de la Société anonyme Westinghouse, réalisée en 1920 par la Compagnie Electro-Mécanique, a eu notamment pour conséquence de mettre la société aux lieu et place de la Société anonyme Westinghouse, pour tout ce qui concerne les droits et obligations de cette dernière société.

Parmi les droits recueillis par le fait de cette fusion se trouvait, et se trouve encore à l'heure actuelle, le privilège exclusif de fabriquer et de vendre en France le matériel électrique construit conformément aux procédés des sociétés Westinghouse et aux brevets couvrant ses procédés.

Il y a lieu de rappeler ici comment la Société anonyme Westinghouse se trouvait nantie de ce privilège exclusif :

A la date du 29 septembre 1898, la Westinghouse Electric and Manufacturing Cy (société américaine) et la Westinghouse Electric Cy (société anglaise) avaient créé la Société industrielle d'Electricité, Procédés Westinghouse, en lui attribuant pour objet social la fabrication et la vente d'appareils électriques, en France, dans ses colonies et pays de protectorat, et en lui apportant « le privilège de fabriquer et de vendre en France, dans ses colonies, pays de protectorat, et non dans d'autres pays, les appareils et accessoires électriques du système Westinghouse ».

En même temps, il était apporté à la société ainsi fondée, par les sociétés américaine et anglaise, solidairement entre elles, un certain nombre de brevets qui devaient lui permettre d'exercer l'industrie pour laquelle elle était en réalité créée, c'est-à-dire pour la construction et la vente en France du matériel électrique Westinghouse.

Le 6 septembre 1901, la Westinghouse Electric and Manufacturing Cy, ainsi que la Westinghouse Electric Cy, créaient sous le nom de « Société anonyme Westinghouse » une nouvelle société ayant également pour objet social l'exploitation et la vente du matériel électrique, et la Société industrielle d'Electricité, Procédés Westinghouse, faisait apport à la nouvelle société en son fonds industriel et commercial, de tous ses biens et droits, ainsi que de ses brevets. Cette nouvelle société n'était donc, en somme, que la continuation de la Société industrielle d'Electricité, Procédés Westinghouse, et sa raison d'être était, comme pour la première, l'exploitation des brevets et procédés Westinghouse pour le matériel électrique, dans le même territoire que celui qui était imparti à la Société industrielle d'Electricité.

Au surplus, et en fait, ce privilège exclusif n'a jamais cessé d'être exercé par la Société anonyme Westinghouse jusqu'au jour de sa fusion avec la Compagnie Electro-Mécanique.

Après l'accomplissement des diverses formalités nécessitées par la fusion, celle-ci s'est occupée d'assurer, avec la Société Westinghouse américaine, la continuité de relations techniques existant avec la Société anonyme Westinghouse en vertu des apports relatés plus haut, mais à ce moment une controverse s'est élevée entre elle et la société américaine qui discutait le fait que le privilège exclusif dont il est question plus haut fût définitif et concédé pour un temps illimité.

A l'appui de son opinion, la société américaine invoquait l'existence de certains contrats dits « contrats de réciprocité » qui, passés entre les parties en 1901, peu de temps après la constitution de la Société anonyme Westinghouse et en vertu d'une clause des statuts de cette dernière, en vue de l'échange réciproque des perfectionnements, n'étaient faits que pour une durée limitée (expiration 31 décembre 1909), et elle soutenait qu'il y avait lieu d'attribuer la même durée à l'effet du privilège faisant l'objet des apports.

De son côté, la Compagnie Electro-Mécanique répondait que les apports avaient été consentis sans aucune limitation de durée et que les contrats de réciprocité n'étaient que la conséquence de ces apports et se bornaient à régler certaines modalités de leur application, sans que les droits exclusifs résultant de ces apports pussent être aucunement affectés par le maintien ou la disparition des conventions de réciprocité.

Les points de vue de la société américaine et de la compagnie française étant à ce sujet diamétralement opposés, des négociations longues et laborieuses ont eu lieu en vue de résoudre cette question difficile.

En effet, si ce privilège exclusif était d'un intérêt vital pour la Société industrielle d'Electricité et son successeur la Société anonyme Westinghouse, créées toutes deux pour construire et vendre le matériel Westinghouse, il conserve encore pour la Compagnie Electro-Mécanique un très grand intérêt et elle ne devait pas le laisser disparaître. Ces négociations, conduites de part et d'autre dans le plus grand esprit de conciliation et avec le désir de parvenir à une solution amiable, ont abouti dernièrement à un accord de principe, conclu sous réserve de l'approbation des actionnaires, entre la compagnie d'une part et, d'autre part, la Westinghouse electric and manufacturing Cy et la Westinghouse electric international Cy.

La base de cette entente provisoire, qui doit se transformer prochainement en un contrat définitif, est la suivante :

La Compagnie Electro-Mécanique renoncerait expressément au privilège exclusif ci-dessus, ainsi qu'à tous autres droits qu'elle peut tenir de la Société anonyme Westinghouse relativement au matériel électrique Westinghouse, et comme contre-partie de cette renonciation, les deux sociétés américaines considéreraient la Compagnie Electro Mécanique comme entièrement quitte et libérée de 2000 des anciennes obligations de 5 pour 100 de la Société anonyme Westinghouse créées en 1917, qui ont été mises à la charge de la compagnie par l'événement de sa fusion avec la Société anonyme Westinghouse.

En même temps, il serait conclu avec les deux sociétés Westinghouse américaines une convention pour un temps déterminé, ayant pour objet d'attribuer à la compagnie une licence exclusive (sous la réserve d'une licence non exclusive antérieurement accordée à la Metropolitan Vickers) pour la France, ses colonies et protectorat, de la fabrication du matériel Westinghouse et de la constituer pour la même durée agent exclusif du matériel Westinghouse qui serait fabriqué en Amérique, pour le territoire français.

Le Conseil a considéré que cette convention, bien qu'ayant un caractère de durée plus limitée, présentait pour la compagnie de grands avantages en ce sens qu'elle rendait plus intimes et, par conséquent, plus efficaces ses relations avec les sociétés Westinghouse américaines.

Il a considéré que, dans la mesure où cette convention constitue un abandon des apports faits jadis aux sociétés dont elle est le successeur, le Conseil d'Administration ne pouvait pas agir en vertu des simples pouvoirs généraux qu'il tient de ses statuts, et que même la portée de cette convention dépassait la mesure des pouvoirs qui auraient pu être donnés par une assemblée générale ordinaire.

Elle a donc convoqué les actionnaires en assemblée extraordinaire pour leur soumettre le résultat des négociations au point d'aboutissement où elles se trouvent aujourd'hui et pour leur demander de lui conférer les pouvoirs nécessaires pour terminer complètement ces négociations et signer la convention qui devra les consacrer.

L'assemblée, après avoir entendu la communication du Conseil d'Administration, lui a donné tous pouvoirs pour négocier et conclure une convention sur les bases indiquées par lui.

Société d'Électricité de Paris.

Assemblée générale ordinaire du 4 décembre 1923.

Les résultats de l'exercice 1922-1923 ont été satisfaisants. L'énergie vendue a été de plus de 100 millions de kilowatts-heure.

A l'usine de Saint-Denis, les travaux de renouvellement et d'extension se sont poursuivis ; mais les programmes exigeront encore des dépenses importantes et un laps de temps avant d'être achevés.

Le Conseil attire l'attention des actionnaires sur la nécessité d'augmenter la dotation des fonds d'amortissement et de renouvellement.

La situation économique ne permet pas de prévoir un abaissement prochain du coût de toutes choses. Au contraire, les prix pratiqués dans l'industrie en général et, en particulier, dans l'industrie des constructions électriques, sont en augmentation : il faut donc tabler sur des prix d'achat élevés pour tout le matériel qui est à renouveler.

La durée de ce matériel est très limitée ; une sage gestion impose de faire les réserves nécessaires pour assurer la marche normale de l'usine.

Au cours des exercices antérieurs, pendant la guerre, et au cours des années d'après guerre, le Conseil a estimé que les fonds d'entretien et de renouvellement n'étaient pas dotés de sommes assez élevées. Aujourd'hui, la situation prospère que le présent rapport met en lumière permet d'affecter à ces postes des sommes plus importantes.

Grâce aux bons résultats escomptés pour les exercices prochains, le Conseil espère persévérer dans l'attribution de sommes analogues à la dotation des fonds d'entretien et de renouvellement, de façon à leur faire atteindre une valeur en rapport avec les besoins réels de l'exploitation.

Les produits de l'exercice comprenant le bénéfice d'exploitation des usines de Saint-Denis, les loyers et les produits du portefeuille qui se sont élevés à 12034920,83 fr. Les intérêts divers atteignent 1224653,01 fr.

Les dépenses comprennent : les frais généraux d'administration et l'abonnement au timbre, 379572,63 fr ; les charge d'emprunts et amortissement des obligations, 900064,05 fr ; un prélèvement pour amortissement des dépenses de premier établissement, 2300000 fr ; un versement au fonds de renouvellement du matériel, 3600000 fr.

Le solde bénéficiaire s'élève à 5651108,01 fr, auxquels s'ajoute le report précédent de 71170,85 fr.

Ce solde se répartit ainsi : 5 pour 100 à la réserve légale, un premier dividende de 4 pour 100 aux actions, 301075,27 fr au Conseil, un deuxième dividende de 30 fr aux actions, un dividende de 100 fr aux parts bénéficiaires.

Le report à nouveau est de 71035,88 fr.

Le dividende est fixé à 40 fr pour les actions et à 100 fr pour les parts bénéficiaires, il est payable, sous déduction des impôts, à raison de 36 fr par action nominative, 33,90 fr par action au porteur et 83,37 fr par part bénéficiaire.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

		fr
Caisses, banques et débiteurs divers		34 920 771,10
Obligations à la souche		3 075 000 »
Approvisionnements		2 330 755,34
Portefeuille		28 101 972,87
Frais de constitution de la société, mobilier et aménagement du siège social		pour mémoire.
Frais d'émission des obligations :		
Différence entre le pair et le prix d'émission, commissions et frais divers	1 264 394,70	
Amortissements des exercices précédents, 243 389,30 fr ; quinzième annuité d'amortissement, 23041,42 fr	266 430,72	
		997 963,98
Premier établissement : Usines de Saint-Denis et terrains		30 639 892,83
		100 066 356,12

Passif.

	fr
Capital :	
100 000 actions de 250 fr	25 000 000 »
10 000 parts bénéficiaires	pour mémoire.
39828 obligations de 500 fr, 4 pour 100, en circulation ou à émettre	19 914 000 »
Réserve légale	1 879 580,12
Fonds de renouvellement du matériel	10 832 510,22
Prélèvement sur l'exercice 1922-1923	8 600 000 »
Créditeurs divers	32 729 433,42
Intérêts et dividendes, coupons restant à payer :	
Actions	145 777,61
Parts bénéficiaires	32 750,75
Obligations	281 145,99
Profits et pertes :	
Solde au 30 juin 1923	5 651 108,01
	100 066 356,12

SECTION DE LÉGISLATION

La distribution de l'énergie électrique, même limitée aux usages autres que l'éclairage, peut constituer un service public

D'après un arrêt de la Chambre civile de la Cour de Cassation, en date du 3 décembre 1923, les travaux de canalisation exécutés en vertu d'une concession communale de distribution d'énergie électrique ont le caractère de travaux publics, sans qu'il y ait lieu de tenir compte de ce que la concession n'était accordée qu'en vue des usages autres que l'éclairage; en conséquence, l'appréciation des dommages causés par ces travaux appartient exclusivement à la juridiction administrative.

La Chambre civile de la Cour de Cassation vient de rendre, le 3 décembre 1923, un arrêt du plus grand intérêt en matière de concession de distribution d'énergie électrique limitée aux usages autres que l'éclairage.

Il s'agissait, dans l'espèce, de savoir si le fait que le service de cette distribution, n'étant utilisé que par un petit nombre d'habitants, permettait de considérer les travaux de canalisation comme n'ayant pas un caractère de travaux publics, d'où il aurait suivi que les dommages causés par ces travaux n'auraient pas cessé de rester de la compétence des tribunaux judiciaires.

Une pareille distinction aurait constitué, en réalité, une dérogation à la règle d'après laquelle une concession accordée pour le service du gaz ou de l'électricité par une commune, constitue une concession de travaux publics, donnant le caractère de travaux publics aux travaux de canalisation entrepris en vue de ce service et entraînant, par suite, la compétence exclusive des tribunaux administratifs en matière de dommages causés par ces travaux.

Il est, en effet, de jurisprudence constante que les tribunaux judiciaires doivent se déclarer incompétents en matière de dommages causés par des travaux exécutés conformément à un traité de concession pour un service public ; l'appréciation de ces dommages doit appartenir, en vertu de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII, au Conseil de Préfecture et, en appel, au Conseil d'Etat. Cette jurisprudence remonte à une époque à laquelle les concessions de distribution d'énergie électrique étaient encore inconnues ; elle a eu maintes occasions de s'appliquer en matière de concessions de gaz, de distribution d'eau ; dans la suite, les concessions d'éclairage électrique accordées par les communes ont bénéficié à leur tour du même principe.

La jurisprudence de la Cour de Cassation a même considéré comme des travaux publics, au point de vue de la compétence en matière de dommages, les ouvrages édifiés en dehors de la voie publique en vue d'assurer le service de la concession de l'éclairage, alors que leur établissement n'aurait pas été expressément prévu par l'acte de concession, ni spécialement autorisé par l'administration. Il en a été jugé ainsi pour une sous-station de transformation, dont certains voisins réclamaient la suppression en raison du bruit qu'elle causait dans le quartier (Cour de Cassation, Chambre civile, 2 juin 1913 : Affaire Société nîmoise. *Bulletin des Usines électriques*, 1913, p. 108.

La Chambre civile de la Cour de Cassation a aussi attribué le caractère de travail public à un barrage spécialement autorisé « à l'effet d'alimenter par une chute d'eau l'usine d'électricité édifiée aux fins de la concession ». Dans ce cas, comme dans le précédent, l'arrêt de la Cour d'Appel, qui avait refusé de se déclarer incompétente pour connaître de la demande en réparation du dommage causé par l'ouvrage incriminé, a été cassé pour violation des règles de la compétence et de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII (Cour de Cassation. Chambre civile, 3 juillet 1918 : Affaire Société Le Centre électrique. *Bulletin des Usines électriques*, 1919, p. 7).

Dans le cas sur lequel a eu à se prononcer l'arrêt de la Chambre civile de la Cour de Cassation, dont nous rendons compte aujourd'hui, il s'agissait du dommage qu'aurait causé à un habitant, propriétaire d'une maison riveraine de la voie publique, l'établissement d'un support aérien de canalisation sur la voie publique à une faible distance de sa façade : comme il s'agissait d'un ouvrage faisant partie de la distribution concédée, il ne semblait pas douteux que ce fût un travail public et que la réclamation du propriétaire fût de la compétence du Conseil de Préfecture. Cependant, la Cour d'Appel de Nancy avait cru pouvoir écarter le déclina-

toire d'incompétence opposé par la Société Est-Electrique concessionnaire de la distribution, sous prétexte que la distribution n'intéressant en fait qu'une catégorie particulière d'habitants, telle que les industriels, puisque la concession n'était donnée que pour les usages autres que l'éclairage, ne présentait pas le caractère de service public.

La Chambre civile de la Cour de Cassation a refusé d'admettre cette distinction et elle a cassé l'arrêt de la Cour d'Appel de Nancy en ces termes :

Arrêt.

La Cour :

Ouï aux audiences publiques du 21 novembre et 3 décembre 1923, le conseiller Seligman en son rapport, MM[es] Frenoy et Hannotin, avocats des parties en leurs observations ainsi que M. Langlois, avocat général en ses conclusions et après en avoir immédiatement délibéré, conformément à la loi ;

Sur le moyen unique ;

Vu les alinéas 1 et 4 de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII ;

Attendu que la distribution de l'énergie électrique soit pour l'éclairage public ou privé, soit pour tous autres usages, présente le caractère de service public quand elle est faite en exécution d'un contrat de concession passé avec une commune imposant au concessionnaire l'obligation de fournir le courant aux clauses et conditions du cahier des charges à toute personne qui le demande ; qu'il importe peu qu'en fait une catégorie particulière d'habitants, telle que les industriels, ait actuellement seule trouvé avantage à user de la fourniture assurée par la concession, si toute personne demeure investie du droit de la réclamer par la suite suivant ses besoins ;

Attendu que la Société Est-Electrique a obtenu de la ville de Charleville la concession de la distribution publique dans la commune de l'énergie électrique pour tous usages autres que l'éclairage, suivant un cahier des charges établi conformément au modèle approuvé par le décret du 17 mai 1908 rendu pour l'application de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie ; que les articles 4, 6, 11, 13, 32, règlent le mode d'approbation des travaux à exécuter par la compagnie, les tarifs de la fourniture du courant, les droits des personnes demandant un abonnement et le retour à la ville, en fin de concession, des immeubles et ouvrages de la distribution ;

Attendu, sans qu'il y ait lieu de tenir compte du nombre des habitants qui ont déjà contracté des abonnements, qu'il résulte de l'ensemble de ces clauses que le contrat constitue un marché de travaux publics, que dès lors l'appréciation des dommages causés par les travaux rentre dans les attributions de la juridiction administrative ;

Attendu que l'action intentée par Bardin contre la Société Est-Electrique tend à la réparation d'un dommage causé par la plantation d'un support aérien électrique sur la voie publique à une faible distance de la façade de sa maison ; que la Cour d'Appel a décidé qu'il lui appartenait de connaître de la cause et a statué au fond, en quoi elle a méconnu les règles de sa compétence judiciaire et violé le texte ci-dessus visé ;

Par ces motifs, casse et annule l'arrêt rendu entre les parties par la Cour d'Appel de Nancy le 14 novembre 1921, renvoie devant la Cour d'Appel de Douai.

On observera que, dans cette décision, la Cour de Cassation affirme de la façon la plus catégorique que « la distribution de l'énergie électrique, soit pour l'éclairage public ou privé, soit pour tous autres usages, présente le caractère de service public quand elle est faite en exécution d'un traité de concession passé avec une commune » et « qu'il importe peu, en fait, qu'une catégorie particulière d'habitants, telle que les industriels, ait actuellement seule trouvé avantage à user de la fourniture assurée par la concession, *si toute personne est investie du droit de la réclamer suivant ses besoins* ».

Il est donc dorénavant bien certain que, dans aucun cas, on ne pourra essayer d'établir des distinctions suivant les concessions ou le contenu des cahiers des charges : tout contrat de concession confère aux travaux exécutés en vertu de ce contrat le caractère de travaux publics, qui donne compétence exclusive à la juridiction administrative lorsque des tiers se prétendent lésés par l'exécution de ces travaux.

Si l'on demande quel est l'intérêt de l'attribution du caractère de travaux publics à des travaux exécutés en vertu d'un traité de concession, nous répondrons qu'il est très grand et qu'il ne consiste pas uniquement à savoir quel sera le juge du dommage : s'il s'agissait de travaux ayant un caractère simplement privé, les tribunaux judiciaires, compétents pour connaître du dommage, pourraient ordonner le déplacement, la modification ou la suppression de l'ouvrage incriminé et apporter ainsi la plus grande gêne au service de la distribution ; s'agissant au contraire de travaux publics, les tribunaux administratifs pourront accorder seulement des dommages-intérêts aux réclamants, mais à l'Administration seule appartiendra le pouvoir d'obliger le concessionnaire à modifier son installation. Ainsi la réalisation de l'entreprise au mieux des intérêts de la bonne exécution du service public ne risquera pas de se trouver compromise par des décisions de justice n'ayant à statuer que sur des intérêts particuliers.

Il y a lieu d'observer, enfin, qu'il suffit que les travaux soient exécutés en vertu d'une *concession d'un service public* pour qu'ils aient le caractère de *travaux publics* ; il n'est nullement nécessaire qu'il y ait eu déclaration d'utilité publique, comme l'ont prétendu par erreur certains tribunaux et notamment le Tribunal de Charleville dans la présente affaire (Cour de Cassation, Chambre civile, 2 décembre 1902. *Dalloz*, 1903, 1-87). Il y a *service public*, susceptible comme tel, d'être concédé, dès lors que la fourniture doit être assurée à une collectivité d'habitants et que, suivant les termes mêmes de l'arrêt objet de ce commentaire, *toute personne demeure investie du droit de la réclamer par la suite suivant ses besoins*.

C'est donc ce droit réservé à toute personne de réclamer le service de la distribution, avec l'obligation corrélative imposée à l'entreprise « de fournir le courant aux clauses et conditions du cahier des charges à toute personne qui le demande », qui constitue le *critérium* du service public. Il faut savoir gré à la Cour de Cassation de l'avoir aussi nettement défini.

Ch. Sirey,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté déterminant le régime des subventions à allouer sur les fonds du Génie rural aux départements, aux syndicats de communes et aux communes pour l'électrification des campagnes.

Voici le texte de cet arrêté, en date du 5 janvier 1924, publié au « Journal officiel » du 10 janvier, page 301 et 302.

Le ministre de l'Agriculture,

Vu l'arrêté du 25 juillet 1903 fixant les conditions d'intervention de l'Etat en matière d'études et de travaux de génie rural et notamment les articles 1er, 2 et 3 de cet arrêté, ainsi conçus :

Art. 1er. — Des subventions peuvent être accordées sur les fonds du Ministère de l'Agriculture, soit pour l'étude, soit pour l'exécution de travaux d'améliorations agricoles permanentes, lorsque l'objet de l'entreprise d'amélioration présente un intérêt d'ordre général de nature à justifier le concours de l'Etat.

Art. 2. — Dans le cas où des subventions pourront être allouées, elles ne seront attribuées que si les études ou les travaux sont exécutés avec l'autorisation préalable et sous le contrôle du service des améliorations agricoles.

Art. 3. — Les études ne devront être entreprises que lorsque le service se sera prononcé sur leur utilité et aura donné son agrément à la désignation des personnes qui en seront chargées. Les travaux ne pourront être commencés qu'après approbation des projets définitifs par le service des améliorations agricoles et leur exécution devra se faire sous son contrôle.

Vu la loi du 2 août 1923 (1) facilitant par des avances de l'Etat la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes ;

Vu le règlement d'administration publique du 13 décembre 1923 (2) et l'arrêté interministériel du 13 décembre 1923 (3), relatifs à l'application de la loi précitée ;

Vu l'arrêté du 31 octobre 1912 relatif à l'instruction des demandes d'avances à long terme présentées par les sociétés coopératives agricoles ;

Vu la circulaire interministérielle du 19 février 1920 sur les réseaux ruraux d'électricité ;

Vu la circulaire ministérielle du 15 juin 1920 relative à l'application de la circulaire précitée ;

Vu la circulaire du 19 décembre 1923 ;

Sur la proposition du directeur général des Eaux et Forêts,

Arrête :

Art. 1er. — Les subventions allouées sur les fonds du service du Génie rural, conformément aux articles 1er, 2 et 3 de l'arrêté ministériel du 25 juillet 1903, en vue de faciliter la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes, aux départements, aux syndicats de communes, aux communes, sont accordées dans la limite des crédits disponibles et ne portent que sur la part de dépenses à effectuer pour satisfaire aux besoins agricoles.

Art. 2. — Le taux des subventions est déterminé d'après la charge par habitant résultant des travaux de premier établissement prévus au projet pour la construction des lignes à haute et moyenne et à basse tension.

Art. 3. — Sont considérées comme dépenses de haute et moyenne tension celles relatives aux ouvrages de prise, aux transformateurs et à leurs annexes, ainsi qu'aux lignes leur faisant suite destinées à transporter les courants de deuxième catégorie.

Sont considérées comme dépenses de basse tension celles relatives aux transformateurs et à leurs annexes, ainsi qu'aux lignes leur faisant suite destinées au transport des courants de première catégorie, à l'exclusion des compteurs et des branchements particuliers.

Art. 4. — Les tableaux A et B annexés au présent arrêté fixent le taux auquel sont subventionnés respectivement les travaux relatifs à la haute et moyenne, et à la basse tension.

Lorsqu'il s'agit d'un syndicat de communes, les dépenses totales à effectuer ainsi que la subvention correspondante sont, en principe, réparties sur l'ensemble du périmètre proportionnellement au nombre d'habitants desservis dans chaque commune.

Cependant, la règle qui précède pourra n'être appliquée qu'à la ligne et aux ouvrages intercommunaux, chaque commune supportant les dépenses entraînées par la construction du réseau qui lui est propre et bénéficiant de la subvention correspondante.

Art. 5. — Aucune demande de subvention ne peut être prise en considération si la dépense prévue au projet après qu'il aura été revisé, s'il y a lieu, par l'administration supérieure dépasse, par habitant desservi, le maximum fixé conformément aux dispositions de l'article 4 du règlement d'administration publique du 13 décembre 1923.

Toutefois, les projets entraînant une dépense dépassant le maximum ainsi fixé peuvent être pris en considération lorsque le dépassement est couvert par des subventions non remboursables du département, des communes ou des intéressés.

Art. 6. — La subvention totale déterminée comme il a été dit aux articles précédents ne peut excéder 30 pour 100 de la part de dépenses correspondant à des usages agricoles.

Toutefois, une majoration de 5 pour 100 pourra être attribuée lorsque le capital réuni localement par les collectivités intéressées, à l'exclusion des subventions éventuelles du département, aura été obtenu à un taux moyen inférieur à 4 pour 100.

Cette subvention n'est pas exclusive des prêts attribués en vertu de la loi du 2 août 1923 et répartis conformément au barème établi par le règlement d'administration publique du 13 décembre 1923.

Art. 7. — Dans le cas où les collectivités ne bénéficient pas de prêts à taux réduit en application de la loi du 2 août 1923 et du règlement d'administration publique en date du 13 décembre 1923, elles peuvent recevoir un complément de subvention égal à la valeur actuelle de la bonification d'annuité correspondant au montant du prêt à taux réduit auquel elles auraient pu prétendre, cette valeur étant calculée pour une durée de trente ans au taux d'intérêt auquel l'Etat se serait procuré les avances à la caisse des dépôts et consignations.

Art. 8. — Ne peuvent donner lieu à subvention tout dépassement de dépenses sur le devis approuvé ainsi que toute extension du programme envisagé et toute modification en cours d'exécution des travaux prévus, sauf autorisation préalable consentie dans les mêmes formes que pour le projet primitif.

Atr. 9. — Les dispositions de l'arrêté du 30 avril 1923 sont abrogées.

Art. 10. — Le directeur général des Eaux et Forêts est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 5 janvier 1924.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 1er septembre 1923, t. xiv, p. 303.

(2) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 2 février 1924, t. xv p. 194.

(3) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 2 février 1924, t. xv, p. 197.

TABLEAU A. — *Fixant le taux auquel seront subventionnés les travaux relatifs à la haute et moyenne tension en fonction de la dépense par habitant desservi que nécessite l'exécution de ces travaux.*

DÉPENSE DE HAUTE TENSION et moyenne tension par tête d'habitant desservi	TAUX DE LA SUBVENTION pour les travaux de haute tension ou moyenne tension
0 à 20 fr.	25 pour 100
20,01 à 40	28 id
40,01 à 60	31 id
60,01 à 80	34 id
80,01 à 100	38 id
100,01 à 120	42 id
120,01 à 140	46 id
140,01 à 160	50 id
160,01 et au-dessus	55 id

TABLEAU B. — *Fixant le taux auquel seront subventionnés les travaux relatifs à la basse tension en fonction de la dépense par habitant desservi que nécessite l'exécution de ces travaux,*

DÉPENSE DE BASSE TENSION par tête d'habitant desservi	TAUX DE LA SUBVENTION pour les travaux de basse tension
0 à 60 fr.	10 pour 100
60,01 à 80	12 id
80,01 à 100	14 id
100,01 à 120	16 id
120,01 à 140	18 id
140,01 à 150	20 id
150,01 et au-dessus	22 id

Instructions déterminant la voie à suivre par les collectivités qui veulent créer un réseau rural de distribution d'énergie électrique.

Voici le texte de ces instructions, émanant du Ministère de l'Agriculture, datées du 5 janvier 1924 et publiées au « Journal officiel » du 10 janvier, pages 303 et 304.

Les réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique prennent un développement rapide grâce aux encouragements de l'Etat.

En vue de faciliter leur création, il m'a paru nécessaire de préciser les instructions antérieures et de fixer, après m'être concerté avec M. le ministre des Travaux publics, la marche à suivre par les collectivités intéressées pour mener à bien ces entreprises.

Les mesures à prendre pour l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie se répartissent en deux phases : dans un premier stade, le réseau sera délimité, la collectivité agricole appelée à le créer sera constituée et les ressources financières nécessaires à sa construction seront réunies. Dans une seconde période, les installations seront exécutées, puis mises en exploitation.

La marche à suivre différera suivant que l'électrification sera réalisée par des départements, par des syndicats de communes (ce qui est le cas le plus général), par des communes, des associations syndicales, enfin par tous autres groupements légalement constitués, ces différentes collectivités pouvant d'ailleurs bénéficier, sous des formes diverses, du concours des départements.

Conformément aux règles posées par l'arrêté ministériel du 25 juillet 1903 fixant les conditions d'intervention de l'Etat en matière d'études et de travaux d'améliorations agricoles permanentes et aux circulaires des 15 juin, 15 juillet 1920 et 19 décembre 1923, si la collectivité intéressée désire obtenir le concours du Ministère de l'Agriculture soit pour l'étude d'un projet aux frais de l'Etat, soit pour l'attribution d'une subvention, il lui appartiendra d'adresser, à cet effet, une demande sur papier timbré au ministre de l'Agriculture par l'intermédiaire du préfet, qui la fera parvenir avec son avis.

Lorsque l'ingénieur du Génie rural aura été saisi par le ministre de l'Agriculture d'une demande d'établissement d'un réseau d'électricité, il lui appartiendra de procéder à une première étude et d'établir un programme des travaux pour savoir dans quelles conditions l'affaire pourra être viable, en tenant compte du concours financier qui sera susceptible d'être accordé par l'Etat. Au cours de cette première étude, une conférence sera ouverte entre l'ingénieur en chef du Génie rural et l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique du département en vue d'examiner les questions suivantes :

Délimitation du réseau en tenant compte des entreprises préexistantes et en s'efforçant de réaliser l'œuvre la plus profitable à l'intérêt général.

Conditions d'alimentation du réseau.

Mode d'exploitation.

Desserte des besoins autres que les usages agricoles.

Voies et moyens envisagés pour faire face aux frais d'établissement.

La collectivité intéressée fera procéder ensuite à l'étude d'un projet dressé sur les bases du programme pris en considération, en tenant compte des règlements et instructions intervenus en exécution de la loi du 15 juin 1906. Cette étude pourra être effectuée soit par l'ingénieur en chef du Génie rural, soit par un technicien choisi par la collectivité, sous la réserve qu'il soit agréé par le ministre de l'Agriculture (art. 3 de l'arrêté ministériel du 25 juillet 1903). Dans ce cas, celui-ci devra se concerter avec l'ingénieur en chef du Génie rural pour que les dispositions du projet répondent aux besoins des populations rurales à desservir.

Cette collectivité poursuivra, en même temps, les pourparlers nécessaires en ce qui concerne la fourniture du courant et l'exploitation du réseau et établira un projet de tarifs (lumière et force) d'accord avec les services du Génie rural et du Contrôle. En cas de désaccord entre les services conférents, le ministre de l'Agriculture statuera, d'accord avec le ministre des Travaux publics.

Après la clôture de cette instruction, le dossier sera adressé par le service du Génie rural au ministre de l'Agriculture, qui se prononcera sur la demande de subvention dans les conditions prévues par l'arrêté ministériel du 5 janvier 1924.

Dès que les ressources financières seront assurées, la collectivité fera toute diligence pour obtenir, dans le cadre de la loi du 15 juin 1906, les autorisations administratives nécessaires à l'établissement et à l'exploitation du réseau.

L'exécution des travaux aura lieu ensuite sous le contrôle du service du Génie rural et du service du Contrôle des Distributions d'Energie électrique, chacun en ce qui concerne ses attributions.

Dans le cas où la collectivité désirera obtenir un prêt de l'Office national du Crédit agricole, en exécution de la loi du 2 août 1923, elle devra se conformer aux prescriptions du décret portant règlement d'administration publique et de l'arrêté interministériel du 13 décembre 1923.

Ces observations générales présentées, les indications qui suivent renseigneront d'une façon plus détaillée les départements, les syndicats de communes et les communes sur la marche à suivre pour la création des réseaux ruraux de distribution d'énergie. Au surplus, ces collectivités pourront demander toutes les explications complémentaires qui leur seront utiles aux ingénieurs du service du Génie rural.

MODE D'INTERVENTION DES DÉPARTEMENTS. — Un certain nombre de départements se préoccupent d'intervenir en vue de faciliter l'électrification, soit de l'ensemble de leurs communes rurales, soit de celles qui ne bénéficient pas encore des avantages que procure l'électricité. Les départements ne

peuvent être, sous l'empire de la loi du 15 juin 1906, puissance concédante, néanmoins leur action est susceptible de se manifester de différentes manières. Quelques-uns d'entre eux se contentent de venir en aide au moyen de subventions attribuées, sous certaines conditions, aux groupements qui se constituent sur leur territoire, d'autres poursuivent la création d'un réseau à haute tension, placé sous le régime de la concession d'Etat, destiné à fournir à toutes les communes rurales ou aux syndicats des communes l'énergie nécessaire à ces groupements, ou envisagent, d'accord avec les communes intéressées, la construction d'un réseau unique à haute, à moyenne et à basse tension, capable de fournir l'énergie à toute la population rurale pouvant être desservie à des prix acceptables.

Les modalités de l'intervention des départements en cette matière étant des plus variées, il n'est pas possible, ni même désirable de les réglementer étroitement. Mais, lorsque le département veut lui-même faire appel au concours financier de l'Etat, il devra adresser, dès le début, une demande au ministre de l'Agriculture. Celui-ci saisira le service du Génie rural qui entrera en conférence avec le service du Contrôle des Distributions d'Energie électrique en vue d'arrêter, d'un commun accord, le plan d'ensemble d'électrification des communes rurales et les conditions d'intervention du département.

CRÉATION DES RÉSEAUX PAR LES SYNDICATS DE COMMUNES OU LES COMMUNES. — a) *Syndicat d'études.* — Ceux qui auront pris l'initiative de l'opération, maires ou particuliers, devront adresser au ministre de l'Agriculture, par l'intermédiaire du préfet de leur département, une demande tendant à obtenir l'intervention financière de l'Etat et indiquant les communes où l'électrification est envisagée. Les intéressés pourront en même temps, s'ils l'estiment utile, solliciter le concours du service du Génie rural pour l'établissement du projet.

Le ministre de l'Agriculture saisira, pour examen, le service du Génie rural compétent, qui se mettra en rapport avec les auteurs de la pétition et les municipalités des communes à desservir, en vue de la formation d'un syndicat provisoire d'études. Ce syndicat sera constitué par un arrêté préfectoral [1] pris en exécution des lois des 5 avril 1884, 22 mars 1890 et 13 novembre 1917, à la suite de délibérations des conseils municipaux des communes intéressées donnant une adhésion de principe au syndicat intercommunal en formation et acceptant de participer, pour une proportion à fixer, au règlement des frais de gestion dudit syndicat provisoire. De plus, les conseils municipaux devront désigner deux délégués chargés de les représenter au sein du comité du syndicat d'études.

Dès qu'il aura été constitué, le comité se réunira pour désigner le siège de ses séances et pour nommer son président et son bureau.

L'ingénieur en chef du Génie rural, en liaison constante avec le président du syndicat, ouvrira, avec l'ingénieur en chef du service du Contrôle des Distributions d'Énergie, la conférence prescrite ci-dessus, en vue d'examiner si l'affaire est viable et sous quelles conditions.

Dans le cas où la vitalité de l'entreprise aura été reconnue, il sera procédé à l'établissement du projet, soit par le service du Génie rural, si la demande en a été faite, soit par tout autre homme de l'art désigné par le syndicat, sous la réserve qu'il soit agréé par le ministre de l'Agriculture. Le projet sera ensuite transmis à l'Administration de l'Agriculture par l'ingénieur en chef du Génie rural, avec le procès-verbal de conférence et ses propositions relatives à l'allocation d'une subvention.

b) *Constitution définitive du syndicat de communes. — Création des ressources nécessaires à l'exécution des travaux.* — Le ministre de l'Agriculture statuera sur la subvention après s'être concerté avec le ministre des Travaux publics, en cas de désaccord entre les conférents et en subordonnant l'attribution du subside à la constitution définitive du syndicat de communes et à la création de la totalité des ressources financières nécessaires à l'exécution des travaux.

Le syndicat intercommunal d'études déterminera alors comment les dépenses devront être réparties entre les communes et dans quelles conditions il devra y être fait face, compte tenu des participations communales à fonds perdus, des fonds de concours des particuliers, de la subvention de l'Etat et, s'il y a lieu, du concours financier du département et de la contribution du futur concessionnaire.

Les conseils municipaux, étant ainsi fixés sur les moyens de réaliser l'entreprise, prennent des délibérations donnant leur adhésion définitive à un syndicat intercommunal ayant pour objet la construction et l'exploitation du réseau. Après avis du Conseil général, le syndicat est constitué par arrêté préfectoral et son comité est définitivement formé par les délégués élus par les conseils municipaux. Le comité prend alors toutes les mesures nécessaires à son fonctionnement ; il nomme à titre définitif son président, son bureau, désigne, en tenant compte des indications données plus loin (§ 6), l'homme de l'art auquel il entend confier l'étude définitive du projet, la surveillance ou la direction de l'exécution des travaux. Il prend également toutes dispositions pour créer les ressources nécessaires à la construction du réseau. Autant que possible, il s'efforce d'obtenir ces ressources au moyen d'un emprunt contracté auprès des populations intéressées par le syndicat, avec la garantie des communes.

Les voies et moyens nécessaires à l'exécution des travaux étant assurés, la concession est accordée par le syndicat de communes où une régie est instituée, après l'accomplissement des formalités prévues par la loi du 15 juin 1906 et les règlements pris pour son application. Au cours de cette procédure, l'ingénieur en chef du Génie rural et le service du Contrôle prêtent leur collaboration la plus étroite au syndicat de communes, à titre de conseil.

Dans le cas où le syndicat intéressé désirera obtenir de l'Etat un prêt à taux réduit, en exécution de la loi du 2 août 1923, il devra faire parvenir sa demande, dans les conditions prévues par le règlement d'administration publique et l'arrêté interministériel du 13 décembre 1923, à l'Office national du Crédit agricole, auquel il appartiendra de statuer.

c) *Projet définitif et exécution des travaux.* — Il est procédé, dans les conditions suivantes, aux études du projet définitif d'exécution destinées au piquetage de la ligne. S'il y a concession, d'une façon générale, le concessionnaire exécutera ces travaux et ce sera à lui qu'incombera le soin d'en établir tous les détails. Si, par suite du refus du concessionnaire ou, pour des motifs spéciaux, l'exécution est confiée par le syndicat à un entrepreneur, celui-ci pourra, en général, établir le projet, en tenant compte de l'avant-projet, et en se conformant aux conditions générales des règlements en vigueur. Le projet ainsi dressé devra d'ailleurs recevoir l'adhésion du concessionnaire. Enfin, dans le cas d'exploitation en régie, le syndicat choisira l'homme de l'art chargé de l'exécution du projet, en ayant recours, de préférence, au futur directeur de l'exploitation.

Le projet ainsi établi est communiqué à l'ingénieur en chef du Génie rural, qui examine notamment si les dispositions de détail adoptées rentrent dans le cadre du projet subventionné. Il est ensuite soumis au service du Contrôle des Distributions d'Energie, qui procède aux formalités prévues par la loi du 15 juin 1906 et par le décret du 5 avril 1908.

Après l'accomplissement de cette procédure, les travaux sont poursuivis sous la double surveillance, d'une part, du service du Génie rural en ce qui concerne l'exécution conforme au projet subventionné et le payement de la subvention, d'autre part, du service du Contrôle en ce qui touche la police et la sécurité des installations. Après l'achèvement des travaux, leur réception est prononcée et l'autorisation de circulation du courant est donnée par l'ingénieur en

[1] Si les communes faisaient partie de plusieurs départements, leur réunion en syndicat exigera un décret en Conseil d'Etat.

chef du service du Contrôle des Distributions d'Energie dans les conditions prévues au décret du 3 avril 1908.

Paris, le 5 janvier 1924.

Sur le droit d'établir des supports de lignes de transmission d'énergie électrique sur les terrains privés.

Le « Journal officiel » du 29 décembre 1923 publie, page 4573 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

19598. — M. Léger, député, demande à M. le ministre des Travaux publics si une société concessionnaire d'une ligne de transmission d'énergie électrique déclarée d'utilité publique, en vertu de la loi du 15 juin 1906, peut commencer ses travaux et prendre possession des terrains sur lesquels elle a été autorisée à élever des pylônes, sans qu'ait été fixée préalablement, soit par entente amiable, soit par jugement, l'indemnité à payer aux propriétaires expropriés. (Question du 7 décembre 1923.)

Réponse. — La déclaration d'utilité publique confère le droit d'établir des supports sans expropriation sur les terrains privés non bâtis, qui ne sont pas fermés de murs ou autres clôtures équivalentes. Il n'y a pas dépossession, mais servitude et le propriétaire conserve le droit de bâtir, de se clore, etc. Dans ce cas, la loi n'exige pas que l'indemnité soit préalable à l'occupation. Il en est autrement lorsqu'il y a lieu à expropriation (par exemple si le support est établi en terrain bâti ou clos). Si l'urgence des travaux a été déclarée, il doit y avoir versement préalable d'une indemnité provisionnelle fixée par le tribunal et la fixation par le jury de l'indemnité définitive peut être postérieure à l'occupation. Si l'urgence n'est pas déclarée, le versement de l'indemnité définitive fixée par le jury doit être préalable à l'expropriation.

Sur la responsabilité respective des entrepreneurs généraux et des sous-entrepreneurs en matière d'accidents du travail et du payement des salaires.

Le « Journal officiel » du 9 janvier 1924 publie, page 15 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19391. — M. François Lefebvre (Nord), député, demande à M. le ministre du Travail : 1° si un chef d'entreprises générales, qui concède la façon, la main-d'œuvre de tout ou partie d'un travail déterminé, sans intervenir dans le recrutement, les heures de travail, le taux et le payement des salaires, est responsable des accidents survenus aux ouvriers du concessionnaire ; 2° dans le cas où le concessionnaire, qui est rémunéré à forfait, viendrait à être en défaut pour acquitter le salaire de ses ouvriers, si le chef d'entreprise est responsable du payement ; 3° quelles seraient les conditions à exiger du concessionnaire pour que dans le cas précité, le chef d'entreprise soit dégagé de toutes responsabilités ; 4° si le cas du chef de l'entreprise générale n'est pas identique à celui de l'Administration des Ponts et Chaussées fournissant la matière et prenant un tâcheron pour l'exécution du travail déterminé. (Question du 27 novembre 1923.)

Réponse. — 1° La réponse à cette question est subordonnée à la distinction suivante : si le concessionnaire a pris à sa charge un travail pour l'exécution duquel il jouit d'une entière indépendance vis-à-vis du chef d'entreprises générales, il est lui-même un patron et, par conséquent, responsable des accidents survenus à son personnel ; si, au contraire, le concessionnaire, en se chargeant dudit travail, est resté placé sous la surveillance immédiate et l'autorité du chef d'entreprises générales, il n'est, en définitive, qu'un contremaître payé à la tâche ; sa responsabilité est couverte par celle du chef d'entreprises générales avec lequel il a traité. Les difficultés qui pourraient surgir pour l'interprétation de ce point de fait ne peuvent être tranchées que par les tribunaux compétents ; 2° la réponse à cette question est subordonnée aux mêmes circonstances de fait que la réponse à la question précédente. Si le concessionnaire a pris à sa charge un travail pour l'exécution duquel il jouit d'une entière indépendance vis-à-vis du chef d'entreprise, il est lui-même patron et, par conséquent, responsable des salaires. Les ouvriers ne sauraient avoir recours contre le chef d'entreprises générales avec lequel ils n'ont aucun lien de droit. Il existe, toutefois aux termes de l'article 1798 du Code civil, pour les ouvriers « qui ont été employés à la construction d'un bâtiment ou d'autres ouvrages faits à l'entreprise », une possibilité d'action « contre celui pour lequel l'ouvrage a été fait », cette action ne pouvant d'ailleurs s'exercer que « jusqu'à concurrence de ce dont il (dans le cas envisagé : le chef d'entreprises générales) se trouve débiteur envers l'entrepreneur au moment où l'action est intentée ». Enfin, si les travaux ont fait l'objet d'un marché auquel s'appliquent les décrets du 10 août 1899 sur les conditions du travail dans les marchés passés au nom de l'Etat, des départements, des communes et des établissements publics, l'entrepreneur, qui a passé le marché, même s'il a cédé à des sous-traitants tout ou partie de son entreprise, reste personnellement responsable vis-à-vis des ouvriers, aux termes de l'article 2 des susdits décrets ; 3° il résulte de ce qui a été exposé ci-dessus que le chef d'entreprises générales est dégagé de toutes responsabilités si le concessionnaire jouit d'une entière indépendance et est ainsi lui-même patron, sauf le cas où s'appliquent les décrets du 10 août 1899 ; 4° il n'y a aucune assimilation de principe à faire entre l'Administration des Ponts et Chaussées, personnel de droit public, et un chef d'entreprise, juridiquement soumis aux règles du droit civil. L'Administration des Ponts et Chaussées a toujours décliné toute responsabilité du fait, soit des accidents survenus aux ouvriers de ses entrepreneurs ou concessionnaires, vis-à-vis desquels elle n'a aucun lien de droit, soit des accidents survenus à ses tâcherons, qui sont en réalité de petits entrepreneurs et non des salariés louant leurs services au temps. En ce qui concerne le payement des salaires du personnel employé par les entrepreneurs, un privilège est accordé aux ouvriers sur les sommes dues aux entrepreneurs de l'Administration par le décret-loi des 26-28 pluviôse an II.

Sur le droit d'investigation des agents de l'Enregistrement dans les registres des délibérations des conseils d'administration.

Le « Journal officiel » du 19 décembre 1923 publie, page 4292 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivantes :

18862. — M. René Nicod, député, demande à M. le ministre des Finances si un fonctionnaire de l'enregistrement, en tournée d'inspection, a le droit d'exiger communication du registre des délibérations des assemblées générales d'une société anonyme et surtout du registre des délibérations du conseil d'administration, lequel contient souvent des renseignements et des décisions d'ordre confidentiel. (Question du 13 novembre 1923.)

Réponse. — Réponse affirmative. Le droit de communication des agents de l'enregistrement a été étendu, par la loi du 23 août 1871 (art. 22) et celle du 21 juin 1875 (art. 7) aux livres, registres, titres, pièces de comptabilité des sociétés. Cette énumération, conçue en termes généraux de façon à embrasser tous les documents qu'il peut être utile de consulter dans l'intérêt du Trésor, s'applique au registre des délibérations des assemblées générales ou du conseil d'administration sans qu'on puisse objecter le caractère confidentiel de ces documents. La jurisprudence est en ce sens.

8e Année Tome XV — N° 7 16 Février 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 7. 16 FÉVRIER 1924.

Union des Syndicats de l'Electricité : Adoption de normalisations. — Dans sa réunion du 6 février 1924, le Comité de Direction de l'Union a adopté, sur la proposition de la 7e Commission, présidée par M. Marcel Meyer, la normalisation des boites à bornes des compteurs d'énergie électrique; cette normalisation ne sera applicable qu'aux compteurs qui seront soumis à l'approbation du Ministère des Travaux publics postérieurement au 1er juillet 1924.

Il a, en outre, adopté diverses modifications au cahier des charges pour la fourniture des poteaux en ciment armé et une modification à celui établi pour la construction des réseaux ruraux (1).

Le Comité a ensuite pris connaissance de l'état des travaux des commissions. Un texte de cahier des charges pour la fourniture des fils émaillés a été arrêté par la 2e Commission. La 4e Commission vient d'établir un programme d'expériences destinées à modifier, sur certains points, le cahier des charges pour la fourniture des huiles de transformateurs (2). Un texte de cahier des charges concernant le petit appareillage est étudié par la 7e Commission.

Signalons qu'une importante société de construction a suggéré au Comité l'idée de normaliser les catalogues de matériel électrique, notamment au point de vue du format et de la nomenclature; cette suggestion a été retenue.

Ajoutons que, dans cette réunion, le Comité a décidé qu'une délégation de l'Union se rendrait à Prague du 18 au 22 juillet prochain pour représenter l'industrie électrique française à l'assemblée générale annuelle de l'Association électrotechnique tchécoslovaque.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 625-630.

(2) *Idem*, 29 mai 1920, t. VII, p. 727-733.

Légion d'honneur. — Parmi les nominations et promotions dans l'Ordre national de la Légion d'honneur faites par le ministre du Travail par décret du 5 février 1924, publié au « Journal officiel » du 6 février 1924, p. 1 283, nous sommes heureux de relever la promotion, au grade de commandeur, de M. René Masse, membre du Conseil d'administration de notre Revue.

Le décret porte la mention suivante :

Masse (René-Charles-Louis), ingénieur civil des Mines, membre de la Chambre de Commerce de Paris. Officier de janvier 1920. Industriel particulièrement soucieux du bien-être moral et matériel de son personnel employé et ouvrier. Créateur de remarquables œuvres sociales.

Bibliographie : L'électricité en métallurgie, par J. DELEUZE, ex-chef du service électrique aux Usines de la Providence à Marchienne-au-Pont (1). — Ce travail ne constitue pas un cours d'électricité, mais la réunion de notes et

(1) Un volume, format 26 cm × 20 cm, de 240 pages, avec 50 figures dans le texte ou hors texte, en vente à la librairie de la Bourse, à Charleroi. Prix : broché, 10 fr belges.

de remarques que l'auteur a pu faire pendant la longue période où il s'est occupé des installations électriques dans les usines métallurgiques.

En raison de l'emploi presque exclusif du courant continu dans ces installations, tout ce qui concerne le courant alternatif a été laissé de côté dans le présent ouvrage, sauf cependant les quelques cas particuliers où le courant alternatif semble préférable en métallurgie.

On peut diviser l'ouvrage en trois parties principales concernant respectivement la production, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique dans des usines métallurgiques d'importance moyenne, comme elles sont dans notre pays.

Au sujet de la production de l'énergie électrique, l'auteur étudie d'abord le choix de l'équipement mécanique, puis celui de l'équipement électrique, envisageant tour à tour les génératrices, le tableau et l'appareillage. Ces considérations techniques sont suivies de notes sur l'exploitation, et relatives à la mise en marche de l'usine, au réglage des machines, à leur entretien. On doit remarquer que cette première partie peut intéresser le producteur d'électricité pour usage quelconque.

Le chapitre relatif aux lignes ne comprend que quelques pages à peu près entièrement consacrées aux câbles électriques, mode de liaison le plus avantageux dans le cas des usines métallurgiques.

Dans la troisième partie, l'auteur examine les différents moteurs dans l'ordre de leur utilisation, c'est-à-dire en passant du haut fourneau à l'aciérie et de là aux laminoirs. Pour chaque cas, il étudie à la fois le moteur et ses accessoires, car il estime que, dans les installations de cette importance, l'appareillage est déterminé par le genre de service auquel la machine est destinée et fait, par suite, un tout avec elle.

Les applications mécaniques occupent, évidemment, une place importante dans cet ouvrage. Celui-ci contient cependant quelques remarques au sujet des installations électriques concernant l'éclairage. — B. E.

Bibliographie : **Les transformateurs**, par P. Bunet, ingénieur E. P. C. I., ingénieur-conseil (¹). — Cet ouvrage constitue une des plus importantes monographies consacrées aux transformateurs; l'auteur, bien connu déjà de nos lecteurs pour un certain nombre d'articles remarqués qu'il a écrits dans ces colonnes, est un des représentants les plus autorisés de cette catégorie d'ingénieurs qui savent allier la théorie à la pratique et c'est, en effet, dans cet esprit qu'il a rédigé le présent livre, comme on peut s'en rendre compte par cet extrait de la préface : « Nous décrivons un certain nombre de transformateurs construits industriellement : nous montrons comment s'établit une série homogène commerciale. Nous avons réduit autant que possible l'analyse mathématique compliquée. Nous avons souvent préféré faire des raisonnements et des calculs que l'on peut accuser de manquer de rigueur complète, mais suffisants en pratique, plutôt que de recourir à des développements trop longs et fastidieux. Nous traitons les différentes questions sans adopter, à priori, un procédé de calcul à l'exclusion de tout autre. Les procédés graphiques sont, dans bien des cas, très suffisants : la précision qu'ils donnent n'a guère besoin d'être dépassée en pratique... Nous donnons beaucoup de calculs numériques, nous efforçant de toujours déterminer l'ordre de grandeur des différentes constantes des transformateurs telles qu'on les trouve en pratique. Dans certains cas aussi, nous traitons des problèmes complètement ou partiellement sous la forme d'un exemple numérique afin d'éviter des développements algébriques trop longs. » En ce qui concerne les renseignements pratiques, il s'exprime ainsi : « Nous avons consulté beaucoup de documents; nous avons libre accès dans des installations intéressantes et nous n'avons pas hésité à faire démonter certains appareils paraissant particuliers, à en tirer des coefficients ou des croquis, etc. ».

Les trois premiers chapitres sont consacrés à la théorie générale et à la construction des transformateurs; on y trouve tous les renseignements, en quelque sorte classiques, relatifs aux transformateurs monophasés; mais le couplage de plusieurs de ces derniers appareils, dans le but de constituer un transformateur polyphasé, étant ordinairement traité d'une façon succincte dans la plupart des ouvrages techniques, l'auteur en fait une étude approfondie et complète, en s'aidant tour à tour du calcul et des constructions graphiques; il montre ainsi, clairement, les particularités propres aux diverses combinaisons que l'on peut faire avec les connexions étoile et triangle, soit du côté primaire, soit du côté secondaire.

Après avoir parlé de la dispersion dans les transformateurs et de la réunion des transformateurs en parallèle et en série, l'auteur aborde la question si importante des surintensités dans les transformateurs et des efforts mécaniques dus aux courants traversant leurs enroulements. Les dangers qui en résultent ont été déjà signalés, notamment par M. R. Marchand (*R. G. E.*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1043 et 1049), et par M. Bunet lui-même (*R. G. E.*, 7 juillet 1923, t. XIV, p. 17); ici, le sujet est repris avec tous les développements nécessaires.

Les titres des chapitres suivants nous montrent que rien n'a été oublié de ce qui concerne les transformateurs, et combien leurs applications sont devenues nombreuses : transformation du nombre de phases, harmoniques dans les transformateurs, refroidissement des transformateurs, autotransformateurs, transformateurs spéciaux et transformateurs d'intensité, bornes et prises de courant, oscillations, résonances et surtensions dans les transformateurs. L'auteur a estimé, avec raison, qu'un chapitre devait être réservé à la bobine d'induction, sur laquelle les renseignements sont assez rares. Il termine par quelques données numériques, c'est-à-dire en indiquant comment peut s'établir un projet de transformateur et décrit un certain nombre d'appareils construits dans les ateliers français.

Comme on le voit, dans son ensemble, ce livre peut mettre un industriel ou un ingénieur ayant de bonnes notions d'électrotechnique en possession de ce qu'il faut pour comprendre le rôle d'un transformateur dans toutes ses parties. Il résume l'ensemble des connaissances sur le sujet, aussi bien pratiques que théoriques et, à ce double point de vue, sera certainement apprécié dans les écoles et les instituts chargés de former les techniciens. — B. C.

(¹) Un volume, format 23 cm × 15 cm, de 632 pages avec 456 figures dans le texte, édité par la librairie J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris (VIe). Prix : broché, 45 fr; relié, 55 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'expérience de Michelson, la contraction de Lorentz et la relativité

Comme suite à une étude antérieure [1], l'auteur a repris l'examen de l'interprétation qu'il y a lieu de donner de l'expérience de Michelson dans la théorie ordinaire de la lumière, en supposant l'éther non entraîné par la matière et la vitesse des ondes lumineuses indépendante de la vitesse de la source. Il résulte de cet examen que l'explication habituelle n'est pas rigoureuse. Il en résulte également que l'hypothèse de la contraction de la matière dans le sens du mouvement semble peu probable et que l'expérience de Michelson ne saurait être envisagée comme constituant une vérification des postulats qui sont à la base de la théorie de la relativité.

I. **Interprétation de l'expérience de Michelson.** — On peut formuler diverses observations sur l'interprétation généralement donnée de l'expérience de Michelson lorsqu'on suppose l'éther absolument immobile et la vitesse de la lumière indépendante de celle de la source qui l'émet. La suivante paraît mériter spécialement l'attention.

La figure 1 rappelle schématiquement le dispositif du plateau de Michelson.

Considérons une des ondes planes émises par la

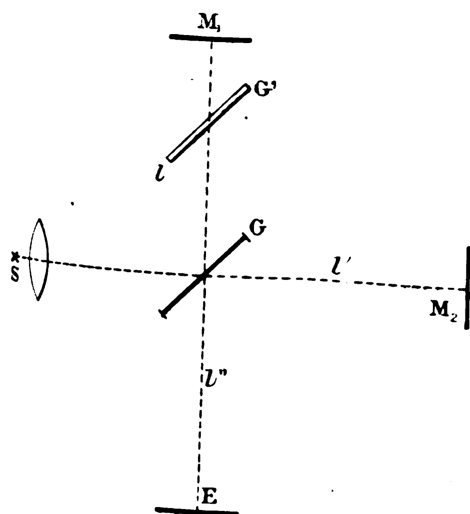


Fig. 1.

source et cherchons l'onde réfléchie qui sera renvoyée par la glace G à 45° (fig. 2); le moyen classique de déterminer cette onde consiste à considérer chaque élément de l'onde incidente comme émettant une onde sphérique élémentaire, se propageant avec la vitesse c, au moment où il rencontre la glace G, et à prendre l'enveloppe de ces ondes élémentaires à un moment donné.

On voit immédiatement que l'onde réfléchie sera plane et que si t est le temps nécessaire à un élément B de l'onde pour arriver à la glace en un point B', à

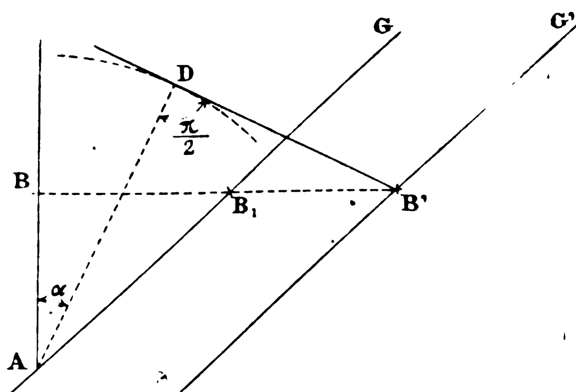


Fig. 2.

partir du moment où un autre élément A de l'onde y est parvenu, il suffira, pour avoir l'onde réfléchie, de mener de B' le plan tangent à la sphère de centre A et de rayon ayant pour valeur ct.

Mais le point B' n'est pas le point B_1, où la perpendiculaire à AB coupe G, car, pendant le temps t, la glace G s'est déplacée d'une quantité vt dans le sens BA ou dans le sens BB_1; dans l'un et l'autre cas, on a

$$B_1B' = vt,$$

$$BB' = ct = AB + vt,$$

et, par conséquent,

$$t = \frac{AB}{c - v}.$$

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 11 mars 1922, t. XI, p. 345-348.

La direction de propagation de l'onde réfléchie fait un angle α avec AB, qui serait la direction de propagation de l'onde réfléchie si la glace était au repos absolu. On a d'ailleurs :

$$AD = ct = BB',$$

et, par conséquent,

$$\widehat{DAB'} = \widehat{AB'B},$$

d'où résulte

$$\alpha = \widehat{BAB'} - \widehat{DAB'} = 2\widehat{BAB'} - \frac{\pi}{2},$$

et, par suite,

$$\operatorname{tg} \alpha = -\operatorname{cotg} 2\widehat{BAB'} = \frac{\operatorname{tg}^2\widehat{BAB'} - 1}{2\operatorname{tg}\widehat{BAB'}} = \frac{\left(\frac{c}{c-v}\right)^2 - 1}{2\frac{c}{c-v}}$$

ou enfin

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{c}\frac{c - \frac{v}{2}}{c - v}.$$

Il résulte de là que le temps mis par l'onde à aller du centre de la glace au miroir, lorsque la vitesse de la terre est dirigée suivant AB', et à revenir du miroir à la glace B, a pour valeur

$$\frac{2l}{c\cos\alpha} = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c(c-v)}\right] = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c^2} + \frac{v^3}{2c^3} + \frac{v^4}{2c^4} + \dots\right]$$

au lieu de

$$\frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c^2} + \frac{3}{8}\frac{v^4}{c^4} + \dots\right].$$

L'écart entre ces valeurs est du 3e ordre en $\frac{v}{c}$.

Ce raisonnement est cependant insuffisant, car on ne peut pas parler du temps que met l'onde à aller au miroir, du moment qu'elle est oblique à ce miroir et que, par conséquent, ses divers éléments l'aborderont successivement.

Envisageons (figure 1) ce qui se passe dans un plan parallèle au plateau, sur lequel nous ne figurerons que les traces de la glace à 45°, des miroirs et des ondes, et supposons, pour préciser, que le point A de la glace (fig. 2) coïncide avec son centre; suivons la marche du point B de l'onde AB en prenant pour origine des temps le moment où le point A de l'onde atteint la glace G et pour origine des espaces, la position de l'onde incidente à ce moment; désignons enfin par h la longueur AB, et admettons tout d'abord que les trois longueurs l, l' et l'' sont égales.

Déterminons le temps t_1 que met l'élément B de l'onde à arriver à l'écran E.

Pendant le temps t'_1 que met le point B à arriver à la glace G, celle-ci s'est déplacée (fig. 3) d'une quantité

$$OO_1 = vt'_1,$$

de telle sorte que

$$t'_1 = \frac{h}{c - v}.$$

Comme le miroir M_1 se déplace dans son propre plan, la distance de B' au miroir reste constante et égale à

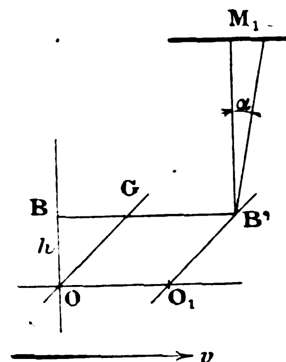


Fig. 3.

$l - h$, de sorte que la durée du parcours de l'élément B, de B' au miroir M_1 est égale à

$$t''_1 = \frac{l - h}{c\cos\alpha}.$$

De même, la distance du miroir à l'écran est constamment égale à $2l$, de sorte que l'on a pour le dernier trajet

$$t'''_1 = \frac{2l}{c\cos\alpha}$$

et, finalement,

$$t_1 = t'_1 + t''_1 + t'''_1 = \frac{3l}{c\cos\alpha} + h\left(\frac{1}{c - v} - \frac{1}{c\cos\alpha}\right),$$

c'est-à-dire

$$t_1 = \frac{3l}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c(c-v)}\right] + \frac{h}{c}\frac{v}{c}\frac{c - \frac{v}{2}}{c - v},$$

ou, en posant comme on le fait souvent,

$$\beta = \frac{v}{c},$$

$$t_1 = \frac{3l}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] + \beta\frac{h}{c}\frac{1 - \frac{\beta}{2}}{1 - \beta}.$$

D'autre part, le chemin parcouru par l'élément B de

l'onde dans le sens du mouvement de la Terre est évidemment égal à

$$h + vt'_1 + (l-h)\,\mathrm{tg}\,\alpha + 2l\,\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{h}{1-\beta} + \beta(3l-h)\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta}.$$

Pendant la durée de ce trajet, l'écran s'est lui-même déplacé, dans l'espace au repos, d'une quantité vt_1, de sorte que l'élément B arrivera sur l'écran à une distance de son centre E égale à

$$\delta_1 = \frac{h}{1-\beta} + \beta(3l-h)\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta} - 3\beta l\left[1+\frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] - \beta^2 h\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta},$$

c'est-à-dire

$$\delta_1 = \frac{3}{2}\beta^2 l + h\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right).$$

Si l'on veut que l'élément B arrive au centre de l'écran, il faut que δ_1 soit nul et, par conséquent, que

$$= -\frac{3\beta^2 l}{2-\beta^2}$$

et, dans ce cas,

$$t_1 = \frac{3l}{c\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)}.$$

Mais nous n'userons pas immédiatement de cette relation; recherchons d'abord quel est le point B'_1 de l'onde incidente qui arrivera au même point de l'écran après la traversée de la glace G et réflexion sur le miroir M_2, et en quel temps; désignons par h' la longueur AB'_1.

Pour aller de B'_1 au miroir, l'onde mettra un temps égal à

$$\frac{l}{c-v}$$

et, pour revenir du miroir à la glace, un temps égal à

$$\frac{l-h'}{c+v};$$

soit, ensemble,

$$t'_2 = \frac{2cl}{c^2-v^2} - \frac{h'}{c+v}.$$

La réflexion sur la paroi argentée de la glace G se déterminera comme précédemment (fig. 4). Si t' est le temps que met le point A_2 de l'onde à atteindre la glace G, on aura

$$B_2B'_2 = vt'.$$

De B_2, on décrira une sphère de rayon égal à

$$A_2A'_2 = ct',$$

et de A'_2, on mènera le plan tangent A'_2D_2. On aura dès lors

$$\alpha' = \widehat{A'_2B_2D_2} - \widehat{A'_2B_2A_2} = 2\,\widehat{A'_2B_2D_2} - \frac{\pi}{2},$$

d'où

$$\mathrm{tg}\,\alpha' = \frac{\mathrm{tg}^2\,\widehat{A'_2B_2D_2} - 1}{2\,\mathrm{tg}\,\widehat{A'_2B_2D_2}}$$

$$\mathrm{tg}\,\alpha' = \frac{\left(1+\frac{v}{c}\right)^2 - 1}{2\left(1+\frac{v}{c}\right)} = \frac{v}{c}\,\frac{c+\frac{v}{2}}{c+v}.$$

L'angle α' diffère de l'angle α et, par conséquent, les deux ondes en lesquelles se dédouble l'onde incidente

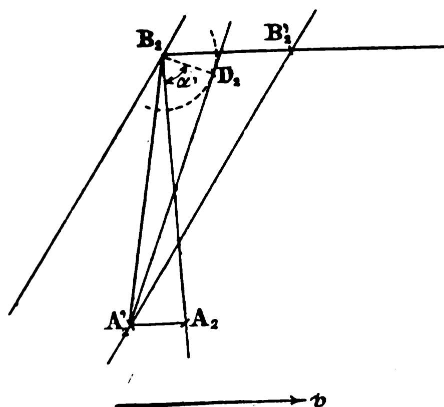


Fig. 4.

ne sont pas parallèles dans leur dernier trajet de la glace G à la lunette.

Elles font entre elles un angle dont la tangente a pour valeur

$$\mathrm{tg}\,(\alpha-\alpha') = \frac{\mathrm{tg}\,\alpha - \mathrm{tg}\,\alpha'}{1+\mathrm{tg}\,\alpha\,\mathrm{tg}\,\alpha'} = \frac{v^2}{c^2}\,\frac{1}{1-\frac{v^4}{4c^4}}.$$

Le point B'_1 de l'onde incidente mettra donc, pour aller de la glace G à l'écran, un temps

$$t''_2 = \frac{h'+l}{c\cos\alpha'} = \frac{h'+l}{c}\left[1+\frac{v^2}{2c(c+v)}\right],$$

et le temps total mis par le point B'_1 de l'onde transmise pour aller du front AB à l'écran sera

$$t_2 = t'_2 + t''_2 = l\left[\frac{3c}{c^2-v^2} - \frac{v^2}{2c^2(c-v)}\right] + \frac{h'}{c}\,\frac{v}{c}\,\frac{c+\frac{v}{2}}{c+v}.$$

Le point de l'écran auquel arrivera ce point de l'onde sera à une distance du centre égale à

$$h' + (l + h')\,\mathrm{tg}\,\alpha' - vt'_2 = -\frac{v^2}{2c^2}(l + h') + h'.$$

De sorte que, pour que l'onde réfléchie sur la glace G et l'onde transmise se coupent sur l'écran même, il faut que

$$\left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) h + \frac{3lv^2}{2c^2} = h'\left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) - \frac{v^2 l}{2c^2},$$

ou

$$h' = 2l\frac{\frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{2c^2}} + h = h + 2l\frac{\beta^2}{1 - \frac{\beta^2}{2}}.$$

D'ailleurs, ce point d'intersection de l'onde réfléchie et de l'onde transmise provient de deux points d'une même onde incidente, de sorte que l'on a forcément

$$t_2 = t_1,$$

c'est-à-dire

$$\frac{3l}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c(c - v)}\right] + \frac{h}{c}\frac{v}{c}\frac{c - \frac{v}{2}}{c - v}$$
$$= \frac{l}{c}\left[\frac{3c^3 - \frac{cv^2}{2} - \frac{v^3}{2}}{c(c^2 - v^2)}\right] + \frac{h'}{c}\frac{v}{c}\frac{c + \frac{v}{2}}{c + v}.$$

D'où l'on déduit

$$h = l\frac{2c^2 - 3v^2}{2c^2 - v^2} = l\frac{2 - 3\beta^2}{2 - \beta^2};$$

h serait donc de l'ordre de grandeur de l, c'est-à-dire hors de la partie active de l'onde incidente; ce résultat peut s'interpréter de la manière suivante : si la réflexion sur la glace G se faisait comme au repos, les deux ondes réfléchie et transmise seraient parallèles dans leur dernier trajet de la glace à la lunette et, comme elles ne mettent pas le même temps à faire le voyage aller et retour entre la glace et le miroir, elles ne se rencontreraient jamais. La réflexion sur la glace en mouvement modifie leur direction de propagation de telle sorte que les deux ondes réfléchie et transmise font entre elles, dans leur dernier trajet, un angle de l'ordre de β^2; elles se couperaient donc, si on prolongeait leur surface, mais en dehors de la région où elles existent réellement, région dont l'étendue est limitée par la surface de la glace G, des miroirs M_1 et M_2 et de l'écran E.

Il résulte de là que les deux ondes réfléchie et transmise qui se rencontreront sur l'écran ne proviennent pas de la même onde incidente, et qu'il faut reprendre le calcul autrement.

Cherchons la différence de phase des deux ondes qui se coupent à un instant donné au centre de l'écran.

Le calcul a été fait plus haut (détermination du temps t_1) pour ce qui concerne le premier trajet; établissons-le pour le second trajet, en admettant provisoirement l'égalité de l et de l'.

Pendant le temps t'_2 que met le point B' de l'onde à arriver au miroir M_2 (fig. 5), ce dernier s'est déplacé de vt'_2, de sorte que l'on a

$$t'_2 = \frac{l}{c - v}.$$

De même, pendant que le point B' de l'onde revient

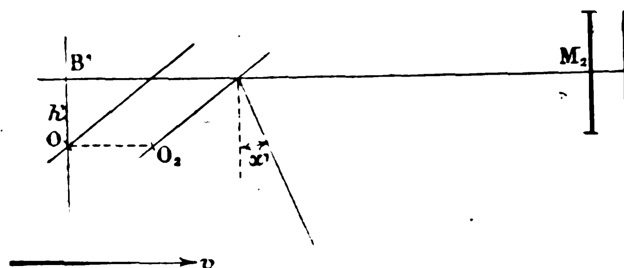


Fig. 5.

du miroir à la glace G, cette dernière s'est déplacée de vt''_2, de sorte que l'on a

$$t''_2 = \frac{l - h'}{c - v}.$$

Enfin, la réflexion étant déviée d'un angle α' dans le sens du mouvement, le temps t'''_2 que met le point de l'onde à arriver à l'écran sera égal à

$$t'''_2 = \frac{l + h'}{c\cos\alpha'} = \frac{l + h'}{c}\left[1 + \frac{\beta^2}{2(1 + \beta)}\right].$$

La durée totale du trajet sera donc

$$t_2 = t'_2 + t''_2 + t'''_2 = \frac{l}{c} \times \frac{3 - \frac{\beta^2}{2} - \frac{\beta^3}{2}}{1 - \beta^2} + \beta\frac{h'}{c}\frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta}.$$

D'ailleurs le chemin, compté à partir du centre O_2 de la glace, et parcouru dans le sens du mouvement de la Terre par le point B' de l'onde depuis sa réflexion sur la glace G jusqu'à l'écran, a évidemment pour valeur

$$h' + (l + h')\,\mathrm{tg}\,\alpha' = h'\left(1 + \beta\frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta}\right) + \beta l\frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta}$$

et, pendant la durée de ce trajet, l'écran s'est déplacé lui-même de vt'''_2 dans l'éther immobile, de sorte que,

pour que le point B′ de l'onde arrive au centre de l'écran, il faut que

$$h\left(1+\beta\frac{1+\frac{\beta}{2}}{1+\beta}\right)+\beta l\frac{1+\frac{\beta}{2}}{1+\beta}=\beta(l+h')\left[1+\frac{\beta^2}{2(1+\beta)}\right],$$

c'est-à-dire

$$h' = l\frac{\beta^2}{2-\beta^2}$$

et, par conséquent,

$$t_2=\frac{l}{c}\left(\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}}+\frac{2}{1-\beta^2}\right)=\frac{l}{c}\times\frac{3-2\beta^2}{(1-\beta^2)\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)},$$

expression qu'il y a lieu de rapprocher de la valeur

$$t_1=\frac{3cl}{c^2-\frac{v^2}{2}}=\frac{3l}{c}\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}}.$$

La seconde onde incidente qui vient interférer avec la première passera donc, au centre de la glace, en avance sur celle-ci d'un temps égal à

$$t_2-t_1=\frac{l}{c}\cdot\frac{c^2}{c^2-v^2}\cdot\frac{v^2}{c^2-\frac{v^2}{2}}=\beta^2\frac{l}{c}\cdot\frac{1}{1-\beta^2}\cdot\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}}$$

et la différence des moments d'émission de ces deux ondes par la source aura également pour valeur

$$t_2-t_1=\frac{v^2l}{c^3}\frac{1}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(1-\frac{v^2}{2c^2}\right)}=\beta^2\frac{l}{c}\left(1+\frac{3}{2}\beta^2+\ldots\right).$$

La différence de phase entre ces deux ondes sera égale à

$$2\pi\frac{\beta^2 l}{\lambda}\left(1+\frac{3}{2}\beta^2+\ldots\right).$$

Pour une longueur d'onde moyenne de 0,5 μ, on aura sensiblement une différence de phase de

$0{,}04\,\pi$ pour $l = 1$ m,

$0{,}88\,\pi$ pour $l = 22$ m.

Reste à voir s'il y aura des franges d'interférence sur l'écran. A la distance x du centre sur l'écran, les ondes qui interfèrent sont celles qui sont passées respectivement aux temps

$$\frac{x\sin\alpha}{c-v\sin\alpha}\quad\text{et}\quad\frac{x\sin\alpha'}{c-v\sin\alpha'}$$

de sorte que la différence de phase existant au centre de l'écran sera augmentée de

$$\frac{2\pi x(\sin\alpha-\sin\alpha')}{\lambda[1-\beta(\sin\alpha+\sin\alpha')+\beta^2\sin\alpha\sin\alpha']}.$$

Pour qu'il y ait opposition avec le centre, il faut donc que

$$x=\frac{\lambda}{2(\sin\alpha-\sin\alpha')}=\frac{\lambda}{4\sin\frac{\alpha-\alpha'}{2}\cos\frac{\alpha-\alpha'}{2}},$$

en négligeant des termes de second ordre au numérateur.

Or nous avons vu que $\alpha-\alpha'$ est de l'ordre de β^2, soit 10^{-8}, de sorte que x sera de l'ordre de 25 m : on en peut conclure qu'il n'y aura pas de franges, mais une plage presque uniformément éclairée (sous réserve de ce qui sera dit plus loin sur la courbure des ondes).

Nous avons vu que cette plage serait plus ou moins claire, ou même obscure, selon la valeur de l ; ceci suppose l'égalité parfaite des bras du plateau, à une petite fraction de micron près, ce qui peut se faire optiquement dans la position à 45°. En pratique, cependant, on réglera plutôt l'égalité optique des deux bras au moyen, par exemple, de la glace de compensation, en amenant la plage au maximum d'éclairement et, si l'on veut plus de précision, on déréglera légèrement l'un des miroirs pour avoir des franges d'interférence ; alors le résultat négatif de l'expérience consistera en ce que cet éclairement sera indépendant de l'orientation du plateau, ou que la position des franges ne variera pas.

Il nous faut donc examiner maintenant ce qui se passe quand le plateau est orienté de telle sorte que la direction de la vitesse de la Terre coïncide avec BA au lieu de lui être perpendiculaire.

Mais, auparavant, nous désirerions écarter deux objections de détail.

Il semble probable que les dispositifs optiques qui permettent d'obtenir des ondes planes au repos absolu ne maintiennent pas cette planicité lorsqu'ils sont en mouvement. Les ondes ne seront donc pas planes, mais sphériques, de grand rayon ; il n'en résultera vraisemblablement pas de modification appréciable aux raisonnements qui précèdent, la principale différence devant être qu'au lieu d'avoir une plage uniformément éclairée sur l'écran, on aura des anneaux colorés.

D'autre part, il n'a pas été tenu compte de la perturbation qu'apportent à la marche des ondes la glace G et la glace compensatrice. Étant donné que l'indice de réfraction d'un corps placé à la surface de la Terre est indépendant, à une approximation très élevée, de son orientation, il ne semble pas que l'introduction de ces glaces sur le trajet des ondes soit de nature à modifier les résultats ci-dessus.

Reprenons le plateau de Michelson se déplaçant dans la direction BA perpendiculaire à la précédente. L'onde

réfléchie se propage vers le miroir M_1 sous l'angle α, calculé précédemment, avec la normale au miroir, mais ne se réfléchit pas sous le même angle, car le miroir se déplace perpendiculairement à sa surface.

Au moment où le point A de l'onde rencontre le miroir, il émet une onde sphérique, à laquelle il faut mener la tangente du point B' où le point B rencontre le

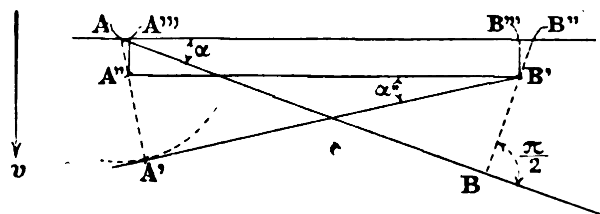


Fig. 6.

miroir, qui s'est, pendant ce temps, déplacé de B'''B (fig. 6). Si t'' est le temps mis par l'onde pour aller de B en B', on aura

$$\mathrm{BB'} = ct'',$$

$$\mathrm{B'B'''} = vt'',$$

$$\mathrm{BB''} = h \operatorname{tg} \alpha = \left(c + \frac{v}{\cos \alpha}\right) t'',$$

$$\mathrm{AB} = \mathrm{A'B'} = h,$$

$$\mathrm{AA'} = ct'' = \frac{vt''}{\cos \alpha''} + h \operatorname{tg} \alpha'',$$

d'où résulte

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha''}{c - \dfrac{v}{\cos \alpha''}} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{c + \dfrac{v}{\cos \alpha}}$$

et, par conséquent,

$$\frac{1}{\cos \alpha''} = \frac{c^2 + v^2 + 2cv\cos\alpha}{(c^2+v^2)\cos\alpha + 2cv} = \frac{2c^4 + 2c^3v - c^2v^2 - 2cv^3 + v^4}{2c^2(c^2+cv-v^2)},$$

$$\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{(c^2 - v^2) \operatorname{tg} \alpha}{c^2 + v^2 + \dfrac{2cv}{\cos \alpha}} = \frac{v(c-v)}{c^2} \times \frac{c^2 + \dfrac{cv}{2} - \dfrac{v^2}{2}}{c^2 + cv - v^2}.$$

Dès lors, le temps mis par le point B de l'onde incidente à parvenir à l'écran aura pour valeur

$$t_3 = \frac{l}{c\left(1 - \dfrac{\beta^2}{2}\right)} \left[3 + \beta + 2\, \frac{\beta^3}{1 - \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}}\right],$$

ainsi que cela résulte des calculs suivants.

Nous avons encore, puisque la glace G est inclinée à 45° sur la direction de la vitesse, pour le premier trajet,

$$t'_3 = \frac{h}{c - v}.$$

Pendant le temps $t'_3 + t''_3$ que met le point B de l'onde à aller du front OB (fig. 7) au miroir M_1, ce dernier s'est déplacé (en se rapprochant) de

$$v(t'_3 + t''_3).$$

D'où résulte

$$t''_3 = \frac{l - h - \dfrac{vh}{c - v} - vt''_3}{c \cos \alpha} = \frac{l - \dfrac{h}{1 - \beta}}{c(\cos \alpha + \beta)}.$$

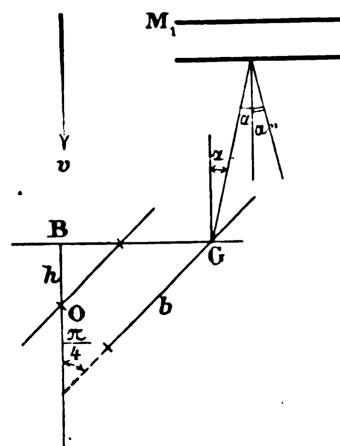


Fig. 7.

D'ailleurs,

$$c(\cos \alpha + \beta) = c\, \frac{1 - \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}}{1 - \beta + \dfrac{\beta^2}{2}};$$

d'où l'on déduit

$$t''_3 = \frac{l}{c}\, \frac{1 - \beta + \dfrac{\beta^2}{2}}{1 - \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}} - \frac{h}{c(1-\beta)}\, \frac{1 - \beta + \dfrac{\beta^2}{2}}{1 \quad \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}}.$$

Pour le trajet du miroir à l'écran, on aura

$$t'''_3 = \frac{2l + vt''_3}{c \cos \alpha''} = \frac{2l}{c(\cos \alpha'' - \beta)}.$$

Mais comme on a

$$c(\cos \alpha'' - \beta) = c\, \frac{(1 - \beta^2)\left(1 - \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}\right)}{1 + \beta - \dfrac{\beta^2}{2} - \beta^3 + \dfrac{\beta^4}{2}},$$

il viendra

$$t'''_3 = \frac{2l}{c} \cdot \frac{1 + \beta + \dfrac{\beta^2}{2} + \dfrac{\beta^4}{1 - \beta^2}}{1 - \beta^2 + \dfrac{\beta^3}{2}},$$

et

$$t_3 = t'_3 + t''_3 + t'''_3 = \frac{l}{c} \cdot \frac{3+\beta+\frac{3}{2}\beta^2+\beta^4+\dots}{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}} + \beta\frac{h}{c}\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}},$$

D'autre part, le trajet effectué par le point B de l'onde, dans le sens perpendiculaire au mouvement de la Terre, est évidemment égal à

$$\frac{h}{1-\beta} + ct''_3 \sin\alpha + ct'''_3 \sin\alpha'',$$

expression qui doit être nulle pour que ce point de l'onde arrive au centre de l'écran. Il faut donc que

$$\frac{h}{1-\beta} + \left[l - \frac{h}{1-\beta} - \beta l \cdot \frac{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}} + \frac{\beta h}{1-\beta} \cdot \frac{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}}\right]$$

$$\frac{\beta\left(1-\frac{\beta}{2}\right)}{1-\beta} + 2\beta l \cdot \frac{1+\beta-\frac{\beta^2}{2}-\beta^3+\frac{\beta^4}{2}}{(1-\beta^2)\left(1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}\right)} \cdot \beta(1-\beta)$$

$$\frac{1+\frac{\beta}{2}-\frac{\beta^2}{2}}{1+\beta-\beta^2} = 0.$$

Cette expression devient, après diverses réductions,

$$h = -3\beta l \frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\frac{\beta^2}{2}};$$

d'où résulte

$$t_3 = \frac{l}{c\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)}\left[3+\beta+\frac{2\beta^3}{1-\frac{\beta^2}{2}+\frac{\beta^3}{2}}\right],$$

ce qu'on peut encore écrire

$$t_3 = \frac{l}{c}\left[3+\beta+\frac{3}{2}\beta^2+\frac{5}{2}\beta^3+\frac{3}{4}\beta^4\right],$$

en arrêtant le développement aux termes du quatrième degré en β.

Il reste à calculer le temps t_4 mis par le point B'_2 de l'onde à aller au miroir M_2 et, de là, à l'écran, après réflexion sur la glace G. Ce calcul est plus simple que la détermination de t_3.

Nous avons évidemment pour le premier trajet (fig. 8) du front O B au miroir M_2

$$t'_4 = \frac{l'}{c}.$$

Pendant la durée de ce trajet et le temps t''_4 nécessaire au point B''_2 de l'onde pour revenir à la glace G, celle-ci s'est déplacée de

$$v(t'_4 + t''_4),$$

dans le sens du mouvement de la Terre et aussi dans le

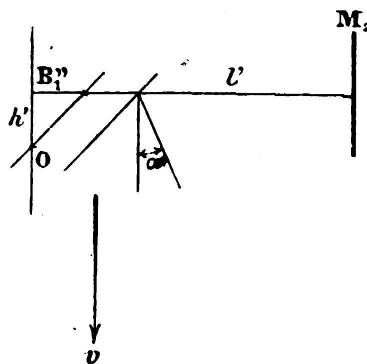


Fig. 8.

sens de propagation de l'onde, puisque la glace G est à 45°. Donc

$$t''_4 = \frac{l'-h'-v(t'_4+t''_4)}{c} = \frac{l'}{c}\,\frac{1-\beta}{1+\beta} - \frac{h'}{c(1+\beta)}.$$

Pendant ce temps, l'écran s'est éloigné également de

$$(t'_4 + t''_4) = (2l' - h')\frac{\beta}{1+\beta},$$

de telle sorte que le temps t'''_4 nécessaire pour aller de la glace G à l'écran sera, pour le point B''_2 de l'onde, égal à

$$t'''_4 = \frac{(2l'-h')\frac{\beta}{1+\beta} + h' + l + vt'''_4}{c\cos\alpha'},$$

ou

$$t'''_4 = \frac{h' + l(1+\beta) + 2\beta l'}{(\cos\alpha' - \beta)(1+\beta)}.$$

D'ailleurs

$$\cos\alpha' - \beta = \frac{1-\beta^2-\frac{\beta^3}{2}}{1+\beta+\frac{\beta^2}{2}};$$

par conséquent,

$$t'''_4 = \left(l + \frac{2\beta l' + h'}{1+\beta}\right) \times \frac{1+\beta+\frac{\beta^2}{2}}{1-\beta^2-\frac{\beta^3}{2}};$$

d'où l'on déduit

$$t_4 = t'_4 + t''_4 + t'''_4 = \frac{l\left(1+\beta+\frac{\beta^2}{2}\right)+2l'+\beta h'\left(1+\frac{\beta}{2}\right)}{c\left(1-\beta^2-\frac{\beta^3}{2}\right)}.$$

D'autre part, pour que le point B''_1 de l'onde arrive au centre de l'écran, il faut que

$$h' + v(t'_4 + t''_4) + ct'''_4 \sin 2' = 0,$$

ou

$$ct'''_4 \frac{1+\frac{\beta}{2}}{1+\beta+\frac{\beta^2}{2}} + \frac{2\beta l' + h'}{1+\beta} = 0;$$

d'où résulte

$$h' = -2\beta l' - \frac{\beta l\left(1+\frac{\beta}{2}\right)}{1-\frac{\beta^2}{2}},$$

et, par conséquent, après quelques réductions

$$t_4 = \frac{2l'}{c} + \frac{l}{c} \times \frac{1+\beta}{1-\frac{\beta^2}{2}}.$$

Si nous supposons maintenant l'égalité de l et de l', comme nous l'avons fait jusqu'à présent, nous obtiendrons

$$t_4 = \frac{l}{c}\left(2+\frac{1+\beta}{1-\frac{\beta^2}{2}}\right) = \frac{l}{c}\,\frac{3+\beta-\beta^2}{1-\frac{\beta^2}{2}},$$

de sorte que la différence de marche sera égale à

$$t_4 - t_3 = -\beta^2 \frac{l}{c}\left(1+2\beta+\frac{1}{2}\beta^2+\ldots\right),$$

alors que, dans la première position, elle était égale à

$$t_2 - t_1 = \beta^2 \frac{l}{c}\left(1+\frac{3}{2}\beta^2+\ldots\right),$$

et que, dans la position intermédiaire à 45°, elle est nulle par symétrie.

(*A suivre.*)

E. BRYLINSKI.

Revues, analyses et informations

Une méthode pour la mesure exacte de courts intervalles de temps [1].

I. DESCRIPTION DE LA MÉTHODE. — La méthode consiste à enregistrer simultanément sur un film photographique mobile l'apparition des événements à étudier et les lignes chronographiques obtenues au moyen d'un diapason. L'organe essentiel de la méthode est le diapason-obturateur, qui inscrit sur le film une échelle des temps. En ce qui concerne l'enregistrement de l'apparition des événements, on s'est servi de plusieurs méthodes, parmi lesquelles la méthode de l'oscillographe peut être adaptée aux problèmes les plus nombreux.

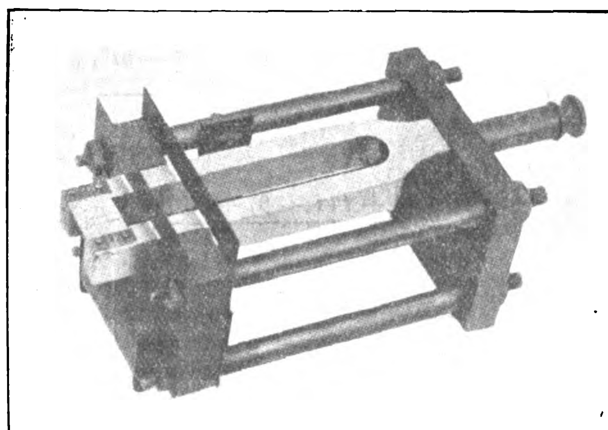


Fig. 1. — Le diapason et ses diaphragmes.

L'obturateur consiste en deux écrans opaques dans lesquels on a pratiqué d'étroites fentes et qui sont montés sur les branches d'un diapason. Les écrans sont montés de façon que les fentes soient parallèles à l'axe du diapason et que les deux fentes coïncident lorsque le diapason est au repos. Lorsque ce dernier vibre, les deux fentes coïncident deux fois pendant chaque oscillation du diapason. La figure 2 représente l'appareil tout monté.

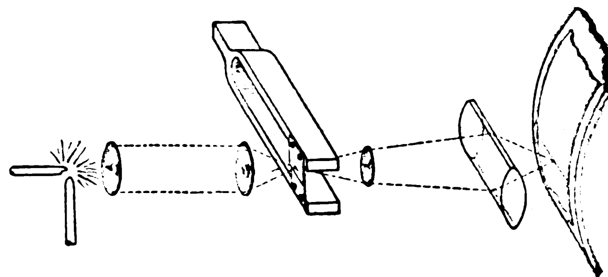


Fig. 2. — Le diapason et le système optique.

(1) H.-L. CURTIS et R.-C. DUNCAN, *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, avril 1923, n° 470, p. 17-38, 9000 mots, 11 fig. 2 tab.

Pour l'emploi du diapason, la fente est brillamment éclairée et un système optique forme une image de la fente sur le film photographique mobile. Les lignes ainsi obtenues s'appellent *lignes chronographiques*. La figure 2 représente schématiquement l'ensemble du dispositif, et la figure 3 donne un exemple d'enregistrement ; on voit que les lignes chronographiques n'y occupent qu'une partie de la largeur du film. Il y a des cas où cette disposition est avantageuse ; dans d'autres, au contraire, il est préférable que les lignes

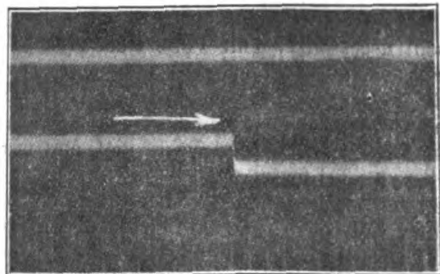


Fig. 3. — Un exemple d'enregistrement.

s'étendent sur toute la largeur du film, ce qui permet les lectures sans l'aide du comparateur.

II. Diapasons. — L'exactitude de la méthode dépend avant tout de celle des diapasons. Pour discuter cette exactitude, il convient de classer les diapasons selon la méthode employée pour l'entretien de leurs vibrations. Les auteurs considèrent les trois classes suivantes : 1. Diapasons auto-excitateurs. 2. Diapasons entretenus au moyen d'un diapason principal. 3. Diapasons vibrant librement.

1. *Diapasons auto-excitateurs.* — Le dispositif le plus répandu consiste en un électroaimant dont le courant est modifié par les vibrations du diapason. La variation de courant peut être obtenue au moyen de contacts portés par le diapason, ou bien, par le jeu d'un microphone placé sur le diapason ou à son voisinage, ou enfin par un tube électron qui amplifie le courant induit dans une bobine placée près du diapason. Les deux dernières méthodes sont relativement nouvelles et les auteurs n'ont trouvé aucun renseignement sur la précision des diapasons entretenus par ces procédés. La première est, au contraire, bien connue, et sa précision a été fréquemment étudiée.

Avec un diapason bien construit, ayant des branches équilibrées, la période avec entretien électrique par contact ne diffère pas de plus de 0,2 pour 100 de sa période de vibration propre. C'est donc la limite supérieure de l'erreur introduite par ce mode d'entretien. Les variations dues aux fluctuations ordinaires, aux contacts, aux irrégularités de chute de potentiel, etc., n'affectent pas la période de ces diapasons de plus de 0,1 pour 100 et, avec quelque soin, on peut obtenir un degré de précision bien plus élevé. Dadourian a réussi à maintenir la constance de la période à 0,00002 près pendant plusieurs heures. Pourtant, des cas se sont présentés où des variations dans les conditions de l'entretien ont pu modifier la période de 5 pour 100. Il est donc nécessaire d'étudier à ce point de vue chaque diapason.

2. *Diapasons entretenus au moyen d'un diapason principal.* — On peut très bien employer des diapasons entretenus électriquement ayant une fréquence d'au moins 250 vibrations par seconde. Mais les auteurs ont éprouvé de grandes difficultés à entretenir directement des diapasons à 500 vibrations par seconde, et ils ont adopté pour cette raison une méthode d'entretien indirect avec un diapason principal. Celui-ci est entretenu électriquement, et il porte un contact supplémentaire, connecté en série avec l'électroaimant du diapason à haute fréquence et une source électrique appropriée. Si la fréquence du diapason attaqué est un multiple exact de celle du diapason conducteur, on obtient sans difficulté des vibrations énergiques. Les auteurs ont réussi à entretenir ainsi des diapasons de 500 vibrations par seconde avec un diapason principal de 50 vibrations par seconde. Mais il est, à vrai dire, plus aisé d'obtenir ce résultat lorsque le rapport des fréquences est plus petit et on parvient, par exemple, à un fonctionnement tout à fait satisfaisant par l'emploi du diapason à 100 vibrations par seconde pour l'entretien des vibrations d'un diapason à 500 vibrations par seconde et, en fait, un seul diapason principal suffit pour entretenir au moins quatre diapasons à 500 vibrations par seconde.

Évidemment, la précision à laquelle on peut atteindre par cette méthode est limitée par celle du diapason principal auto-excitateur. Pourtant, pour des films animés de vitesses supérieures à 500 cm : s, le diapason à 500 vibrations par seconde produit un enregistrement beaucoup plus satisfaisant que celui qu'on peut obtenir au moyen d'un diapason à 100 ou même à 200 vibrations par seconde. Les lignes chronographiques sont plus nettes et l'échelle des temps est divisée en intervalles plus commodes. Avec un film portant des lignes chronographiques obtenues par un diapason à 500 vibrations par seconde, il est possible de faire la lecture des intervalles de temps en millièmes de seconde directement et d'estimer à l'œil nu les dix-millièmes. Bien des problèmes n'ont pas besoin d'une précision supérieure.

Cependant, pour les problèmes qui demandent la plus haute précision possible, la méthode n'est pas satisfaisante, parce que de petites erreurs périodiques s'introduisent dans l'entretien par diapason principal. Ces erreurs résultent du fait que le rapport des fréquences des diapasons ne peut être constamment maintenu égal à un nombre entier. Le diapason mû reçoit une impulsion, vibre librement plusieurs fois, puis reçoit une autre impulsion, etc., ce processus se répétant indéfiniment. Si le nombre de vibrations libres du diapason mû comprises entre les impulsions successives n'est pas exactement un nombre entier, il y a lancement forcé du diapason conduit à chaque impulsion qui lui provient du diapason conducteur, et les oscillations correspondantes auront une période soit plus longue, soit plus courte que celle des autres vibrations. Il en résulte une erreur périodique dans le chronogramme, qui, du reste, sera toujours petite, puisque les deux diapasons doivent être très exactement réglés afin de pouvoir obtenir une amplitude du diapason conduit assez grande pour donner des lignes chronographiques satisfaisantes. Des mesures soignées au comparateur sont nécessaires pour déceler cette erreur périodique, et elle est, en général, inappréciable par rapport aux erreurs introduites par l'entretien électrique du diapason principal.

3. *Diapasons vibrant librement.* — On peut obvier aux inexactitudes de la méthode précédente par un dispositif ouvrant le circuit qui entretient le diapason à haute fréquence pendant l'intervalle de temps qui correspond à la prise du chronogramme. Pendant cet intervalle, le diapason vibrera donc librement et fournira la précision que l'on est en droit d'attendre d'un diapason vibrant librement.

Les seuls facteurs importants qui affectent un diapason vibrant librement sont sa température, l'amplitude de ses vibrations et son procédé de montage. Le coefficient de température est d'environ 0,01 pour 100 par degré centigrade,

la fréquence décroissant lorsque la température croît. Les résultats d'un certain nombre d'observations montrent que ce coefficient est toujours compris entre 0,010 et 0,014 pour 100 dans l'étendue des températures ordinaires des salles de laboratoire Donc, si la température ne varie pas de plus de 10°, l'erreur de fréquence introduite ne dépassera pas 0,04 pour 100, si on emploie comme coefficient de température 0,01 pour 100. Si l'on désire plus de précision, il est nécessaire de limiter l'étendue des variations de température, ou de déterminer le coefficient de température relatif à chaque diapason particulier employé.

Les effets du montage du diapason peuvent être éliminés en le calibrant dans les conditions de montage dans lesquelles il doit servir. Dans le cas où cela est impossible, le mode de montage doit être examiné avec un soin tout particulier. Avec des diapasons entretenus, on a pu observer des changements de fréquence de 0,1 pour 100, entraînés par une modification du montage.

On sait qu'un accroissement de l'amplitude des oscillations accroît la période des diapasons, mais le changement maximum enregistré par Miller est inférieur à 0,0001. Cependant, les amplitudes qu'il utilisait étaient petites tandis que, pour produire des lignes chronographiques satisfaisantes, une grande amplitude est nécessaire.

Pour se rendre directement compte de l'influence de ce facteur, les auteurs ont étudié deux diapasons, entretenus par un diapason principal, de telle sorte que l'amplitude double des vibrations des extrémités des branches soit de 1 mm. L'expérience était montée de telle façon que la fréquence relative des diapasons pouvait être déterminée 0,1 seconde après la suppression de l'entretien électrique et aussi environ 1 seconde après, les amplitudes étant alors réduites à 0,5 mm pour l'un des diapasons et 0,3 mm pour l'autre. En admettant que, en première approximation, l'accroissement de la fréquence est proportionnel à la diminution d'amplitude, ces expériences ont montré qu'un changement d'amplitude de 0,1 mm produit une variation de fréquence d'environ 0,0001. Il est donc nécessaire, dans le cas des précisions élevées, de mesurer l'amplitude des vibrations et d'appliquer les corrections qui doivent être déterminées expérimentalement.

III. Le système optique. — Bien que la précision de cette méthode de mesure des intervalles de temps dépende avant tout de la période du diapason, il est cependant encore nécessaire, pour obtenir la plus grande précision possible, d'employer un système optique approprié. Ce système comporte l'obturateur, la source lumineuse, les lentilles et le film photographique.

1. *L'obturateur*. Nous avons déjà vu le principe de son fonctionnement. Pour faire des mesures précises les lignes doivent être étroites et leurs bords nets. La finesse des lignes chronographiques entraîne les conditions que les fentes de l'obturateur soient étroites et que le grandissement linéaire de l'image fournie par le système optique soit petit. La vitesse des bords de l'image doit également être ou égale, ou supérieure à la vitesse du film. Pour obtenir une grande vitesse des bords de l'image, avec un faible grandissement, il est nécessaire que l'amplitude des vibrations du diapason soit grande et sa fréquence élevée. Ceci explique pourquoi il a été nécessaire d'employer des diapasons à 500 périodes par seconde pour obtenir des lignes chronographiques satisfaisantes sur des films à grande vitesse.

La netteté maximum de ces lignes est obtenue lorsque la vitesse des bords de l'image est égale à celle du film. Dans ce cas, la surface de la ligne subit une exposition uniforme et ses bords sont aussi nets que le permet la technique photographique.

2. *La source de lumière*. — La grande fréquence du diapason entraîne la nécessité d'employer une source de lumière intense. D'où l'emploi avantageux d'une lampe à arc.

3. *Le système de lentilles*. — Celui-ci se compose d'abord d'un système condensant qui éclaire fortement la fente. Puis vient la partie importante du dispositif, chargée de former sur le film une image de la fente. Lorsque la distance entre la fente et le film est supérieure à 30 ou 40 cm, deux lentilles sont nécessaires, dont l'une transforme le faisceau divergent des rayons qui émanent de la fente en un faisceau parallèle, tandis que la seconde opère la transformation inverse du côté du film. Si l'on désire des lignes chronographiques longues, ce second verre doit être une lentille cylindrique à court foyer.

4. *Le film photographique*. — Lorsque la vitesse du film est grande, soit 1 000 à 1 500 cm : s, il est nécessaire d'avoir un film très sensible pour obtenir des résultats satisfaisants.

IV. Sources d'erreur — En dehors du diapason, plusieurs autres facteurs peuvent introduire des erreurs. Les plus importants sont les suivants : 1° erreurs sur la mesure des distances entre les lignes chronographiques; 2° erreurs sur la mesure de la distance sur le film qui correspond à l'intervalle du temps à déterminer; 3° erreurs dues au défaut de réglage du mécanisme enregistreur; 4° effets d'une accélération du film pendant l'enregistrement; 5° dilatation ou contraction inégale du film pendant le développement et le séchage. Nous ne suivrons pas les auteurs dans leur discussion de ces causes d'erreur accessoires. Il nous suffit de les signaler pour montrer le soin avec lequel ce travail a été exécuté.

V. Précision de la méthode. — La précision est fonction de la grandeur de l'intervalle de temps à mesurer. Pour des intervalles de l'ordre du millième de seconde, on peut obtenir une précision égale à 0,5 pour 100. Dans le cas d'intervalles de un centième de seconde, l'erreur relative ne dépasse pas 0,1 pour 100. Les intervalles de un dixième de seconde sont mesurés à 0,01 pour 100 près. Enfin, on peut obtenir les intervalles d'une seconde avec une précision du même ordre que celle des précédents. — L. B.

Sur la décharge électrique à fréquence très élevée [1].

Dans une précédente communication présentée à la séance du 25 juin 1923 de l'Académie des Sciences [2], M. Gutton, avait exposé le résultat de ses recherches, montrant que la différence de potentiel efficace minimum pour laquelle un tube à vide s'illumine dépend de la fréquence du courant et de la pression du gaz.

Poursuivant des recherches sur la décharge en courant haute fréquence dans des tubes de verre contenant de l'air sec à basse pression, l'auteur a déterminé, pour des fréquences croissantes, les courbes qui représentent, en fonction de la pres-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 467-470.

[2] Gutton, Mitra et Ylostalo. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1923, t. CLXXVI, p. 1871-1874. Résumé dans la *Revue générale de l'Électricité*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. 113 D.

sion, la différence de potentiel efficace pour laquelle le tube devient lumineux et trouvé une fréquence critique pour laquelle ces courbes changent complètement de forme. Ce sont les résultats de ces recherches qui ont fait l'objet d'une nouvelle communication à la séance du 28 janvier 1924 de l'Académie des Sciences ; nous la reproduisons ci-après.

Tandis que, pour les périodes supérieures à la période critique, il existe une pression pour laquelle la différence de potentiel passe par une valeur minimum, aux périodes inférieures ce minimum disparaît; la différence de potentiel pour laquelle la décharge s'amorce diminue constamment avec la pression. Cette diminution devient très rapide à partir de la pression, qui, à plus haute fréquence, correspondait au plus facile passage de la décharge.

Les résultats rapportés ci-dessous sont relatifs à un tube cylindrique de 3 cm de diamètre intérieur et de 7,5 cm de longueur. Ce tube rodé aux extrémités est fermé par des lames de verre de 0,15 cm d'épaisseur, mastiquées contre les bords du tube. Sur la face extérieure de ces lames sont collées, par un peu de cire, des feuilles de papier d'étain qui servent d'électrodes.

Les mesures ont été faites aux pressions, mesurées à la jauge, comprises entre 0,5 mm et 0,005 mm de mercure.

Un électromètre idiostatique de très faible capacité sert à déterminer la différence de potentiel efficace pour laquelle le tube s'illumine. Son aiguille est un petit rectangle en aluminium mince de de 0,8 cm de longueur et 0,3 cm de hauteur; elle est suspendue par un fil de quartz. En regard de ses extrémités et à 1 cm de distance, sont disposés les centres de deux petites plaques carrées, en laiton, ayant 1 cm de côté. Ces plaques sont réunies par des fils très courts aux électrodes du tube. L'électromètre est gradué en volts, en comparant ses indications à celles d'un électrodynamomètre Meylan-d'Arsonval.

Les électrodes du tube et l'électromètre sont reliés à une bobine dont le fil est enroulé dans une rainure en hélice, du pas de 0,195 cm, taillée sur la surface d'un cylindre d'ébonite de 8 cm de diamètre.

Cette bobine est disposée à 15 cm environ d'un circuit oscillant entretenu par une lampe à grille. Sa période est accordée sur celle de l'ensemble constitué par la bobine, l'électromètre et les électrodes du tube à gaz.

Pour déterminer la tension efficace pour laquelle la décharge s'amorce, on augmente lentement la différence de potentiel entre les électrodes en faisant croître l'intensité du courant dans le filament de la lampe et l'on suit les indications de l'électromètre jusqu'à ce que le tube devienne lumineux.

La longueur d'onde qui correspond à la fréquence des oscillations est obtenue de la manière suivante : une boucle de fil est disposée près de l'oscillateur; elle réunit, à son origine, les deux fils de cuivre d'une ligne le long de laquelle on déplace un pont. Pour la première position de ce pont qui met en résonance la ligne, celle-ci enlève de l'énergie à l'oscillateur et le tube à gaz raréfié s'éteint. La longueur d'onde est le double de la longueur de la ligne pour laquelle cette extinction se produit.

Pour faire des séries de mesures à différentes fréquences, on change le nombre de tours de la bobine reliée au tube à gaz et l'on accorde, sur la périodede son circuit, celle de l'oscillateur. On règle cet accord en observant la déviation de l'électromètre. On adopte entre les deux circuits le plus faible couplage pour lequel on obtient une différence de potentiel suffisante entre les électrodes et l'on ne change plus ce couplage durant une série de mesures. On évite de chauffer le filament de la lampe à grille jusqu'à une température pour laquelle des décharges se produiraient dans l'ampoule ; ces décharges provoqueraient, en effet, de brusques variations d'amplitude des oscillations que l'aiguille de l'électromètre ne suivrait pas.

Pour la longueur d'onde de 27 m (fréquence, 11 100 000 p : s), la différence de potentiel pour laquelle le tube s'illumine décroît lorsque la pression passe de 0,5 mm à 0,05 mm, puis elle augmente ensuite très vite pour des pressions décroissantes jusqu'à 0,005 mm. Aux fréquences inférieures on trouve aussi une pression qui correspond au plus facile passage de la décharge.

Mais, pour une longueur d'onde égale à 25 m (fréquence, 12 000 000 p : s), la différence de potentiel qui provoque l'illumination décroît constamment quand la pression diminue. Cette baisse de la différence de potentiel qui amorce la décharge est très rapide au-dessous de la pression à partir de laquelle, pour une longueur d'onde de 27 m, elle commençait, au contraire, à augmenter.

Voici, par exemple, des résultats relatifs à quelques mesures faites à des fréquences qui comprennent celle pour laquelle la décharge à basse pression change de nature. Les pressions sont évaluées en millimètres de mercure et les différences de potentiel efficaces, en volts.

Longueur d'onde $\lambda = 44,6$ m		Longueur d'onde $\lambda = 27$ m		Longueur d'onde $\lambda = 24,9$ m		Longueur d'onde $\lambda = 13,3$ m	
Pression en millimètre de mercure.	Tension efficace en volts.	Pression en millimètre de mercure.	Tension efficace en volts.	Pression en millimètre de mercure.	Tension efficace en volts.	Pression en millimètre de mercure.	Tension efficace en volts.
0,513	347	0,532	323	0,583	334	0,625	352
0,377	310	0,379	296	0,320	276	0,262	265
0,232	265	0,169	249	0,169	234	0,097	212
0,143	240	0,065	221	0,071	193	0,036	181
0,083	220	0,030	224	0,037	186	0,023	164
0,048	274	0,023	240	0,008	130	0,009	107

Pour les longueurs d'onde comprises entre 27 et 25 m et aux basses pressions, on obtient, à cause de très petits changements accidentels des conditions d'expérience, tantôt l'un des modes de décharge, tantôt l'autre.

Aux longueurs d'onde inférieures à 25 m, l'illumination du tube, après amorçage, s'entretient pour de très faibles différences de potentiel, 60 volts environ pour 0,008 mm.

Comme la différence de potentiel qui produit la décharge, celle qui l'entretient diminue avec la pression ; elle augmente, au contraire, aux basses pressions pour les longueurs d'onde supérieures à 27 m.

Je me propose d'étudier comment la fréquence critique dépend de la longueur du tube et de la nature du gaz et de rechercher si on la retrouve encore pour des tubes à électrodes métalliques intérieures.

Dans ces phénomènes intervient vraisemblablement le temps de parcours des ions et la durée d'accumulation des charges qui provoquent la chute cathodique de tension; leur étude aidera peut-être à établir la théorie fort peu connue de la décharge aux très basses pressions.

Sur les surfaces de discontinuité (1).

Nous reproduisons ci-dessous une note de MM. C. Camichel et M. Ricaud, présentée à la séance du 21 janvier 1924 de l'Académie des Sciences.

I. Naissance de la surface de discontinuité. — Les glissements sur lesquels Helmholtz, dans son étude bien connue sur les surfaces de discontinuité (2), a le premier attiré l'attention, sont possibles en ce sens que rien (en l'absence de viscosité) ne s'oppose à leur persistance une fois qu'ils se sont produits entre deux régions quelconques du fluide. Mais, comme M. Jacques Hadamard l'a montré (3), leur naissance, dans la masse liquide, loin de toute paroi, est impossible, du moins dans les conditions où se place l'hydrodynamique rationnelle.

Dans ces conditions, nous avons pensé qu'il était intéressant d'étudier expérimentalement comment peuvent prendre naissance les surfaces de discontinuité.

Nous avons utilisé, dans ce but, un ajutage horizontal de 15 cm × 3 cm de section et de 1,60 m de longueur. La partie amont, en verre, est exactement raccordée au reste de l'ajutage qui est en zinc. L'obstacle est constitué par une palette plane de 3 cm × 3 cm, normale au courant. Pour éviter les perturbations pouvant provenir du mode d'ouverture et qui ont été signalées par M. Brillouin (4), on emploie quatre dispositifs différents :

1° L'extrémité aval porte une fente horizontale de la largeur de l'ajutage et sur laquelle on applique un tampon de bois, qu'on enlève rapidement au début de l'expérience;

2° La fente débouche dans une chambre d'eau de 16 cm × 16 cm × 23 cm, munie d'un reniflard à sa partie supérieure et, à sa partie inférieure, d'un bouchon qu'on enlève pour mettre l'eau en mouvement; dans l'un et l'autre de ces dispositifs, la fente est à 1,35 m de l'obstacle;

3° On dispose à l'extrémité aval de l'ajutage, à 1,60 m de l'obstacle, un robinet à boisseau portant des fentes parallèles, dans ses parties fixes et mobiles; on réalise ainsi une ouverture par glissière;

4° On emploie un autre ajutage vertical ayant 10 cm × 1 cm de section et 1 m de longueur; il est constamment ouvert à ses deux extrémités; on le plonge dans un récipient également vertical, de section de 20 cm × 20 cm, rempli d'eau et muni à son extrémité aval du robinet à boisseau précédemment utilisé. La distance de l'extrémité aval de l'ajutage au robinet est de 3 m. La palette employée comme obstacle normal au courant a 2,5 cm × 1 cm.

On utilise la méthode photographique habituelle. Au moment de l'ouverture de l'objectif photographique, les particules éclairées sont complètement immobiles et, par conséquent, représentées, sur la plaque photographique, par des points noirs qui déterminent la position initiale de ces particules. De ces points, partent des courbes qui sont les photographies des trajectoires après la mise en mouvement de l'eau. On peut, sur ces trajectoires, déterminer les vitesses et les accélérations.

On constate l'existence de deux phénomènes simultanés et étroitement liés :

a) Les particules se trouvant au voisinage de la face aval de la palette jusqu'à une distance (de 2 cm environ), dans la région qui sera, en régime permanent, l'intérieur de la surface de discontinuité, se déplacent d'abord vers l'aval; mais, après un parcours de quelques millimètres, elles rétrogradent de façon à revenir vers leur position de départ; les autres particules, plus éloignées de la palette continuent à se déplacer ver l'aval (1).

Cette rétrogradation peut s'interpréter conformément aux théories de M. Hadamard : le déplacement initial de l'eau crée, sur la face aval de l'obstacle, une dépression qui rappelle les particules de la région centrale vers leur position de départ.

b) Deux tourbillons, tournant en sens inverse, prennent naissance un à chaque extrémité de la palette et se déplacent d'abord rapidement vers l'aval, en restant symétriques par rapport à l'axe du phénomène, c'est-à-dire à la normale à la palette passant par son milieu; puis, quand ils sont à une distance de celle-ci à peu près égale à sa largeur, leur déplacement devient plus lent, mais ils affectent une partie beaucoup plus grande de la masse liquide comprise à l'intérieur des jets. Ces tourbillons disparaissent ensuite entraînés par le mouvement de l'eau : le régime permanent est alors établi.

Les deux tourbillons transitoires dont nous venons de parler n'ont rien de commun avec les tourbillons du régime permanent, qui ont été décrits par MM. M. Brillouin, Villat, Besnard, etc., et qui ne sont pas deux à deux symétriques mais qui prennent naissance alternativement.

II. L'expérience montre nettement que la forme du jet avec un même obstacle plan (palette de 9,2 mm normale au courant dans un ajutage de 13 cm × 3 cm de section) est la même pour des vitesses moyennes d'écoulement variant entre 1,50 m p : s et 0,01 m p : s. Ce résultat est conforme au calcul.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 442-444.

(2) Helmholtz, *Monatsberichten der Berliner Academie der Wissenschaften*; Berlin, 1868.

(3) J. Hadamard, *Leçons sur la propagation des ondes et les équations générales de l'hydrodynamique*, Note II, p. 355 (Paris, Hermann) et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 septembre 1923, t. CLXXVII, p. 505.

(4) Marcel Brillouin, *Sur la diffusion des gaz* (*Congrès international de Physique*, 1900, t. I, p. 512-530).

(1) Cette dernière particularité montre que la rétrogradation des particules ne peut être attribuée à une perturbation provenant de l'ouverture de l'ajutage, car une perturbation de cette nature produirait un mouvement en masse affectant toutes les particules contenues dans l'ajutage.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

II. — Fils et Câbles [1].

Dans cet article, l'auteur rappelle tout d'abord les problèmes techniques que soulève l'emploi des fils et des câbles dans les diverses branches de l'électricité. Il signale ensuite les fils, câbles et cordons des Etablissements Alliot, Rol et Cie, les fils émaillés de la Compagnie générale des Câbles de Lyon exposés dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité, les fils émaillés et les câbles à 60 000 volts de la Société Geoffroy-Delore, enfin, les fils en fer électrolytique que fabriquent les Aciéries et Forges de Firminy pour la confection des câbles téléphoniques Krarup.

Le lecteur, qui n'est pas nécessairement un spécialiste, peut se demander si les fils et les câbles présentés au public à l'Exposition de Physique ont des particularités assez intéressantes pour qu'il leur soit consacré un chapitre spécial dans ce compte rendu. S'il veut bien réfléchir un instant à la diversité des problèmes que l'on rencontre dans ce domaine de l'électrotechnique, il reconnaitra que la place qui leur est réservée ici est parfaitement justifiée.

En effet, s'il s'agit de fils fins destinés à des appareils ou à des machines, il faut réaliser un conducteur bien isolé et aussi peu encombrant que possible.

Dans le cas de circuits parcourus par des courants à haute fréquence, des précautions doivent être prises pour réduire l'intensité des courants de Foucault.

Dans les lignes téléphoniques à longue distance, il faut éviter les phénomènes de capacité et d'induction mutuelle entre les fils d'un même câble. Enfin, l'adoption des très hautes tensions dans les transmissions d'énergie a donné lieu, comme nous l'avons vu dans le premier article, à des études approfondies qui ont conduit à des résultats intéressants.

Dans le stand des Etablissements Alliot, Rol et Cie, on remarquait une grande diversité de fils, câbles et cordons répondant à des besoins particuliers pour les appareils de physique, les appareils de radiocommunication, les appareils téléphoniques, médicaux, etc. On pouvait y voir également des fils et câbles destinés aux enroulements des machines, fils ou câbles souples, de section circulaire ou rectangulaire, isolés à la soie ou au coton, ou encore émaillés.

A ce propos, nous devons insister sur l'emploi de plus en plus courant du fil émaillé dont on connait les avantages [2]. La Compagnie générale des Câbles de Lyon a eu soin d'attirer l'attention du public sur les échantillons de fil émaillé, exposés dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité (fig. 17), en tenant à la disposition des visiteurs, que la question intéresserait, une notice sur la fabrication de ce fil et sur les conditions techniques auxquelles il satisfait. Il est à craindre, en premier lieu, que, par suite de la faible élasticité de l'émail, l'isolant du fil destiné à des enroulements ne se craquèle en un ou plusieurs points et qu'il n'en résulte un défaut d'isolement. Or, la Compagnie générale des Câbles de Lyon garantit que son fil peut s'enrouler, sans aucune craquelure de l'émail, sur un cylindre dont le diamètre est égal à quatre fois celui du fil essayé.

L'écrouissage du conducteur est réduit au minimum. L'essai effectué sur les fils après l'opération de l'émaillage pour vérifier cette condition est le suivant : un échantillon du fil à essayer, de 40 cm de longueur, est pris à sa base dans une mâchoire de façon à laisser libre une longueur de 30 cm. On le dévie d'un angle de 30° en ayant soin d'exercer un effort en un point de la partie libre du fil, tel que la distance du bord de la mâchoire au point d'application soit égale à 40 fois le diamètre du fil. Ensuite l'échantillon est abandonné à lui-même et l'angle de retour doit être inférieur à 5°, tandis qu'un fil parfaitement recuit donne un angle de retour de 3° environ.

Un autre essai, intéressant à noter, permet de déceler les défauts existant dans la couche d'émail. On fait passer le fil dans un bain de mercure qui est relié à une des bornes d'une source d'énergie électrique, tandis que l'autre borne est connectée au fil même. La longueur du fil immergé est de 60 cm au maximum ; la vitesse de passage, de 36 m : mn et les défauts sont enregistrés par un compteur à action rapide commandé par un relais en série dans le circuit.

L'épaisseur de l'émail varie de 0,25 à 3,8 centièmes de millimètre pour les fils dont le diamètre le plus faible est de 0,05 mm, la plus grande épaisseur de

[1] Voir le chapitre I dans la *Revue générale de l'Electricité*, du 9 février 1924, t. XV, p. 211-222.
[2] Voir *R. G. E.*, 30 septembre 1922, t. XII, p. 479-483.

l'émail correspondant à des diamètres du fil nu supérieurs à 2,5 mm.

Une application intéressante des fils émaillés est leur emploi pour la constitution des câbles destinés à des circuits de haute fréquence. La Société Geoffroy-Delore exposait un spécimen de ce câble. Dans ce même stand se trouvaient, outre un échantillon du câble pour canalisation souterraine sous 60 000 v, déjà mentionné dans le premier article, des conducteurs isolés au caoutchouc pour des tensions de service pouvant s'élever jusqu'à 20 000 v, des conducteurs sous tresse d'amiante, des câbles souples sous tresse métallique et spirale d'acier, sous tube métallique d'acier, sous tresse incombustible, etc.

Nous devons signaler ici le stand des Aciéries et Forges de Firminy dans lequel étaient exposés des échantillons du fer électrolytique qui rentre dans la constitution des câbles téléphoniques Krarup. Rappelons que, lorsqu'il s'est agi d'établir des lignes téléphoniques de grande longueur, la capacité des lignes devenait gênante, ainsi d'ailleurs que l'induction mutuelle des conducteurs de la ligne. L'ingénieur danois Krarup, proposa, après l'ingénieur français Vaschy et en même temps que l'ingénieur Barbarat, d'enrouler en spirale, autour de chaque conducteur, un fil d'acier doux ; qui a pour effet, d'une part, d'augmenter la self-induction de la ligne et d'en réduire ainsi le coefficient d'affaiblissement totale, et, d'autre part, d'en diminuer l'induction mutuelle, l'enveloppe d'acier tenant lieu d'écran magnétique. Pour que ce procédé soit efficace, il faut que l'induction atteigne une valeur élevée pour un champ magnétique d'intensité relativement faible, et c'est bien là la condition réalisée par le fer électrolytique dont nous donnerons d'ailleurs ultérieurement les constantes magnétiques A titre d'indication, et pour fixer les idées, notons simplement que pour un champ magnétique de 5 gauss, l'induction a déjà la valeur de 1 200 unités C.G.S. environ ; autrement dit, l'induction atteint très rapidement des valeurs élevées. Ce fer peut être tréfilé à de faibles diamètres de 0,2 mm et s'enroule plus facilement que l'acier doux qu'il remplace avantageusement dans la constitution des câbles Krarup.

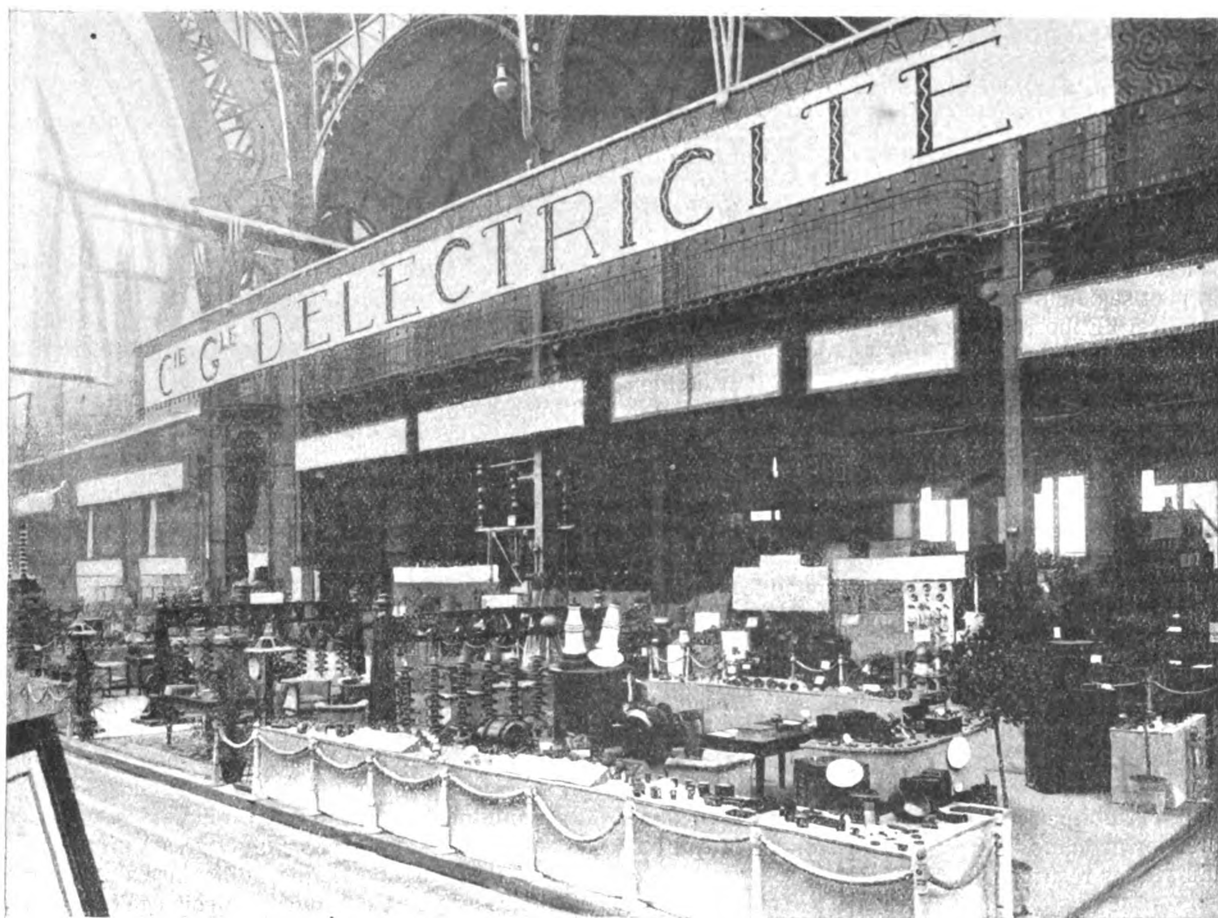


Fig. 17. — Vue du stand de la Compagnie générale d'Electricité.

(*A suivre.*)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Les moteurs asynchrones synchronisés de faible puissance

Devant la nécessité croissante d'améliorer le facteur de puissance des installations à courant triphasé, l'emploi des moteurs asynchrones synchronisés tend actuellement à se généraliser. On se préoccupe encore peu, à l'heure actuelle, de l'influence des moteurs de faible puissance, qui, pourtant, est loin d'être négligeable. L'auteur signale, dans le présent article, les efforts qui furent faits, en ces derniers temps, pour réaliser la construction de moteurs asynchrones synchronisés de faible puissance, dont on a cherché à rendre le facteur de puissance aussi voisin que possible de l'unité. Trois types en sont déjà connus, qui diffèrent entre eux par des détails d'exécution, mais dont le principe commun est donné ici. Ces appareils, répondant aux conditions nécessaires au fonctionnement normal des réseaux de distribution d'énergie électrique possèdent, en particulier, certains avantages intéressants qui, ainsi que l'espère l'auteur, les rendront bientôt d'un usage courant.

Introduction. — Des efforts ont été faits depuis quelques années pour remédier au gaspillage résultant des faibles valeurs du facteur de puissance réalisées dans la plupart des installations en courants triphasés, en recourant à l'emploi des moteurs asynchrones synchronisés de moyenne et grande puissance (¹), dont la construction, négligée pendant près de vingt ans, depuis les premières tentatives de Danielson, a été reprise peu à peu par tous les constructeurs, en France comme à l'étranger.

Mais, si l'on veut arriver à une exploitation rationnelle et économique des réseaux de distribution, on ne peut continuer à négliger l'influence des moteurs de faible puissance qui, par leur nombre et leur emploi imparfait à des charges trop souvent très inférieures à leur puissance normale, ont une action désastreuse sur la valeur du facteur de puissance. La compensation en quelques centres de consommation, à l'aide d'appareils spéciaux, condensateurs statiques ou compensateurs synchrones, installés par les soins du distributeur, ne peut être envisagée que comme un expédient, inévitable mais onéreux, pour remédier à une situation fâcheuse et non comme une solution d'avenir.

La création de moteurs de faible puissance fonctionnant avec un facteur de puissance aussi voisin que possible de l'unité, tout en présentant les commodités de démarrage que l'on s'est habitué à obtenir avec la commande électrique, s'imposait donc. Il n'est, par suite, pas surprenant de relever, dans la littérature technique de l'année 1922, une série de publications sur ce sujet. C'est au Congrès de Liége (18-24 juin 1922), qu'a été présentée la première description d'un moteur asynchrone synchronisé de faible puissance, construit dans les ateliers de la Compagnie générale électrique de Nancy (²). Peu après, à Milan (1er-8 octobre 1922), M. Sartori faisait, à la réunion annuelle de l'Association électrotechnique italienne, une communication sur un moteur auto-synchroné, construit récemment à Bologne (¹). Enfin, lors de la Réunion électrotechnique allemande du 24 octobre de la même année, M. Schuler présenta un rapport sur les petits moteurs synchrones construits par la firme Dr Max Levy, de Berlin (²).

(¹) J. Le Monnier; Un nouveau genre de machine électrique pour courants polyphasés. *Revue générale de l'Electricité*, 13 novembre 1910, t. VIII, p. 687-690. — Sur les moteurs asynchrones synchronisés modernes et leur démarrage. *Revue générale de l'Electricité*, 10 décembre 1921, t. X, p. 855-860.

(²) J. Le Monnier; Sur le relèvement du facteur de puissance des réseaux de distribution par l'emploi généralisé des moteurs asynchrones synchronisés *Congrès scientifique de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége, section d'Electricité*, 1922, p. 509-517.

Principe des appareils. — Les trois appareils décrits présentent d'ailleurs de grandes analogies et ne diffèrent apparemment que par quelques détails d'exécution : ce sont, en principe, des moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs. Pour les puissances envisagées (4 à 30 ch), on ne peut plus songer, en effet, à obtenir le courant secondaire nécessaire au relèvement du facteur de puissance du moteur à l'aide d'un organe séparé, excitatrice ou compensateur, qui majorerait d'une façon inadmissible le prix total de la machine en même temps qu'il en abaisserait le rendement.

Les constructeurs ont donc été conduits fatalement à supprimer l'excitatrice comme organe indépendant, pour la réduire à un enroulement à courant continu logé, dans l'induit même du moteur, à côté de l'enroulement primaire polyphasé.

Pour éviter alors l'emploi de balais tournants, ils ont été amenés logiquement à intervertir les rôles des organes principaux de la machine, en plaçant l'enroulement primaire sur le rotor et l'enroulement secondaire ou inducteur sur le stator, contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire dans les moteurs asynchrones et dans les moteurs synchrones. Comme on n'envisageait d'ailleurs, pour cette application, que le cas des machines de faible puissance, que l'on ne construit pas pour être alimentées directement en haute tension, cette disposition des enroulements ne présentait pas de difficultés de réalisation. On risquait cependant de se heurter à deux obstacles : l'un du fait de la commutation ; l'autre, du fait de la réaction d'induit du moteur principal.

Dans le fonctionnement du moteur en asynchrone,

(¹) G. Sartori; Motori autosincroni. Un novo tipo compensato. *L'Elettrotecnica*, 15 septembre 1922, t. IX, p. 555-577.
(²) L Schuler: Der Klein-Synchronmotor. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 4 janvier 1923, t. XLIV, p. 4-5.

lors du démarrage, le champ résultant se déplaçant constamment le long de l'entrefer, des balais fixes sur le collecteur se trouvent presque toujours calés hors de la ligne neutre. Dans la marche synchrone, d'autre part, le champ résultant n'occupe pas la même position pour les divers régimes de charge; dans l'un et l'autre cas, on risque de rencontrer, avec des balais à calage fixe, des fonctionnements inacceptables au point de vue de la commutation. En réalité, on évite cette première difficulté en se limitant, pour la construction de ce genre de machines, à des puissances assez réduites et en choisissant des tensions d'excitation assez faibles pour que les tensions induites entre lames du collecteur ne soient jamais dangereuses.

En second lieu, du fait de la réaction d'induit du moteur, le champ résultant dans la machine se déplace dans l'entrefer, suivant l'état de charge; par suite, la force électromotrice induite dans l'enroulement continu et recueillie par des balais fixes connectés au circuit inducteur variera avec la charge. Ces variations, qui provoquent des variations, dans le même sens, du courant d'excitation, seront nuisibles si l'on a calé les balais sur la ligne neutre à vide : en effet, on aura alors, à vide, la tension maximum au collecteur et, par suite, le courant d'excitation maximum. Ce courant ira en décroissant au fur et à mesure que l'on demandera au moteur un couple de plus en plus élevé, alors qu'il faudrait au contraire un courant d'excitation croissant avec la charge. On réaliserait ainsi un moteur susceptible de fournir à vide une puissance réactive assez élevée, mais à couple maximum très faible.

Ces variations peuvent, au contraire, être exploitées avec avantage si l'on fixe les balais sur la ligne neutre déterminée lors de la surcharge : le courant d'excitation va alors constamment en croissant de la marche à vide à la marche en surcharge, le facteur de puissance restant, dans une zone très large de fonctionnement, toujours très voisin de 1. Dans ces conditions, la puissance d'excitation se trouve presque constamment limitée au strict nécessaire pour la charge correspondante, tandis que les pertes par effet Joule, dans l'enroulement primaire, sont également réduites à leur valeur minimum. Le rendement atteint donc, à toutes charges, son maximum et reste, en particulier pour les faibles charges, très supérieur à ce que serait le rendement d'un moteur asynchrone synchronisé à excitation constante, susceptible de fournir le même couple maximum.

L'expérience, tentée presque simultanément de trois côtés différents, a donc montré que l'on peut construire aujourd'hui des moteurs pour courants triphasés, d'un démarrage facile, dont les rendements sont parfaitement comparables aux rendements des moteurs asynchrones ordinaires de même puissance, mais qui fonctionnent, depuis 0,25 jusqu'à 1,25 de leur charge normale, avec un facteur de puissance très voisin de l'unité, c'est-à-dire sans consommation d'énergie réactive, comme cela a lieu pour les moteurs actuellement employés.

Les variations de la tension d'alimentation ont peu d'influence, d'ailleurs, sur le facteur de puissance, le courant d'excitation variant automatiquement avec la tension dans le sens convenable pour en maintenir la valeur au voisinage de l'unité.

Il faut encore ajouter que, si ces machines sont bien établies, on doit pouvoir les utiliser, à encombrement égal, pour une même puissance apparente aux bornes. Or, on peut admettre que le facteur de puissance moyen, pour les moteurs asynchrones de 4 à 30 ch les plus usités, c'est-à-dire à 4, 6 ou 8 pôles, à 50 p : s, est, à pleine charge, de 0,87. Pour une même puissance apparente aux bornes de la machine, le moteur asynchrone synchronisé, qui fonctionne avec un facteur de puissance égal à 1, pourra donc fournir sur l'arbre une puissance d'environ 15 pour 100 supérieure à celle que fournit un bon moteur asynchrone de construction moderne [1]. Cette augmentation de puissance sera, d'ailleurs, obtenue avec des pertes sensiblement égales à celles du moteur asynchrone ordinaire; le rendement du moteur asynchrone synchronisé dépassera donc légèrement, à charge normale, les rendements moyens que l'on obtient actuellement.

La complication, dans la construction de ces nouvelles machines, qui résulte de la présence de l'enroulement induit à courant continu, entraîne évidemment, à égalité de poids, une majoration de prix, mais cette majoration se trouvera, au moins en grande partie, compensée par l'augmentation de puissance de la machine. D'autre part, l'exécution de ces moteurs sera moins délicate et leur robustesse plus grande, en raison des dimensions de l'entrefer, qui doivent être celles d'un moteur synchrone, notablement supérieures à celles du moteur asynchrone équivalent.

Propriétés des moteurs asynchrones synchronisés. — Ces machines restent donc tout à fait comparables, comme encombrement, comme prix, comme rendement et comme commodité de démarrage, aux moteurs asynchrones ordinaires, tout en conservant l'avantage de leur facteur de puissance élevé. Dans la majorité des cas, les consommateurs auront donc tout avantage à employer ces nouveaux moteurs, surtout si leurs fournisseurs de courant leur facturent, en toute équité, d'ailleurs, l'énergie réactive; tandis que les distributeurs, de leur côté, ne pourront que se féliciter de voir leur exploitation s'assainir, au fur et à mesure du remplacement, par ces machines, des moteurs asynchrones, dont les courants magnétisants encombrent aujourd'hui leurs lignes de transmission d'énergie. L'élimination de ces courants magnétisants constitue une économie, qu'il est un devoir de réaliser dans les

[1] Il convient cependant d'ajouter que ces conclusions ne sont complètement exactes que pour la fréquence de 50 p : s; pour les fréquences inférieures et, en particulier, pour celle de 25 p : s, l'obligation où l'on se trouve de développer l'enroulement à courant continu, par rapport à l'enroulement primaire, pour obtenir la même puissance d'excitation, atténue la supériorité du moteur asynchrone synchronisé sur le moteur asynchrone ordinaire.

circonstances actuelles, plus encore qu'à toute autre époque.

Cependant, on ne pourrait admettre l'emploi de ces moteurs, sans avoir l'assurance que leur installation n'entrainera pas de réaction fâcheuse sur le fonctionnement général des réseaux. Dans cet ordre d'idées, il importe de connaitre exactement les conditions de démarrage de ces machines et de s'assurer qu'elles possèdent des courbes de tension propres assez pures pour que l'on n'ait pas à craindre l'introduction d'harmoniques dangereux.

Courbes de tension. — On sait l'importance que l'on attache à n'avoir, sur un réseau alternatif, que des machines synchrones ayant des courbes de tension approchant le plus possible de la sinusoïde parfaite, en raison des surtensions dangereuses pouvant résulter, dans des conditions favorables, de la présence d'harmoniques importants dans la courbe de tension d'une des machines fonctionnant en parallèle, tant comme génératrice que comme réceptrice. A ce point de vue, l'installation d'un grand nombre de petits moteurs identiques présenterait les mêmes dangers que l'installation d'un alternateur de grande puissance. On doit donc avoir les mêmes exigences à l'égard des uns et des autres.

Or, les conditions particulières d'établissement des petits moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs sont très favorables et permettent, moyennant quelques précautions simples, d'obtenir des courbes d'une très grande pureté, comparables à celles que l'on réalise dans les turbo-alternateurs de grande puissance les plus modernes. La figure 1, qui reproduit le relevé oscillographique ([1]) de la courbe de tension d'un

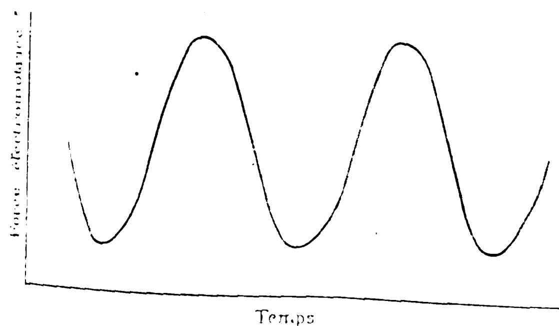


Fig. 1. — Courbe de la force électromotrice propre d'un moteur asynchrone synchronisé autoexcitateur.

moteur de 12 ch, donne un exemple de la perfection qu'on peut atteindre dans une machine de ce genre bien construite. Le coefficient de déformation de cette courbe est, en effet, très inférieur à 5 pour 100; en charge, d'ailleurs, on ne relève pas de déformation importante du courant (fig. 2); la courbe du courant d'alimentation rappelle celle d'un moteur asynchrone ordinaire, sans présenter, toutefois, les variations périodiques à la fréquence du courant du rotor, que l'on observe sur ce dernier genre de machines.

On ne doit donc, sur ce premier point, garder aucune appréhension à introduire, sur un réseau, des moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs. Mais ne doit-on pas craindre que leur démarrage n'apporte une perturbation plus profonde que le démarrage d'un

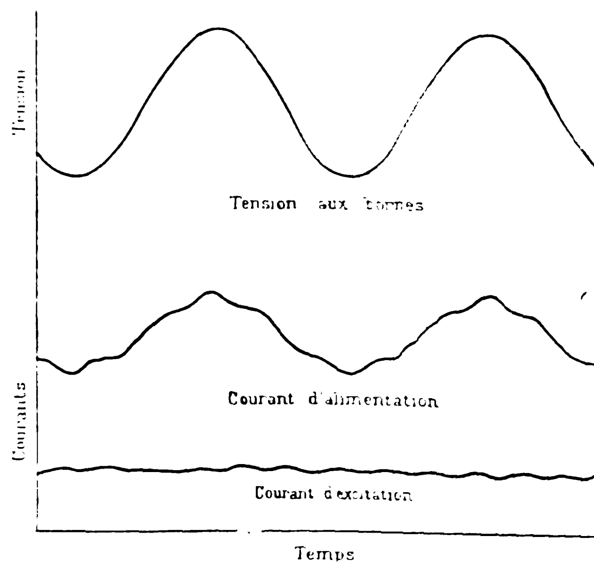


Fig. 2. — Courbes de la tension et des courants d'un moteur asynchrone synchronisé autoexcitateur de 12 ch, à 1 500 t : mn, fonctionnant à pleine charge.

moteur asynchrone de même puissance, dans les mêmes conditions ?

Démarrage. — Si l'on effectue successivement le démarrage d'un moteur asynchrone ordinaire et d'un moteur asynchrone synchronisé de même puissance et même polarité, sur une même transmission, dans les mêmes conditions de rapidité de cette opération, on ne constate pas de différence appréciable dans les appels de courant, observés avec des appareils de mesure ordinaires; cependant, on remarque une variation plus accentuée du courant, lors du passage au dernier plot, pour le moteur asynchrone synchronisé. En effet, cette dernière machine doit atteindre brusquement, à ce moment, un courant d'environ 15 pour 100 plus faible que celui du moteur asynchone ordinaire, parce que c'est alors que l'on réalise le passage de la marche asynchrone à facteur de puissance relativement faible à la marche synchrone à facteur de puissance égal à l'unité; la variation de courant est donc plus accentuée parce que le courant de régime est plus faible, et non parce que l'appel de courant est plus grand.

Etude oscillographique du démarrage. — Pour mieux connaître les caractéristiques du démarrage de ces

[1] Ce relevé, ainsi que les suivants, a été fait à l'aide de l'oscillographe de l'Institut électrotechnique de Nancy, sur une machine construite dans les ateliers de la Compagnie générale électrique de Nancy.

machines, il faut recourir à l'analyse oscillographique de cette période de fonctionnement à régime variable. Pour se placer dans des conditions bien connues de démarrage, l'étude qui suit a été faite sur un moteur entraînant par courroie une génératrice à courant continu, à excitation séparée constante, débitant sur une résistance fixe; cette résistance avait été déterminée pour obtenir la charge normale du moteur à la vitesse de synchronisme. On réalisait ainsi le démarrage sur un couple résistant, sensiblement proportionnel à la vitesse.

L'oscillogramme de la figure 3 a été obtenu en effectuant la mise en route de ce moteur à l'aide d'un démarreur monté suivant le schéma de la figure 4. On commence, avec cet appareil, à faire le démarrage en moteur asynchrone, l'enroulement secondaire débitant sur une résistance triphasée (fig. 5). Comme l'enroulement générateur de courant continu emprunte le champ principal de la machine, il n'y a pas lieu de se préoccuper de l'amorçage de l'excitatrice, comme on doit le faire dans les machines à excitatrice externe. On peut alors, comme il est indiqué sur la figure, intercaler en permanence

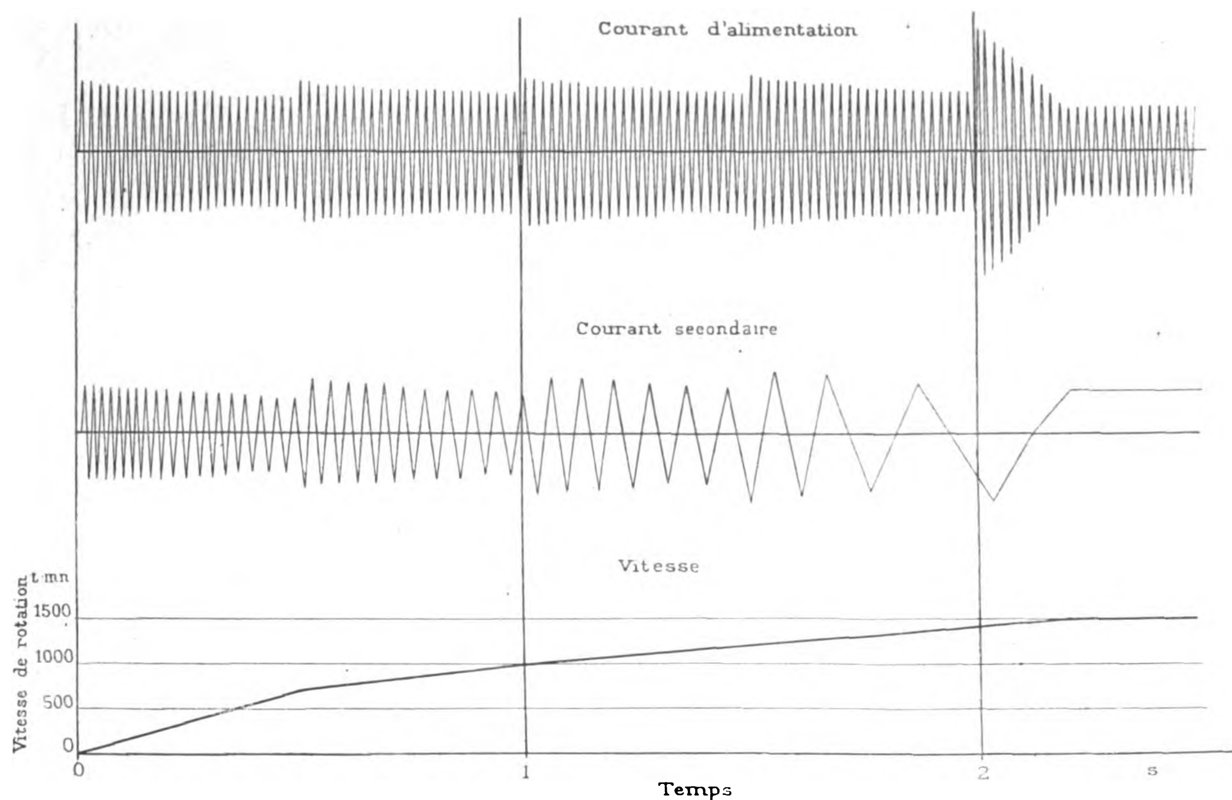


Fig. 3. — Oscillogramme du démarrage d'un moteur asynchrone synchronisé autoexcitateur de 12 ch à 1500 t:mn. entraînant par courroie une génératrice à courant continu, à excitation séparée constante, débitant sur une résistance fixe réglée pour réaliser la charge normale du moteur à la vitesse de synchronisme, c'est-à-dire démarrage sur couple résistant sensiblement proportionnel à la vitesse. Le démarrage se fait avec démarreur intercalant des résistances sur le secondaire pendant la période de démarrage.

l'induit de l'excitatrice sur le circuit qu'il doit alimenter par la suite, ce qui simplifie l'appareil de démarrage. Une fois le démarrage en asynchrone terminé (fig. 6), on passe à la marche synchrone, dans laquelle l'aimantation du moteur est assurée par deux phases seulement de l'enroulement triphasé du stator, alimentées par l'induit de l'excitatrice, la troisième phase étant mise en court-circuit sur elle-même (fig. 7).

Cette disposition est celle qui conduit à la meilleure utilisation du circuit magnétique, en même temps qu'elle assure un amortissement efficace de la machine, qui permet l'accrochage automatique ou le réaccrochage du moteur, sans intervention étrangère après un décrochage provoqué par une surcharge passagère ou une baisse de tension momentanée. On voit, en examinant l'oscillogramme de la figure 3, que, le démarrage dans ces conditions ayant une durée totale de 2,2 secondes, le courant absorbé ne dépasse pas, pendant la majeure partie du démarrage, 1,7 fois le courant normal; on remarque, cependant, un court accroissement du courant, qui atteint 2,5 fois le courant normal pendant un dixième de seconde seulement, lors du passage sur le dernier plot qui correspond à l'élimination des dernières résistances et à la synchronisation du moteur.

Ces observations, faites avec les procédés d'analyse

les plus sensibles et les plus perfectionnés que nous possédions aujourd'hui, montrent donc que les caractéristiques de démarrage des moteurs asynchrones synchronisés sont tout à fait analogues à celles des moteurs asynchrones ordinaires, dont les secteurs acceptent couramment l'installation, leur démarrage

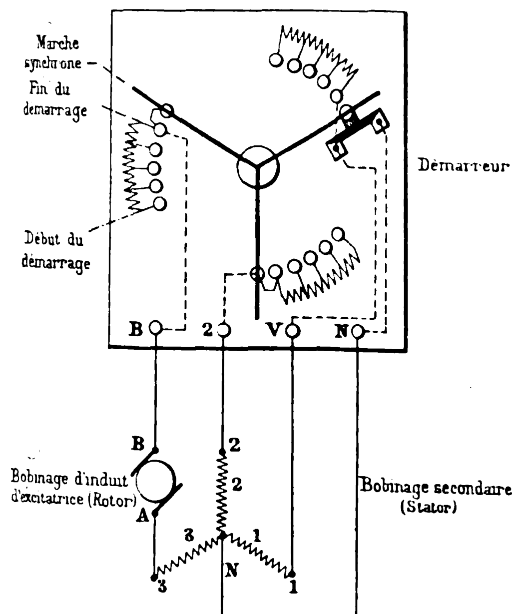


Fig. 4. — **Schéma de montage du démarreur à résistance triphasée.**

n'apportant, ainsi que le montre une expérience journalière, aucune réaction fâcheuse. C'est donc sans aucune hésitation que l'on pourra adopter ce nouveau type de machines.

Démarrage par simple fermeture du circuit d'alimentation. — Les moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs jouissent, en outre, au point de vue du démarrage, de propriétés particulières fort intéressantes sur lesquelles il convient d'insister. Si l'on essaie de mettre en marche un moteur asynchrone à bagues par simple fermeture de l'interrupteur placé sur le courant d'alimentation, en ayant laissé au préalable le démarreur à sa position de marche normale, on constate que ce moteur exige un appel de courant considérable, en même temps qu'il ne possède qu'un couple très faible qui est souvent encore affaibli par la présence de points morts pour diverses positions relatives du stator et du rotor. On sait que, pour avoir des moteurs asynchrones démarrant par simple fermeture d'un interrupteur, il est préférable d'établir spécialement le moteur et, en particulier, son rotor, pour augmenter le couple au démarrage et éviter les points morts. Même dans ces conditions spéciales, on admet qu'un moteur de 12 ch absorbe au démarrage un courant égal à 6,5 fois le courant normal pour fournir un couple égal à 1,2 fois le couple normal.

Si l'on tente la même expérience avec le moteur asynchrone synchronisé de 12 ch que nous avons étudié précédemment, en laissant le démarreur dans la position de marche synchrone et en fermant l'interrupteur du courant d'alimentation, on observe que le démarrage s'effectue dans des conditions bien meilleures que celles du moteur asynchrone à bagues et très comparables, sinon même plus favorables, que celles du moteur asynchrone établi spécialement comme moteur en court-circuit. On constate, en effet, que l'appel de courant ne dépasse pas 4,5 fois le courant normal (au lieu de 6,5) et que le couple atteint au départ 1,9 fois le couple normal (au lieu de 1,2).

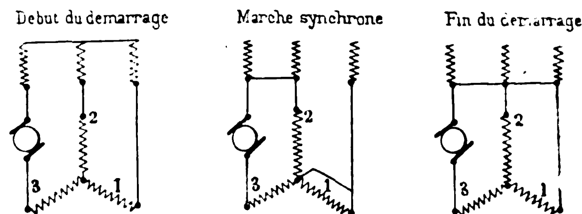


Fig. 5, 6 et 7. — Schéma des connexions réalisées pendant les trois stades du démarrage.

L'oscillogramme de la figure 8 a été relevé sur le même moteur et dans les mêmes conditions que celui de la figure 3, mais il correspond à un démarrage par simple fermeture du circuit d'alimentation ; l'opération est considérablement raccourcie (0,6 s au lieu de 2,2), mais elle exige un appel de courant trois fois plus grand. L'à-coup, produit par le démarrage dans ces conditions, est donc analogue à celui du moteur asynchrone en court-circuit et pourra parfaitement être admis au même titre que ce dernier sur un réseau secondaire d'une puissance totale suffisante. Ces résultats sont d'ailleurs faciles à expliquer quand on remarque que, dans ce mode de fonctionnement, le moteur asynchrone en court-circuit se trouve doublé d'un moteur série monophasé, constitué par l'enroulement continu du rotor et les deux phases de l'enroulement secondaire du stator qui sont fermées sur lui; le couple de ce moteur vient s'ajouter à celui du moteur asynchrone pour le renforcer. On constate, d'ailleurs, que ce mode de fonctionnement entraîne au départ un léger déséquilibre sur l'alimentation en courant triphasé, par suite de la présence de ce circuit secondaire de consommation monophasée, mais ce déséquilibre dure très peu et, dans la pratique, passe inaperçu.

Si, pour contrôler ce qui précède, on effectue le démarrage en court-circuit du même moteur, mais en mettant hors circuit l'induit de l'excitatrice, de façon à ce qu'il démarre comme un moteur asynchrone ordinaire « pur », on constate que le courant de démarrage monte à 5,5 fois le courant normal, tandis que le couple tombe à 1,3 fois le couple normal [1].

[1] Cette particularité de fonctionnement des moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs dépend d'ailleurs de la position qu'occupent, dans l'encoche, l'enroulement à courant continu et, sur le collecteur, les balais. Dans le

Conclusions. — La présence de l'enroulement générateur de courant continu modifie donc complètement les caractéristiques de cette machine très complexe, dans le fonctionnement de laquelle on retrouve

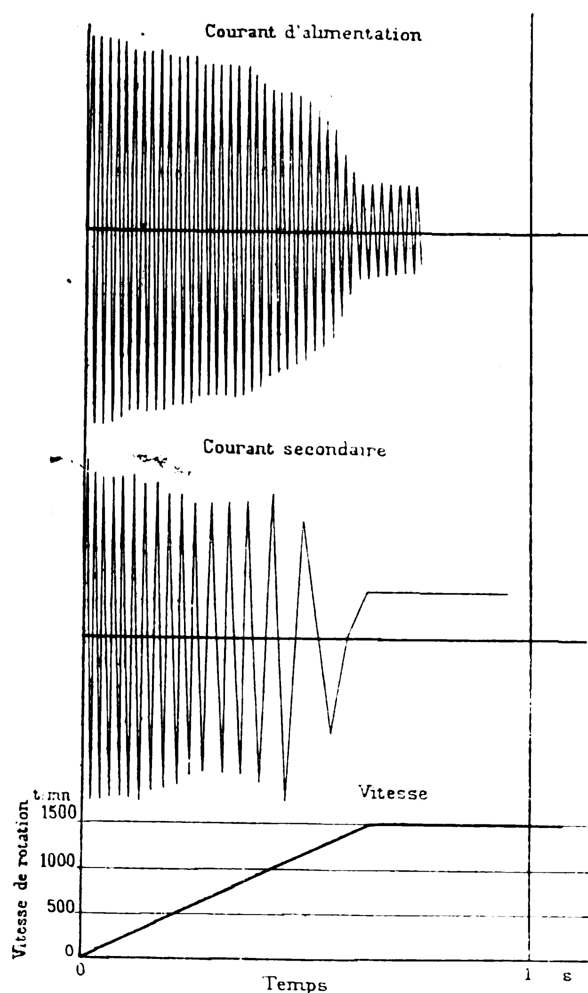


Fig. 8. — Oscillogramme relevé dans les mêmes conditions que celui de la figure 3, mais sans démarreur.

tout à tour, suivant les besoins, un moteur asynchrone triphasé, un moteur synchrone triphasé, une génératrice à courant continu, un moteur monophasé à collecteur. Il serait cependant profondément injuste de lui témoigner quelque méfiance en vertu de la vieille formule : « Il sait beaucoup de métiers, mais il les fait tous mal ». Le moteur asynchrone synchronisé autoexcitateur possède toutes les qualités nécessaires pour réaliser, dans les limites assez restreintes, il est vrai, où sa construction est possible, le meilleur moteur triphasé et, loin de forcer ses talents, il n'applique chacun d'eux qu'au bon moment.

moteur étudié, les conditions étaient particulièrement favorables à mettre en évidence ces propriétés qui, tout en subsistant toujours, peuvent être moins accentuées avec d'autres dispositions de l'enroulement ou un calage différent des balais.

L'étude de ces machines conduit à une autre conclusion : Chaque fois que l'on veut obtenir la meilleure utilisation de l'énergie électrique pour sa transformation en énergie mécanique, on est obligé de recourir à l'emploi d'un collecteur, soit comme organe de la machine principale, soit comme organe accessoire. Après avoir proclamé la déchéance du collecteur et accordé, pendant près de vingt ans, toutes les préférences au moteur asynchrone, parce qu'il n'avait pas de collecteur, il faut reconnaître que l'on ne peut se passer de ce précieux organe et poursuivre l'étude des phénomènes de commutation, qui resteront toujours au premier plan des préoccupations des ingénieurs électriciens.

En résumé, les moteurs asynchrones synchronisés autoexcitateurs, quoique plus robustes mécaniquement, en raison des dimensions de leur entrefer, ne consomment pas d'énergie réactive dans une zone très large de fonctionnement, même sous les tensions d'alimentation présentant de grosses variations. Grâce à cela, ils permettent une meilleure utilisation des matières premières nécessaires à leur construction et ont, par suite, à puissance égale, en même temps qu'un rendement légèrement supérieur, un encombrement et un poids plus faibles. Ils présentent, d'ailleurs, toutes les commodités de démarrage que l'on apprécie dans les moteurs asynchrones à rotor bobiné, et l'on peut même faire l'économie du démarreur, lorsqu'on les emploie sur un secteur secondaire indépendant, d'une puissance totale assez élevée, pour que le démarrage par simple fermeture d'un interrupteur puisse être admis. Enfin, la pureté de leur courbe de tension propre est une garantie que leur installation n'aura pas de répercussion fâcheuse sur la sécurité générale des réseaux de distribution d'électricité.

Leur emploi s'impose donc dans tous les cas où le moteur ne fonctionne pas presque uniquement en période de démarrage, comme cela peut avoir lieu pour la commande d'appareils de manutention et il faut espérer que les constructeurs français ne se laisseront pas devancer dans cette voie par leurs concurrents étrangers.

J. Le Monnier.

Graphique pour les calculs électriques en courant continu

Utilisant des propriétés très simples des triangles semblables et des droites logarithmiques, l'auteur a établi un abaque qui permet de trouver rapidement l'une des caractéristiques, intensité, tension, résistance (ou puissance), d'un circuit à courant continu lorsqu'on connait les deux autres. Son principal intérêt est de s'appliquer particulièrement bien à la détermination des résistances de démarrage. En raison de la simplicité de la méthode, l'auteur se borne, dans l'article ci-dessous, à donner plusieurs applications numériques pour montrer la façon dont on doit utiliser cet abaque dans les différents cas.

Ce graphique comporte quatre familles de droites issues de quatre verticales logarithmiques : les droites des intensités (verticales), issues de l'échelle inférieure graduée en ampères ; les droites de puissances (à 135°), issues de la même échelle inférieure, mais avec une graduation en watts différant seulement de la graduation en ampères par un coefficient 10^n ; les droites des différences de potentiel (horizontales), issues des échelles de droite et de gauche, graduées en volts ; les droites des résistances (à 45°), issues de l'échelle supérieure graduée en ohms.

Les quelques explications suivantes indiquent, dans chaque cas particulier, la manière de se servir du graphique reproduit en figure 1.

I. Loi d'Ohm. — *Premier cas.* — Calcul de R. — Exemple : $E = 220$ v, $I = 5$ A.

Au point A (fig. 2), correspondant à 5 A, on suit la droite AX que nous appellerons droite des intensités ;

Au point B, correspondant à 220 v, on suit la droite BY désignée par droite des différences de potentiel ;

A leur intersection, en C, passe une droite DZ, la droite des résistances qui coupe l'échelle des ohms en D, à la graduation 4,4. La réponse est donc $R = 4,4$ ohms.

Deuxième cas. — Calcul de I. — Même exemple : $E = 220$ v, $R = 4,4$ ohms.

Au point B, correspondant à 220 v, on suit la droite BY ;

Au point D, correspondant à 4,4 ohms, on suit la droite DZ ;

A leur intersection, en C, passe une droite AX qui coupe l'échelle des ampères en A, où on lit 5 A.

Troisième cas. — Calcul de E. — Même exemple : $I = 5$ A, $R = 4,4$ ohms.

Au point A, correspondant à 5 A, on suit la droite AX ;

Au point D, correspondant à 4,4 ohms, on suit la droite DZ ;

A leur intersection, en C, passe une droite BY qui coupe l'échelle des volts, au point marqué 220 v.

Nota. — Il peut arriver que l'une des droites ne soit pas figurée sur le graphique ; dans ce cas, il suffit de mener, par le point considéré, une parallèle à la droite la plus voisine.

Il ne faut pas oublier, d'autre part, de faire correspondre les échelles (voir le tableau de corrélation).

II. Application au calcul des résistances de démarrage. — *Premier exemple.* — On veut déterminer les résistances de démarrage qu'il faut mettre en série avec un moteur à 440 v pour qu'il démarre normalement entre des intensités de 20 A et 36 A. La résistance de l'induit est de 0,65 ohm.

Pour obtenir, au début du démarrage, le couple maximum compatible avec les intensités limites données, nous admettrons l'intensité maximum de 36 A. Comme échelle de la figure 3 nous prendrons : volts de 100 à 1 300 ; ampères de 1 à 50 ; les ohms seront donc compris entre 20 et 1 000 (voir tableau de corrélation des échelles). Les verticales en A et A' représentent les droites d'intensité (20 et 36 A donnés) ; l'horizontale en B représente la droite des différences de potentiel (440 v) et l'intersection C des droites BC et A'C nous donne la position du point de fonctionnement au début du démarrage. La résistance totale à ce point est donnée par la droite des ohms CD = 12,2 ohms qui passe par le point d'intersection.

Le moteur se mettant en route, le point de fonctionnement va glisser sur la droite CD jusqu'au point D correspondant à l'intensité minimum 20 A. La tension de l'ensemble tombe jusqu'à 244 v et la force contre-électromotrice est 440 — 244 = 196 v. Pour continuer le démarrage, il faut passer de D (20 A, 12,2 ohms) en E (36 A, 6,7 ohms), c'est-à-dire à 244 v sur la résistance suivante correspondant au courant maximum 36 A. Le point de fonctionnement continue à se déplacer jusqu'à ce que la chute de tension initiale soit descendue à 133 v, ce qui correspond à une force contre-électromotrice de 440 — 133 = 307 v.

A partir du point G qui se trouve sur la droite de 3,7 ohms, il est nécessaire de faire un changement d'échelle, ne pouvant pas en effet descendre au-dessous de 100 v.

Nous prendrons donc comme nouvelle échelle : volts, de 10 à 130 ; ampères, même échelle ; ohms, de 2 à 100, ce qui revient à translater la droite des ohms GH = 3,7 ohms en haut du graphique (hors du cadre) ; puis, les calculs se poursuivent comme précédemment de G en H, de H en I, de I en J, de J en K, de K en L.

Nous remarquons que L est sur la droite des différences de potentiel 22,88 qui coupe la droite de résistance d'induit (0,65 ohm) en M (point de mise hors circuit des résistances de démarrage), avant d'arriver à

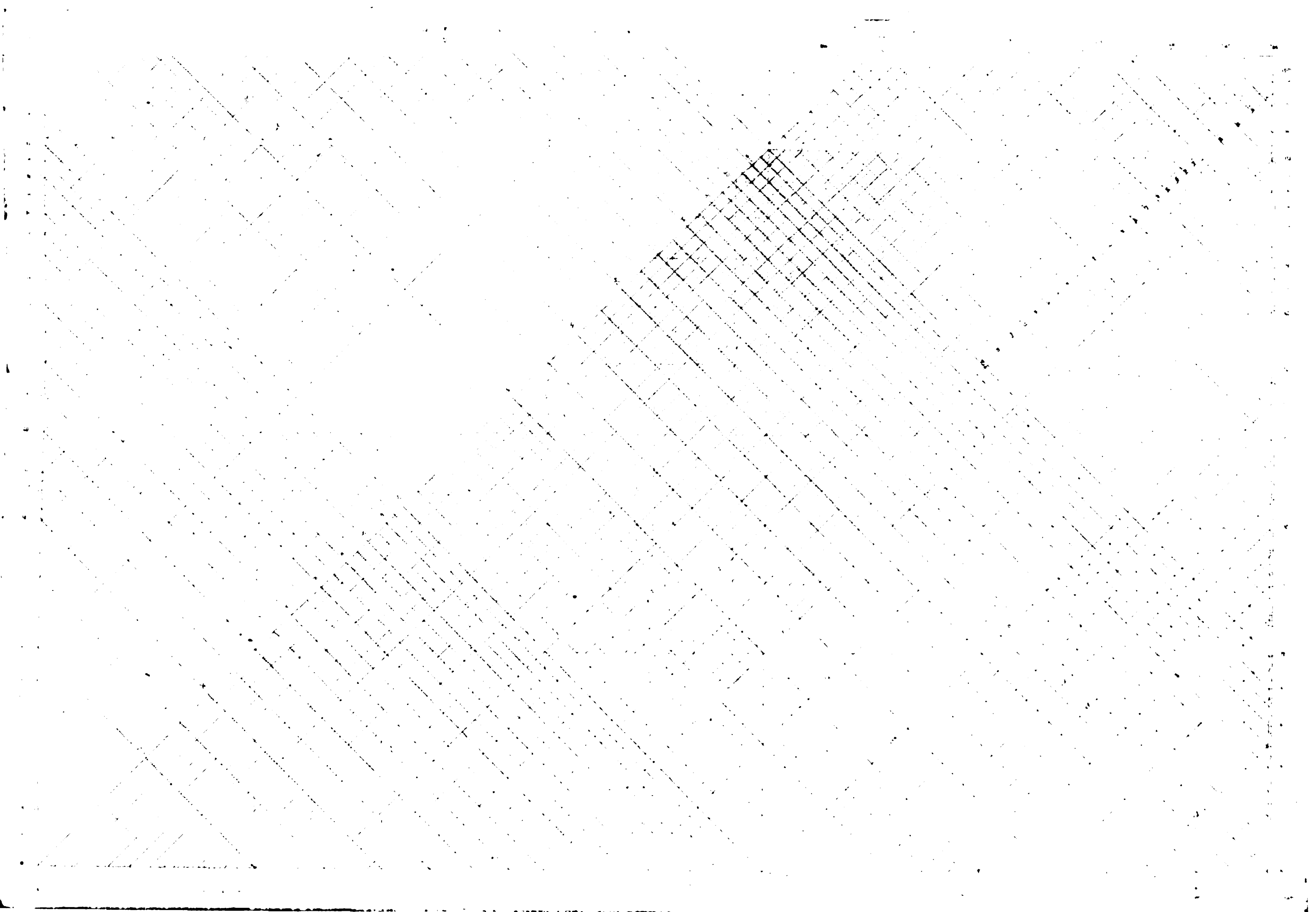


Fig. 1. — Reproduction photographique de l'abaque original. (Dimensions 95 cm × 75 cm, en vente aux bureaux de la Revue).

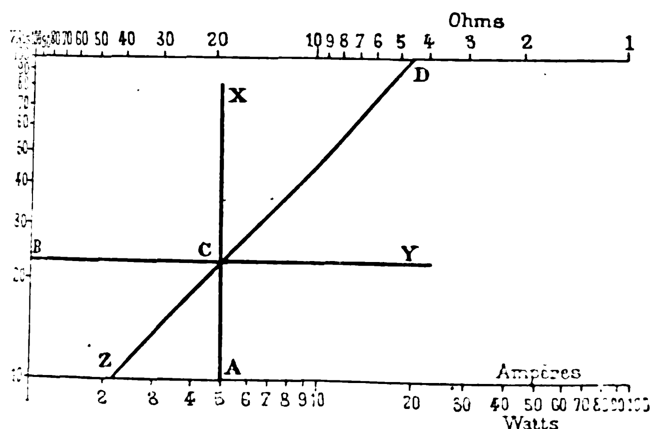


Fig. 2.

l'intensité de maximum 36 A ; ceci ne présente pas d'inconvénient, L étant compris entre les droites d'intensité 20 et 36 A. Les résistances totales correspondant successivement à chaque plot sont donc, en ohms, 12,2 — 6,7 — 3,7 — 2,06 — 2,14 et 0,65.

La valeur de chaque résistance R_1, R_2, R_3, sera donc, en ohms

$$R_5 = 1,14 - 0,65 = 0,49,$$

$$R_4 = 1,07 - 1,14 = 0,92,$$

$$R_3 = 3,7 - 2,06 = 1,64,$$

$$R_2 = 6,7 - 3,7 = 3,00,$$

$$R_1 = 12,2 - 6,7 = 5,5.$$

Deuxième exemple. — On veut déterminer les résistances de démarrage qu'il faut mettre en série avec un moteur à 440 V pour qu'il démarre avec quatre plots seulement, l'intensité maximum admise ne devant pas dépasser 36 A.

Dans ce cas, il faut se fixer à priori une intensité minimum et déterminer les résistances comme précédemment. Si on n'arrive pas au nombre voulu de résistances (trois), on devra augmenter ou diminuer cette intensité minimum pour obtenir, par tâtonnement, les quatre plots exigés et, par suite, les trois résistances de démarrage.

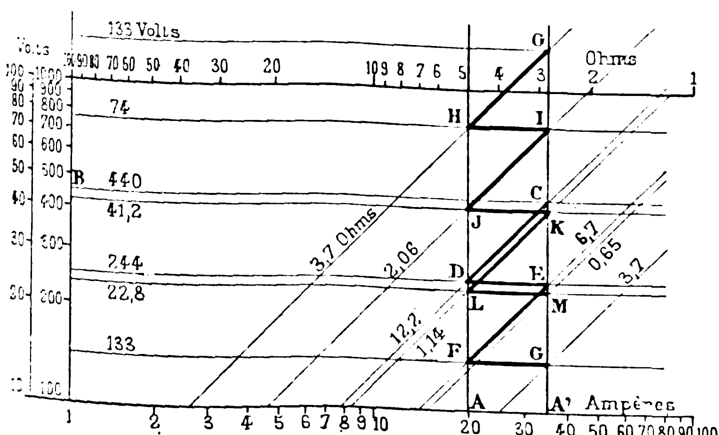


Fig. 3.

III. Application au calcul des pertes par effet Joule. — Soit à calculer les pertes par effet Joule $W = RI^2$. Nous envisagerons les trois cas suivants :

Premier cas. — R et I sont connus. Soit R la résistance donnée en ohms correspondant, sur l'échelle au point D, et I, l'intensité donnée correspondant au point A (fig. 2 et 4).

Par l'intersection C des droites DZ et AX doit passer une droite CP perpendiculaire à DZ dont l'intersection en P avec l'échelle des watts donne OP = W.

W est la puissance cherchée.

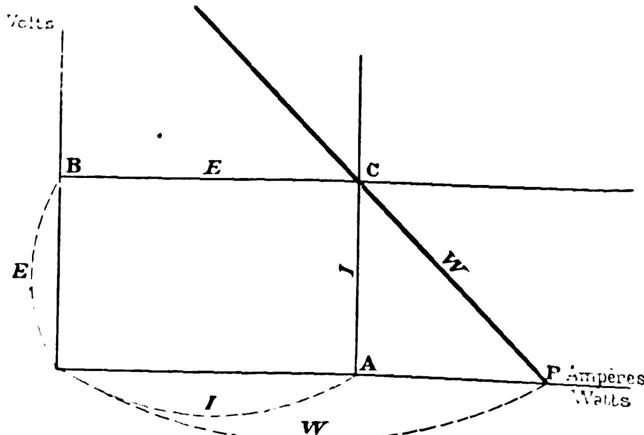


Fig. 4.

Deuxième cas. — W et I sont connus. Il suffit de faire passer par le point C, intersection des droites PC et AX, une droite DZ qui donnera en D la valeur R cherchée.

Troisième cas. — W et R sont connus. Il suffit de faire passer par le point C, intersection des droites DZ = R et PC = W, la verticale AX qui nous donnera en A la valeur OA = I, intensité cherchée

IV. Application au calcul de la puissance. — Pour le calcul de la puissance $W = EI$ nous envisageons les trois cas suivants (fig. 5) :

Premier cas. — E et I sont connus. Par le point C, intersection des droites BC et AC, on mène CP qui nous donne en P la valeur de W cherchée.

Deuxième cas. — E et W sont connus. Par le point C, intersection des droi-

tes BC et PC, on abaisse la verticale CA qui nous donne en A la valeur de I cherchée.

Troisième cas. — I et W sont connus. — Par le

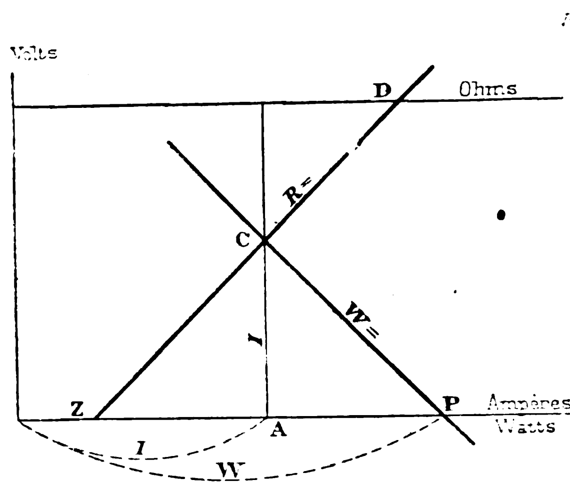


Fig. 5.

point C, intersection des droites AC et PC, on mène une horizontale BC qui nous donne en B la valeur E cherchée.

Nota. — Le graphique permet de se rendre compte, entre autre chose, par simple lecture, des conséquences ou des causes d'un démarrage défectueux.

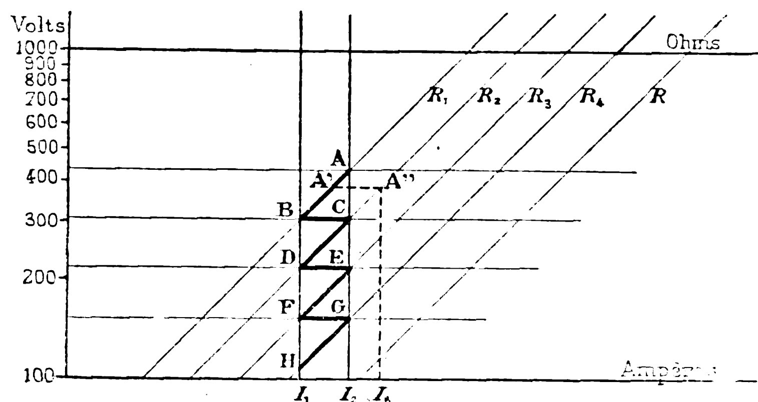


Fig. 6.

1° Démarrage trop rapide ne donnant pas au moteur le temps de prendre sa vitesse.

Soit un moteur à 440 v à mettre en route. La figure 6 reproduit, en gros traits, le graphique de démarrage normal passant par A, B, C, D, E, F, G, H. Supposons qu'à l'instant où le point de fonctionnement A est arrivé en A' on passe brusquement à la résistance suivante R_2 : le point de fonctionnement passera en A'' sur la droite de résistance R_2, mais le courant correspondant I_6 sera bien supérieur au maximum imposé. Il y aura un couple instantané très élevé se traduisant, sur le moteur, par un mugissement (bruit caractéristique d'un léger emballement) et un fort à-coup dans la transmission du mouvement, ce qui est très préjudiciable à l'installation.

Fig. 7.

2° Si la résistance de l'induit (dans le cas des moteurs série et compound, résistance de l'induit et de l'inducteur) n'est pas compatible avec les intensités maximum et minimum imposées, on peut avoir le même phénomène que précédemment.

Admettons que, pour un moteur à 440 v à mettre en route, les intensités limites soient I_1 et I_2, le graphique de démarrage sera celui indiqué en gros traits sur la figure 7 ; mais, si la résistance R_2 est très faible, la droite de la résistance R_2 peut ne pas couper les droites des intensités I_1 et I_2.

A la suite d'un démarrage normal, lorsque le point de fonctionnement sera arrivé en F, il sautera en G' sur la droite de résistance d'induit R_i correspondant alors à une intensité I_3 très élevée ; il y aura donc un couple très élevé, emballement instantané et danger de détérioration du moteur.

J. Mesnier.
Ingénieur E. B. P. et I. E. G., chef du Service électrique aux Ateliers et Chantiers de la Loire (Nantes).

Tolérances pour les mesures à admettre dans la fourniture des machines électriques, pénalités et primes

Le règlement ci-dessous a été arrêté par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 5 décembre 1923 sur étude de la 4e Commission de l'Union.

Les tolérances accordées pour erreurs et incertitudes des mesures sont indiquées dans le tableau ci-après.

TABLEAU DES TOLÉRANCES.

GRANDEUR SUR LAQUELLE PORTE LA GARANTIE	RAPPORT DE LA VALEUR DÉDUITE DES MESURES A LA VALEUR GARANTIE	
	valeur limite du rapport n'entraînant pas l'application de pénalités	valeur du rapport pouvant entraîner le refus
Rendement (la garantie porte sur la somme des pertes dont la mesure est faite par la méthode des pertes séparées) (1)....... Voir Annexe no 1.	1,10	1,25
Générateurs de courant continu *Variation de tension :*		
1. Machines à excitation indépendante ou en dérivation.	1,20	1,40
2. Machines à excitation composée; Jusqu'à 1 pour 100 de la variation de tension	1,40	2,00
Au-dessus de 1 pour 100 de la variation de tension	1,20	1,50
Moteurs à courant continu. *Vitesse de rotation.*		
1. Excitation en dérivation : Puissance à 1 000 tours par minute :		
a) Inférieure ou égale à 3 kilowatts...................		0,9 ou 1,1
b) De plus de 3 kilowatts jusqu'à 20 kilowatts inclus.		0,925 ou 1,075
c) Supérieure à 20 kilowatts..		0,95 ou 1,05
2. Excitation en série : Puissance à 1 000 tours par minute :		
a) Inférieure ou égale à 3 kilowatts...................		0,85 ou 1,15
b) De plus de 3 kilowatts jusqu'à 20 kilowatts inclus.		0,9 ou 1,1
c) Supérieure à 20 kilowatts..		0,925 ou 1,075
Alternateurs. Courant maximum de court-circuit symétrique instantané...	1,40	2,00 (2)
Transformateurs.		
1. Puissance réactive (Consommation de).............. Voir Annexe no 2.	1,10	1,25
2. Variation de tension.........	1,20	1,50
Moteurs asynchrones à champ tournant.		
1. Puissance réactive (Consommation de)............	1,10	1,25
2. Pourcentage du glissement ..	1,20	1,50
3. Courant de démarrage pour les moteurs à rotor en court-circuit....................	1,20	1,40

(1) La méthode de mesure directe étant souvent inapplicable ou inopportune, des conventions spéciales devront intervenir lorsque l'acheteur exigera l'emploi de cette méthode.

(2) Ces valeurs élevées s'expliquent par la difficulté de mesurer le courant de court-circuit.

ANNEXE I. — *Tableau des valeurs limites des rendements auxquelles conduit l'application du tableau des tolérances.*

RENDEMENT GARANTI en pour 100	LIMITES DE RÉCEPTION sans pénalités rendement en pour 100	LIMITE DE REFUS rendement en pour 100
99	98,90	98,75
98	97,80	97,51
97	96,71	96,27
96	95,61	95,05
95	94,52	93,82
94	93,43	92,61
93	92,35	91,40
92	91,26	90,20
91	90,18	89,00
90	89,10	87,80
89	88,03	85,61
88	86,95	86,43
87	85,88	84,26
86	84,81	83,09
85	83,74	81,92
84	82,67	80,76
83	81,61	79,61
82	80,55	78,46
81	79,48	77,32
80	78,43	76,19
79	77,37	75,05
78	76,32	73,93
77	75,25	72,80
76	74,21	71,69
75	73,17	70,58
74	72,12	69,48
73	71,08	68,38
72	70,03	67,29
71	69	66,20
70	67,96	65,11

ANNEXE II. — *Tableau des valeurs limites des facteurs de puissance auxquelles conduit l'application du tableau de tolérances.*

FACTEUR DE PUISSANCE garanti $\cos \varphi =$	LIMITES DE RÉCEPTION sans pénalités $\cos \varphi =$	LIMITES DE REFUS $\cos \varphi =$
0,95	0,940	0,925
0,94	0,925	0,912
0,93	0,915	0,894
0,92	0,907	0,884
0,91	0,895	0,870
0,90	0,880	0,858
0,88	0,860	0,830
0,86	0,837	0,805
0,84	0,815	0,778
0,82	0,794	0,754
0,80	0,772	0,730
0,78	0,750	0,708
0,76	0,727	0,682
0,74	0,708	0,660
0,72	0,685	0,640
0,70	0,665	0,617

Pour chaque cas, deux limites sont indiquées :

1° Une limite à partir de laquelle les différences entre les valeurs garanties et les valeurs obtenues peuvent entraîner l'application de pénalités ou de primes;

2° Une limite à partir de laquelle il y a lieu de considérer le matériel comme ne répondant pas aux spécifications du marché et comme pouvant être refusé par l'acheteur.

Les garanties offertes par le vendeur peuvent porter aussi bien sur des grandeurs dont les valeurs ne sont pas fixées dans les Règles (comme les rendements, par exemple) que sur des grandeurs dont les valeurs figurent dans les Règles (comme les températures, les facteurs de puissance, les courants à vide, etc.) et, dans ce cas, il se peut que le vendeur ait offert une garantie meilleure que celle correspondant au minimum imposé par les Règles.

Lorsque les Règles fixent la valeur de la grandeur considérée, le résultat des mesures peut être inférieur ou supérieur à la valeur indiquée dans les Règles : dans le premier cas, la valeur indiquée dans les Règles est la limite pouvant entraîner le refus du matériel ; dans le second cas, les tolérances indiquées dans le tableau joueront.

Par exemple, si, pour un facteur de puissance, le vendeur a garanti la valeur 0,84, la limite d'acceptation sans pénalité, calculée d'après le tableau, est 0,815, et la limite de refus est 0,778.

Si, d'après les Règles, la valeur minimum du facteur de puissance doit être 0,82, les deux limites ci-dessus 0,815 et 0,778) seront toutes deux ramenées à 0,82.

Si, d'après les Règles, la valeur minimum est 0,80, la limite d'acceptation sans pénalité sera 0,815 et la limite de refus sera 0,80.

Si, d'après les Règles, la valeur minimum est 0,75, les deux limites resteront 0,815 et 0,778.

Essais sur le matériel courant construit en série. — Sauf stipulations contraires, pour le matériel courant construit en série les essais complets pour la vérification de toutes les garanties seront effectués sur un petit nombre des appareils de la série fabriquée.

Ces essais complets seront considérés comme valables pour s'assurer que les garanties sont tenues pour le matériel du type essayé.

Des essais réduits auront lieu sur le matériel à livrer.

L'acheteur, sur sa demande, aura communication des rapports des essais complets et des rapports des essais réduits sur le matériel qui doit lui être fourni.

Si l'acheteur exige des essais complémentaires, les frais occasionnés par ces essais seront à sa charge, sauf conventions contraires.

Revues, analyses et informations

La mise à la terre du neutre par une inductance [1].

Dans les systèmes à neutre isolé, l'amorçage d'un arc entre un conducteur et la terre produit des tensions anormales et les relais fonctionnent mal lors des courts-circuits que ces tensions entraînent. La mise à la terre du neutre assure un fonctionnement positif des relais et élimine les surtensions. Aux Etats-Unis, les systèmes dont le neutre est mis à la terre soit directement, soit par l'intermédiaire d'une résistance faible, sont en majorité et leur fonctionnement a été très satisfaisant.

Toutefois, dans certains cas, la mise à la terre du neutre n'est pas désirable. Par exemple, quand les appareils ne peuvent pas supporter les courts-circuits ou lorsque, dans le cas d'un seul circuit, on ne peut tolérer l'interruption fréquente de ce circuit. Pour de tels systèmes on a proposé différents procédés ayant pour but d'éliminer les arcs dangereux entre conducteur et terre, entre autres, la bobine d'inductance de Petersen pour la mise à la terre.

Cet appareil n'a été que très peu employé aux Etats-Unis, mais l'Alabama Power C° en a installé un depuis 1921 et l'article a pour but de décrire son installation et les essais effectués.

Supposons que, dans un système triphasé dont la figure 1 représente les enroulements à haute tension en étoile du transformateur élévateur, il s'amorce un arc entre la phase 3 et la terre. Des courants de charge circuleront à travers les capacités C_1 et C_2 des phases 1 et 2 à la terre, passeront par l'arc au conducteur 3 et, par le transformateur, reviendront aux conducteurs 1 et 2. La capacité C_3 est court-circuitée par l'arc. Il y a aussi des courants de charge qui passent des conducteurs 1 et 2 directement au conducteur 3, mais on n'en tiendra pas compte car ils restent hors du circuit de l'arc.

Désignons par E la force électromotrice E_{12}, dont nous

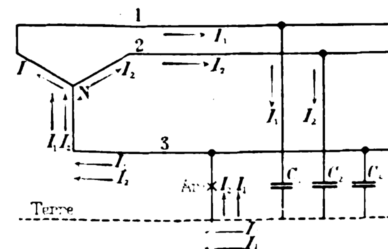


Fig. 1. — Système triphasé. La figure montre le sens des courants quand un arc s'amorce entre la phase 3 et la terre.

prendrons la direction pour axe de référence. Les tensions E_{13} et E_{23} sont alors exprimées vectoriellement par

$$E_{13} = -\frac{E}{2} - j\frac{E}{2}\sqrt{3},$$

$$E_{23} = -\frac{E}{2} + j\frac{E}{2}\sqrt{3},$$

et les courants I_1 et I_2 par

$$I_1 = +jE_{13}\omega C_1,$$

$$I_2 = - \quad E_{23}\omega C_2.$$

[1] W.-W. Lewis. *Journal of the american Institute of electric Engineers*, mai 1923, t. XLII, p. 467-484, 10 000 mots, 50 fig.

Soit

$$C_1 = C_2 = C_G.$$

On a

$$I_1 + I_2 = j\omega C_G (E_{13} - E_{23})$$
$$= \omega C_G E\sqrt{3}$$
$$= 3\omega C_G e,$$

où e est la tension simple.

Le courant passant par l'arc est donc égal à $\sqrt{3}$ fois le courant de charge de l'un des deux conducteurs isolés quand le troisième est à la terre, ou encore à trois fois le courant de charge de l'un des conducteurs quand aucun de ceux-ci n'est mis à la terre.

Si l'on intercale une inductance entre le point neutre et la terre (fig. 2), un courant I_L circulera dans l'arc et dans la

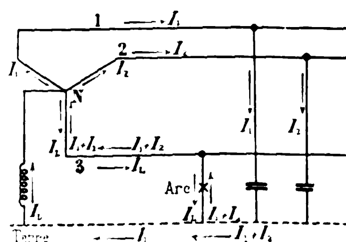


Fig. 2. — Système triphasé avec inductance entre le neutre et la terre. La figure montre le sens des courants quand un arc s'amorce entre la phase 3 et la terre.

bobine et si celle-ci est réglée de manière que I_L soit numériquement égal à $I_1 + I_2$, le courant résultant à travers l'arc sera nul. Pour que ceci soit réalisé, il faut avoir

$$\frac{e}{\omega L} = 3\omega C_G e$$

d'où

$$L = \frac{1}{3\omega^2 C_G}.$$

En réalité, il y a une composante active du courant, due aux pertes dans l'inductance et dans la ligne, qui ne peut pas

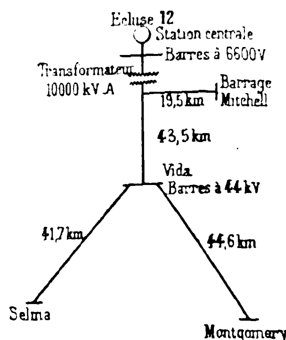


Fig. 3. — Diagramme du système sur lequel les essais de l'inductance de mise à la terre ont été effectués.

être compensée et un courant résiduel subsiste dans l'arc.

La capacité par rapport au sol des conducteurs non mis à la terre est environ les 0,75 de la capacité normale d'un conducteur par rapport au conducteur neutre pour un système

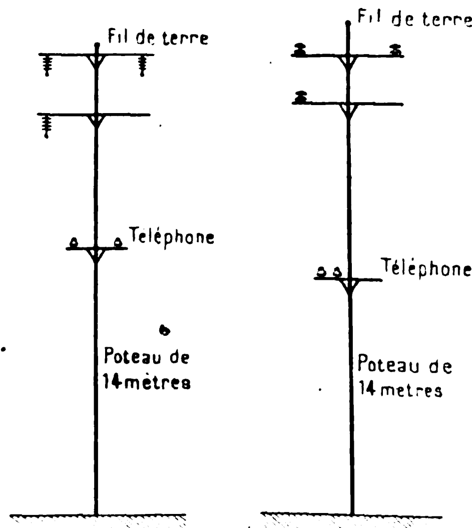


Fig. 4 *a*. — Disposition des conducteurs sur la section Ecluse 12. Vida-Selma. — Fig. 4 *b*. Disposition des conducteurs sur la section Vida-Montgomery.

triphasé. On calculera le courant normal de charge de la ligne et on le multipliera par 1,5 pour avoir le courant de terre dans le cas du contact avec le sol d'un conducteur. La

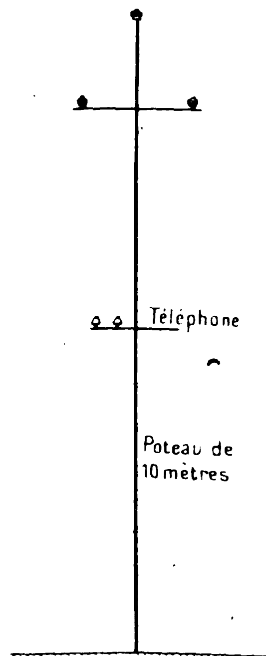


Fig. 4 *c*. — Disposition des conducteurs sur la section Ecluse 12. Barrage Mitchell, sans fil de terre.

résistance ohmique de la bobine est donc donnée par la relation $X = \frac{e}{1,5 I_n}$, où I_n est le courant de charge normal de la ligne.

L'INSTALLATION DE LA ALABAMA POWER C°. — On a choisi pour l'installation d'essai de la réactance de mise à la terre la ligne à 44 000 v, 60 p : s de la Alabama Power C°, qui s'étend de la station centrale de l'Ecluse 12 à Montgomery et Selma. C'est une section importante, mais isolée du réseau de cette compagnie. La ligne est soumise à des perturbations fréquentes et avait donné lieu à de nombreuses interruptions de service. La figure 3 représente un diagramme simplifié de la ligne et les figures 4 a, 4 b et 4 c, la disposition des conducteurs sur les sections Ecluse 12 — Vida-Selma, Vida-Montgomery, et Ecluse 12 — Barrage Mitchell.

Le tableau I suivant donne les caractéristiques des différentes sections.

TABLEAU I.

SECTION	CONDUCTEUR	ESPACEMENT DES CONDUCTEURS en mètres	LONGUEUR en kilomètres	CAPACITÉ CALCULÉE PAR RAPPORT AU NEUTRE en microfarads
1. Ecluse 12 — Vida	Aluminium à âme d'acier	1,5 — 1,1 — 1,9	43,5	0,476
2. Vida-Selma	Cuivre	1,5 — 1,1 — 1,9	41,7	0,375
3. Vida-Montgomery	Aluminium à âme d'acier	2,1 — 1,4 — 2,5	44,6	0,434
4. Ecluse 12 — Barrage Mitchell	Aluminium	1,1 — 1,1 — 1,5	19,5	0,184

Le courant de charge normal à 60 p : s et 46 000 v est, pour toute la ligne, de 14,7 A et, pour les sections 1, 2 et 4, de 10,30 A. En prévision des extensions futures et aussi pour pouvoir compenser des erreurs possibles dans le calcul du courant de terre avec un conducteur mis au sol, on a muni l'inductance de 17 prises supplémentaires permettant de réaliser, par étages de 5 pour 100, des réactances de 811 à 2 015 ohms. Le tableau II donne pour toutes les prises les valeurs trouvées expérimentalement du courant pour ces réactances.

TABLEAU II.

PRISE	RÉACTANCE ωL en ohms	COURANT sous 46 000 v en ampères
1	2 015	13,2
2	1 915	13,9
3	1 825	14,5
4	1 735	15,3
5	1 630	16,3
6	1 567	16,9
7	1 492	17,8
8	1 410	18,8
9	1 357	19,6
10	1 276	20,8
11	1 207	22,0
12	1 140	23,3
13	1 088	24,4
14	982	27,0
15	929	28,6
16	870	30,5
17	811	32,7

L'inductance ne comporte pas de noyau. Elle est à bain d'huile et à refroidissement par eau et est calculée pour une puissance continue de 795 kv-A et 55°C d'élévation de température. Pour supprimer les pertes par courants de Foucault dans la cuve d'acier, le serpentin de refroidissement forme enroulement en court-circuit. La figure 5 représente l'aspect extérieur de l'inductance et la figure 6, l'aspect intérieur d'une inductance similaire.

Il peut se produire occasionnellement une mise à la terre franche d'un des conducteurs (fil de terre en contact avec un conducteur tombé sur le sol, isolateur percé). Dans ces cas, l'inductance neutralisera le courant au défaut mais sera parcourue par un courant de terre important et les tensions seront déséquilibrées. Il est alors désirable de pouvoir isoler du système la section sur laquelle se trouve le défaut : cela est effectué de la manière suivante :

On dispose, en série avec l'inductance, un transformateur d'intensité dont le secondaire est relié à un relais temporisé,

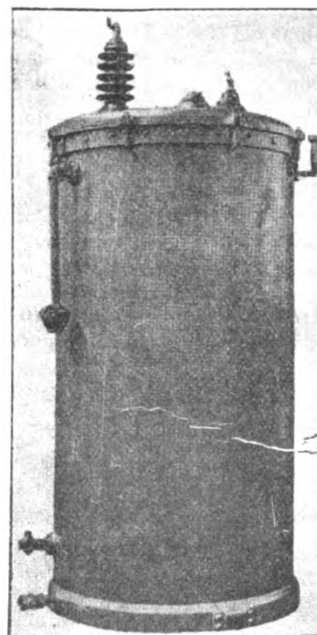


Fig. 5. — Vue extérieure de l'inductance de mise à la terre.

réglé de manière que le passage du courant minimum à travers la réactance commande, au bout d'un certain temps, l'enclenchement d'un interrupteur à huile qui court-circuite la réactance. Le système possède alors un neutre mis franchement à la terre et le courant de court-circuit circule de

l'usine génératrice au défaut. Les relais de protection fonctionnent comme pour un court-circuit ordinaire et la section défectueuse est éliminée. Un ampèremètre enregistreur indique le moment du passage du courant dans la réactance et une sonnette d'alarme avertit l'opérateur que l'interrupteur

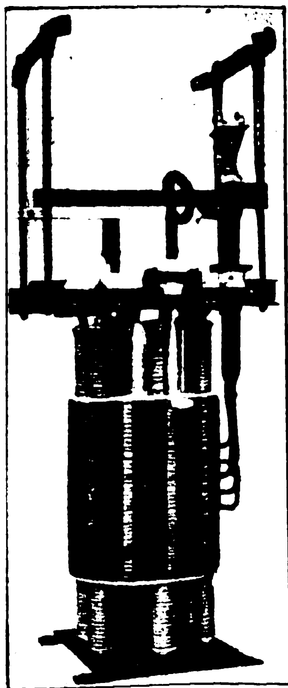


Fig. 6. — Vue intérieure de l'inductance de mise à la terre.

est fermé. La figure 7 représente le schéma de montage de l'installation.

L'auteur décrit longuement les nombreux essais effectués

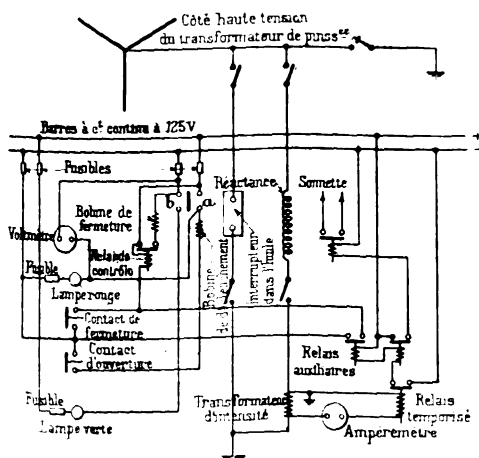


Fig. 7. — Schéma des connexions de l'inductance et des appareils auxiliaires.

sur cette ligne. On a réalisé des amorçages d'arc sur les isolateurs en les court-circuitant par un fil fin. La fusion de ce fil entraînait l'amorçage de l'arc qui était en général rapidement éteint. On a également réalisé des mises à la terre franches et des courts-circuits entre phases. Il semble qu'une assez large tolérance est permise dans le réglage de la réactance. Il y a possibilité de surtension à l'extinction de l'arc s'il existe une différence entre la fréquence de résonance et la fréquence d'alimentation. L'auteur pense que l'emploi de cet appareil est limité aux tensions relativement basses et aux lignes courtes. Sur le système essayé, il y avait, en régime normal, passage d'un certain courant à la terre, avec neutre directement à la terre, par suite d'un déséquilibre dans les capacités de la ligne. La mise en circuit de la réactance a eu pour effet d'augmenter considérablement ce courant mais a aussi éliminé totalement les cinquième et septième harmoniques qui y figuraient. — F. K.

BIBLIOGRAPHIE. — 1. Limitation du courant de terre et suppression des arcs amorcés aux défauts par la bobine de mise à la terre; W. PETERSEN. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 2 et 9 janvier 1919, t. XL, p. 5-7, 17-19.

2. Protection contre les terres accidentelles et les surtensions qui en résultent; R. BAUCH. *Elektrotechnische Zeitschrift*. 2 et 9 juin 1921, t. XLII, p. 588-591, 616-622. Discussion sur l'emploi de transformateurs de mise à la terre.

3. La bobine de terre de Petersen. R.-N. CONWELL et R.-D. EVANS. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, février 1922, t. XLI, p. 140-148. Discussion des résultats d'essais effectués. *R.G.E.*, 1922, t. XII, p. 187.

4. *R.G.E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 369.

Essai des fils émaillés (1).

L'emploi des fils émaillés qui, par suite du manque de matière textile pendant la guerre, avait pris une grande extension, a présenté, surtout pour les fils minces, comme ceux utilisés pour les enroulements de tension, de nombreuses difficultés. L'adhérence de l'isolant laissait à désirer, si bien qu'il n'était pas possible de loger les enroulements dans les espaces prévus justement plus étroits à cause des faibles calibres de ce fil sans arracher l'émail; ce sont surtout les bobines pour courant alternatif qui se détérioraient le plus par suite de courts-circuits entre spires ainsi que les bobines de tension pour compteurs et voltmètres. Ce sont les méthodes d'essais d'adhérence de l'émail pratiqués dans les ateliers Paul Meyer que l'auteur se propose de décrire dans cet article.

On tord ensemble deux fils pour imiter le chevauchement des spires, puis on les soumet à une traction axiale, ce qui

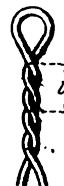


Fig. 1. — Torsade de fils.

produit un frottement des parties en contact. Pour préparer une torsade (fig. 1), on prend un fil de 1,50 m de long et, en son milieu, on forme une boucle qui est agrafée à un crochet fixé à l'axe d'un petit moteur. Les deux extrémités libres sont reliées à un point fixe et on met le moteur en marche, à la vitesse de 350 t : mn, par exemple, pour une longueur de torsade de 70 cm. Un compte-tours, monté sur

(1) J. MEYER. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 30 août 1923, t. XLIV, p. 830-833, 3 000 mots, 9 fig.

le moteur, indique le nombre de torsions effectuées et un petit frein permet d'arrêter instantanément l'opération au nombre de torsions voulu. La torsade terminée est soumise à la traction. Les fils de 0,35 mm de diamètre subissent un allongement de 10 pour 100, ce qui correspond à 7 cm pour l'échantillon ci-dessus. Les fils qui se rompent déjà sous cet effort d'épreuve n'ont pas été considérés comme utilisables puisqu'ils ne supportaient pas la traction pendant l'enroulement.

Dans l'exemple choisi, le pas de la torsade est de 2 mm, car avec une longueur libre de 700 mm, on a pu faire 350 tours. Pour des fils de plus fort calibre, il faudrait diminuer la valeur du pas d'enroulement.

La boucle fixée à l'axe du moteur est ensuite coupée en deux et les deux fils intimement entrelacés sont soumis à l'épreuve de disruption. A cet effet, on plonge les deux extrémités dénudées dans deux récipients en forme de pyramide tronquée contenant du mercure et on les relie à une source de courant dont on fait varier la tension à l'aide d'un rhéostat jusqu'à la perforation de l'isolant qui se manifeste par la formation d'une étincelle. Un index solidaire de la résistance se déplace sur une échelle qui donne directement les tensions de disruption. Si l'on forme un tableau de ces dernières, on constate qu'une partie est relativement très basse; une autre se maintient à 180 v environ, une troisième à 350 v, mais il y en a très peu qui dépassent cette valeur. Or, en pratique, seuls sont utilisables les fils dont l'isolant a résisté à une tension de 300 v après ce traitement. Les disruptions, de l'ordre de grandeur de 350 v, se manifestent quand les fils d'une couche sont mis à nu par suite de la disparition de l'émail, tandis que la couche voisine est intacte. Si les deux couches sont abimées, la tension de disruption est seulement faible si les deux points dénudés ne sont pas en contact direct, mais elle tombe presque à zéro, si elles se touchent.

Cette méthode d'essai a donné le moyen d'imiter les contraintes auxquelles la couche d'émail est exposée en pratique et de déterminer la matière capable d'y résister; mais cette épreuve ne s'applique qu'à l'état actuel de l'émail et peut conduire à des résultats différents tant que celui-ci n'a pas atteint son état final.

Un émail ayant une certaine plasticité résistera à cette épreuve, mais, après quelque temps de service, il durcira et la modification de ses propriétés entrainera encore des difficultés. L'essai décrit n'est valable que pour un émail déjà complètement durci.

C'est pourquoi il convient d'utiliser un procédé de grattage supplémentaire. On se sert, pour cela, d'un disque sur lequel sont implantés trois couteaux prismatiques dont les arêtes se coupent sous un angle de 30°. Le fil à essayer est tendu horizontalement sous les couteaux par un poids de 100 g et sur une longueur de 50 cm. Quand le disque est mis en rotation, les couteaux, arrivés au bas de leur course, pressent sur le fil qu'ils abaissent de 18 mm et qu'ils grattent dans la direction du poids. Il est évident que le nombre de frictions nécessaires pour mettre le fil à nu, ce qui est facile à constater par un éclairage oblique, peut servir de mesure de la plasticité de l'émail; l'émail très mou est rapidement mis à nu; un bon émail bien dur peut supporter de nombreuses frictions de ce genre. Il résulte d'essais répétés que la matière qui exige, pour faire apparaître le métal à nu, plus de cinq grattages, peut être considérée comme bien durcie. Les mauvais fils ne supportent pas plus de trois grattages.

La torsion, l'étirage et le grattage, pratiqués comme il a été décrit ci-dessus, révèlent bien les propriétés de l'émail sur la portion soumise aux essais; mais, sur une bobine livrée, on ne peut essayer qu'un morceau de faible longueur, généralement le bout libre, sur de grandes longueurs, il y a des différences importantes. Aussi, a-t-on imaginé un dispositif qui permet d'éprouver, jusqu'à un certain point, presque toute une fourniture et que l'auteur appelle « écouteur pour spires en court-circuit. » La figure 2 montre le schéma

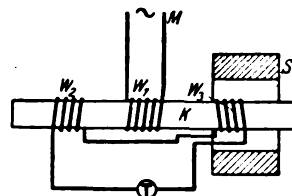


Fig. 2 — Schémas des connexions de l'écouteur pour courts-circuits.

de cet appareil. Un générateur de courant alternatif, par exemple une machine à haute fréquence, M, alimente une bobine W_1, enroulée sur un noyau magnétique K; celui-ci supporte à gauche et à droite des enroulements analogues W_2, W_3, qui sont montés en opposition, si bien que l'aimantation produite par la bobine W_1 ne peut normalement produire aucun bruit dans le téléphone T, précisément parce que les courants se compensent. La bobine S à éprouver est enfilée sur l'une des extrémités du noyau K par-dessus l'enroulement W_3. S'il n'y a pas de circuit fermé à l'intérieur, les conditions magnétiques ne sont pas changées : le téléphone reste muet; au contraire, dès que quelques spires seulement sont mises en court-circuit, le flux magnétique est modifié du côté de l'enroulement W_3 par rapport à celui de W_2 et l'excès de tension qui en résulte met le téléphone en action.

On a rendu l'audition encore plus commode en plaçant sur la membrane du téléphone un petit corps métallique qui participe à son mouvement vibratoire et fait entendre un tintement très net.

Il n'est naturellement pas possible, avec un dispositif semblable, de découvrir tous les points mis à nu dans un enroulement ou dans une bobine neuve. On peut seulement reconnaître les défauts dus au contact de deux points dénudés; mais on peut dire avec une certaine vraisemblance que les bobines dans lesquelles de tels défauts se manifestent trop souvent, en comportent, en réalité, un bien plus grand nombre encore et doivent être écartées impitoyablement. L'écouteur est pratiquement étalonné de telle manière que, pour une bobine ayant 4 à 6 km de longueur de fil, un nombre de 50 spires court-circuitées doit être considéré comme la limite admissible : cela s'entend nettement au son et, avec quelque habitude, on peut estimer la valeur limite audible. Pour quatre fabricants différents, on trouva en moyenne les proportions suivantes de marchandises rebutées :

A, 6 pour 1 000; B, 14 pour 1 000, C, 33 pour 1 000, D, 55 pour 1 000.

Pour l'essai des bobines finies, les exigences doivent être encore plus grandes et on ne doit admettre dans ces bobines qu'un petit nombre de spires court-circuitées avec une résistance relativement grande de sorte que le téléphone est très peu influencé; autrement, les courants qui traverseraient ces enroulements en court-circuit causeraient un échauffement inadmissible et, à la longue, la destruction des bobines. — M. H.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Importations et exportations britanniques de matériel électrique pendant le mois décembre 1923

Exportations. — PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE. — Les exportations britanniques de matériel électrique, pendant le mois de décembre 1923, dont le total en valeur est de 3043252 livres sterling, montrent un accroissement de 1903676 livres par rapport aux exportations pendant le mois de novembre 1923 et un accroissement de 2141943 livres par rapport à celles du mois de décembre 1922.

Si l'on considère, maintenant, le détail des objets exportés, on voit que les différentes rubriques, matériel et appareil électrique, câbles et conducteurs isolés, piles et accumulateurs, moteurs et générateurs, tableaux de distribution, sont en diminution par rapport au mois précédent. L'augmentation la plus remarquable est celle qui concerne les câbles télégraphiques sous-marins. La valeur des exportations, pour cette rubrique, est passée de 18242 livres sterling en novembre, à 1914214 livres sterling en décembre, soit une augmentation de 1895972 livres sterling.

Comparées avec les valeurs du mois de décembre 1922, il n'y a eu diminution, pour décembre 1923, que pour les tableaux de distribution autres que ceux de télégraphie et de téléphonie.

PENDANT LES DOUZE MOIS DE L'ANNÉE. — Le total des exportations pendant les douze mois des années 1922 et 1923, se présente comme il suit :

	1922 Livres sterling.	1923 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	7 108 692	10 123 885
Machines électriques	4 353 760	4 053 784
Total pour les 12 mois	11 462 452	14 177 669

On voit, d'après ces nombres, que la valeur des exportations de matériel et d'appareillage électrique a augmenté de 3015193 livres, tandis que la valeur des machines électriques a diminué de 299976 livres.

Le total des exportations a cependant augmenté de 2715217 livres pour les douze mois de l'année 1923, par rapport à l'année 1922.

Importations. — PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE. — Les importations de matériel électrique, dont la valeur totale est de 314076 livres sterling pour le mois de décembre 1923, sont en diminution, pour une valeur de 23771 livres par rapport au mois de novembre 1923 et en augmentation pour une valeur de 51442 livres par rapport au mois de décembre 1922.

Si l'on considère le détail des objets importés, les augmentations par rapport au mois précédent ont eu lieu pour les câbles et conducteurs isolés, les lampes à incandescence, les lampes à arcs et les tableaux de distribution autres que ceux de télégraphie et téléphonie. Toutes les autres rubriques sont en diminution.

Comparées avec les valeurs du mois de décembre 1922, le matériel et appareillage électrique, les machines électriques en général et l'appareillage de télégraphie et de téléphonie montrent une augmentation sensible. Déduction faite des rubriques qui sont en diminution, l'importation totale a augmenté de 51442 livres par rapport à l'année précédente.

PENDANT LES DOUZE MOIS DE L'ANNÉE. — Le total des importations, pendant les douze mois des années 1922 et 1923, se présente comme il suit :

	1922 Livres sterling.	1923 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	1 549 810	2 385 505
Machines électriques	1 161 459	1 017 677
Total pour les 12 mois	2 711 379	3 403 182

On voit, d'après ces nombres, que la valeur des importations de matériel et d'appareillage électriques a augmenté de 835695 livres, tandis que la valeur des machines électriques a diminué de 143982 livres.

Le total des importations a cependant augmenté de 691803 livres pour les douze mois de l'année 1923 par rapport à l'année 1922.

Réexportations. — PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE. — Les réexportations de matériel électrique, dont la valeur totale pendant le mois de décembre 1923 a été de 19777 livres sterling, présentent une diminution de 3259 livres par rapport au mois de novembre 1923, et une augmentation de 3130 livres par rapport au mois de décembre 1922.

Si l'on considère le détail des objets réexportés, il y

a eu augmentation par rapport au mois précédent, principalement pour les compteurs et instruments de mesure et, pour l'appareillage de télégraphie et de téléphonie. Une forte diminution a eu lieu en ce qui concerne les machines électriques en général.

Comparées avec les nombres du mois de décembre 1922, il n'y a eu diminution des réexportations que pour les lampes à incandescence, les charbons et les machines électriques en général. Tous les autres articles sont en progrès sensible.

Pendant les douze mois de l'année. — Le total des réexportations pendant les douze mois des années 1922 et 1923 se présente comme il suit.

	1922 Livres sterling.	1923 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	150 812	102 731
Machines électriques	55 411	110 827
Total pour les 12 mois	206 223	213 558

On voit, d'après ces nombres que la valeur des réexportations de matériel et d'appareillage électriques a diminué de 48081 livres tandis que la valeur des machines électriques a augmenté de 55 416 livres. Le total des réexportations a cependant augmenté de 7 335 livres pour les douze mois de l'année 1923 par rapport à l'année 1922.

Tableau I.

	Exportations			Importations			Réexportations		
	Valeur pour le mois de déc. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec nov. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec déc. 1922 livres sterling	Valeur pour le mois de déc. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec nov. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec déc. 1922 livres sterling	Valeur pour le mois de déc. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec nov. 1923 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec déc. 1922 livres sterling
Matériel et appareillage électriques	151 042	— 10 583	+ 49 820	84 674	— 2 881	+ 12 127	4 152	— 534	+ 600
Câbles et conducteurs isolés	187 9 6	— 11 528	+ 1 761	31 777	+ 6 977	+ 5 440	394	+ 344	+ 349
Lampes à incandescence	28 917	+ 3 755	+ 7 171	26 372	+ 877	— 13 867	339	— 26	— 141
Lampes à arcs	1 272	+ 289	+ 882	2 684	+ 1 491	+ 1 862	13	— 448	+ 13
Piles et accumulateurs	56 882	— 5 148	+ 16 373	15 055	— 3 922	— 1 733	190	— 390	+ 15
Compteurs et instruments de mesures	34 013	+ 1 016	+ 3 422	8 847	— 7 464	+ 2 115	1 575	+ 1 013	+ 1 296
Charbons	3 153	— 1 713	+ 2 047	9 905	— 5 150	+ 1 302	87	— 278	— 157
Machines électriques.									
Machines électriques en général	189 228	+ 1 639	+ 26 954	79 667	— 1 565	+ 21 591	7 664	— 7 696	— 2 121
Moteurs de traction	40 123	+ 3 711	+ 11 867						
Autres moteurs et générateurs	182 590	— 10 263	+ 46 171						
Tableaux de distribution autres que ceux de télégraphie et de téléphonie	4 900	— 579	— 2 702	113	+ 113	— 142			
Matériel téléphonique.									
Conducteurs et câbles télégraphiques et téléphoniques	66 729	+ 11 401	+ 31 091	4 080	— 5 297	— 2 945	5	— 28	+ 5
Câbles télégraphiques sous-marins	1 914 214	+1 895 972	+1 850 618						
Appareillage de télégraphie et de téléphonie	182 283	+ 25 707	+ 96 468	50 902	— 6 950	+ 25 692	5 358	+ 4 784	+ 3 271
Totaux	3 043 252	+1 903 676	+2 141 943	314 076	— 23 771	+ 51 442	19 777	— 3 259	+ 3 130
	1922	1923	Différence.	1922	1923	Différence.	1922	1923	Différence.
Valeurs pour les 12 mois des années 1922 et 1923	11 462 452	14 177 669	+2 715 217	2 711 379	3 403 182	+ 691 803	206 213	213 558	+ 7 375

Résumé. — Le tableau ci-dessus donne le détail des exportations, importations et réexportations pour le mois de décembre 1923, ainsi que les augmentations ou diminutions par rapport au mois de novembre 1923 ou au mois de décembre 1922. Le total des valeurs pour les douze mois des années 1922 et 1923 est annexé à ce tableau.

M.-H. B.

Assemblées générales

Compagnie générale d'Électricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 20 DÉCEMBRE 1923.

La production des établissements industriels a été généralement active et les chiffres d'affaires ont marqué partout une progression notable, mais ce fait n'a qu'une valeur relative en raison de la diminution subie par le pouvoir d'achat du franc.

L'exemple des établissements métallurgiques de Rai-Tillères est, à cet égard, caractéristique : les marchandises facturées se sont accrues, en tonnes, de 48 pour 100; en francs, de 71 pour 100.

Accumulateur Tudor. — C'est seulement vers la fin de l'exercice 1922-1923 que l'usine de Lille a atteint une marche normale. Le transfert des fabrications de Bezons à Lille, la mise en route de la nouvelle usine, l'instruction du personnel ont posé, comme c'était à prévoir, maints problèmes difficiles à résoudre.

Cette usine, située en bordure de la route nationale de Lille à Arras, dispose d'un terrain de huit hectares. La surface globale des ateliers et des magasins dépasse actuellement 20000 m².

Le carnet de commandes est largement alimenté, aussi bien par les commandes des administrations, notamment des marines française et étrangères, que par celles des particuliers : batteries stationnaires de toutes capacités, batteries pour l'éclairage des trains, la traction, la télégraphie sans fil, le démarrage des automobiles, etc. La société fabrique toute la gamme des éléments de batterie, depuis celui de 1 A-h de capacité employé en télégraphie sans fil jusqu'aux puissantes batteries de 10000 A-h et au delà, telle que la batterie stationnaire récemment livrée à Nice.

Le développement rapide de l'automobilisme ouvre d'autre part un champ d'action considérable aux batteries de démarrage et d'éclairage.

Les essais contrôlés des véhicules électriques qui ont eu lieu à Bellevue en septembre dernier ont encore fortifié la confiance dans l'aptitude des accumulateurs électriques à résoudre un certain nombre de problèmes de traction; sur dix véhicules munis d'accumulateurs au plomb, inscrits pour ces essais, sept étaient pourvus d'accumulateurs Tudor.

Le dossier de dommages de guerre de l'usine de Lille a été récemment examiné par le Comité central de Préconciliation dont la décision est intervenue le 13 novembre, fixant provisoirement à 9963000 fr le montant de l'indemnité au titre de dommages. Jusqu'à ce jour, la société a touché 8209000 fr. C'est seulement lorsque la Commission cantonale aura statué que la société sera définitivement fixée sur le montant de l'indemnité au titre de dommages.

Tréfileries de Lyon. — La société vient de créer, sous cette dénomination, une division spécialement destinée à la fabrication des fils fins, que les usines de Rai-Tillères ont produits de tout temps, mais en quantité insuffisante.

Son choix s'est fixé sur Lyon, parce que cette région constitue un centre de consommation fort important et qu'elle y dispose d'un établissement en parfait état et facile à adapter aux besoins de cette fabrication très spéciale. L'usine est susceptible d'extension, grâce à l'achat récent de terrains contigus, qui a porté à 10000 m² la superficie totale disponible. Les difficultés habituelles de recrutement et de logement du personnel seront réduites au minimum, en raison de l'emplacement de l'usine dans le quartier de la Guillotière, populeux et bien desservi. La mise en marche de la partie déjà construite du nouvel établissement s'effectuera au cours de l'année 1924.

Ateliers de Constructions électriques de Delle. — Cette société filiale est spécialisée dans la fabrication de l'appareillage électrique pour hautes tensions. Voir le compte rendu dans la « R. G. E. » du 28 juillet 1923, t. XIV, p. 141.

La diversité sans cesse croissante des fabrications de la Compagnie générale d'Electricité, le souci de développer la vente de ses produits par un contact plus direct et plus fréquent avec la clientèle ont décidé à créer des succursales dans les principaux centres de consommation.

C'est ainsi qu'elle a successivement ouvert des maisons de vente à Lyon, Strasbourg, Bruxelles, Bordeaux, Lille, Nantes, Metz, Alger, Toulouse, Rouen, Tours, Reims et Dijon.

D'autre part, les entreprises de distribution d'électricité de Marseille, Nancy, Angers, etc., constituent pour la compagnie des centres actifs de rayonnement commercial.

Enfin, un réseau de représentants, en France et à l'étranger, complète ce service.

La compagnie n'a qu'à se louer de la marche de ses entreprises de distribution d'énergie électrique.

La compagnie a cédé sa petite entreprise de Meaux à une compagnie de distribution d'énergie électrique, la Société d'Electricité du Nord-Est-Parisien, société anonyme au capital de 8 millions de francs, dans laquelle elle est intéressée. En raison d'amortissements antérieurs, cette vente s'est traduite par un bénéfice appréciable.

Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité. — Voir « R. G. E. », 14 juillet 1923, t. XIV, p. 77.

Compagnie continentale Edison. — La Compagnie générale d'Electricité a pris un important intérêt dans cette très ancienne société, dont l'origine remonte aux inventions qui furent exposées par Edison, en 1881, à Paris.

Concessionnaire, à l'origine, des brevets Edison pour tout le continent, elle aborda la construction du matériel électrique, puis l'abandonna pour concentrer son activité sur l'exploitation d'un des principaux secteurs de Paris.

Ceux-ci ayant disparu pour faire place à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, dans laquelle la Compagnie Edison est d'ailleurs intéressée et représentée, l'activité sociale s'est ralentie pour se porter ensuite sur des entreprises de distribution d'énergie électrique en province, notamment dans la région lyonnaise, le Nivernais, la Normandie.

En s'intéressant à cette affaire, le but de la compagnie est de l'associer aux entreprises nouvelles qui pourraient lui convenir : c'est ainsi qu'elle vient de lui offrir de prendre une part d'intérêt dans la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

Le dividende de l'exercice 1922 a été de 5 pour 100.

Compagnie lorraine d'Electricité. — Voir « R. G. E. », 27 octobre 1923, t. XIV, p. 645.

Compagnie d'Electricité de Marseille. — Les résultats fournis par l'exercice 1922 ont permis la distribution d'un dividende de 5 pour 100, soit 25 fr par action, en même temps que la distribution, conformément au cahier des

charges, d'une somme globale de 1010000 fr à titre de rappel pour ceux des exercices passés qui avaient été improductifs. L'intérêt moyen distribué aux actions depuis l'origine de la société ressort ainsi à 4,75 pour 100.

L'approbation définitive de l'acte de concession modifié ne saurait donc longtemps tarder. Aussitôt obtenue, les importants travaux d'agrandissement des stations génératrices du Cap Pinède et d'Arenc seront entrepris et les deux usines seront rapidement mises à même de se porter mutuellement secours.

En juillet dernier, la compagnie a cédé la totalité de sa participation dans la société anonyme espagnole dite « Energia electrica de Cataluna » qu'elle avait créée, en 1911, avec un groupe ami. Il a été, de ce chef, encaissé une somme de 50 millions de francs, dont plus de la moitié constituera un bénéfice pour l'exercice 1923-1924 en cours.

Les bénéfices nets normaux de l'exercice s'élèvent à 9429068 fr, en augmentation de 343989 fr par rapport à ceux de l'exercice précédent, qui avait cependant profité d'un prélèvement sur une source exceptionnelle de profits.

Les bénéfices disponibles de l'exercice 1922-1923 forment ainsi un total de 10593800 fr, compte tenu des 1164732 fr, montant du reliquat antérieur.

Sur le bénéfice net de 9429068,60 fr, il est prélevé : 1253000 fr pour la réserve générale, 5 pour 100 pour le Conseil d'Administration, 700000 fr pour amortissement de la prime de remboursement des obligations à 6 pour 100 émises en 1923. Il reste 7067265,15 fr auxquels s'ajoute le report précédent, de 1164732 fr.

Il est versé un dividende de 60 fr par action.

Le report à nouveau est de 1031997,15 fr.

Le dividende de 60 fr par action est payable, sous déduction des impôts, par moitié le 26 décembre 1923 et par moitié le 16 juin 1924.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

	fr
Terrains, immeubles, constructions et matériel, concessions et clientèle	42 712 930,20
Travaux neufs de l'exercice	4 448 093,75
Caisse et banques	6 058 647,92
Effets à recevoir	1 269 206,07
Débiteurs divers	42 100 368,56
Comptes courants des filiales et des participations	41 268 406,78
Produits fabriqués	16 236 173,06
Matières premières, produits en cours de fabrication et approvisionnements divers	48 163 549,53
Titres et participations	140 940 098,50
Apports	1 »
Brevets et licences	1 »
Frais de constitution	1 »
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	700 001 »
	343 897 478,37

Passif.

	fr
Capital actions	60 000 000 »
Réserve légale	6 000 000 »
— générale	11 573 000 »
— supplémentaire	26 850 000 »
Obligations à 4 pour 100	18 112 500 »
Obligations à 6 pour 100	89 061 500 »
Effets à payer, créditeurs divers, provisions et comptes d'attente	107 436 191 »
Coupons à payer, obligations à rembourser	7 620 371,62
Comptes courants des filiales et des participations	6 650 115,15
Profits et pertes :	
Bénéfices nets de l'exercice 1922-1923	9 429 068,60
Reliquat de l'exercice précédent	1 164 732 »
	343 897 478,37

Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

Assemblée générale extraordinaire du 25 janvier 1924.

En exécution partielle des résolutions prises par l'assemblée générale extraordinaire du 20 juin 1923, le Conseil d'administration, par délibération en date du 17 octobre 1923 a décidé : Que le capital de la société serait porté de 4000000 fr à 6000000 fr par la création de 4000 actions de 500 fr chacune;

Que les actions seraient émises contre espèces au prix de 575 fr (dont 500 fr représentant le capital nominal et le surplus une prime de soixante-quinze francs, payables comme il suit : le premier quart, plus la prime, soit 200 fr en souscrivant; le solde, soit 375 fr, le 31 janvier 1924;

Que les nouvelles actions seraient créées jouissance du 1er janvier 1924, et assimilées à tous égards aux 8000 actions déjà existantes, après que ces dernières auront perçu le dividende qui pourra leur être éventuellement attribué pour l'exercice 1923.

D'après l'article 8 des statuts de la société, les propriétaires des 8000 actions qui représentaient le capital social avaient un droit de préférence pour la souscription à titre irréductible de la moitié des nouvelles actions, savoir : une action nouvelle pour deux actions anciennes.

L'assemblée générale du 28 janvier a été convoquée pour vérifier et constater la réalisation définitive de l'augmentation du capital.

Les résolutions suivantes ont été votées :

Première résolution. — L'assemblée générale reconnaît sincère et véritable la déclaration de souscription et de versement faite suivant acte reçu par Me Dufour, notaire à Paris, le 17 janvier 1924, concernant l'augmentation de 2000000 fr autorisée par l'assemblée générale du 20 juin 1923, et décidée par délibération du Conseil d'administration du 17 octobre 1923.

Par suite, le capital social est définitivement porté à 6000000 fr.

Deuxième résolution. — L'assemblée générale, comme conséquence de cette augmentation de capital, décide d'apporter aux articles 7, 43 (7e, 8e et 9e alinéas), et 46 (10e et 11e alinéas) des statuts les modifications suivantes, prévues par la deuxième résolution de l'assemblée générale extraordinaire du 20 juin 1923, savoir :

Art. 7 (nouveau). — « Le capital social est fixé à 6000000 fr et divisé en 12000 actions de 500 fr chacune ».

« Sur ces 12000 actions, 300 entièrement libérées ont été attribuées à M. Pilon en représentation de ses apports; 2320 entièrement libérées ont été attribuées à la Société Gallot et Cie en représentation de ses apports; les 9380 actions de surplus ont été souscrites et payables en numéraire ».

Art. 43. — Les 7e, 8e et 9e alinéas se trouvent de plein droit modifiés comme il suit : « Après ces prélèvements, le surplus des bénéfices est réparti : 15 pour 100 au Conseil d'administration, 67,50 pour 100 aux actions, et 17,50 pour 100 aux parts bénéficiaires.

» Toutefois, sur les 67,50 pour 100 revenant aux actionnaires, l'assemblée générale pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, décider tous reports à nouveau, et affecter à la formation de réserves spéciales, fonds d'amortissement et fonds de prévoyance, telle portion de bénéfices qu'elle avisera ».

Art. 46. — Les 10e et 11e alinéas dudit article se trouvent de plein droit modifiés comme il suit : « Le surplus, sauf les réserves appartenant aux actionnaires, sera réparti à raison de : 82,50 pour 100 aux actions, 17,50 pour 100 aux parts bénéficiaires. »

SECTION DE LÉGISLATION

Les prestations en argent et en nature dues par les industriels aux collectivités riveraines et la loi du 16 octobre 1919

Dans cette étude, l'auteur montre, tout d'abord, que les baux de riveraineté conclus par les riverains de cours d'eau non navigable avant la loi du 16 octobre 1919 tombent par l'effet de cette loi. D'autre part, en raison d'une disposition spéciale de la loi, lorsqu'on est en présence d'un bail de riveraineté consenti à un industriel par une commune ou par une collectivité de droit public riveraine, les clauses principales de ce contrat doivent être reproduites dans le cahier des charges des concessions qui viendraient à être données par l'Etat sur ce cours d'eau. Les droits ainsi réservés aux communes doivent être considérés comme leur provenant, non du contrat primitif, mais du cahier des charges. Exposant ensuite les conséquences juridiques de ces principes, l'auteur signale que le preneur qui, avant la loi de 1919, avait contracté avec la commune, n'est pas obligé, après la promulgation de cette loi, de solliciter la concession. La dernière partie de cette étude a trait au règlement d'intérêts entre la commune et le preneur et à l'insuffisance des solutions légales.

I. — La loi du 16 octobre 1919, en décidant que nul ne peut disposer de l'énergie des cours d'eau sans une concession de l'Etat et en soumettant l'exploitation à des obligations nouvelles, a réalisé, au profit de l'Etat, une véritable expropriation, une éviction totale du droit qu'avaient jusque-là les riverains de vendre ou louer la force des cours d'eaux aux industriels exploitants. De plus, elle fait peser sur ces industriels des charges nouvelles, imprévisibles au moment du contrat primitif et qui peuvent en rendre la réalisation si difficile et si onéreuse qu'elle constitue un véritable fait du prince assimilable au cas fortuit et à la force majeure prévus par les articles 1148 et 1722 du Code civil.

Dès lors, les contrats de bail antérieurement passés entre l'industriel, preneur, et le propriétaire riverain, bailleur de la force hydraulique, se trouvent résiliés. Deux décisions qui constituent les premières applications jurisprudentielles de la loi de 1919 ont récemment adopté cette solution. Ce sont le jugement du Tribunal civil de Saint-Jean-de-Maurienne en date du 8 juin 1922, confirmé par l'arrêt de la Cour d'Appel de Chambéry en date du 2 mai 1923.

Un jugement du Tribunal civil de Grenoble, en date du 26 juillet 1922, quoique n'ayant pas eu expressément à statuer sur ce point, semble s'inspirer des mêmes principes.

Cette solution est une application incontestable des règles générales du droit commun. Le contrat est rompu à la date où apparait le fait du prince assimilable au cas de force majeure, c'est-à-dire à la date du 16 octobre 1919.

Cette solution est certaine lorsque le propriétaire riverain est un particulier.

En est-il de même lorsque le riverain a été une des collectivités prévues par l'article 10, 6°, § 1 de la loi du 16 octobre 1919 (services publics de l'Etat, départements, communes, établissements publics, associations syndicales autorisées, groupements agricoles d'intérêt général)?

L'article 10, § 2, 6° dispose que, lorsque des conventions ou accords sont déjà intervenus entre le *demandeur* et les collectivités visées au paragraphe précédent, soit au point de vue financier, soit à celui des réserves en eau et en force, ou lorsque l'acte de concession par application de l'article 6 accorde une réparation en nature pour le paiement des droits exercés ou non, ces accords devront être enregistrés par le cahier des charges et exécutés par le *concessionnaire* sans qu'il y ait lieu à revision.

Ainsi une série d'accords conclus entre la collectivité riveraine et l'industriel subsisteront et s'imposeront au concessionnaire, même si ce concessionnaire n'est pas l'ex-contractant.

Cette curieuse disposition, prise par le législateur dans le but d'atténuer le coup porté par la loi nouvelle aux intérêts des collectivités précitées, soulève en pratique bien des problèmes et suscite des difficultés d'une extrême complexité.

Nous n'avons pas à nous préoccuper du cas où le propriétaire riverain est un particulier, l'article 10, § 5, 2° ne recevant en ce cas aucune application. Que se passera-t-il, au contraire, lorsque le propriétaire riverain est une des collectivités prévues à l'article 10, § 5, par exemple une commune, ce qui est le cas le plus fréquent?

II. — Loin de constituer une exception au principe de la rupture des baux conclus entre riverains et industriels par le fait de la loi du 16 octobre 1919, l'article 10, 6°, § 2 lui apporte une confirmation nouvelle.

Pour bien en comprendre le sens, il faut en saisir exactement la raison d'être. Dans un but d'intérêt public, pour assurer l'exploitation rationnelle des forces hydrauliques, l'Etat n'a pas hésité à exproprier brusquement, à son profit, les droits des riverains sur ces forces. Mais cette mesure audacieuse n'allait pas sans de graves inconvénients. Dans les pays de montagnes surtout, les communes sont souvent riveraines des cours d'eaux exploitables. Elles tenaient de leurs contrats antérieurs des avantages pécuniaires considérables. L'exploitation des chutes d'eau était devenue pour elles non seulement une source de revenus, mais une source de crédit. Elles avaient pu gager, sur les annuités de la location, des emprunts pour l'exécution de travaux communaux. On n'a pas voulu que, brusquement, ces ressources disparaissent, que ces gages soient diminués (voir les explications très nettes du rapporteur, M. Léon Perrier, à la Chambre des Députés, 1re séance du 1er juillet 1919. *Journal officiel* du 2 juillet, page 3057, col. 1). C'est pourquoi la loi prescrit que les clauses concernant les prestations en argent, en force ou en eau prévues dans les contrats antérieurs soient reproduites dans les cahiers des charges de la concession.

Cela veut-il dire que l'ancien contrat contenant ces accords subsiste avec sa nature juridique antérieure? En aucune façon. Le contrat a disparu et ses clauses ne reprennent une valeur juridique que lorsqu'elles seront de nouveau incorporées à la nouvelle charte, le cahier des charges qui leur redonne une efficacité, une vie nouvelle.

C'est la solution qui résulte des travaux préparatoires de la loi du 16 octobre 1919. M. Margaine avait déposé un amendement tendant à la suppression de l'article proposé et qui est devenu l'article 10, § 6, 2°, sous le prétexte qu'en exigeant l'insertion obligatoire des anciennes conventions dans le cahier des charges, il tendait à « restreindre la souveraineté de l'Etat. » C'est donc que, à défaut de cette disposition, ce droit de souveraineté devait être considéré comme absolu, Et M. le rapporteur Léon Perrier a confirmé cette interprétation en expliquant les raisons qui avaient poussé la Commission à admettre ce paragraphe proposé par M. Durandy : « Quelle sera demain la situation de ces communes, de ces collectivités, *qui par votre amendement verront tomber d'une façon totale* les engagements qui les liaient à ceux qui avaient acheté leur riveraineté?... » (*Journal officiel*, loc. cit.)

Actuellement ces engagements subsistent donc seulement parce qu'ils sont, par application de la loi, incorporés au cahier des charges.

Comment, d'ailleurs, en serait-il autrement ? Il n'y a plus rien de l'ancien contrat qui puisse subsister. Celui qui doit exécuter ces obligations anciennes transportées dans le cahier des charges, c'est le *concessionnaire*, qui peut ne pas être l'ancien preneur. L'ancien contrat a complètement disparu : c'était affaire *entre le preneur et le propriétaire riverain*.

La seule charte actuelle de l'exploitation est le cahier des charges passé entre le *concessionnaire et l'Etat*.

Autrefois, le preneur tenait son droit de la commune ; à présent, le concessionnaire le tient de l'Etat. S'il s'acquitte des mêmes prestations en argent et en nature, c'est en vertu d'un nouveau titre juridique, distinct du précédent ; autrefois, il s'en acquittait en tant que preneur exécutant ses obligations de locataire, à présent il s'en acquitte en tant que concessionnaire de l'Etat en exécution de son cahier des charges.

Le concessionnaire n'a point, aux termes de l'article 10 § 6 *bis*, 2°, le droit d'exiger la « revision » des accords antérieurs qui seront maintenus. Ceux-ci devront donc passer dans le cahier des charges tels qu'ils se comportaient antérieurement, notamment en ce qui concerne le montant des annuités, le quantième des prestations en nature et la durée des engagements.

Une question assez délicate peut se poser quant à l'imputation de cette durée. Supposons que le preneur se soit engagé en 1909 pour 30 ans à une annuité de 10 000 fr par an, qu'il a régulièrement payée jusqu'en 1919 soit pendant 10 ans. Il fait constater la résiliation du contrat à dater du 16 octobre 1919 et la concession lui est accordée par l'Efat en 1925 pour 75 ans. Il est évident que l'annuité qui devra être insérée dans le cahier des charges en faveur de la commune n'aura pas une durée de 75 ans, sinon la commune s'enrichirait aux dépens du concesssionnaire et aurait reçu une somme totale de 100000 fr (de 1909 à 1919) plus 750 000 fr (de 1925 à 2 000) soit 850 000 fr au lieu des 300 000 fr qu'elle avait stipulés. Le délai à inscrire dans le cahier des charges devra donc se borner aux 20 années restant à courir pour que les 30 annuités prévues au contrat primitif soient effectivement couvertes. Dans cette espèce, le concessionnaire serait donc lié vis-à-vis de la commune seulement jusqu'en 1945.

III. — Les conséquences des principes posés ci-dessus sont multiples :

a) Il se peut que le preneur, considérant que la loi nouvelle lui permet encore l'exploitation, demande et obtienne la concession. En ce cas l'ancien contrat sera absorbé dans le cahier des charges ; à l'ancien bailleur (la commune), sera substitué l'Etat.

Le preneur ne peut évidemment exciper du vote de la loi pour se dégager de toute obligation vis-à-vis de la commune, même en obtenant des tribunaux la résiliation de son contrat. Cette résiliation ne fera aucun obstacle à l'enregistrement des accords antérieurs dans le cahier des charges.

Ainsi, du fait de la loi, le concessionnaire, dans ses rapports avec l'Etat, s'obligera à des prestations en argent et en natura vis-à-vis d'un tiers non partie au contrat, la commune. Celle-ci ne tient désormais ses droits que du cahier des charges et désormais si une contestation s'élevait sur la portée des clauses en question, il s'agirait de l'interprétation d'un acte administratif pour lequel les tribunaux ordinaires seraient en principe incompétents.

b) Il en serait de même en cas de litige entre la commune et le concessionnaire sur l'étendue de ces engagements.

c) Les sanctions relatives au manquement du concessionnaire à ses obligations envers la commune considérée seraient celles qui résultent de la violation du cahier des charges.

Il est cependant certaines clauses des anciens contrats dont l'insertion au cahier des charges ne saurait être exigée par les intéressés : ce sont celles qui seraient manifestement contraires aux dispositions de la loi nouvelle. Telle est la clause prescrivant qu'en fin de bail les ouvrages utilisant les chutes d'eau devront faire retour aux communes. Il s'agit là d'une disposition nettement contraire au principe de la main-mise de l'Etat sur les forces hydrauliques, qui par suite ne saurait être enregistrée dans le cahier des charges.

IV. — On peut supposer que le preneur, considérant que les charges nouvelles imposées par la loi rendent trop difficile ou trop onéreuse la continuation de son entreprise, ne demande pas la concession. Il en a incontestablement le droit. Rien n'oblige en effet le preneur à solliciter la concession de l'Etat. Il avait accepté une location communale établie moyennant des charges bien déterminées. La loi de 1919 vient bouleverser la situation en attribuant à l'Etat le monopole de l'énergie, en introduisant une série de charges multiples et fort onéreuses : réserves, taxes, contrôle. Il serait injuste d'obliger le preneur d'un bien communal à solliciter une concession d'Etat. Sa liberté demeure donc entière : il peut ne point demander la concession.

Le contrat n'en est pas moins rompu.

Par la loi du 16 octobre, il ne pourra continuer son exploitation que s'il est concessionnaire. Dès lors, s'il ne demande pas la concession, le contrat tombe. La commune ne pourra pas exiger de lui les prestations en argent et en nature qu'il lui versait sous le régime de l'ancien contrat puisqu'elle ne peut plus les recevoir *que du concessionnaire* et en vertu des clauses spéciales insérées dans ce but dans le cahier des charges. Les anciens contrats disparaîtront donc définitivement à moins qu'un tiers ne demande et n'obtienne la concession ; la commune sera lésée, mais il a paru impossible au législateur de sauvegarder ses intérêts dans cette hypothèse où aucun concessionnaire et par conséquent aucun cahier de charges n'intervient.

Dès lors, si, en dépit de la loi, le preneur qui ne demande pas la concession continuait à effectuer ces paiements et ces prestations annuels, il exécuterait un contrat qui n'existe plus et dont il pourrait à tout instant demander la résiliation.

Mais les avantages qui auront été consentis à la commune peuvent ne pas être perdus pour elle sans recours. Ils pourront revivre si, ultérieurement, une concession est accordée par l'Etat dans la section du cours d'eau qui avait fait l'objet des précédents contrats.

En ce cas, dans le cahier des charges de la concession, devront également figurer, à la charge de ce tiers devenu concessionnaire, les accords précédemment conclus en faveur des communes.

Ici, nous serons en présence d'une double novation, par changement de dette et par changement de débiteur : d'une part les prestations seront dues en vertu du cahier des charges et non pas en vertu des anciens contrats ; d'autre part, c'est le nouveau concessionnaire et non le preneur qui en sera tenu.

Mais une difficulté de texte se produit : l'article 10, § 6, 2° ne prévoit le maintien des contrats antérieurs que lorsqu'ils ont été primitivement conclus par le « demandeur en concession » ; ce qui n'est pas le cas ici. Ne faut-il pas conclure du silence de la loi que, dans notre hypothèse, la commune cesse d'avoir droit au maintien de ces accords ?

Nullement. Une intervention très nette du rapporteur à la Chambre (*Journal officiel*, 2 juillet 1919, p. 3097, col. 2) prévoit précisément l'hypothèse où la concession est demandée et obtenue par un autre que le preneur. La loi a expressément statué pour l'hypothèse la plus fréquente sans vouloir exclure les autres. Les raisons de conserver les droits de la commune sont d'ailleurs les mêmes, que la concession soit donnée au preneur ou à un tiers : la solution ne peut à notre sens faire de doute.

V. — Des difficultés spéciales peuvent survenir à raison du fait que, entre la promulgation de la loi du 16 octobre 1919 et l'obtention d'une concession, un intervalle, qui peut parfois être de fort longue durée, se produira. Quelle sera la situation juridique durant cet intervalle, en ce qui concerne les droits des communes ?

Ces difficultés se produisent :

1° En ce qui concerne l'application des anciens contrats. Supposons que le preneur, malgré le vote de la loi, ait continué à occuper la chute et à payer l'annuité, jusqu'à l'expiration du délai porté à son contrat.

a) Il demande la concession qu'il obtient. Quelle sera exactement sa situation ? Sans doute, pour l'avenir, les accords consentis avec la commune devront être enregistrés au cahier des charges ; mais aura-t-il le droit de répéter les sommes qu'il auraient payées à la commune entre le 16 octobre 1919 et l'expiration de son contrat ?

Oui, en principe. Durant cette période, la commune a perçu un prix de location pour une chose qui ne lui appartenait plus, puisque l'Etat en est devenu propriétaire depuis le 16 octobre. Et encore, dans cette hypothèse, si en fait l'usinier a continué à utiliser la chute pour les besoins de son industrie, sans qu'une autorité quelconque soit intervenue pour régulariser l'état de choses, il y aura là, dans les rapports entre l'usinier, la commune et l'Etat, une situation de fait assez enchevêtrée, que les tribunaux élucideront par une répartition équitable des charges et des profits entre les divers intéressés et qui pourra faire l'objet d'une disposition spéciale du cahier des charges à intervenir.

La même solution devrait intervenir relativement aux sommes qu'il aurait versées entre la date de l'expiration de son contrat et celle où la concession lui a été accordée.

b) Le preneur, qui a continué à exécuter son contrat et à payer les annuités, n'a pas demandé la concession.

En pareil cas, le preneur aura l'action en répétition de l'indu contre la commune, à raison de toutes les sommes qu'il aura versées depuis le 16 octobre 1919, que l'énergie primitivement louée soit ultérieurement, concédée ou non à un tiers.

Si aucune concession ne se produit, les droits de la commune seront fâcheusement, mais nécessairement perdus, en vertu de l'effet même de la loi.

Si une concession ultérieure intervient au profit d'un tiers, le cahier des charges, qui fera revivre en faveur de la commune les engagements primitifs de son bailleur, pourra également contenir des dispositions destinées à régler de la manière la plus équitable les droits résultant, pour l'Etat, la commune et le preneur, de la situation de fait ayant existé entre eux.

Les inconvénients de cette situation sont évidents. La commune va se trouver, pendant un temps peut-être assez long et en tout cas indéterminé, sans recevoir les prestations en argent et en nature qu'elle touchait auparavant. Parfois même, elle pourra être obligée de restituer des sommes qu'elle avait perçues de bonne foi. Si elle avait gagé des emprunts, — c'est l'hypothèse qui avait été prévue à la Chambre, — le gage se trouvera diminué jusqu'à la demande en concession qui se produira à une date incertaine et qui peut-être ne se produira point.

Il aurait fallu indiquer à partir du 16 octobre 1919 un délai pendant lequel l'ancien preneur aurait été tenu de faire connaître son intention de demander ou non la concession. Jusqu'à la date où il aurait indiqué ses intentions, il aurait été tenu d'exécuter ses obligations antérieures. Pendant ce temps, la commune aurait eu le temps de susciter un concessionnaire, de chercher de nouvelles ressources ou de nouvelles garanties.

Achille Mestre,
Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

A. Tochon,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris,
Docteur en droit.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur la nécessité pour les agents des contributions de prendre les dispositions propres à empêcher la divulgation du chiffre d'affaires.

Le « Journal officiel » du 9 janvier 1924 publie, page 7 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19228. — M. Albert Ouvré, député, demande à M. le ministre des Finances si un commerçant qui vient acquitter son imposition sur le chiffre d'affaires à l'agent des finances qui s'est transporté dans ce but à la mairie de la localité, peut exiger de se trouver seul en présence de cet agent pour effectuer son versement, c'est-à-dire hors la présence d'autres contribuables. (Question du 20 novembre 1023.)

Réponse. — Autant que l'aménagement des locaux le permet, chaque redevable doit être appelé à effectuer le versement de l'impôt hors la présence de personnes étrangères. En tout état de cause, les comptables doivent prendre les précautions nécessaires pour mettre les contribuables à l'abri d'une divulgation de leur chiffre d'affaires.

Sur les conditions que doivent remplir les artisans pour être exonérés de l'impôt sur le chiffre d'affaires.

Le « Journal officiel » du 9 janvier 1924 publie, page 7 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19229. — M. Petitfils, député, demande à M. le ministre des Finances si un artisan, tel qu'il a été défini par la loi, mais faisant du commerce, doit l'impôt de 1,10 pour 100 sur le produit de son travail comme il le doit sur ses ventes et et s'il cesse d'être artisan, c'est-à-dire d'être assujetti à l'impôt sur les salaires. (Question du 20 novembre 1923.)

Réponse. — L'artisan qui vend des objets autres que les produits de son travail n'est redevable de l'impôt à 1,10 pour 100 que sur le prix de ces ventes, si elles constituent seulement un accessoire de sa profession. Il est, au contraire, redevable de l'impôt sur la totalité de ses opérations s'il vend principalement des objets achetés et est, comme tel, cotisable à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux.

Sur la perception des intérêts de retard concernant les droits d'enregistrement.

Le « Journal officiel » du 9 janvier 1924 publie, page 7 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19280. — M. Henri Fougère, député, demande à M. le ministre des Finances si l'Etat qui fait payer 6 pour 100 d'intérêts de retards pour les droits d'enregistrement, entend tenir compte du même intérêt pour les restitutions qu'il doit faire, aux termes de l'article 25 de la loi du 25 juin 1920. (Question du 22 novembre 1923.)

Réponse. Les sommes dues pour droits d'enregistrement et dont la perception a été différée ne produisent pas d'intérêts au profit de l'Etat. De même l'Etat ne doit aucun intérêt pour les sommes perçues qu'il restitue par la suite. L'article 25 de la loi du 25 juin 1920 n'a apporté, à cet égard, aucune modification à la législation antérieure. Lorsqu'en vertu de la loi, une pénalité s'ajoute aux droits simples et qu'il est demandé remise de cette pénalité, l'administration consent, dans certains cas, par mesure de bienveillance, à réduire la pénalité à une somme égale aux intérêts dont le redevable a profité en conservant pendant un temps plus ou moins long la somme qu'il aurait dû verser au Trésor. Mais, en réalité, l'Administration ne réclame ces intérêts, qui n'ont pas le caractère d'un intérêt moratoire, qu'en raison de l'existence d'une pénalité.

8e Année Tome XV — N° 8. 23 Février 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-84 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMETS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 8. 23 FÉVRIER 1924.

Les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs. — Nous publions plus loin, pages 306 à 325, la première partie du rapport établi par l'Union des Syndicats de l'Electricité sur les essais de traction électrique sur route par accumulateurs qui ont été effectués du 28 septembre au 14 octobre 1923.

On sait, ainsi d'ailleurs que nous le rappelions il y a quelques mois (¹), que les automobiles électriques à accumulateurs, après avoir pris, vers 1900, un développement relativement considérable en France, y ont été presque complètement supplantées par les automobiles à essence, alors qu'aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne elles luttaient avantageusement avec ces dernières et prenaient peu à peu une importance notable dans les services urbains. Il importait donc, aujourd'hui où des considérations impérieuses nous obligent à restreindre autant qu'il est possible nos importations d'essence, de rechercher les conditions que doivent remplir les automobiles électriques pour assurer ces mêmes services en France. C'est l'un des buts que s'est proposé l'Union des Syndicats de l'Electricité en organisant, avec le concours de divers autres organismes, ces essais contrôlés (²).

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 30 juin 1923, t. XIII, p. 1073-1074.

(²) *Revue générale de l'Electricité*, 16 décembre 1922, t. XII, p. 174 B ; 24 mars 1923, t. XIII, p. 98 B ; 16 juin 1923, t. XIII, p. 993-994 ; 6 octobre 1923, t. XIV, p. 110 B.

Dans la partie du rapport publié plus loin, le lecteur trouvera, après une introduction indiquant les diverses raisons qui ont motivé ces essais, l'exposé détaillé des conditions dans lesquelles ils ont été réalisés : règlement, charge des accumulateurs, contrôle des consommations d'énergie électrique, itinéraires suivis soit en banlieue, soit dans Paris.

Dans la seconde partie, qui paraîtra dans le prochain numéro, seront publiés les descriptions des divers véhicules ayant pris part aux essais ainsi que les résultats de ceux-ci ; on y trouvera également une description sommaire de quelques autres véhicules qui, bien que présentés par les constructeurs, n'ont pu participer aux essais. Dans une troisième partie, qui paraîtra en même temps, seront décrits les essais qui ont été faits sur des chariots et tracteurs à accumulateurs en usage dans les usines et les gares.

Rappelons que récemment, M. Jean Boës, ingénieur à la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, a publié dans ces colonnes (¹) un article intitulé : « La traction sur route par accumulateurs » dans lequel il donnait un historique très complet du développement pris par les automobiles électriques dans les pays étrangers, ainsi qu'une description très documentée de ces véhicules. Un second article, qui

(¹) *Revue generale de l'Electricite*, 8 et 15 décembre 1923, t. XIV, p. 905-917 et 967-988.

paraitra bientôt, contiendra des renseignements analogues sur la traction électrique par accumulateurs en France depuis son origine jusqu'en 1923

Ajoutons que ces deux articles de M. Boës, d'une part, et que les comptes rendus des essais contrôlés de l'Union des Syndicats de l'Électricité, d'autre part, seront ultérieurement publiés en fascicules séparés.

Bibliographie : L'atmosphère et la prévision du temps, par J. Rouch, professeur à l'École navale (1). — L'auteur de ce petit ouvrage a tâché d'exposer le peu que l'on connait avec quelque certitude, à l'heure actuelle, sur la prévision du temps. Il montre que si l'on n'arrive pas à prophétiser l'apparition d'un phénomène, on sait cependant en prévoir la marche et l'évolution et que, grâce aux méthodes qu'elle emploie, la météorologie prend peu à peu la forme d'une science exacte.

Nous recommandons la lecture de ce livre, en particulier, aux amateurs de radiotélégraphie qui reçoivent quotidiennement les bulletins météorologiques de la Tour Eiffel et peut-être de quelques autres postes et qui voudraient tâcher de les interpréter.

Signalons que ce volume, comme les précédents de la même collection, contient, à la fin, une bibliographie permettant au lecteur de se documenter plus à fond, s'il le désire, sur la question traitée. — Y. G.

Bibliographie : Sur la théorie des surfaces portantes, par M. Roy (2). — L'auteur a tenté, dans la présente étude, d'exposer de façon simple les bases de la théorie des surfaces portantes, à laquelle on donne généralement en Allemagne le nom de *Tragflügeltheorie*, et de faire connaître les résultats acquis jusqu'à ce jour.

Dans la première partie sont exposées, après un bref rappel des notions d'hydrodynamique dont il est fait usage, les idées fondamentales de la théorie. Deux problèmes intéressants soulevés par la théorie de Joukowski sont étudiés en annexe.

On décrit dans la deuxième partie les applications d'une forme simplifiée de la théorie telles que les a présentées le professeur L. Prandtl à la société scientifique de Göttingen, dans une communication dont l'auteur a respecté l'ordre, à quelques modifications de détail près.

Ces pages seront d'une incontestable utilité pour ceux, aujourd'hui si nombreux, qu'intéresse l'étude technique des problèmes de l'aviation. — L. B.

Bibliographie : Les accumulateurs électriques, par A. Soulier, ingénieur-électricien (3). — L'accumulateur électrique est un appareil qui a beaucoup occupé les électriciens, sur lequel on a fondé beaucoup d'espoirs et qui est encore, à l'heure actuelle, malgré ses inconvénients, d'un intérêt assez grand. Il nous suffira de citer, par exemple, le développement de son application à la traction électrique et, d'autre part, son emploi intensif dans les postes de radiotéléphonie.

(1) Un volume, format 17 cm × 11 cm, de 205 pages, avec 35 figures dans le texte, édité par la librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, à Paris. Prix : broché, 5 fr.

(2) Un volume de la Collection Scientia, format 20 cm × 13 cm de 132 pages, avec 59 figures dans le texte, éditée par la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 2 fr.

(3) Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 195 pages, avec 82 figures dans le texte, édité par la librairie Garnier frères, 6, rue des Saints-Pères, à Paris. Prix : broché, 8 fr.

Bien que les progrès dans sa construction aient été nombreux, l'accumulateur reste pourtant un appareil délicat qui ne fonctionne bien qu'à la condition d'être convenablement entretenu et il est des précautions qui sont indispensables si l'on ne veut pas qu'il soit la source d'inconvénients nombreux.

L'ouvrage de M. Soulier est écrit pour familiariser le lecteur à toutes ces questions et enseigner à l'amateur comment sont construits les accumulateurs, de quelle manière on doit les recharger et quels sont les soins qu'ils nécessitent.

La recharge des accumulateurs au moyen du courant des secteurs électriques, soit courant continu, soit courant alternatif, est notamment une question qui intéressera vivement le plus grand nombre des lecteurs. L'auteur y décrit, entre autres systèmes, le redresseur-soupape de son invention, basé sur le principe des lames vibrantes. — Y. G.

Bibliographie : L'industrie du caoutchouc, par F. Jacobs, ingénieur-conseil, ancien élève de l'École polytechnique (1). — Bien que l'industrie du caoutchouc ne concerne pas uniquement l'électricien, puisqu'une grande partie de cette matière première est employée par l'industrie automobile, il n'en est pas moins vrai que l'industrie électrique en fait aussi une grande consommation pour l'isolement des fils et câbles.

Comme les propriétés électriques et la conservation de ces conducteurs ainsi isolés varient beaucoup avec la composition du caoutchouc employé, l'industriel est amené à connaître la fabrication de cet isolant. Cette industrie est d'ailleurs peu connue en France et elle est encore assez empirique, du moins pour un grand nombre d'ateliers et d'usines.

Le présent ouvage a pour but de vulgariser cette fabrication ainsi que certaines connaissances indispensables à ceux qui doivent se servir du caoutchouc ou qui doivent le réceptionner. De plus, l'auteur a essayé d'apporter à son exposé quelques données scientifiques destinées à expliquer la raison d'être de certains tours de main.

Dans la première partie de son travail, l'auteur a réuni tous les renseignements sur le caoutchouc naturel et le caoutchouc artificiel, ainsi que sur les autres matières premières qui entrent dans la constitution du caoutchouc industriel, comme, par exemple, le soufre, certains colorants, certaines huiles, etc., puis il a indiqué les procédés d'analyse du produit et les diverses théories faites à propos de la vulcanisation.

Dans la deuxième partie, il envisage plus particulièrement la fabrication des produits manufacturés, donnant des détails sur la fabrication des mélanges et étudiant séparément la fabrication des divers objets en caoutchouc. La fabrication des chambres à air et enveloppes, celle des tissus caoutchoutés et celle des tuyaux constitue évidemment une bonne partie de cette étude, mais une place spéciale est cependant réservée à la fabrication des fils et câbles électriques. L'ouvrage se termine par quelques considérations sur les essais des caoutchoucs et par quelques renseignements d'ordre économique.

Ce traité, bien documenté, paraît être l'un des meilleurs parmi ceux qui traitent cette question. — Y. G.

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 475 pages, avec 209 figures dans le texte, édité par la Librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, à Paris. Prix : cartonné, 50 fr (France et colonies, 52 fr ; étranger, 53 fr).

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'expérience de Michelson, la contraction de Lorentz et la relativité *(suite)* (1)

II. **Précision de l'expérience.** — Or, jusqu'à présent, et contrairement à ces résultats qui concordent avec les résultats habituellement indiqués lorsqu'on se borne aux termes en β^2, mais en diffèrent lorsqu'on pousse aux termes d'ordre supérieur, l'expérience a donné un résultat négatif.

Il est nécessaire cependant de signaler que des expériences, effectuées en 1921 aux Etats-Unis d'Amérique (2), paraissent avoir donné des résultats positifs du genre de ceux auxquels on doit s'attendre, mais d'un ordre de grandeur égal au dixième de celui qu'on prévoyait.

Il y a lieu d'examiner si l'on ne peut trouver l'explication de ces résultats négatifs ou trop faibles dans les conditions mêmes de l'expérience.

Nous avons vu précédemment que, pour donner plus de sensibilité à l'expérience, on déréglait légèrement l'un des miroirs afin d'obtenir des franges d'interférence qui devraient se déplacer lorsqu'on fait tourner le plateau autour de son axe vertical. Il semble qu'on ait négligé de calculer l'influence de ce déréglage sur la marche des ondes, alors qu'il apporte des modifications importantes aux raisonnements qui précèdent.

Fig. 9.

Supposons (fig. 9) qu'on ait déréglé le miroir M_1 d'un angle ε, de manière à dévier la direction des ondes qu'il réfléchit dans la direction même du mouvement de la Terre dans la première position (la déviation opposée correspondra à une valeur négative de l'angle ε). Il faut, tout d'abord, déterminer l'angle θ que fait, avec l'ancienne position du miroir (celle qui contenait la direction du mouvement de la Terre), l'onde réfléchie arrivée au miroir sous l'angle α avec cette ancienne position.

Pendant le temps t qu'a mis le point B de l'onde à atteindre le miroir M_1, ce dernier s'est déplacé de

$$AA_1 = vt.$$

Nous avons d'ailleurs, évidemment, en désignant par h la longueur AB,

$$AA' = BB' = ct,$$

$$BB'' = h \operatorname{tg} \alpha.$$

$$AB'' = \frac{h}{\cos \alpha},$$

$$B'B'' = BB' - BB'' = ct - h \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\frac{B'B''}{\sin \theta} = \frac{B_1B''}{\cos(\alpha + \theta)} = \frac{ct - h \operatorname{tg} \alpha}{\cos(\alpha + \theta)},$$

$$AB_1 = AB'' - B''B_1 = \frac{h}{\cos \alpha} - (ct - h \operatorname{tg} \alpha) \frac{\cos(\alpha + \theta)}{\sin \theta},$$

$$AA' = ct = AB_1 \sin \theta = \frac{h \sin \theta}{\cos \alpha} - (ct - \operatorname{tg} \alpha) \cos(\alpha + \theta).$$

D'où

$$ct\,[1 + \cos(\alpha + \theta)] = h \sin(\alpha + \theta).$$

Puis

$$\frac{A_1B''}{\cos(\alpha + \varepsilon)} = \frac{B'B''}{\sin \varepsilon} = \frac{ct - h \operatorname{tg} \alpha}{\sin \varepsilon} = \frac{\dfrac{h}{\cos \alpha} - vt}{\cos(\alpha + \varepsilon)}.$$

Par conséquent,

$$t\,[c \cos(\alpha + \varepsilon) + v \sin \varepsilon] = h \sin(\alpha + \varepsilon)$$

et, enfin,

$$\frac{1 + \cos(\alpha + \theta)}{\cos(\alpha + \varepsilon) + \beta \sin \varepsilon} = \frac{\sin(\alpha + \theta)}{\sin(\alpha + \varepsilon)}.$$

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. XIV, p. 243-250.

(2) Ether drift experiment at Mount Wilson solar Observatory; DAYTON C. MILLER. *Physical Review*, avril 1922, t. XIX, p. 407. Les résultats montrent un déplacement défini, périodique, à chaque demi-révolution de l'interféromètre, de l'espèce attendue, mais possédant une amplitude égale à un dixième de celle qu'on prévoyait.

Si nous annulons ε, nous arrivons à l'équation

$$\sin\alpha + \sin\alpha\cos(\alpha+\theta) = \cos\alpha\sin(\alpha+\theta),$$

c'est-à-dire

$$\alpha = 0,$$

ainsi que cela devait avoir lieu pour le miroir bien réglé.

Si, au contraire, nous annulons β, nous obtenons

$$\sin(\alpha+\varepsilon) = \sin(\theta-\varepsilon),$$

c'est-à-dire

$$\theta = \alpha + 2\varepsilon,$$

ce qui est bien ce que l'on doit obtenir avec le miroir au repos.

La solution est générale, puisque nous n'avons fait aucune hypothèse sur la valeur de ε, et on vérifierait aisément qu'elle donnerait la valeur de l'angle α'', par exemple, que nous avons établie précédemment. Elle peut se mettre sous une forme plus maniable en l'écrivant de la manière suivante

$$2\sin\frac{\alpha+\theta}{2}\cos\frac{\alpha+\theta}{2}[\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon] = 2\cos^2\frac{\alpha+\theta}{2}\sin(\alpha+\varepsilon),$$

et, par conséquent,

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha+\theta}{2} = \frac{\sin(\alpha+\varepsilon)}{\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon} = \frac{\operatorname{tg}(\alpha+\varepsilon)}{1+\beta\dfrac{\sin\varepsilon}{\cos(\alpha+\varepsilon)}}.$$

On peut aisément déterminer θ en négligeant les termes d'ordre supérieur; si on néglige, par exemple, les termes en β^2 et au-dessus, on obtient

$$\theta = \alpha + 2\varepsilon[1-\beta(\alpha+\varepsilon)].$$

Il est nécessaire maintenant de reprendre la marche des ondes, d'une manière analogue à celle qui a été employée dans la première partie, mais sans entrer dans tous les détails des calculs.

Nous avons, comme précédemment,

$$t'_1 = \frac{h}{c-v}.$$

Mais dans le deuxième et le troisième trajet, il est nécessaire de tenir compte du chemin supplémentaire $F'FF''$ qui résulte de l'obliquité du miroir M_1.

Nous aurons (fig. 10)

$$ct''_1 = \frac{l-h}{\cos\alpha} + FF',$$

$$M'_1F' = M_1F' - M_1M'_1 = (l-h)\operatorname{tg}\alpha - vt''_1$$

$$\frac{FF'}{M'_1F'} = \frac{\sin\varepsilon}{\sin\left(\dfrac{\pi}{2}-\alpha-\varepsilon\right)} = \frac{\sin\varepsilon}{\cos(\alpha+\varepsilon)}.$$

D'où il résulte

$$\left[c + v\frac{\sin\varepsilon}{\cos(\alpha+\varepsilon)}\right]t''_1 = \frac{(l-h)\cos\varepsilon}{\cos(\alpha+\varepsilon)},$$

ou

$$t''_1 = \frac{(l-h)\cos\varepsilon}{c\cos(\alpha+\varepsilon)+v\sin\varepsilon}$$

et

$$ct'''_1 = \frac{2l}{\cos\theta} + FF''.$$

Fig. 10.

D'ailleurs,

$$\frac{FF''}{\sin\varepsilon} = \frac{FM'_1}{\cos\theta} = \frac{F'M'_1\cos\alpha}{\cos\theta\cos(\alpha+\varepsilon)};$$

$$FM'_1 = \frac{\cos\alpha}{\cos(\alpha+\varepsilon)}\left[(l-h)\operatorname{tg}\alpha - \frac{v(l-h)\cos\varepsilon}{c\cos(\alpha+\varepsilon)+v\sin\varepsilon}\right].$$

D'où l'on tire, après quelques réductions,

$$ct'''_1 = \frac{2l}{\cos\theta} + (l-h)\frac{\sin\varepsilon}{\cos\theta}\left[\frac{\sin\alpha-\beta}{\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon}\right],$$

et, par conséquent,

$$ct_1 = c(t'_1+t''_1+t'''_1) = \frac{h}{1-\beta} + \frac{2l}{\cos\theta} + \frac{l-h}{\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon}\left[\cos\varepsilon + \frac{\sin\varepsilon(\sin\alpha-\beta)}{\cos\theta}\right].$$

D'autre part, la distance δ_1 du centre de l'écran à laquelle arrive le point B de l'onde a pour valeur

$$\delta_1 = ct'_1 + ct''_1 \sin\alpha + ct'''_1 \sin\theta - vt_1.$$

Rappelons que l'on a

$$\cos\alpha = \frac{1-\beta}{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}, \quad \sin\alpha = \frac{\beta\left(1-\frac{\beta}{2}\right)}{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}},$$

et, par conséquent,

$$\sin\alpha - \beta = \frac{\beta^2}{2}\,\frac{1-\beta}{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}} = \frac{\beta^2}{2}\cos\alpha,$$

$$\cos(\alpha+\varepsilon) + \beta\sin\varepsilon = \frac{(1-\beta)\cos\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}(1-\beta)\sin\varepsilon}{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}};$$

ce qui permet d'écrire

$$ct_1 = \frac{2l}{\cos\theta} + \frac{h}{1-\beta} + \frac{l-h}{1-\beta} \times \frac{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}{\cos\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin\varepsilon}\left[\cos\varepsilon + \frac{\beta^2}{2}\,\frac{(1-\beta)\sin\varepsilon}{\left(1-\beta+\frac{\beta^2}{2}\right)\cos\theta}\right].$$

Il faut maintenant exprimer $\sin\theta$ et $\cos\theta$ en fonction de β.

Nous avons

$$\operatorname{tg}(\alpha+\theta) = \frac{2\operatorname{tg}\frac{\alpha+\theta}{2}}{1-\operatorname{tg}^2\frac{\alpha+\theta}{2}} = \frac{\sin(\alpha+2\varepsilon) + 2\beta\sin^2\varepsilon}{\cos(\alpha+2\varepsilon) + \beta\sin 2\varepsilon},$$

en négligeant des termes du cinquième ordre (nous verrons, en effet, plus loin, que ε est du même ordre de grandeur que β et le moment est venu de simplifier un peu les calculs en tenant compte de cet ordre de grandeur). De même, en négligeant un terme du sixième ordre, nous obtiendrons

$$\frac{1}{\cos\theta} = \frac{\beta(1-\beta)\sin 2\varepsilon + \beta^2\left(1-\frac{\beta}{2}\right)\cos 2\varepsilon + (1-\beta)\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)}{(1-\beta)\left(\cos 2\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin 2\varepsilon\right)};$$

$$\sin\theta = \frac{\frac{\beta^2}{2}\cos 2\varepsilon + \sin 2\varepsilon + \beta\,\frac{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}{1-\beta}}{1-\frac{\beta^2}{2} + \beta\sin 2\varepsilon + \beta^2\,\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta}\cos 2\varepsilon},$$

et, par conséquent,

$$ct_1 = \left\{\begin{array}{l} 2l\left[\dfrac{1-\frac{\beta^2}{2}}{\cos 2\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin 2\varepsilon} + \beta\,\dfrac{\sin 2\varepsilon + \frac{\beta\left(1-\frac{\beta}{2}\right)}{1-\beta}\cos 2\varepsilon}{\cos 2\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin 2\varepsilon}\right] + \dfrac{h}{1-\beta} \\ + (l-h)\left[\dfrac{1-\beta+\frac{\beta^2}{2}}{\cos\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin\varepsilon}\cdot\dfrac{\cos\varepsilon}{1-\beta} + \dfrac{\beta^2}{2}\cdot\dfrac{1-\frac{\beta^2}{2} + \beta\sin 2\varepsilon + \beta^2\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta}\cos 2\varepsilon}{\left(\cos\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin\varepsilon\right)\left(\cos 2\varepsilon - \frac{\beta^2}{2}\sin 2\varepsilon\right)}\cdot\sin\varepsilon\right] \end{array}\right\}.$$

Cherchons l'expression de δ_1.

$$\delta_1 = c(1-\beta)t'_1 + c(\sin\alpha - \beta)t''_1 + c(\sin\theta - \beta)t'''_1.$$

Par conséquent,

$$\delta_1 = h + \frac{(l-h)\cos\varepsilon\cos\alpha}{\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon} \times \frac{\beta^2}{2}$$

$$+ \left\{ \frac{2l}{\cos\theta} + (l-h)\frac{\sin\varepsilon}{\sin\theta}\left[\frac{\sin\alpha-\beta}{\cos(\alpha+\varepsilon)+\beta\sin\varepsilon}\right] \right\} \frac{(1-\beta-\beta^2)\sin 2\varepsilon + \frac{\beta^2}{2}(1-3\beta+\beta^2)\cos 2\varepsilon + \beta^3\left(1-\frac{\beta}{2}\right)}{(1-\beta)\left(1-\frac{\beta^2}{2}+\beta\sin 2\varepsilon\right)+\beta^2\left(1-\frac{\beta}{2}\right)\cos 2\varepsilon};$$

d'où résulte

$$\delta_1 = h\left[1 - \frac{\beta^2(1-\beta-2\beta^2\sin^2\varepsilon)}{(1-\beta)(2\cos 2\varepsilon - \beta^2\sin 2\varepsilon)}\right] +$$

$$+ l\,\frac{\beta^2(1+3\beta-3\beta^2)+4(1-\beta-\beta^2)\sin 2\varepsilon + \beta^2(2-6\beta+3\beta^2)\cos 2\varepsilon}{(1-\beta)(2\cos 2\varepsilon-\beta^2\sin 2\varepsilon)}\Bigg].$$

L'annulation de δ_1 permet de déterminer h

$$h = -l\,\frac{4(1-\beta^2)\sin\varepsilon + 4\sin^3\varepsilon + \frac{3}{2}\beta^2\cos\varepsilon}{\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)\cos\varepsilon - 2\cos\varepsilon\sin^2\varepsilon - \frac{3}{2}\beta^2\sin\varepsilon},$$

en ne conservant que les termes du troisième ordre parmi ceux d'ordre supérieur.

Il faut d'ailleurs que h soit assez petit pour que cet élément de l'onde, ainsi que la région voisine, atteigne la glace G et le miroir M_1; admettons, par exemple, qu'on doive avoir

$$h \leqq 1 \text{ cm}.$$

Le plus grand terme au numérateur est $4\sin\varepsilon$ et, au dénominateur, $\cos\varepsilon$, les autres étant négligeables en première approximation. Pour l, nous pourrons prendre la valeur de 22 m, qui a été réalisée par le jeu de réflexions successives des ondes, et nous aurons

$$4\,\mathrm{tg}\,\varepsilon \leqq \frac{1}{2\,200},$$

ou, en première approximation, bien suffisante pour notre but actuel,

$$\varepsilon \leqq \frac{1}{8\,800}.$$

On voit que, comme nous l'avons annoncé précédemment, ε est du même ordre de grandeur que β, ou plus petit.

En remplaçant h par sa valeur dans ct_1, on obtient une expression d'écriture un peu compliquée, où nous négligerons tous les termes du quatrième ordre et d'ordre supérieur. Nous arriverons ainsi à l'expression simplifiée

$$ct_1 = l\left[3\left(1+\frac{\beta^2}{2}\right) + 4\sin^2\varepsilon - \beta\left(2-\frac{\beta}{2}\right)\mathrm{tg}\,\varepsilon\right].$$

D'autre part, rien n'est modifié à la marche des ondes qui se réfléchissent sur le miroir M_2, de sorte que l'on a toujours

$$ct_2 = l\,\frac{3-2\beta^2}{(1-\beta^2)\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)} = l\left[3+\frac{5}{2}\beta^2+\ldots\right]$$

et que la différence de marche des deux ondes a pour valeur

$$t_2 - t_1 = \frac{l}{c}\left[\beta^2 - 4\sin^2\varepsilon + \beta\left(2-\frac{\beta}{2}\right)\mathrm{tg}\,\varepsilon\right].$$

ou, à l'approximation admise,

$$t_2 - t_1 = \frac{l}{c}\left[\beta^2 - 4\varepsilon^2 + \beta\varepsilon\left(2-\frac{\beta}{2}\right)\right],$$

La différence de phase entre les deux ondes originaires qui se rencontrent sur l'écran sera donc égale à

$$\frac{2\pi(ct_2-ct_1)}{cT} = 2\pi\frac{l}{\lambda}\left[\beta^2 - 4\varepsilon^2 + \beta\varepsilon\left(2-\frac{\beta}{2}\right)\right],$$

en négligeant les termes du quatrième ordre et d'ordre supérieur.

Si nous prenons une vibration moyenne,

$$\lambda = \frac{1}{2}10^{-6}, \quad \beta^2 = 10^{-8},$$

nous aurons, pour cette différence de phase (les longueurs étant exprimées en mètres),

$$0{,}04\,\pi l\left[1 - 4\left(\frac{\varepsilon}{\beta}\right)^2 + \frac{\varepsilon}{\beta}\left(2-\frac{\beta}{2}\right)\right],$$

ou, β étant négligeable devant 4,

$$0{,}04\,\pi l\left(1 + 2\frac{\varepsilon}{\beta} - 4\left(\frac{\varepsilon}{\beta}\right)^2\right].$$

L'angle ε est trop petit pour être aisément mesuré, mais il est lié par une relation très simple (en première approximation) à la largeur des franges qui en résultent sur l'écran, comme nous allons le voir.

A la distance x du centre sur l'écran, les deux ondes qui viennent interférer ont précédé celles qui interfèrent au centre de temps respectivement égaux à

$$\frac{x \sin \theta}{c - v \sin \theta} \quad \text{et} \quad \frac{x \sin \alpha'}{c - v \sin \alpha'},$$

de sorte que leur différence de phase aura pour valeur

$$0{,}04\,\pi l \left[1 + \frac{2\varepsilon}{\beta} - 4\left(\frac{\lambda}{\varepsilon}\right)^2 \right] + 2\pi \frac{x}{\lambda}(\sin \alpha' - \sin \theta),$$

en négligeant des termes d'ordre supérieur.

La largeur des franges sera la valeur δ de x pour laquelle cette différence de phase aura augmenté ou diminué de 2π, c'est-à-dire

$$\delta = \pm \frac{\lambda}{\sin \alpha' - \sin \theta}.$$

Il est remarquable que cette valeur soit indépendante de l.

L'expression de δ, assez compliquée quand on garde les termes allant jusqu'au troisième ordre, se simplifie au contraire beaucoup lorsqu'on se borne à la première approximation, qui est d'ailleurs largement suffisante pour l'examen de la question spéciale en jeu.

On trouve, en effet,

$$\delta \sin 2\varepsilon = \pm \lambda,$$

ou, en première approximation,

$$\varepsilon = \pm \frac{\lambda}{2\delta},$$

résultat qui montre dans quelles étroites limites est enfermé l'angle ε.

Si on admet que δ varie entre 2 et 5 mm, ε ne pourra, pour une longueur d'onde de 5.10^{-4} mm, varier que de $\frac{5}{4}\,10^{-4}$ à $\frac{1}{2}\,10^{-4}$.

En remplaçant ε par cette valeur dans la différence de phase des ondes au point x de l'écran, on a, pour cette différence de phase,

$$0{,}04\,\pi l \left[1 \pm \frac{\lambda}{\beta\delta} - \left(\frac{\lambda}{\beta\delta}\right)^2 \right] \pm 2\pi \frac{x}{\delta}.$$

La raie brillante la plus rapprochée du centre de l'écran correspondra à la valeur de x pour laquelle cette différence de phase s'annule, ce qui donne

$$\frac{x}{\delta} = \pm 0{,}02\, l \left[1 \pm \frac{\lambda}{\beta\delta} - \frac{\lambda^2}{\beta^2\delta^2} \right].$$

Si nous exprimons x et δ en millimètres et l, en mètres, nous aurons, pour la longueur d'onde moyenne déjà envisagée,

$$\frac{x}{\delta} = \pm 0{,}02\, l \left[1 \pm \frac{5}{\delta} - \frac{25}{\delta^2} \right].$$

Prenons d'abord les valeurs positives de ε, qui correspondent au cas de la figure 10, c'est-à-dire à celui où le déréglage du miroir renvoie les ondes dans le sens du mouvement de la Terre.

Nous aurons alors

$$\frac{x}{\delta} = \pm 0{,}02\, l \left[1 + \frac{5}{\delta} - \frac{25}{\delta^2} \right]$$

et nous remarquons que x s'annule lorsque

$$\delta^2 + 5\delta - 25 = 0,$$

c'est-à-dire pour

$$\delta = \frac{-5 + \sqrt{125}}{2} = \frac{5}{2}(-1 + \sqrt{5}) = 3 \text{ mm environ}.$$

Ainsi, lorsque la largeur des franges sera de 3 mm, la partie la plus brillante de la frange se trouvera au centre de l'écran et, comme il en sera de même, par symétrie, lorsque le mouvement de la Terre se fera dans une direction très voisine de la bissectrice de l'angle M_1OM_2 (fig. 1) il en résulte qu'il n'y aura *aucun déplacement des franges* lorsqu'on fera tourner le plateau autour de son axe.

Si la largeur des franges diffère de 3 mm, on devra avoir un déplacement, mais bien moindre que celui qui a été prévu jusqu'à présent (et qui était égal à $0{,}02\, l$). Nous avons vu, en effet, que ε ne pouvait dépasser $\frac{1}{8\,800}$ environ.

Nous aurons donc

$$\delta \geqq 2{,}2 \text{ mm}.$$

Pour cette valeur, on obtient le maximum de $\frac{x}{\delta}$,

$$0{,}02\, l\,[1 + 2{,}27 - 5{,}17] = 0{,}038\, l,$$

ce qui, dans le cas extrême où l'on porte à 22 m la valeur de l, ne donne encore que

$$\frac{x}{\delta} = 0{,}84.$$

Pour une largeur de 6 mm des franges, on aurait

$$\frac{x}{\delta} = 0{,}44 \left[1 + \frac{5}{6} - \frac{25}{36} \right] = 0{,}5.$$

L'allure du phénomène est donc extrêmement nette. Lorsqu'on réalise des franges aussi étroites que pos-

sible, on doit avoir un déplacement assez important de la frange brillante lorsqu'on fait tourner le plateau (sous réserve de ce qui sera dit ultérieurement au sujet de la vitesse v). Mais, on ne cherche pas, le plus souvent, à avoir des franges très étroites; dès lors, à mesure que les bandes s'élargissent, le déplacement de la frange brillante diminue jusqu'à s'annuler lorsque la largeur des franges atteint 3 mm environ, puis il recommence à augmenter lentement quand la largeur des franges augmente encore.

Si l'on envisage maintenant les valeurs négatives de ε, c'est-à-dire celles où le déréglage du miroir tend à ramener les ondes réfléchies dans le sens opposé au mouvement de la Terre, on trouve des résultats analogues aux précédents, mais qui en diffèrent par les valeurs numériques.

La déviation s'annule pour

$$\delta = \frac{5}{2}\left(1 + \sqrt{5}\right) = 8 \text{ millimètres environ.}$$

Pour la valeur 2,2, qui constitue le minimum de largeur de franges, on obtient

$$\frac{x}{\delta} = 0{,}02\, l\, [1 - 2{,}27 - 5{,}17] = -\, 0{,}13\, l = -\, 2{,}86,$$

c'est-à-dire un déplacement très important des franges.

Dans ce cas, on aurait donc, pour des franges très étroites, un déplacement important de la raie brillante lorsqu'on tourne le plateau ; ce déplacement irait en s'atténuant rapidement à mesure de l'élargissement des franges jusqu'à s'annuler complètement lorsque la largeur des bandes atteint 8 mm environ.

Ces résultats numériques ont été obtenus en prenant pour v la valeur moyenne de la vitesse relative de la Terre sur son orbite, soit 30 km : s. Mais, dans les raisonnements habituellement présentés, on prend pour v le double de cette vitesse relative, soit 60 km : s. Or cette vitesse varie dans de larges limites selon les conditions de l'expérience.

Tout d'abord, la vitesse absolue résulte de la composition de la vitesse relative de la Terre sur son orbite avec la vitesse d'entraînement du système solaire tout entier vers l'apex. Cette vitesse est, d'après des déterminations récentes (¹), de 29,4 km : s, soit sensiblement égale à la vitesse relative de la Terre, mais elle est toujours oblique à cette vitesse, car les coordonnées équatoriales de l'apex sont voisines de (²)

$$\alpha = 274°. \quad \delta = +\, 38°.$$

Dès lors, l'angle que font entre elles les deux vitesses composantes variera entre un minimum φ_1 et un maximum φ_2, et la vitesse résultante sera comprise entre deux valeurs extrêmes sensiblement égales à 60 cos $\frac{\varphi_1}{2}$ et 60 cos $\frac{\varphi_2}{2}$ km : s. Le déplacement auquel on s'attend en partant de la vitesse de 60 km : s sera donc multiplié par un coefficient compris, selon le jour de l'année, entre $\cos^2 \frac{\varphi_1}{2}$ et $\cos^2 \frac{\varphi_2}{2}$, toujours inférieur et souvent très inférieur à l'unité.

Mais ce n'est pas tout. Cette vitesse résultante une fois déterminée n'intervient pas intégralement dans l'expérience ; ce qui intervient dans les déplacements d'ondes lumineuses que nous avons analysées, c'est seulement la composante de la vitesse située dans le plan du plateau, laquelle est presque toujours plus petite que la vitesse elle-même.

Si nous menons par le centre de la Terre un diamètre parallèle à sa vitesse absolue à un instant donné, il affleure la surface en deux points où la composante tangentielle est nulle et où, par conséquent, le déplacement des franges sera nul, quelle que soit la valeur qu'il devrait avoir en envisageant seulement la largeur des franges. La latitude de ces deux points détermine deux parallèles terrestres dont chacun des points jouira à un instant donné de la journée de cette propriété de déplacement nul des franges, ce déplacement étant, aux autres instants, multiplié par un facteur généralement inférieur à l'unité.

Si nous envisageons le cylindre de génératrices parallèles à la vitesse résultante, tangent à la Terre, le grand cercle de tangence est lui-même tangent à deux parallèles entre lesquels chaque point de la surface terrestre possède, à un instant de la journée, la vitesse dans son plan tangent, alors qu'aux autres instants la composante tangentielle est plus petite.

En résumé, nous voyons que le déplacement des franges pendant la rotation du plateau dépend essentiellement :

1° Du sens dans lequel on a dirigé le miroir ;

2° De la largeur des franges obtenues sur l'écran (ou dans la lunette qui remplace généralement l'écran);

3° De l'époque de l'année;

4° De l'heure de la journée à laquelle a lieu l'expérience.

Certains de ces éléments peuvent annuler complètement le déplacement, mais, même quand ce résultat n'est pas obtenu, ils concourent en général à diminuer notablement le déplacement prévu lorsqu'il n'en est pas tenu compte.

Cette discussion semble de nature à donner une explication plausible des résultats négatifs et des résultats positifs trop faibles qui ont été obtenus jusqu'à présent.

(*A suivre.*)

E. Brylinski.

(¹) Strobant et P. Bourgeois; Sur certaines étoiles dont le mouvement est parallèle et égal à celui du soleil. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1923, t. CLXXVII, p. 584.

(²) Ce δ n'a aucun rapport avec la largeur des franges d'interférence dont il a été question précédemment.

Revues, analyses et informations

Les équations générales d'un four électrique triphasé [1].

De nombreux essais effectués sur des fours affectés à des fabrications diverses ont montré que la réactance par phase mesurée du côté à basse tension du transformateur d'alimentation était pratiquement constante pour toutes les charges. Cette réactance dépend de la disposition des barres et des conducteurs qui amènent le courant au four. Le circuit de charge, c'est-à-dire cette partie du circuit où l'énergie électrique est transformée en chaleur ne possède aucune réactance et se comporte comme une simple résistance.

D'après un grand nombre d'observations, l'auteur est amené à croire que la transformation d'énergie électrique en énergie calorifique s'effectue dans un arc traversant une atmosphère de vapeurs sous pression. Les propriétés de cet arc varient naturellement pour les différentes substances. Toutes choses égales d'ailleurs, le courant augmentera quand l'arc sera raccourci sous tension constante et, pour un courant constant, la tension aux bornes de l'arc croîtra avec la longueur.

On a dit que l'énergie calorifique était engendrée par le passage du courant à travers le métal en fusion. On peut objecter que, si le bout des électrodes était en contact avec le bain en fusion, le courant, qui rencontre moins de résistance à traverser directement le bain jusqu'au fond du four qu'à passer à travers le bain d'une électrode à l'autre, irait directement au fond de la cuve. La résistance de la courte longueur de métal en fusion et de scories est beaucoup trop faible pour engendrer par effet Joule la puissance dissipée et de plus les électrodes n'atteignent pas la surface du bain. Si, d'autre part, la masse pâteuse au-dessus du bain constituait la résistance, le courant passerait principalement d'une électrode à l'autre sans aller jusqu'au bain. Les conditions sont ici renversées et la plus grande résistance serait constituée par le bain. Dans un four triphasé une telle répartition de la charge correspondrait à une connexion en triangle ouvert et le conducteur central serait parcouru par un courant qui serait égal à $\sqrt{3}$ fois celui dans les conducteurs extrêmes. Un tel déséquilibre n'apparaît pas dans les fours et, en étudiant les déplacements des électrodes et leur effet sur la tension et le courant, on est amené à considérer que la charge est connectée en étoile, le neutre étant réalisé par le fond de la cuve. L'énergie calorifique est donc engendrée dans trois petites zones situées entre les extrémités des trois électrodes et le bain ; la plus grande partie de cette énergie est absorbée par des réactions chimiques et employée à élever les différents produits à leur température finale. Le restant s'écoule à travers la masse et les parois du four, des zones à température élevée vers les zones à température plus faible. Si les électrodes sont trop éloignées les unes des autres, il peut arriver que, au milieu de l'intervalle entre deux électrodes, la température soit trop faible pour maintenir la charge en fusion et il se forme un mur dans le four. Pour élever la température en ce point, il faut fournir une énergie plus considérable, ce qui, pour un courant constant, sera réalisé en augmentant la tension de sorte que, indirectement, la distance entre les électrodes est fonction de leur différence de potentiel.

En se basant sur la constance de la réactance par phase, l'auteur a établi les équations générales du four électrique triphasé ; le four est alimenté par trois conducteurs parallèles et identiques situés dans un même plan et placés symétriquement par rapport au conducteur médian. Entre ces conducteurs, on maintient une tension constante et leur résistance est négligée ainsi que l'impédance du transformateur.

La chute de tension réactive dans les trois conducteurs parallèles est

$$\left.\begin{aligned} I_1 X_a &= - I_2 X_{12} - I_3 X_{13}, \\ I_2 X_b &= - I_3 X_{23} - I_1 X_{21}. \\ I_3 X_c &= - I_1 X_{31} - I_2 X_{32}. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

où

$$X_{12} = X_{21}.$$
$$X_{23} = X_{32}.$$
$$X_{31} = X_{13}.$$

et où I_1, I_2, I_3, désignent les courants dans les phases 1, 2 et 3.

$X_{1.2}$ est, en ohms, la réactance effective de la phase 1, due au courant I_2, en ampères ;

$X_{2.3}$ est la réactance effective de la phase 2, due au courant I_3 ;

$X_{3.1}$ est la réactance effective de la phase 3, due au courant I_1.

Par raison de symétrie $X_{12} = X_{23} = X$; X_{13} peut être représentée par αX où $\alpha > 1$. Les symboles surmontés d'un trait doivent être considérés vectoriellement.

$$\overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3 = 0. \qquad (2)$$

Prenant la phase de I_2 pour axe, on a

$$\left.\begin{aligned} \overline{I}_1 &= I(-\gamma - j\beta) \\ \overline{I}_2 &= I \\ \overline{I}_3 &= I(-\varepsilon + j\beta) \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

où

$$\gamma + \varepsilon = 1.$$

Si R_a, R_b, R_c, sont les résistances de la charge dans les phases 1, 2 et 3, $I_1 R_a$, $I_2 R_b$, $I_3 R_c$ sont les chutes de tension dues à la charge.

La chute de tension totale dans chaque phase, comptée de la sortie du transformateur au point neutre, est

$$\left.\begin{aligned} \overline{I}_1 Z_1 &= \overline{I}_1 (R_a - jX_a) = \overline{I}_1 R_a + j\overline{I}_2 X + j\overline{I}_3 \alpha X \\ \overline{I}_2 Z_2 &= \overline{I}_2 (R_b - jX_b) = \overline{I}_2 R_b + j\overline{I}_3 X + j\overline{I}_1 X \\ \overline{I}_3 Z_3 &= \overline{I}_3 (R_c - jX_c) = \overline{I}_3 R_c + j\overline{I}_1 \alpha X + j\overline{I}_2 X \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

[1] F.-V. ANDREAE. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mai 1923, t. XLII, p. 498-509, 4 500 mots, 14 fig., 5 tab.

Combinant (3) et (4)

$$\left.\begin{aligned}\overline{I_1}Z_1 &= I\{-(\gamma R_a+\beta\alpha X)-j[\alpha\varepsilon-1)X+\beta R_a]\} = \overline{e_1}\\ \overline{I_2}Z_2 &= I[R_b-jX] \quad \dots\dots\dots \quad = \overline{e_2}\\ \overline{I_3}Z_3 &= I\{-(\varepsilon R_c-\beta\alpha X)-j[(\gamma\alpha-1)X-\beta R_c)\} = \overline{e_3}\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Les impédances des trois phases sont

$$\left.\begin{aligned}Z_1 &= R_a+\frac{(\alpha-1)\beta X}{\beta^2+\gamma^2}-jX\left(\alpha-\frac{(\alpha-1)\gamma}{\beta^2+\gamma^2}\right) = R_1-jX_1\\ Z_2 &= R_b-jX \quad \dots\dots\dots \quad = R_2-jX_2\\ Z_3 &= R_c-\frac{(\alpha-1)\beta\gamma}{\beta^2+\varepsilon^2}-jX\left(\alpha-\frac{(\alpha-1)\varepsilon}{\beta^2+\varepsilon^2}\right) = R_3-jX_3\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

On voit que dans la phase 1 une résistance

$$\frac{\alpha-1}{\beta^2+\gamma^2}\beta X$$

est ajoutée à la résistance de la charge R_a et que dans la phase 3 une résistance

$$\frac{\alpha-1}{\beta^2+\varepsilon^2}\beta X$$

est retranchée de R_c. En multipliant ces deux résistances supplémentaires respectivement par I_1^2 et I_3^2, on a

$$P_{t_1} = I_1^2.\frac{\alpha-1}{\beta^2+\gamma^2}\beta X.$$

$$P_{t_3} = I_3^2.\frac{\alpha-1}{\beta^2+\varepsilon^2}\beta X.$$

Mais

$$I_1^2 = I^2(\beta^2+\gamma^2)$$

et

$$I_3^2 = I^2(\beta^2+\varepsilon^2)$$

de sorte que

$$P_{t_1} = P_{t_3} = P_t = I^2(\alpha-1)\beta X \text{ watts.} \quad (7)$$

P_t représente une puissance transmise de la phase 1 à la phase 3, de même que dans un transformateur une certaine puissance est transmise du primaire au secondaire.

Si E_1, E_2, E_3 sont les tensions appliquées entre les conducteurs 2 et 3, 3 et 1, 1 et 2, respectivement, on a d'après (5)

$$\left.\begin{aligned}\overline{E_3} &= \overline{e_1}-\overline{e_2} = I\{-(\gamma R_a+R_b+\beta\alpha X)-j[(\varepsilon\alpha-2)X+\beta R_a]\}\\ \overline{E_1} &= \overline{e_2}-\overline{e_2} = I\{(R_b+\varepsilon R_c-\beta\alpha X)-j[(2-\alpha\gamma)X+\beta R_c]\}\\ \overline{E_2} &= \overline{e_3}-\overline{e_1} = I\{-(\varepsilon R_c-\gamma R_a-\varepsilon\beta\alpha X)-j[(\alpha\gamma-\alpha\varepsilon)X\\ &\qquad -\beta R_a-\beta R_c]\},\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

$$\overline{E_1}+\overline{E_2}+\overline{E_3} = 0.$$

Les puissances totales absorbées par les phases 1, 2 et 3 respectivement sont

$$\left.\begin{aligned}W_1 &= R_1 I_1^2 = I^2[(\beta^2+\gamma^2)R_a+(\alpha-1)\beta X]\\ W_2 &= R_2 I_2^2 = I^2 R_b\\ W_3 &= R_3 I_3^2 = I^2[(\beta^2+\varepsilon^2)R_c-(\alpha-1)\beta X]\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Les puissances fournies au four par les électrodes 1, 2 et 3 sont, respectivement

$$\left.\begin{aligned}W_a &= R_a I_1^2 = I^2[(\beta^2+\gamma^2)R_a]\\ W_b &= R_b I_2^2 = I^2 R_b\\ W_c &= R_c I_3^2 = I^2[(\beta^2+\varepsilon^2)R_c].\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

Considérons d'abord le cas où les trois tensions appliquées sont égales et les courants équilibrés. Pour que cette dernière condition soit réalisée il faut que l'on ait

$$\gamma = \varepsilon = \frac{1}{2}, \quad \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \gamma^2+\beta^2 = \beta^2+\varepsilon^2 = 1. \quad (11)$$

$$\left.\begin{aligned}\overline{I_1} &= -I\left(\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right),\\ \overline{I_2} &= I,\\ \overline{I_3} &= -I\left(\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right).\end{aligned}\right\} \quad (12)$$

Si

$$\overline{E_3} = E(\pi+j\zeta),$$

les conditions de l'égalité des tensions s'écrivent

$$\left.\begin{aligned}\overline{E_1} &= E(\pi+j\zeta)\left(-\frac{1}{2}+\frac{j}{2}\sqrt{3}\right),\\ &= E\left[\left(-\frac{\pi}{2}-\zeta\frac{\sqrt{3}}{2}\right)-j\left(\frac{\zeta}{2}-\frac{\pi}{2}\sqrt{3}\right)\right],\\ \overline{E_2} &= E(\pi+j\zeta)\left(-\frac{1}{2}-\frac{j}{2}\sqrt{3}\right),\\ &= E\left[\left(-\frac{\pi}{2}+\zeta\frac{\sqrt{3}}{2}\right)-j\left(\frac{\zeta}{2}+\frac{\pi}{2}\sqrt{3}\right)\right].\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

Combinant (8), (11) et (13), on obtient

$$\left.\begin{aligned}R_a &= \frac{R_a+R_b+R_c}{3}-\frac{2}{3}(\alpha-1)X\sqrt{3},\\ &= R_{moy}-\frac{2}{3}(\alpha-1)X\sqrt{3},\\ R_a &= \frac{R_a+R_b+R_c}{3} = R_{moy},\\ R_c &= \frac{R_a+R_b+R_c}{3}+\frac{2}{3}(\alpha-1)X\sqrt{3},\\ &= R_{moy}+\frac{2}{3}(\alpha-1)X\sqrt{3}.\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

$$\left.\begin{aligned}R_1 &= R_{moy}-\frac{1}{6}(\alpha-1)X\sqrt{3},\\ R_2 &= R_{moy},\\ R_3 &= R_{moy}+\frac{1}{6}(\alpha-1)X\sqrt{3}.\end{aligned}\right\} \quad (15)$$

La puissance totale absorbée est $3R_{moy}I^2$, mais la phase 3 absorbe une puissance plus élevée que la phase 2 qui elle-même absorbe plus de puissance que la phase 1.

Retranchant de la phase 1 et ajoutant à la phase 3 la puissance transformée

$$\frac{I^2(\alpha-1)X\sqrt{3}}{2},$$

on a finalement pour la puissance fournie au four par les phases 1, 2 et 3 :

$$\left.\begin{aligned} W_a &= I^2\left(R_{moy} - \frac{2}{3}(\alpha - 1) X\sqrt{3}\right), \\ W_b &= I^2 R_{moy}, \\ W_c &= I^2\left(R_{moy} + \frac{2}{3}(\alpha - 1) X\sqrt{3}\right), \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

$$W_a + W_b + W_c = 3 R_{moy} I^2,$$

si

$$\overline{E_3} = E(\pi + j\zeta), \quad \overline{E_3}^2 = E^2(\pi^2 + \zeta^2).$$

Combinant cette dernière équation avec (8) et (11), on a

$$E_3^2 = E_2^2 = E_1^2 = 3 I^2\left(R_{moy}^2 + (\alpha + 2)^2 \frac{X^2}{9}\right),$$
$$= 3 I^2 (R_{moy}^2 + X_{moy}^2).$$

Si on remplace, dans (6), R_1, R_2, R_3, X_1, X_2, X_3 par leurs valeurs respectives, on a

$$Z_1 = R_{moy} - \frac{1}{6}(\alpha - 1) X\sqrt{3} - j\frac{(1+\alpha)}{2} X;$$
$$Z_2 = R_{moy} - jX,$$
$$Z_3 = R_{moy} + \frac{1}{6}(\alpha - 1) X\sqrt{3} - j\frac{(1+\alpha)}{2} X;$$

X_{moy} représente la moyenne de trois réactances et $3I^2X_{moy}$ est la puissance réactive totale.

Si on ne cherche que la puissance totale, sans tenir compte du déséquilibre des différentes phases, on a

$$R_{tot} = \frac{R_a + R_b + R_c}{3} + R_{cond} + R_{transf}$$
$$= R_{moy} + R_{pertes},$$

et

$$X_{tot} = \frac{(\alpha + 2)}{3} X + X_{transf}.$$

$$Z_{tot} = \sqrt{R_{tot}^2 + X_{tot}^2}.$$

Le tableau de la page suivante donne les valeurs des quantités : E, tension en volts ; I, courant en ampères ; X_{tot}, réactance en ohms : R_{tot}, résistance par phase en ohms ; W_{tot} puissance absorbée en watts et $\cos\varphi$, facteur de puissance $\left(= \frac{R_{tot}}{Z_{tot}}\right)$ en fonction de trois d'entre elles données dans les mêmes unités. On obtient la puissance fournie au four en multipliant W_{tot} par $\frac{R_{moy}}{R_{tot}}$.

Application numérique. — Un transformateur de 3 000 kv-A, avec des prises sur le circuit à haute tension donnant 75, 85 et 100 v à la basse tension et 44 000 v à la haute tension, alimente un four électrique triphasé. Le circuit à basse tension est monté en triangle. Les pertes dans le transformateur sont de 2 pour 100 à la pleine charge et la réactance est de 6 pour 100 pour la prise maximum. On suppose négligeable le courant magnétisant. On a relevé les valeurs suivantes avec des appareils de mesure :

Courant sur la ligne à haute tension : 40 A par phase.
Haute tension : 44 000 v entre phases.
La haute tension est connectée pour obtenir 100 v du côté à basse tension.
Puissance totale absorbée côté haute tension : 2 600 kw.
La ligne 3 du tableau donne

$$R = \frac{2\,600 \times 10^3}{3 \times 40^2} = 542 \text{ ohms}.$$

La résistance par phase du secondaire est

$$R_{tot} = \frac{542 \times 100^2}{44\,000^2} = 0{,}00280 \text{ ohm}.$$

L'intensité au secondaire est

$$\frac{40 \times 44\,000}{100} = 17\,600 \text{ A}.$$

$$X_{tot} = \sqrt{\frac{100^2}{3 \times 17\,600^2} - \frac{2\,600^2 \times 10^6}{9 \times 17\,600^4}} = 0{,}001\,71 \text{ ohm}.$$

Le courant normal d'un transformateur de 3 000 kv-A sous 100 v est 17 300 A dans les électrodes, de sorte que, avec une résistance de 2 pour 100 et une réactance de 6 pour 100,

$$R_{transf} = \frac{3\,000 \times 10^3 \times 2}{3 \times 17\,300^2 \times 100} = 0{,}000067 \text{ ohm},$$

$$X_{transf} = \frac{3\,000 \times 10^3 \times 6}{3 \times 17\,300^2 \times 100} = 0{,}0002 \text{ ohm}.$$

Supposons que R_{cond} soit de 0,000133 ohm tel que

$$R_{transf} + R_{cond} = 0{,}0002 \text{ ohm};$$

on aura $R_{moy} = 0{,}00280 - 0{,}0002 = 0{,}0026$ ohm ;

et $X_{moy} = 0{,}00171 - 0{,}0002 = 0{,}00151$ ohm ;

d'où on tire pour le rendement $\eta = \frac{0{,}0026}{0{,}0028} = 92{,}8$ pour 100.

Le facteur de puissance moyen est

$$\frac{2\,600 \times 10^3}{100 \times 17\,600 \times \sqrt{3}} = 0{,}853$$

et la puissance absorbée par le four,

$$2\,600 \times \frac{92{,}8}{100} = 2\,412 \text{ kw}.$$

On décide de connecter le transformateur pour 85 v. Quelles seront les nouvelles conditions pour le même courant du côté à haute tension ?

L'intensité dans l'enroulement basse tension sera

$$\frac{40 \times 44\,000}{85} = 20\,720 \text{ A}.$$

La ligne 1 du tableau, pour $E = 85$ v, $I = 20\,720$ A et $X_{tot} = 0{,}00171$ ohm, donne

$$R_{tot} = \sqrt{\frac{85^2}{3 \times 20\,720^2} - 0{,}00171^2} = 0{,}001643 \text{ ohm},$$

$R_{moy} = 0{,}001443$ ohm,

$$W = 3 \times 20\,720^2 \times 0{,}001643 = 2\,114 \text{ kw}.$$

	DONNÉES	E	I	X	R	W	cos φ
1	E, I, X	E	I	X	$\sqrt{\frac{E^2}{3I^2} - X^2}$	$I\sqrt{3E^2 - 9I^2X^2}$	$\sqrt{1 - 3\frac{I^2X^2}{E^2}}$
2	E, I, R	E	I	$\sqrt{\frac{E^2}{3I^2} - R^2}$	R	$3I^2R$	$\frac{RI\sqrt{3}}{E}$
3	E, I, W	E	I	$\sqrt{\frac{E^2}{3I^2} - \frac{W^2}{9I^4}}$	$\frac{W}{3I^2}$	W	$\frac{W}{EI\sqrt{3}}$
4	$E, I, \cos\varphi$	E	I	$\frac{E}{I\sqrt{3}}\sqrt{1 - \cos^2\varphi}$	$\frac{E\cos\varphi}{I\sqrt{3}}$	$EI\sqrt{3}\cos\varphi$	$\cos\varphi$
5	E, X, R	E	$\frac{E}{\sqrt{3(X^2 + R^2)}}$	X	R	$\frac{E^2R}{X^2 + R^2}$	$\frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$
6	E, X, W	E	$\sqrt{\frac{E^2 \pm \sqrt{E^4 - 4W^2X^2}}{6X^2}}$	X	$\frac{2WX^2}{E^2 \pm \sqrt{E^4 - 4W^2X^2}}$	W	$\frac{WX\sqrt{2}}{E\sqrt{E^2 \pm \sqrt{E^4 - 4W^2X^2}}}$
7	$E, X, \cos\varphi$	E	$\frac{E\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{X\sqrt{3}}$	X	$\frac{X\cos\varphi}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}$	$\frac{E\sqrt{1 - \cos^2\varphi}\ \cos\varphi}{X}$	$\cos\varphi$
8	E, R, W	E	$\sqrt{\frac{W}{3R}}$	$R\sqrt{\frac{E^2}{WR} - 1}$	R	W	$\frac{\sqrt{WR}}{E}$
9	$E, R, \cos\varphi$	E	$\frac{E\cos\varphi}{R\sqrt{3}}$	$\frac{R\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{\cos\varphi}$	R	$\frac{E^2\cos^2\varphi}{R}$	$\cos\varphi$
10	$E, W, \cos\varphi$	E	$\frac{W}{E\cos\varphi\sqrt{3}}$	$\frac{E^2\cos\varphi\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{W}$	$\frac{E^2\cos^2\varphi}{W}$	W	$\cos\varphi$
11	$I, X, R,$	$I\sqrt{3(X^2 + R^2)}$	I	X	R	$3RI^2$	$\frac{R}{\sqrt{X^2 + R^2}}$
12	I, X, W	$I\sqrt{3X^2 + \frac{W^2}{3I^4}}$	I	X	$\frac{W}{3I^2}$	W	$\frac{R}{\sqrt{9I^4X^2 + W^2}}$
13	$I, X, \cos\varphi$	$\frac{IX\sqrt{3}}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}$	I	X	$\frac{X\cos\varphi}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}$	$\frac{3I^2X\cos\varphi}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}$	$\cos\varphi$
14	I, R, W	indéterminé	I	indéterminé	R	W	indéterminé
15	$I, R, \cos\varphi$	$\frac{IR}{\cos\varphi}\sqrt{3}$	I	$\frac{R}{\cos\varphi}\sqrt{1 - \cos^2\varphi}$	R	$3RI^2$	$\cos\varphi$
16	$I, W, \cos\varphi$	$\frac{W}{I\cos\varphi\sqrt{3}}$	I	$\frac{W}{3I^2\cos\varphi}\sqrt{1 - \cos^2\varphi}$	$\frac{W}{3I^2}$	W	$\cos\varphi$
17	X, R, W	$\sqrt{\frac{W(X^2 + R^2)}{R}}$	$\sqrt{\frac{W}{3R}}$	X	R	W	$\frac{R}{\sqrt{R^2 + X^2}}$
18	$X, R, \cos\varphi$	indéterminé	indéterminé	X	R	indéterminé	$\cos\varphi$
19	$X, W, \cos\varphi$	$\sqrt{\frac{WX}{\cos\varphi\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}}$	$\sqrt{\frac{W\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{3X\cos\varphi}}$	X	$\frac{X\cos\varphi}{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}$	W	$\cos\varphi$
20	$R, W, \cos\varphi$	$\sqrt{\frac{WR}{\cos^2\varphi}}$	$\sqrt{\frac{W}{3R}}$	$\frac{R\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{\cos\varphi}$	R	W	$\cos\varphi$

La puissance absorbée par le four est

$$\frac{2\,114 \times 0{,}001443}{0{,}001643} = 1\,856 \text{ kw};$$

son rendement 87,9 pour 100.

et son facteur de puissance,

$$\sqrt{1 - 3 . \frac{20\,720^2 \times 0{,}001\,71^2}{85^2}} = 0{,}693.$$

Dans la ligne 5, on a

$$W = \frac{E^2 R}{X^2 + R^2},$$

où E et X sont constants.

La puissance absorbée sera maximum pour

$$\frac{dW}{dR} = 0 = \frac{E^2 (X^2 + R^2 - 2 R^2)}{(X^2 + R^2)^2},$$

$$0 = X^2 - R^2, \quad X = R.$$

Le facteur de puissance devient égal à

$$\frac{R}{\sqrt{X^2 + R^2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}707$$

et l'intensité,

$$I = \frac{E}{\sqrt{3\,(X^2 + R^2)}} = \frac{E}{X\sqrt{6}}.$$

Dans le cas particulier envisagé, la puissance absorbée est maximum pour $R_{tot} = 0{,}001\,71$ ohm. On en déduit,

$$I = \frac{85}{0{,}001\,71\sqrt{6}} = 20\,310 \text{ A},$$

$$W = \frac{3 \times 0{,}001\,71 \times 20\,310^2}{1\,000} = 2\,116 \text{ kw},$$

$$\eta = \frac{0{,}00171 - 0{,}00020}{0{,}001\,71} = 88{,}3 \text{ pour } 100.$$

Le facteur de puissance est 0,707 et la puissance absorbée par le four, 2 116 × 0,883 = 1 867 kw.

La puissance absorbée passe par un maximum pour un courant plus faible que celui pour lequel la puissance totale est maximum ; en effet, on a

$$W_{four} = \frac{W \times R_{moy}}{R_{tot}} = \frac{E^2 (R_{tot} - R_{pertes})}{R_{tot}^2 + X_{tot}^2}.$$

$$\frac{dW_{four}}{dR_{tot}} = E^2 \frac{R_{tot}^2 + X_{tot}^2 - 2\,(R_{tot} - R_{pertes})\,R_{tot}}{(R_{tot}^2 + X_{tot}^2)^2} = 0.$$

$$0 = X_{tot}^2 - R_{tot}^2 + 2 R_{tot} \times R_{pertes},.$$

$$R_{tot} = R_{pertes} + \sqrt{R_{pertes}^2 + X_{tot}^2}.$$

Dans notre cas, il vient

$$R_{tot} = 0{,}000\,2 + \sqrt{0{,}000\,2^2 + 0{,}001\,71^2},$$

$$= 0{,}000\,2 + 0{,}001\,72 = 0{,}001\,92 \text{ ohm},$$

$$I = \frac{85}{\sqrt{0{,}001\,92^2 + 0{,}001\,71^2}\sqrt{3}} = 19\,120 \text{ A},$$

$$W_{absorbé} = 3 \times 19\,120^2 \times 0{,}001\,92 = 2\,104 \text{ kw},$$

$$W_{four} = 3 \times 19\,120^2 \times 0{,}001\,72 = 1\,885 \text{ kw},$$

$$\text{Rendement} = \frac{0{,}001\,72}{0{,}001\,92} = 89{,}6 \text{ pour } 100,$$

Facteur de puissance (côté à haute tension) = 0,747.

Il sera donc plus économique, dans l'exemple choisi, d'abaisser le courant dans le circuit à haute tension à

$$\frac{19\,120 \times 85}{44\,000} = 37 \text{ A}$$

quand on changera la tension secondaire de 100 à 85 v; ce courant donnera la puissance maximum absorbée par le four à cette tension. — F. K.

Dispositif d'ondemètre remplaçant l'oscillographe pour l'analyse des courbes de courant alternatif (1).

En remplacement de la méthode classique d'analyse des courbes obtenues par un relevé à l'oscillographe, il est possible d'utiliser un procédé rapide, précis et commode, indiqué par Meissner pour la technique de la haute fréquence. Le circuit de mesure comporte une capacité variable et possède un amortissement connu ; il est susceptible de certains couplages correspondant à l'onde fondamentale et à ses harmoniques. Une courbe d'étalonnage permet de déduire, suivant les lectures faites au condensateur, la fréquence de l'onde étudiée ; un indicateur de courant, dont les lectures sont à multiplier par un facteur d'amortissement, fonction de la fréquence, détermine l'amplitude. On trouvera ci-dessous la description du procédé dans ses applications à la basse fréquence jusqu'à 50 p : s.

Sur la figure 1, le schéma représente le dispositif à haute fréquence comprenant le circuit de résonance 2 et le circuit indicateur apériodique 3 qui lui est couplé ; le couplage avec le circuit primaire 1 est suffisamment lâche pour qu'il n'y ait pas de réaction sensible. Si i est de forme sinusoïdale, on a, dans le cas de la résonance, les relations

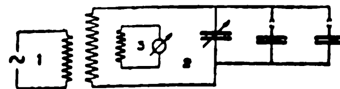


Fig. 1. — Schéma du montage de l'ondemètre.

$$j\omega L_{12} i_1 = W i_2 \quad \text{avec} \quad W = W_2 + \frac{\omega^2 L_{23}^2}{W_3^2 + \omega^2 L_3^2} W_3, \quad (1)$$

$$j\omega L_{23} i_2 = (W_3 + j\omega L_3)\, i_3, \quad (2)$$

et en éliminant i_2

$$i_1 = - i_3 \frac{W}{\omega^2} . \frac{W_3 + j\omega L_3}{L_{12} L_{23}} = i_3 f, \quad (3)$$

c'est-à-dire que l'amplitude de i_1 est proportionnelle à la lecture du courant i_3 et à un facteur complexe, fonction de ω. Si i_1 n'est pas sinusoïdal, la relation en question

(1) Communication du Laboratoire de la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (m. b. H.), Berlin. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 757-758, 2 000 mots, 8 fig.

garde sa valeur pour chacun des harmoniques pour lequel on réalise la résonance. Pour corriger la déviation constante i_0, due à l'onde fondamentale, on remplacera i_3 par

$$\sqrt{i_3^2 - i_0^2}.$$

Il reste à déterminer le facteur de proportionnalité, f, dans l'expression duquel W représente la résistance totale du mesureur d'onde, résistance qu'il convient de maintenir faible pour obtenir une résonance suffisante ; on y parvient par réduction du terme L_{23} (1). On augmentera en même temps L_{12} pour avoir des déviations et des lectures utilisables. La réduction de L_{23} est limitée du fait de la tension admissible au condensateur. La détermination expérimentale de W s'obtient par la méthode de résistance auxiliaire ; sa valeur augmente avec la fréquence comme on le voit sur la courbe de la figure 2 dans laquelle les résis-

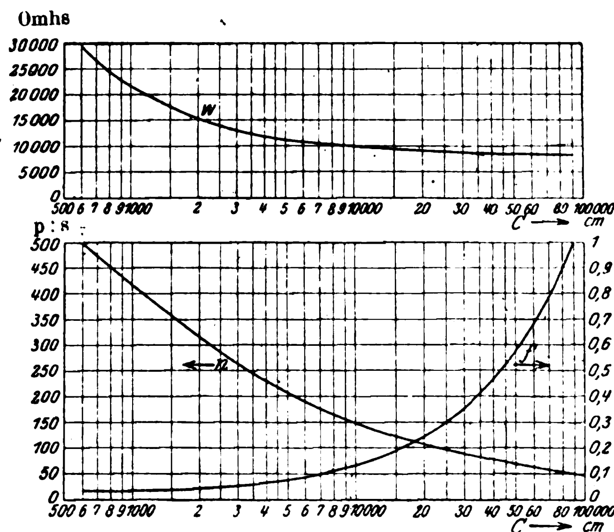


Fig. 2. — Courbes des variations de la résistance avec la fréquence. — Fig. 3. Courbe d'étalonnage donnant les valeurs de la fréquence n et du facteur de proportionnalité f en fonction de la capacité.

tances sont données en fonction de la capacité. On peut renoncer à déterminer W_2, résistance du circuit de résonance seul, indépendamment du circuit indicateur de courant. Pour que l'expression de f soit simple, on prend L_3 assez petit pour que $j\ \omega\ L_3$ soit négligeable devant W_3 ; c'est, du reste, le cas de la pratique si L_3 comporte quelques spires seulement directement enroulées sur la bobine de self-induction L_2. Dans le cas de 50 p : s, L_3 aura, par exemple 24 spires et L_2, 45000. L'erreur due à la simplification de f est, dans ce cas, inférieure à 0,1 pour 100. La valeur de f ainsi simplifiée est

$$f = \text{constante} \times \frac{W}{n^2},$$

où n représente la fréquence. Elle s'obtient, à partir de la courbe (fig. 2), en divisant W par le carré de la fréquence. Le facteur est donné aussi sous forme de courbe (fig. 3, f) jointe à celle du mesureur d'onde (fig. 3, n). L'analyse des harmoniques consiste finalement à réaliser toute une série de résonances et à multiplier la déviation maximum par le facteur donné par la courbe correspondante. Le couplage demeure, en général, invariable ; il convient cependant de le resserrer quand il s'agit d'ondes harmoniques de très faible amplitude. La figure 4 représente l'appareil pratique

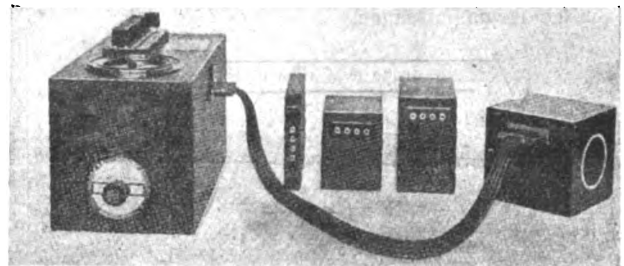


Fig. 4. — Ondemètre prêt pour l'emploi.

ment réalisé, muni de diverses bobines permettant chacune un champ d'utilisation jusqu'au dixième harmonique. L'appareil de mesure peut, à la rigueur, être un milliampèremètre thermique. Quelques exemples de relevés illustrent cette théorie : les résultats obtenus concordent bien avec ceux déduits par analyse de l'oscillogramme, et le procédé est certainement plus commode. La figure 5 représente l'oscillogramme d'un courant de fréquence 500 p : s relevé sur le secondaire d'un transformateur en charge sur un circuit comportant une capacité et une self-induction en série. La

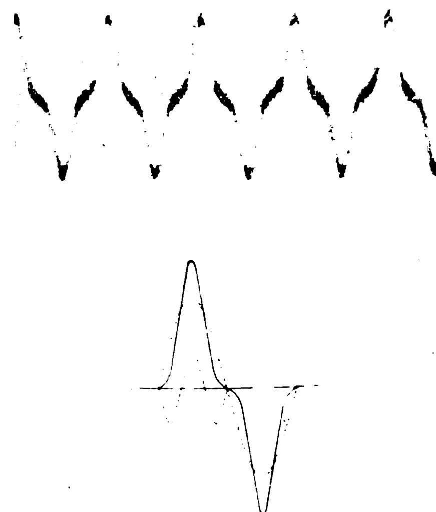


Fig. 5 et 6. — Courbe relevée à l'oscillographe sur un transformateur en charge et son analyse par l'ondemètre pour l'onde fondamentale et son troisième harmonique.

figure 6 donne le résultat de son analyse au mesureur d'ondes pour l'onde fondamentale et son troisième harmonique.

En terminant, l'auteur signale l'intérêt de l'application de cette méthode à un cas particulier, à savoir l'étude des phénomènes inhérents au fonctionnement des transformateurs multiplicateurs de fréquence. — F. B.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

III. — Appareillage électrique : interrupteurs, disjoncteurs, dispositifs de commande et de réglage (¹).

L'appareillage électrique destiné aux installations à très haute tension a été décrit dans un précédent article (²). Dans celui-ci, le lecteur trouvera la description de l'interrupteur à mercure présenté par la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels, puis celle de divers types de disjoncteurs : disjoncteur extra-rapide de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, disjoncteur pour 15 000 ampères de la Société industrielle des Téléphones, disjoncteur « carter » Vedovelli et autres appareils exposés dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité, disjoncteur à commande à distance pour 20 000 ampères de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, disjoncteur de la Manufacture d'Appareils électriques S. Ilivne Berline. Dans la troisième partie de l'article, sont décrits quelques dispositifs de commande automatique et à distance de Japy frères et Cie, de la Manufacture d'Appareillage électrique S. Ilivne Berline et de la Cambridge and Paul Instruments Company. Viennent, enfin, les descriptions des dispositifs de réglage : le régulateur Cuénod, présenté par la Compagnie générale d'Entreprises électriques, et un élément de jeu d'orgue pour les circuits d'éclairage des théâtres de la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force.

I. Interrupteurs. — On remarquait dans le stand de la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels un nouveau système d'interrupteur à mercure. Ces appareils sont constitués par une ampoule en verre complètement scellée et qui se termine, à chacune de ses deux extrémités, par un godet rempli de mercure. Chacun de ces godets est relié à une borne du circuit.

Par simple basculement, on peut établir ou rompre le contact entre le mercure des deux godets et provoquer ainsi soit la fermeture, soit l'ouverture du circuit. L'avantage que présentent ces interrupteurs sur ceux à lames de cuivre, adoptés d'une façon générale, réside dans le fait qu'il n'y a à craindre aucune usure ni détérioration du métal. Le mercure volatilisé par l'arc de rupture se condense sur les parois de l'ampoule et retombe dans les godets, sans avoir subi aucune modification.

Certains de ces appareils exposés sont prévus pour des intensités de courant supérieures à 100 A et des tensions de plus de 15 000 V.

Cette substitution de l'interrupteur à mercure à l'interrupteur à couteau, dont le fonctionnement laisse souvent à désirer, présente un assez grand intérêt pour que nous ayons cru devoir signaler à nos lecteurs ce nouvel appareil, dû notamment à l'ingéniosité de M. Toulon, ingénieur à la société citée plus haut.

(¹) Voir les chapitres I et II dans la *Revue générale de l'Electricité* des 9 et 16 février 1924, p. 211-222 et 255-256.
(²) *Loc. cit.*, 9 février 1924, p. 211.

II. Disjoncteurs. — Comme les puissances mises en jeu dans les transmissions d'énergie augmentent de plus en plus, les constructeurs d'appareillage électrique sont appelés à réaliser des organes de protection d'un fonctionnement plus sûr et d'un réglage plus exact. D'autre part, les moyens d'investigations se perfectionnant, les données sur les phénomènes contre lesquels il faut protéger les machines, les appareils et les lignes deviennent plus précises, ce qui permet d'apporter plus de rigueur dans l'étude des dispositifs de protection.

Pendant de nombreuses années, les courts-circuits, par exemple, étaient des phénomènes sur lesquels nos connaissances étaient vagues : on savait que le seul moyen d'en éviter les effets désastreux consiste à couper le circuit *aussi rapidement que possible*, sans avoir aucune notion sur la durée que devrait avoir cette rupture pour être efficace dans des conditions données. En particulier, dans le cas de courts-circuits sur des lignes alimentées par des commutatrices, en courant continu, il peut se produire au collecteur de ces machines des amorçages d'arc (flash) entre les lignes de balais consécutives, qui persistent, si la rupture du circuit n'a pas eu lieu en temps voulu. La Société alsacienne de Constructions mécaniques construit un disjoncteur, dit extra-rapide, qui a été établi pour éviter ces amorçages d'arc. Les données sur lesquelles est basée l'étude de ces appareils sont publiées dans son « Bulletin » du mois d'octobre 1923, dans lequel nous avons puisé les indications suivantes :

« Les oscillogrammes relevés lors de courts-circuits

importants ont montré que le courant continu de court-circuit, partant de zéro, peut atteindre 10000 A dans un temps variant de 0,003 seconde à 0,010 seconde, suivant les constantes du circuit. D'autre part, il résulte du mode même de formation des flash que, pour être efficace, le disjoncteur extra-rapide doit couper le courant dans un temps notablement inférieur au temps que met une lame de collecteur à passer d'une ligne de balais à l'autre, c'est-à-dire en moins d'un demi-cycle (soit en moins de 0,01 seconde dans le cas d'une commutatrice à 50 p : s).

» En pratique, on admet qu'avec un interrupteur coupant en 0,006 seconde, les machines les plus sensibles (à 60 p : s) peuvent être court-circuitées sans flash, dans les conditions les plus défavorables.

» C'est donc entre les limites de 0,003 seconde et 0,006 seconde que devra se produire la rupture du courant pour que l'action soit efficace au point de vue de la suppression du flash. »

Dans le fonctionnement d'un disjoncteur, il y a deux périodes distinctes : le déclenchement proprement dit et l'ouverture du disjoncteur provoquant la limitation du courant et, enfin, sa suppression.

Dans le disjoncteur extra-rapide exposé par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, le déclenchement est assuré par l'action électromagnétique directe. Le disjoncteur est maintenu fermé, en marche normale, par un collage magnétique dont le principe est le suivant : une bobine à fil fin S_1 (fig. 18)

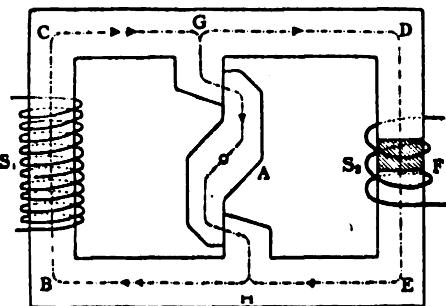


Fig. 18. — Schéma de principe du système de commande électromagnétique du disjoncteur extra-rapide de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

en dérivation sur le réseau, aimante le noyau de collage; sur ce même noyau est enroulée une deuxième bobine S_2, en gros fil, parcourue par le courant principal ou, plus exactement, par une fraction de ce courant. Dans le circuit magnétique extérieur BCDE, les flux dus aux deux bobines s'ajoutent, tandis que l'action des deux bobines devient différentielle dans le circuit dérivé GAH, circuit constitué par le noyau de collage proprement dit. Ce dispositif, breveté, a pour effet non seulement d'éviter l'inconvénient provenant de la réaction inductive de la bobine S_1 dans le cas d'une augmentation brusque de l'intensité du courant dans la bobine S_2, mais encore de tirer parti de cette réaction inductive pour augmenter l'action démagnétisante sur la portion GH du circuit. En effet, examinons de près ce qui se passe dans cette dérivation : tant que l'intensité du courant dans la bobine S_2 est normale, il passe un flux dans le circuit GH qui est, comme nous l'avons dit, égal à la différence des flux dus aux ampères-tours de S_1 (ampères-tours constants) et à ceux de S_2.

Pour un nombre déterminé de ces derniers ampères-tours, correspondant à l'intensité du courant de déclenchement, la différence de ces flux est nulle ; si, de plus, l'augmentation du courant dans la bobine S_2 est très rapide, il se produit par induction mutuelle dans la bobine S_1 un courant instantané qui s'oppose à l'augmentation du flux dans la portion BC du circuit magnétique, d'où une plus grande rapidité de l'action démagnétisante en GH.

Grâce au montage adopté pour la bobine S_2, les ampères-tours qu'elle oppose à ceux de la bobine S_1 ne deviennent suffisants que si l'augmentation de l'intensité du courant est très rapide ; autrement dit, pour des surcharges en service normal augmentant relativement lentement, le disjoncteur ne déclenche pas. L'intensité du courant dans la bobine S_2 n'atteindra une valeur

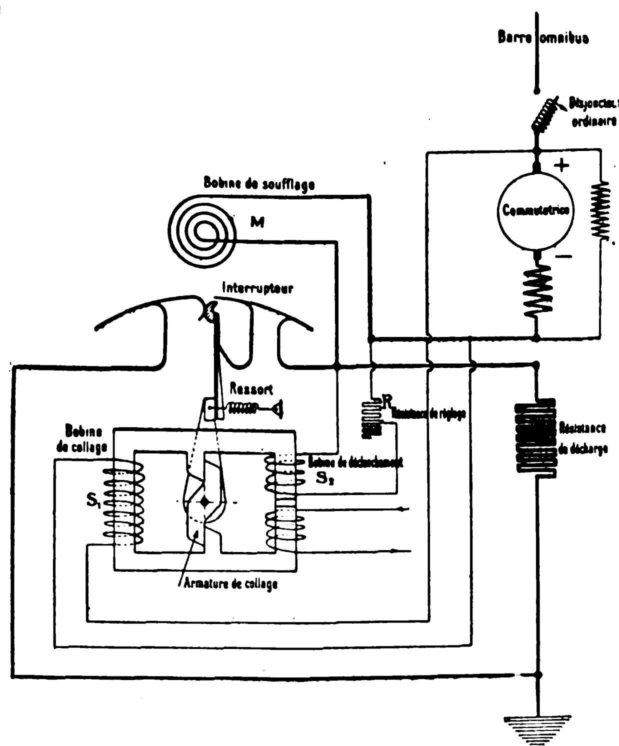


Fig. 19. — Schéma des connexions du disjoncteurs appliqué à la protection d'une commutatrice (réseau de traction).

assez grande pour provoquer le fonctionnement de l'appareil que grâce à la force électromotrice de self-induction de la bobine de soufflage M aux bornes de laquelle elle est montée (fig. 19); cette force électromotrice de self-induction, due à une brusque augmentation de l'intensité du courant principal, dans le cas

d'un court-circuit, s'ajoute à la différence de potentiel aux bornes de la bobine S_2, d'où l'augmentation de son action démagnétisante. De plus, grâce à ce dispositif, la vitesse de déclenchement est d'autant plus grande que l'établissement du court-circuit est plus rapide.

On constatera sur la figure 19 que le rôle du disjoncteur consiste non à couper le circuit de la commutatrice, mais à intercaler dans ce circuit une résistance de décharge qui limite l'intensité du courant.

En ce qui concerne la bobine de soufflage, remarquons qu'elle a fait l'objet d'une étude très complète. Elle est formée de 30 spires; si l'intensité du courant atteint 7000 A, l'induction magnétique dans l'entrefer est de plus de 10000 unités C.G.S. et la force qui agit sur un centimètre de longueur d'arc est alors supérieure à 7 kg. L'arc s'allonge et se coupe très rapidement, même pour un écartement très petit des contacts, de 1,5 mm environ.

La rapidité de la rupture est obtenue grâce à la légèreté du levier et à la robustesse des ressorts, tant de ceux qui provoquent le mouvement que des ressorts amortisseurs qui arrêtent la masse du levier dans sa chute.

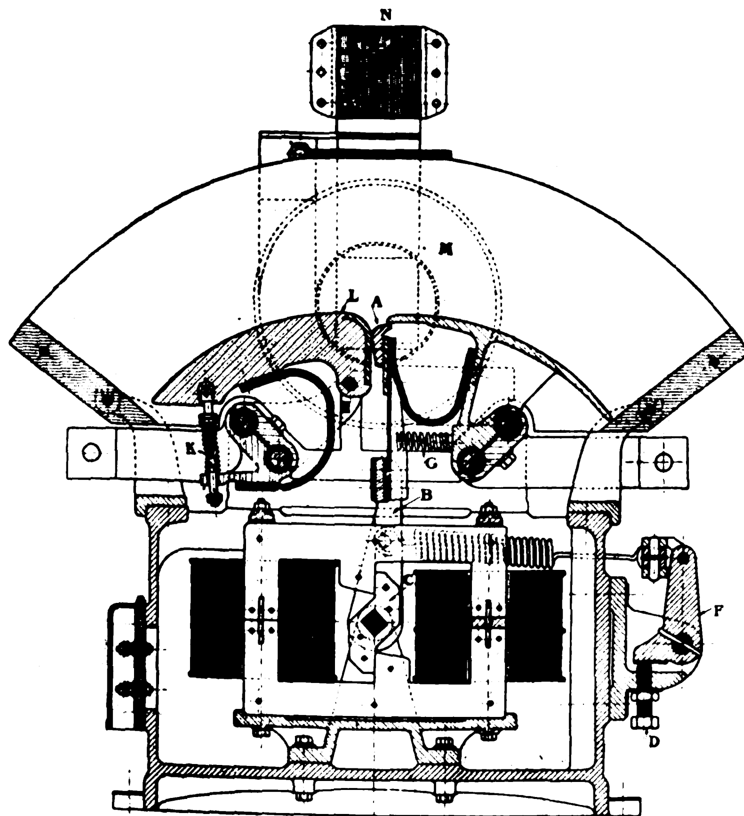


Fig. 20. — Coupe d'ensemble du disjoncteur extra-rapide de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.
A, contact mobile; B, armature évidée; C, armature de collage; D, vis de réglage; F, levier; G, ressorts amortisseurs; H, axe avec lequel sont montés les contacts fixes; K, ressorts agissant sur les contacts fixes.

Nous inspirant du « Bulletin » de ladite société, déjà cité plus haut, nous donnerons les quelques renseignements qui suivent :

« Le levier est formé d'une armature évidée B (fig. 20), en alliage d'aluminium, prolongée par un U en acier portant le contact en cuivre. Pour un interrupteur de 750 A, l'ensemble du levier ne pèse pas plus de 900 g. Il faut ajouter le poids de l'armature de collage C en tôle feuilletée et de l'axe. Mais le rayon de giration de cette dernière partie étant très faible, son moment d'inertie est très petit vis-à-vis de celui des leviers de contact.

» Le levier porte-contact est ramené en arrière par deux ressorts exerçant ensemble un effort de 175 à 200 kg. Cet effort peut être réglé à la valeur voulue au moyen d'une vis de réglage D, agissant par l'intermédiaire du levier F sur le palonnier qui équilibre l'effort des deux ressorts parallèles.

« Dans ces conditions, l'accélération imprimée par ces ressorts au contact mobile est de 650 m : s : s c'est-à-dire qu'il faut environ 0,0017 s pour que les deux contacts s'écartent de 1 mm et, 0,0025 s pour qu'ils s'écartent de 2 mm. »

Remarquons encore, au point de vue mécanique, que les contacts fixes sont montés sur un axe H et constamment poussés contre le contact mobile par les ressorts K.

Il résulte d'essais effectués avec cet appareil que l'intensité du courant a cessé de croître, même en cas de courts-circuits francs, en moins de 0,0054 s et n'a pas dépassé 4,3 fois l'intensité du courant normal.

La Société industrielle des Téléphones, une des plus anciennes maisons de construction d'appareillage électrique, présentait un disjoncteur prévu pour une intensité de courant de 15000 A, sous une tension de 500 v. Dans cet appareil (fig. 21), la fermeture est assurée par un électroaimant, tandis que la bobine de déclenchement, dite à émission de courant, est commandée par un relais et alimentée par une source auxiliaire, suivant la disposition généralement adoptée pour les lignes à forte intensité de courant.

Dans le même stand, on pouvait remarquer un élément de tableau blindé (fig. 22) formé d'une boîte à barres, la boîte supérieure, d'un disjoncteur multipolaire et d'une boîte à câbles, la boîte inférieure. Cette disposition est particulièrement intéressante pour la protection des appareils contre les poussières métalliques dans les usines métallurgiques.

Nous signalerons encore le tableau pour service à bord d'un sous-marin de 1 200 t, exposé dans le stand de la Compagnie générale électrique de Nancy (fig. 23 et 24). Sur un des panneaux est monté un disjoncteur « carter » de 3 000 A avec mécanisme à déclenchement libre. Ce disjoncteur, créé par M. Vedovelli, est très connu, puisqu'il date d'une vingtaine d'années et qu'il a été adopté, en particulier, dès 1906, par l'Administration de la Marine comme modèle réglementaire [1]. Mais il importe toutefois de le signaler ici, car il présente un intérêt

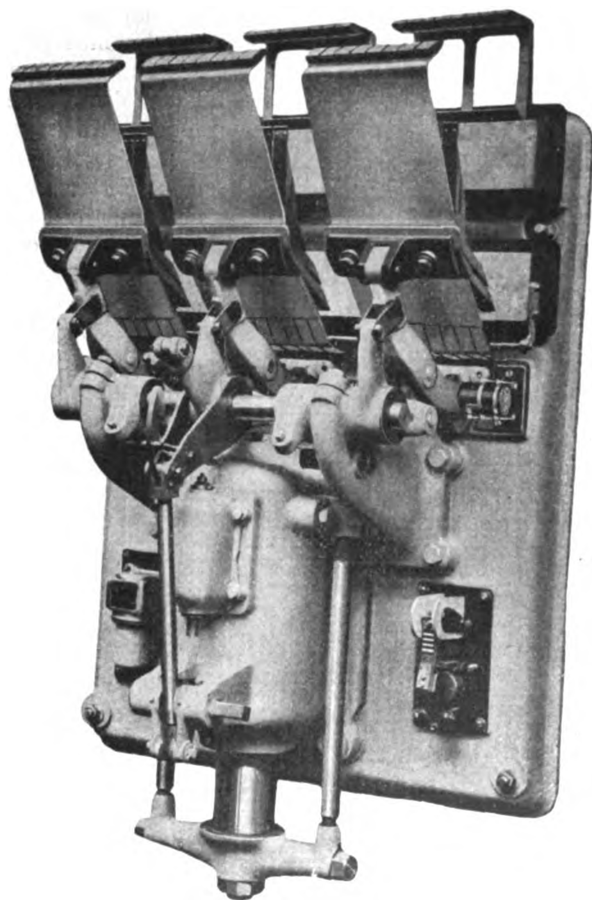


Fig. 21. — Disjoncteur-contacteur pour 15 000 A, de la Société industrielle des Téléphones.

nouveau depuis que se pose le problème de la sélection dans la protection des réseaux contre les surintensités. Comme l'a montré M. Vedovelli dans une étude présentée en 1922 à la Société française des Electriciens et dans une étude récente publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 13 janvier 1923, le disjoncteur à mécanisme « carter » constitue bien l'appareil de rupture convenable.

[1] E. Vedovelli ; L'appareillage électrique à haute et basse tension. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1907, 2e série, t. VII, p. 501-548.

Dans ce même stand était présentée une maquette du poste extérieur de Puiseux, de l'Union d'Electricité, sur laquelle on remarquait une application du mécanisme automate, créé par M. Vedovelli, à la commande du disjoncteur [1]. Cette commande est assurée par un

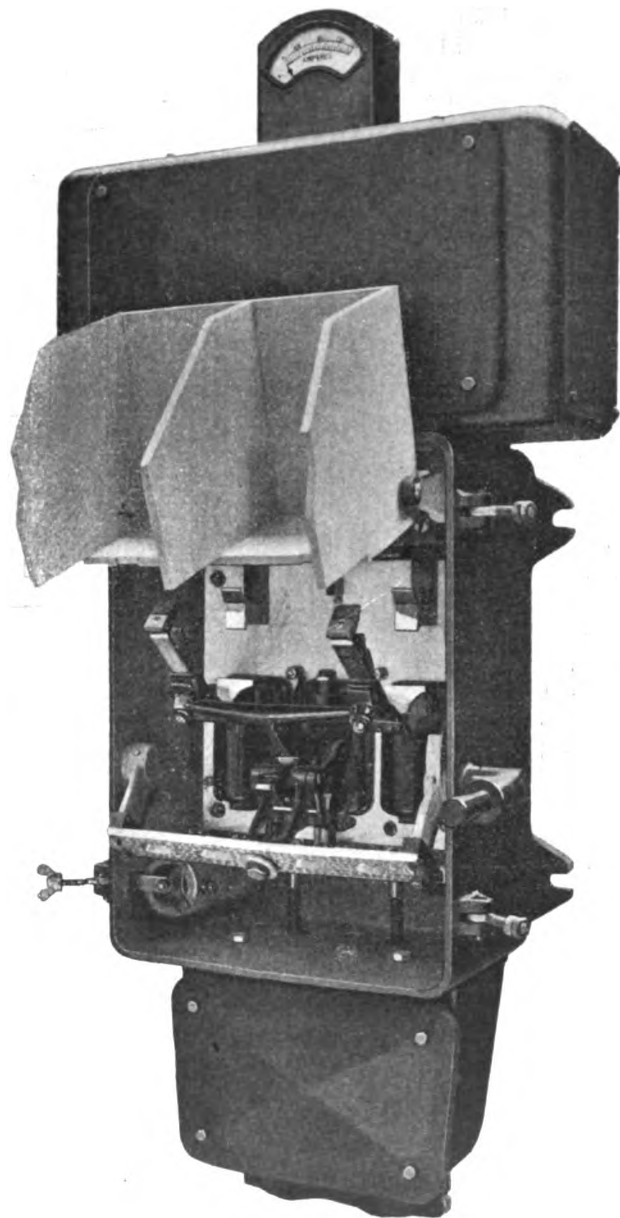


Fig. 22. — Elément de tableau blindé pour 130 A, 700 V, de la Société industrielle des Téléphones.

servo-moteur sur le circuit duquel sont intercalés des relais convenablement disposés pour assurer la mise en route du moteur dans des conditions déterminées. Nous

[1] E. Vedovelli ; La sélection. *Revue générale de l'Electricité*, 13 janvier 1923, t. XIII, p. 68 et 69.

donnons, sur la figure 25, le schéma d'un poste de transformation dans lequel le « mécanisme automate » assure la mise en service ou hors service d'un transformateur de secours, suivant la charge du poste.

Lorsque la charge du premier transformateur dépasse une valeur déterminée, le relais de contrôle, ou relais régleur, ferme le circuit du servo-moteur qui commande l'enclenchement de l'interrupteur du deuxième transformateur. Si la charge diminue, le même relais régleur n'attire plus le noyau mobile qui tombe et ferme le circuit d'une bobine spéciale, la bobine d'émission qui provoque le déclenchement du mécanisme.

La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston exposait un système de commande à distance d'un disjoncteur de 20 000 A. Ce système permet le contrôle et la commande à distance de différents organes placés dans une ou plusieurs stations éloignées. Une des principales applications de ce dispositif est celle qui en est faite à la signalisation dans les chemins de fer dont nous parlerons ultérieurement.

Dans un autre ordre d'idées, tout en restant dans le chapitre des disjoncteurs, nous nous proposons d'étudier un disjoncteur réglable à maximum et à minimum, exposé par M. F. Saldana (fig. 26). Il s'agit d'un appareil destiné spécialement à assurer la commande automatique de la rupture et de la fermeture des circuits de charge et de décharge d'une batterie d'accumulateurs.

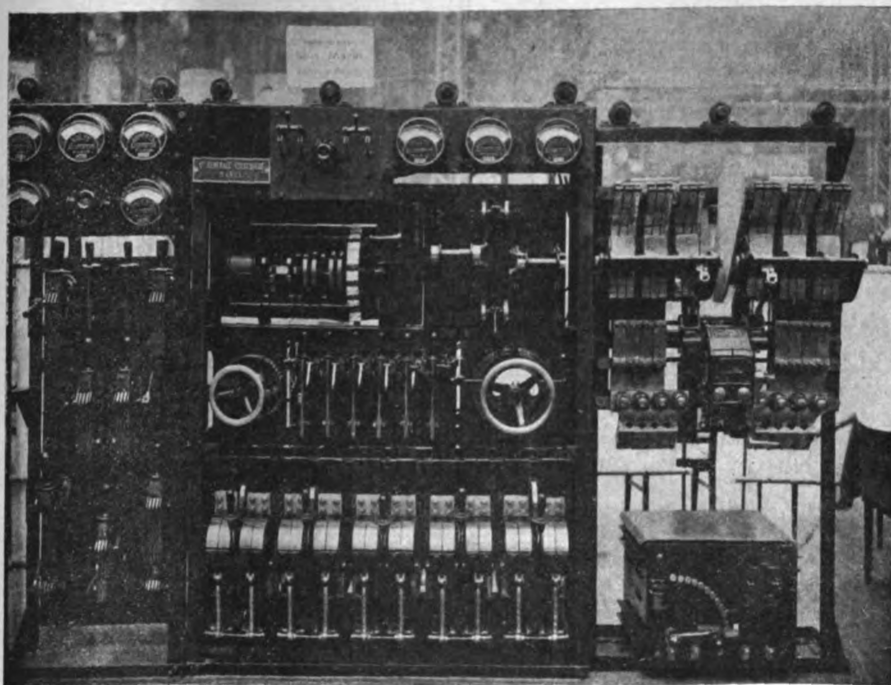


Fig. 23. — Tableau de manœuvre pour sous-marin de 1 200 t dans le stand de la Compagnie générale électrique de Nancy.

L'organe essentiel de ce disjoncteur est un levier de contact 3 (fig. 27) commandé par deux électroaimants 4 et 8 qui ne sont parcourus par le courant que pendant un instant, au moment du fonctionnement de l'appareil, c'est-à-dire lors de la rupture ou de la fermeture du circuit.

A cet effet, il est prévu un troisième électroaimant 9, qui commande les circuits des deux premiers. L'examen du schéma des connexions (fig. 27) permet de se rendre compte du fonctionnement de ce dispositif.

Le circuit de charge de la batterie est fermé lorsque les bornes 1 sont reliées entre elles par le contact 2 solidaire du levier 3. Pour la décharge, le circuit est coupé en 1.

Supposons que la batterie se décharge, l'électroaimant 9, sous la tension de la batterie, attire l'armature mobile jusqu'au moment où la force portante devient trop faible, par suite de la diminution de la tension de la batterie. A cet instant, l'électroaimant 4 est excité, son circuit étant fermé en 12 ; le levier 3 est attiré, et le verrou 6, que le levier 3 maintenait dans la position indiqué sur la figure, est rappelé par le ressort 7, d'où résulte une rupture du contact 19 et, par suite, du circuit de l'électroaimant 4 ; mais, d'autre part, le levier 3 est maintenu dans sa nouvelle position par l'extrémité du levier 6 sur laquelle il s'appuie. La batterie se charge.

Lorsque la tension de la batterie aura atteint une certaine valeur, l'armature 10 de l'électroaimant 9 est attirée et ferme le circuit de l'électroaimant 8 qui rappelle le levier 6 et celui-ci, à son tour, libère le levier 3.

Le réglage des tensions de déclenchement et d'enclenchement est assuré par les deux vis 14 et 15 au moyen desquelles on fait varier l'entrefer de l'électroaimant 9.

Grâce à une ingénieuse combinaison de circuits électriques, ce dispositif dans lequel les pièces mécaniques sont réduites à leur plus simple expression, est un heureux exemple du parti que l'on peut tirer de l'application de l'électricité à la commande automatique en évitant des complications, sinon inutiles, au moins superflues.

La Manufacture d'Appareils électriques S. Illÿne-Berline, qui a pris tout récemment le nom de Berline, Varet et Cie, exposait une application de son relais, combiné avec un contacteur, à la commande des circuits de charge et de décharge des batteries d'accumulateurs.

A noter également, dans ce même stand, un petit disjoncteur à enclenchement libre, destiné à des puissances s'élevant jusqu'à 25 kw, de construction très simple.

III. Dispositif de commande automatique et à distance. — Nous venons de décrire, à propos des disjoncteurs, un certain nombre de dispositifs à commande automatique qui mettent en évidence les progrès réalisés dans cette branche de l'industrie électrique. Il suffit d'ailleurs, pour se rendre compte des perfectionnements apportés à la conception et à la construction de ces appareils, de comparer les résultats acquis aujourd'hui à ceux qui ont été présentés à l'Exposition de Bruxelles en 1910 et qui ont été publiés par M. J. A. Montpellier dans son ouvrage « L'Electricité à l'Exposition de Bruxelles ».

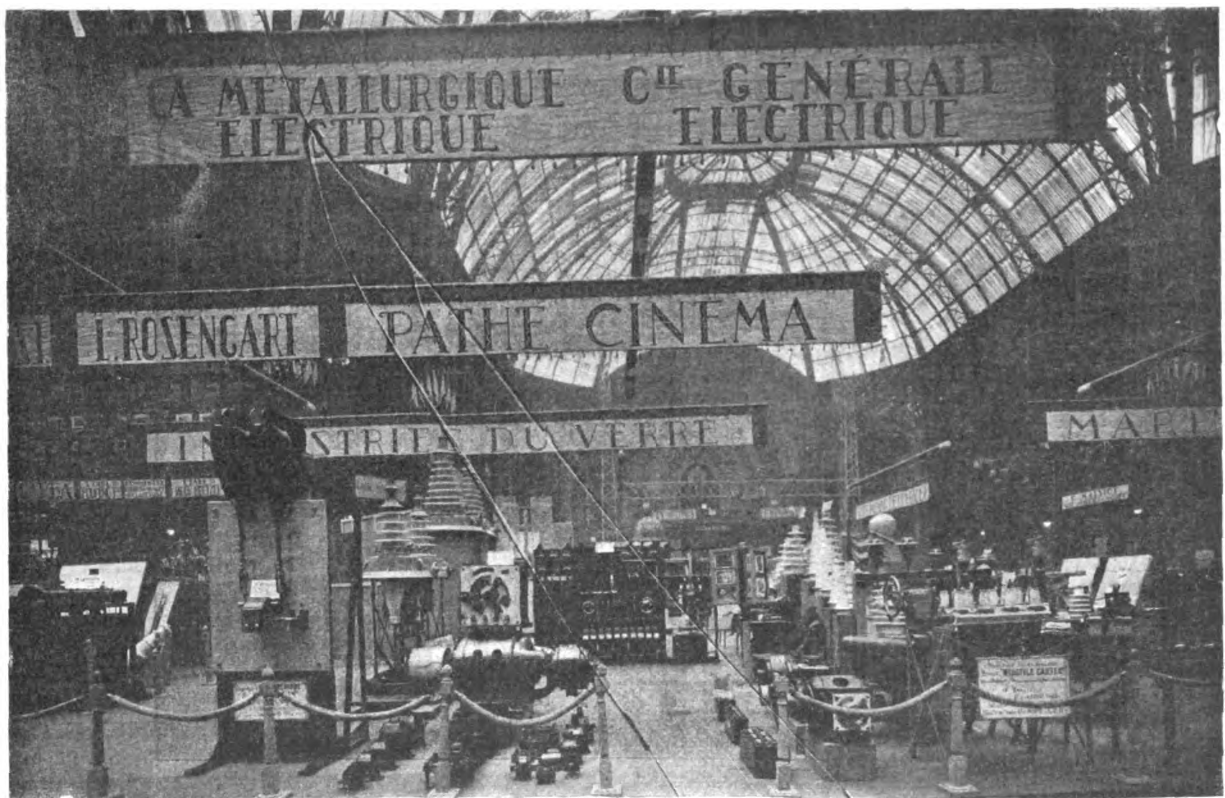


Fig. 24. — Vue du Stand de la Compagnie générale électrique de Nancy.

Bien que la commande automatique ait été une des premières applications de l'électromagnétisme et que son usage se soit rapidement développé à la fin du siècle dernier, il y a à noter de récents perfectionnements.

Outre ceux dont nous venons de parler dans le paragraphe précédent, et qui se rapportent à la commande des disjoncteurs, nous signalerons certains dispositifs spéciaux.

Sur la figure 28 est représenté le schéma de l'installation d'un groupe moteur-pompe automatique exposé par MM. Japy frères et Cie. L'interrupteur est en général commandé à la main, tandis que l'interrupteur automatique, en série avec le précédent, est un interrupteur manométrique dont l'enclenchement et le déclenchement sont provoqués, lorsque la pression d'air dans le réservoir dépasse une limite minimum ou maximum. Le réservoir en question est prévu pour contenir 40 litres d'eau sous pression.

Lorsque cette quantité d'eau est utilisée, la pression d'air tombe au-dessous de la limite prévue, l'interrupteur s'enclenche et la pompe entre en action; la demande d'eau cessant, la pompe continue à fonctionner jusqu'à ce que la pression maximum soit rétablie, pression correspondant à la présence, dans le réservoir de 40 litres d'eau. A ce moment, l'interrupteur se déclenche, et le moteur s'arrête. Ce dispositif peut assurer la distribution automatique d'eau sous pression dans les immeubles, en remplaçant avantageusement le réservoir que l'on place en général sous les combles.

La Manufacture d'Appareils électriques S. Ilyne Berline, déjà nommée plus haut, a présenté plusieurs systèmes de commande automatique des groupes moteur-pompe.

Dans l'un de ces équipements, l'organe essentiel est l'interrupteur à flotteur.

Les deux autres systèmes, dits manométriques et dont le principe est identique à celui que nous venons d'indiquer à propos du dispositif exposé par MM. Japy frères et C[ie], s'appliquent particulièrement aux groupes moteur-pompe destinés à l'alimentation des immeubles.

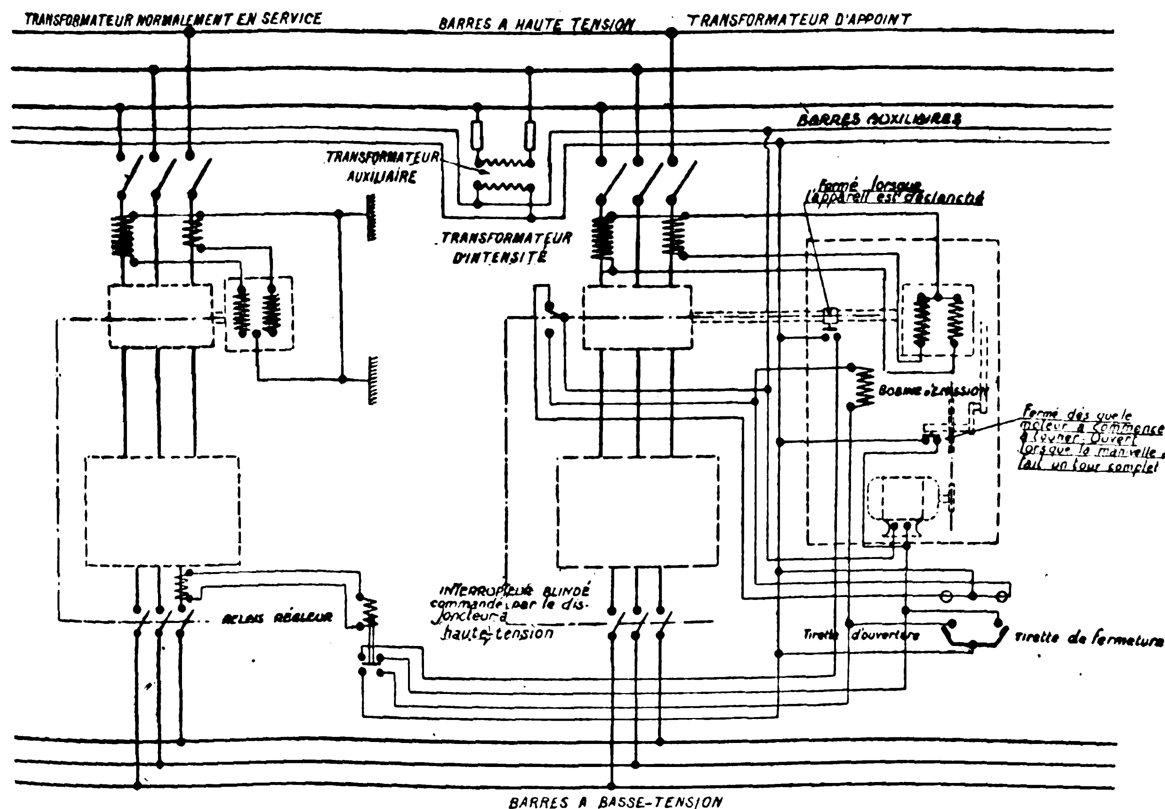


Fig. 25. — Schéma des connexions d'un poste de transformation muni du « mécanisme automate », qui assure la mise en service ou hors service du transformateur de secours (système Vedovelli).

Suivant la puissance du groupe, la pression de l'air agit sur l'interrupteur qui ouvre ou ferme le circuit du moteur soit par l'intermédiaire d'un relais, soit directement. Dans ce dernier cas, la commande est essentiellement mécanique, la force antagoniste étant due à un contrepoids.

Signalons le mode de démarrage des moteurs asynchrones adopté par cette firme et constitué par un système de bobines de self-inductance et de résistances en parallèle sur chaque phase du rotor, d'où résulte une simplification de l'appareillage de démarrage qui assure néanmoins une mise en route progressive du moteur et permet d'éviter les à-coups.

Parmi les dispositifs de commande automatique, nous devons signaler encore l'appareil de contrôle et de réglage automatique de la chauffe présenté par la Cambridge and Paul Instruments Co Ltd (fig. 29). L'organe essentiel est un galvanomètre à lecture directe, muni d'une échelle graduée en degrés de température. L'appareil comporte un index mobile qui sera placé en face de l'indication de l'échelle correspondant à la température que l'on désire maintenir constante; à l'extrémité de l'index est fixé un spiral de fil résistant parcouru par un courant provenant d'un accumulateur ou d'un circuit en dérivation sur le réseau. La bobine du galvanomètre est reliée à l'appareil qui mesure la température au point où elle doit être réglée (appareil

à résistance ou à couple thermoélectrique suivant la valeur de cette température), tandis que l'aiguille du galvanomètre porte à son extrémité un couple thermoélectrique.

Lorsque la température du milieu dans lequel est placé l'appareil de mesure atteint la valeur fixée par l'index du régulateur, l'aiguille du galvanomètre vient se placer en face de l'index chauffeur, la force électromotrice thermique qui se développe dans l'aiguille donne lieu à un courant dans le circuit d'un relais qui agit soit directement, soit par l'intermédiaire d'un deuxième relais sur un disjoncteur, un servo-moteur, une soupape à gaz ou à vapeur, ou tout autre mécanisme de commande.

L'intérêt de cet appareil réside dans le fait que l'établissement du courant dans le premier relais est dû, non plus à la fermeture d'un circuit, mais à l'action de la chaleur sur le couple thermoélectrique disposé sur l'aiguille du galvanomètre. On évite ainsi les contacts qui constituent dans les appareils de précision des organes très délicats [1].

Signalons encore, à propos de ce dispositif, le relais d'un nouveau genre adopté lorsque les puissances mises en jeu sont élevées. Ce relais (fig. 30) est constitué par une ampoule sphérique en verre dans laquelle sont scellées deux électrodes en platine et qui repose sur le noyau vertical d'un électroaimant. L'ampoule renferme une certaine quantité de mercure sur lequel flotte une boule de fer creuse.



Fig. 26. — Vue du stand de M. F. Saldana, ingénieur-constructeur. (Le disjoncteur dont il est question ici est monté sur de petits tableaux avec des redresseurs de courant).

La fermeture du circuit sera assurée par le contact du mercure et de l'électrode supérieure. Normalement, le niveau du mercure ne l'atteint pas ; mais il s'élève lorsque la boule de fer est attirée par l'électroaimant. Alors l'électrode supérieure est immergée et le circuit que commande le relais est fermé.

IV. **Dispositifs de réglage et rhéostats.** — La Compagnie générale d'Entreprises électriques présentait un régulateur Rex construit par les Ateliers H. Cuénod. Le principe de cet appareil est le même que celui du système Thury, à pression d'huile, également construit par les Ateliers Cuénod ; il en est un perfectionnement.

Rappelons que l'organe de mesure dans ce dispositif est une balance électromagnétique constituée par un induit (fig. 31) en équilibre sous les actions antagonistes du champ magnétique dû à un solénoïde et des ressorts 22 et 23.

L'appareil de réglage proprement dit est formé d'un arbre qui commande, par l'intermédiaire d'un secteur denté, un curseur se déplaçant sur les plots d'un com-

(1) Un appareil de régulation automatique basé sensiblement sur le même principe, dû à M. Verney, a été présenté par le Conservatoire national des Arts et Métiers.

mutateur. L'automaticité de la commande de cet organe est assurée par de l'huile sous pression qui joue

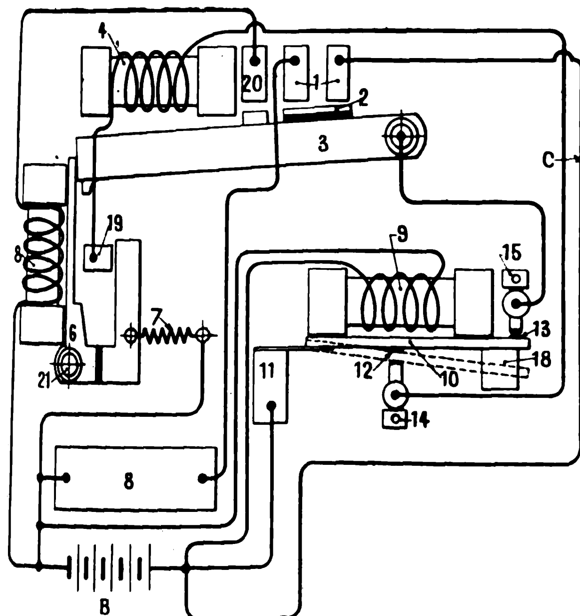


Fig. 27. — Schéma des connexions du disjoncteur réglable à moyenne et à minimum de M. F. Saldana.

le rôle d'agent transmetteur de l'énergie mécanique disponible sur l'arbre d'un servo-moteur. Ce dernier

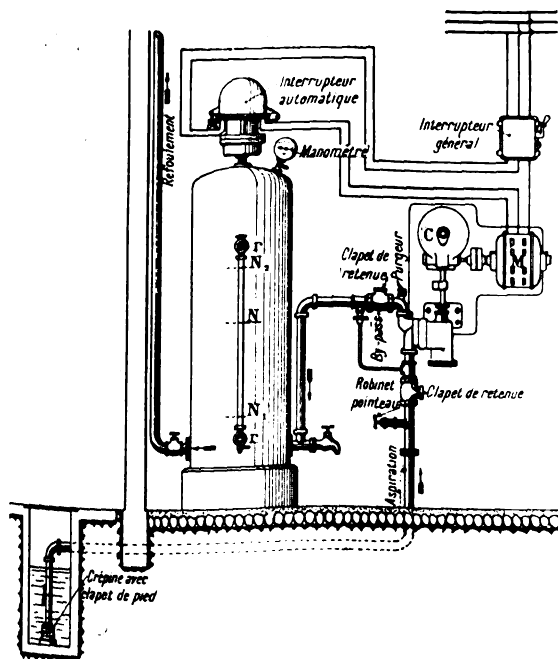


Fig. 28. — Installation d'un groupe moteur-pompe à commande automatique de MM. Japy frères et Cie.

actionne la pompe centrifuge qui maintient constamment l'huile sous pression ; la distribution de l'huile qui agit sur la palette 15 fixée à l'arbre 14, dont nous avons parlé plus haut, est réglée au moyen du tiroir 11 ; sa position varie avec celle de l'induit de la balance électromagnétique dans le champ magnétique du solénoïde de mesure. Le curseur de l'organe de réglage oscille continuellement autour de la position corres-

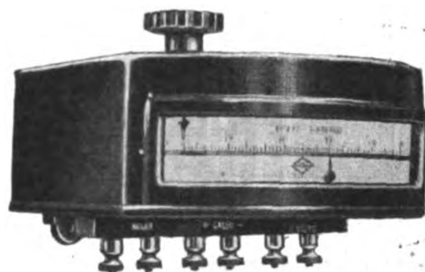


Fig. 29. — Appareil de contrôle et de réglage automatique de la température de la Cambridge and Paul Instrments Co Ltd.

pondant au régime normal, ce qui assure la rapidité de son fonctionnement.

Nous signalerons, parmi les nombreuses applications de cet appareil, son emploi pour le réglage automatique de la vitesse des moteurs à régime très variable. Il peut être utilisé également pour régler le facteur de puissance des moteurs asynchrones, en commandant un régulateur d'induction, et comme survolteur-dévolteur, en faisant varier, dans les réseaux à courant alternatif, le nombre des spires en service dans l'enroulement secondaire des transformateurs.

En ce qui concerne les rhéostats, ils ne se distinguent entre eux que par les modes de commande adoptés,

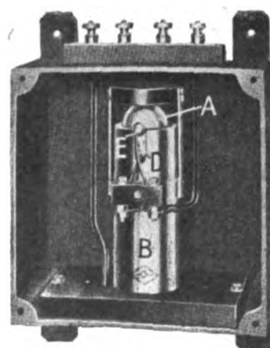


Fig. 30. — Relais dit « à boule » de la Cambridge and Paul Instruments Co Ltd.

A, ampoule sphérique de verre ; D et E, deux électrodes de platine ; B, électroaimant.

variant avec la nature du service que doit rendre l'appareil.

Dans le stand de la Société industrielle des Téléphones, on pouvait remarquer un démarreur à bain d'huile pour un moteur de 480 ch. La figure 32 représente le rhéostat lui-même, tandis que, sur la figure 33, on voit

le dispositif de commande, qui se fait par cliquet. Le rôle du cliquet est, d'une part, d'assurer le passage brusque d'un plot au suivant et, d'autre part, d'empêcher des manœuvres de démarrage trop rapides.

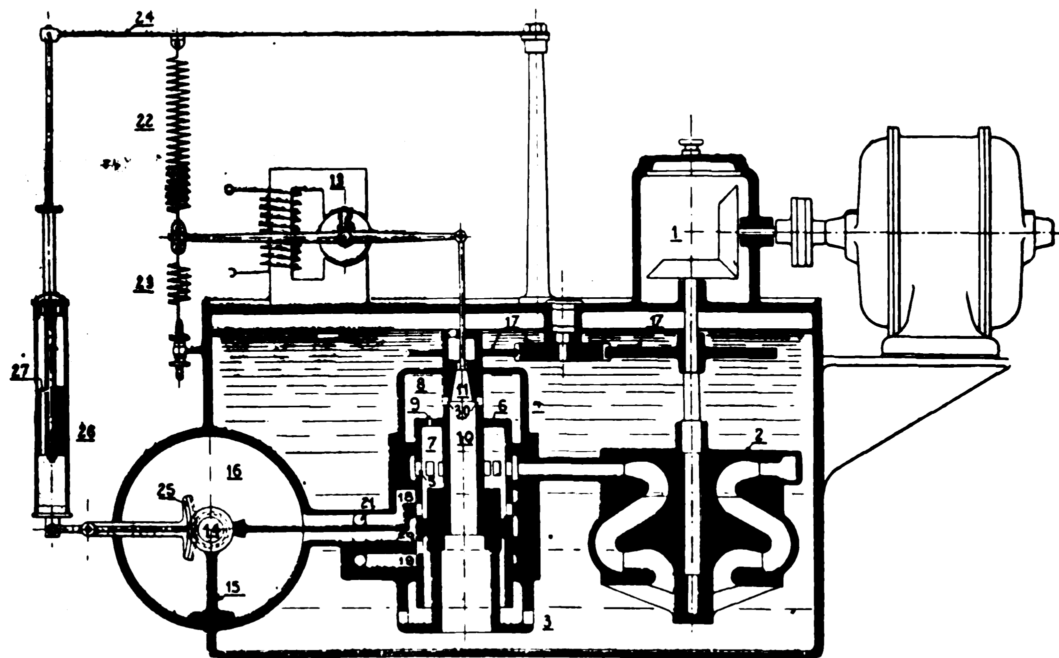


Fig. 31. — Représentation schématique du régulateur Rex (Compagnie générale d'Entreprises électriques. 1, induit; 2 et 3, ressorts antagonistes; 4, arbre de commande du curseur; 5, palette fixée à l'arbre; 6, tiroir de la distribution

Enfin, signalons dans ce même stand un combinateur à cames pour moteur de laminoir, dans lequel chaque contacteur est muni de son soufflage magnétique (fig. 34).

Un dispositif de commande à distance d'un rhéostat est celui que l'on a pu voir dans le stand de la Compa-

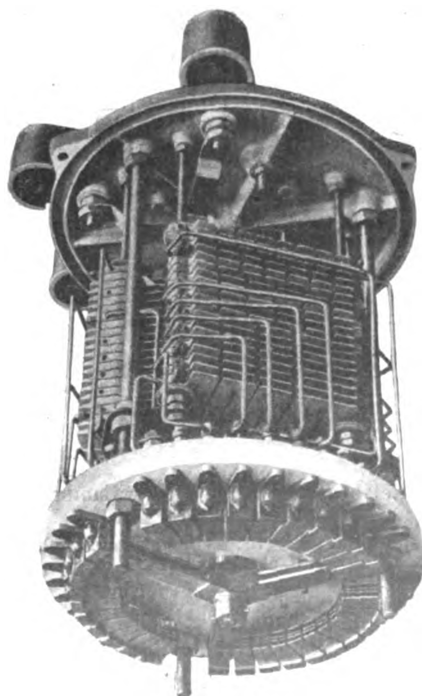


Fig. 32. — Vue intérieure d'un rhéostat de démarrage à bain d'huile, à résistance en fonte, pour moteur de 480 ch. de la Société industrielle des Téléphones.

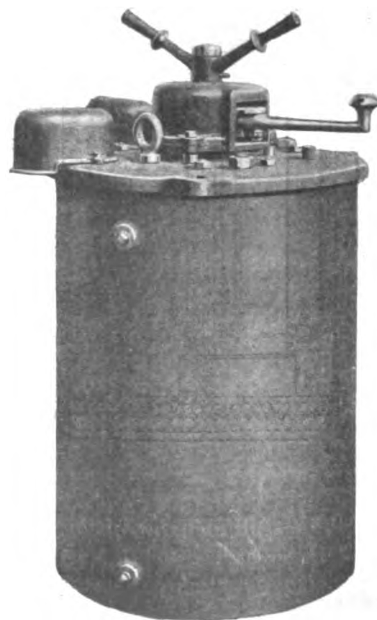


Fig. 33. — Vue extérieure d'un rhéostat de démarrage à bain d'huile pour moteur de 480 ch. avec commande par cliquet de la Société industrielle des Téléphones.

gnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (anciens Etablissements Clémançon) : ce dispositif forme avec le rhéostat lui-même un élément de jeu d'orgue, destiné à la commande des circuits d'éclairage au théâtre.

Pour comprendre le rôle des divers organes qui constituent un jeu d'orgue, rappelons les données du problème. Chaque élément commande un circuit de plusieurs lampes dont l'intensité lumineuse doit pouvoir être réglée. Ce réglage est obtenu en intercalant en série sur le circuit de ces lampes un rhéostat. Enfin, les éléments qui rentrent dans la constitution du tableau du jeu d'orgue, généralement indépendants les uns des autres, doivent pouvoir être rendus solidaires d'un seul et même dispositif de commande.

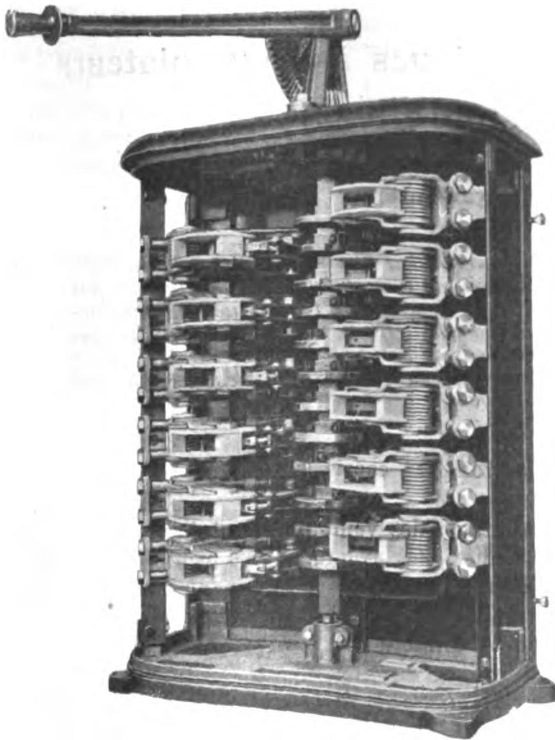


Fig. 34. — Combinateur à soufflage magnétique spécial pour chaque contacteur de la Société industrielle des Téléphones.

La figure 35 représente l'élément de jeu d'orgue que l'on a pu voir à l'Exposition de Physique, dans le stand de la compagnie que nous venons de nommer. Les organes essentiels de chaque élément sont le manipulateur, la transmission télédynamique et le rhéostat. Le manipulateur est formé d'un panneau de marbre sur lequel sont montés un commutateur C à quatre directions, et la poignée de manœuvre M de la transmission télédynamique.

Lorsque le commutateur est sur la position o, il y a extinction totale ; sur le deuxième plot, le rhéostat se trouve intercalé sur le circuit et l'on peut faire alors varier l'éclat des lampes en agissant sur la manette M ; lorsque le commutateur est sur le troisième plot, le rhéostat est toujours en service, mais le circuit est en même temps relié à un coupleur qui connecte entre eux, en dérivation, un certain nombre de circuits et dont le rôle est de permettre la mise en court-circuit de tous les rhéostats pour lesquels le commutateur est sur le troisième plot. Enfin, si le commutateur est sur le dernier plot, le rhéostat correspondant est en court-circuit et les lampes ont atteint leur éclat maximum.

La transmission télédynamique est assurée par un système de poulies à gorges. Il est intéressant de noter le dispositif adopté pour permettre la commande simultanée de plusieurs rhéostats : les poulies sont alors embrayées sur un arbre A, commandé par le volant V, dit le volant de commande générale. Remarquons le système de transmission au moyen de deux cordelettes qui ont chacune des points d'attache sur les poulies, ce qui permet d'éviter le contrepoids de rappel.

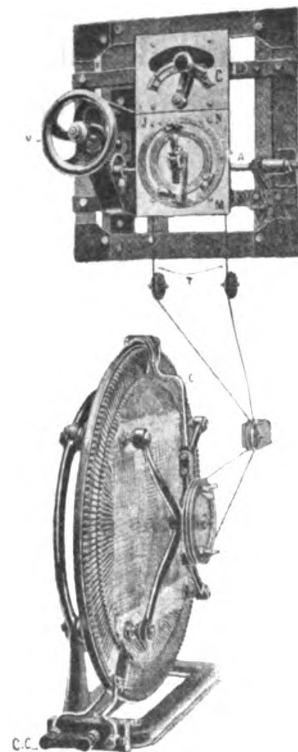


Fig. 35. — Elément d'un tableau de jeu d'orgue (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force).

G, commutateur électrique ; A, arbre de commande générale ; M, manipulateur mécanique ; T, transmission télédynamique ; V, volant pour commande générale ; C, curseur rotatif ; R, rhéostat ; C.C. coupe-circuit.

Le rhéostat porte sur une face 160 plots et, sur l'autre, une couronne continue ; les conducteurs sont des fils de constantan tissés avec du fil d'amiante.

En résumé, ce dispositif est de manœuvre facile et simple, conditions indispensables que doivent remplir

des appareils mis entre les mains d'un personnel incompétent, et les résultats qu'il permet d'obtenir sont intéressants.

Ce rapide examen des appareils présentés à la récente Exposition de Physique et de T. S. F. montre que, bien que les principes sur lesquels ils sont tous basés soient en nombre très restreint et qu'il s'agisse de simples applications des lois de l'électromagnétisme et de la mécanique, connues depuis de nombreuses années, les constructeurs réalisent chaque jour des conceptions nouvelles, répondant toujours mieux aux différentes conditions imposées dans les nombreux cas particuliers qui se présentent.

Nous aurions pu faire rentrer ici les appareils de signalisation dans les chemins de fer ; mais nous nous réservons d'en parler ultérieurement dans un chapitre spécial. Il en est de même de quelques dispositifs que nous étudierons à propos de leurs applications.

(*A suivre.*)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Essais contrôles de véhicules électriques à accumulateurs (28 septembre-14 octobre 1923)

Rapport du Comité d'organisation

Nous avons signalé, dans le Bulletin de la « Revue générale de l'Electricité » (6 octobre 1923, t. XIV, p. 110 B), les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours de la Commission technique de l'Automobile Club de France, du Laboratoire central d'Electricité et de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Nos lecteurs trouveront ci-dessous les résultats de ces essais, ainsi que des données sur les différentes voitures qui ont été présentées à cette occasion.

PREMIÈRE PARTIE : **Organisation des essais.**

I. Considérations générales.

Raisons qui ont conduit l'Union des Syndicats de l'Electricité à organiser des essais contrôlés de traction par accumulateurs. — L'Union des Syndicats de l'Electricité, qui a pour principal objet le développement des industries électriques, se devait d'étudier le moyen de répandre en France la traction électrique par accumulateurs : les constructeurs de matériel électrique y trouveront, en effet, un débouché nouveau pour leurs fabrications ; les producteurs d'énergie électrique, le moyen d'accroître la consommation, principalement pendant les heures creuses.

D'autre part, l'état d'avancement de l'électrification de notre territoire est tel qu'il est possible, dès maintenant, d'installer de nombreux postes pour la charge des accumulateurs.

Enfin, au point de vue national, l'utilisation de l'énergie électrique, en grande partie d'origine hydraulique, permettra de diminuer nos importations de combustibles étrangers.

Par ailleurs, il était utile de voir quelles améliorations avaient apporté, dans la traction électrique, les progrès réalisés dans la construction du matériel électrique et des automobiles depuis 1900, époque à laquelle remontaient les dernières expériences de véhicules à accumulateurs.

Avantages des véhicules électriques. — Quels sont tout d'abord les avantages des véhicules électriques ? Ces avantages peuvent se ramener à quatre principaux : *a*) simplicité et robustesse de la construction ; *b*) simplicité de conduite ; *c*) économie ; *d*) absence d'odeur et de bruit.

a) *Simplicité de la construction.* — Les véhicules électriques sont d'une construction simple et d'un entretien facile. En particulier, les moteurs dont ils sont munis doivent leur robustesse à l'absence d'organes soumis à des mouvements alternatifs. Les frais de réparation et d'entretien sont, par suite, diminués ; la durée utile du véhicule est plus longue. En Amérique, on estime à dix ans la vie des véhicules électriques ; cette évaluation n'a rien d'exagéré, comme le prouve la statistique suivante établie par la National electric Light Association.

Tableau I. — *Camions et camionnettes électriques en service à New-York au 1er janvier 1923.*

4 666	en service depuis	1 an	1 285	en service depuis	11 ans
3 003	id	2	980	id	12
3 746	id	3	395	id	13
3 192	id	4	221	id	14
3 016	id	5	156	id	15
2 951	id	6	132	id	16
2 889	id	7	106	id	17
2 148	id	8	74	id	18
2 041	id	9	33	id	19
1 580	id	10	25	id	22

b) *Simplicité de conduite.* — La conduite et la surveillance sont aisées ; les démarrages sont souples, progressifs ; la mise en marche, instantanée, quelles que soient les variations atmosphériques.

c) *Economie.* — La plupart des dépenses sont moins élevées pour les véhicules électriques que pour les véhicules à essence. Dans un pays comme le nôtre, où l'essence est vendue à un prix élevé, une première compression des dépenses est réalisée par le remplacement de ce carburant par l'énergie électrique. Les dépenses en huile et graisse sont insignifiantes (environ 1/10 des mêmes dépenses pour un véhicule à essence). Il faut noter également la moindre usure des pneumatiques.

Les frais d'assurance sont moins élevés, les risques d'incendie étant diminués. Il est à souhaiter que les impôts qui les frappent soient réduits par les pouvoirs publics qui devront tenir compte du fait que les voitures électriques abîment moins la route que les voitures à essence. N'est-ce pas un grand avantage économique à mettre en évidence à une époque où la plupart de nos routes sont dans un déplorable état ? Rappelons que le projet de loi voté par le Sénat, en décembre 1923, prévoit pour la réfection et l'amélioration des routes : 1 190 000 000 fr pour les routes nationales et 310 millions de francs pour les itinéraires à grand trafic, soit un total de 1 500 000 000 fr.

d) *Absence d'odeurs et de bruit.* — Nous ne nous étendrons pas sur ce point et nous nous contenterons de signaler que, dans les centres urbains importants, l'atmosphère est actuellement infestée par les odeurs de pétrole et les fumées, et remplie par le bruit des moteurs et les trépidations. L'emploi de véhicules électriques serait un remède à ces inconvénients.

Développement des industries électriques. — La mise en circulation de voitures électriques créera un débouché nouveau pour les industries électriques.

Du côté de la construction, les industries intéressées sont celles des accumulateurs, des moteurs de traction et de l'appareillage. Outre l'équipement électrique des châssis, le développement de la traction par accumulateurs nécessitera la création de nombreux postes de charge, comprenant les appareils de transformation du courant alternatif en courant continu, les tableaux et les fiches de charge, les appareils de mesure, les appareils automatiques pour la coupure du courant en fin de charge, etc.

De leur côté, les producteurs d'énergie électrique y trouveront le moyen d'améliorer le facteur d'utilisation de leurs usines. On sait que les besoins d'une agglomération sont très variables, suivant les heures de la journée. Très faible de minuit à 6 heures du matin, la consommation s'élève à l'ouverture des ateliers ; elle se maintient de 6 heures à 12 heures, puis baisse brusquement à l'heure du déjeuner pour remonter vers 14 heures à la reprise du travail ; la courbe de consommation ne cesse alors de monter pour atteindre son maximum vers 18 ou 19 heures ; elle baisse ensuite graduellement jusqu'à minuit.

Il résulte de ces variations qu'une usine productrice d'énergie électrique doit être équipée pour la puissance maximum qui lui sera demandée ; elle est même tenue d'avoir en réserve une fraction donnée de cette puissance. Dans quelles conditions fonctionnent les machines ? Une partie seulement des groupes générateurs de courant assurent la presque totalité de la production, les autres fournissent le supplément nécessaire aux heures de pointe. Le prix de revient de cette énergie de pointe est important ; si on lui fait supporter des charges d'amortissement et d'intérêt inversement proportionnelles à leur durée annuelle d'utilisation, on trouve que leur prix de revient est sensiblement plus élevé que celui de l'énergie fournie pendant les heures de pleine utilisation.

Or rien ne s'oppose à ce que les véhicules électriques, qui circulent le jour, soient rechargés la nuit ; bien au contraire, la production de l'énergie aux heures creuses ne nécessitant pas une augmentation de la puissance des usines et des charges correspondantes, le courant sera livré à meilleur prix.

Diminution des achats de combustibles étrangers. — La pénurie de la France en combustibles liquides oblige notre pays à acheter à l'étranger des quantités énormes d'huiles et d'essences, comme le montre le tableau II.

TABLEAU II. — *Importations d'essence en milliers d'hectolitres.*

	MOYENNE DE 1911 A 1913	1919	1920	1921
Huiles brutes....	2 250		300	95
Huiles raffinées..	2 370	3 725	3 760	2 380
Essences........	2 320	4 230	6 355	5 560
Total	6 940	7 955	10 415	8 035

La dépense correspondante est de l'ordre *d'un demi-milliard de francs par an.*

De plus, cette indigence de notre sol et de nos colonies crée un danger national. Pour nous procurer, en temps de guerre, le combustible nécessaire aux transports, il nous faudrait la faculté d'acheter à l'étranger les stocks disponibles et celle d'en effectuer le transport, ce qui implique la liberté des mers et la disposition d'une flotte de bateaux-citernes.

Recherche du « carburant national ». — Notre pays a été ainsi amené à étudier si des carburants autres que l'essence pourraient être utilisés dans les moteurs d'automobiles. Les recherches ont porté sur l'alcool, le benzol, les huiles végétales et le gaz pauvre.

L'alcool a fait l'objet d'interminables polémiques sur lesquelles nous ne reviendrons pas. Outre les millions

que coûterait à notre pays l'emploi de ce carburant, nous rappellerons : 1° que notre production sucrière est en déficit (elle a été, en 1922, de 270 000 t, alors que la consommation s'est élevée à 670 000 t); 2° que l'alcool dégage en brûlant 7 000 calories par kilogramme, alors que l'essence en produit 11 000; 3° que la distillation de l'alcool nécessite l'emploi de charbon, en partie de provenance étrangère et que, pour récupérer 1 kg d'alcool, c'est-à-dire 7 000 calories, il faut brûler environ 1,3 kg de charbon, soit 8 000 calories.

Le *benzol* est produit par les usines à gaz et les cokeries. Notre pays ne peut en fournir que le dixième environ de la quantité qui serait nécessaire pour remplacer l'essence. En cas de guerre, tout l'alcool et tout le benzol disponibles seraient employés à la fabrication des poudres.

Les *huiles végétales* nous viennent, en grande partie, de l'Afrique occidentale française. Ces huiles coûtent cher et leur transformation en pétrole n'est pas encore entrée dans la pratique industrielle. En temps de guerre, elles devraient être transportées à travers le Sahara où il n'existe pas encore de voie ferrée.

Enfin, des essais de *camions à gazogène* ont été organisés par la Commission technique de l'Automobile-Club de France et l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Ces camions, qui utilisaient des moteurs à essence dont les carburateurs avaient été remplacés par des lanternes à mélange ont donné des résultats intéressants. Toutefois, il y a diminution de la puissance du moteur et augmentation du poids mort.

L'*électricité* a le grand avantage d'être produite sur le sol français. D'après les évaluations de la Commission des Forces hydrauliques, la puissance totale hydraulique disponible du pays serait de 9 000 000 ch. La puissance moyenne installée était, en 1922, d'après les statistiques officielles du Ministère des Travaux publics, de 2 100 000 ch correspondant à une puissance moyenne utile de 1 400 000 ch. Notre pays possède, dans ses torrents, ses rivières, ses lacs, une énergie inépuisable que les lignes à haute et à basse tension transmettent et distribuent sur la majeure partie du territoire.

Enquête ouverte par l'Union des Syndicats de l'Electricité auprès des pays étrangers. — Après avoir reconnu l'intérêt que présenterait en France l'emploi de la traction par accumulateurs, l'Union des Syndicats de l'Electricité eut pour premier soin d'ouvrir une enquête dans les pays où ce mode de traction est en faveur : Etats-Unis, Grande-Bretagne, Suisse. Cette enquête avait pour but d'étudier son développement dans ces divers pays et d'en tirer des enseignements généraux sur ses avantages et ses modes d'application les plus intéressants.

ETATS-UNIS. — D'après la National electric Light Association, les applications les plus importantes de la traction par accumulateurs dans ce pays sont les suivantes :

Voitures de livraison : service des express, service des postes, transport du pain à domicile, livraisons des brasseries, blanchisseries, etc... ;

Camions : transport des marchandises et, en particulier, du charbon; déblaiement des ordures ménagères;

Autobus;

Chariots et tracteurs pour les transports et la manutention dans les usines, les chantiers, les docks, les gares;

Ambulances;

Voitures de ville;

Fauteuils roulants pour invalides.

Le nombre des véhicules électriques de ce pays est compris entre 30 000 et 35 000, soit environ : 10 000 véhicules commerciaux, 10 000 à 15 000 voitures, 10 000 chariots et petits tracteurs.

Le rayon d'action moyen est de 70 km pour les camionnettes de 500 kg à 1 t de charge utile, de 65 km pour les camions de 2 t, de 55 km pour les camions de 3,5 à 5 t.

Les avantages les plus appréciés sont la facilité de conduite et d'entretien, l'économie et la célérité. La célérité n'est réelle que pour le trafic dans les rues d'une ville très peuplée et pour un trajet coupé d'arrêts prolongés volontaires (transport des ordures ménagères) ou imposés par l'encombrement; elle est due à la facilité de manœuvre et à la souplesse des démarrages.

Nous reproduisons ci-après (fig. 1) deux graphiques extraits des publications de la National electric Light Association, qui montrent l'économie réalisée par l'emploi d'accumulateurs pour la traction. Ces graphiques ont été établis par une importante société qui exploite à la fois des camions électriques et des camions à essence.

Les prix indiqués ont été calculés compte tenu de toutes les dépenses (sauf l'intérêt du capital), c'est-à-dire de l'amortissement de la voiture, des frais d'assurance, des gages du conducteur, etc... Pendant la période envisagée, le prix de l'essence a varié de 8 1/2 cents le gallon (3,8 l) en 1915 à 21 cents en 1919; le prix du courant a décru de 1,88 cents le kilowatt-heure en 1915 à 1,65 cents en 1919.

Ces résultats expliquent pourquoi ce pays emploie de plus en plus les véhicules électriques pour ses transports. C'est ainsi que l'American Railway Express C° exploite plus de 1 500 véhicules électriques; la Ward Baking C°, près d'un millier; la Commonwealth Edison, 250; la New-York Edison, 150 environ.

ANGLETERRE. — L'Angleterre possède de 2 000 à 3 000 camions ou voitures à accumulateurs. 500 camions appartiennent aux municipalités; ils sont construits pour des parcours journaliers de 50 à 70 km; la plupart d'entre eux sont réservés à l'enlèvement des ordures ménagères (Birmingham Glascow, Sheffield). Plusieurs villes les utilisent pour l'arrosage de la voie publique (Blackpool, Booth, Ipswich).

D'autres véhicules servent au transport du charbon

et des cendres des usines thermiques d'électricité. Quelques autobus circulent à Derby et à Lancastre. Les autres camions sont employés au transport des marchandises (grands magasins, brasseries, messageries); leur charge utile varie entre 2 et 5 t.

Enfin, un assez grand nombre de petits chariots et tracteurs servent à la manutention dans les usines et les magasins.

D'après les rapports des ingénieurs des services municipaux, les véhicules électriques présentent de notables avantages sur les véhicules à essence; l'entretien est des plus faibles et le service fonctionne presque sans discontinuité; les pertes de temps sont, par suite, réduites au minimum. L'économie réalisée dans l'enlèvement et le transport des ordures ménagères sur l'emploi de camions à essence est de l'ordre de 20 pour 100.

Suisse. — L'Administration des Postes suisses utilise, pour ses transports, des fourgons et des camionnettes.

D'après un rapport en date du 16 décembre 1920 de M. Furrer, directeur général des Postes suisses, ces véhicules donnent toute satisfaction. Les avantages les plus appréciés sont : la facilité de conduite qui permet de la confier aux facteurs eux-mêmes, l'absence d'odeur et de fumée, le coût peu élevé de l'entretien. Les dé-

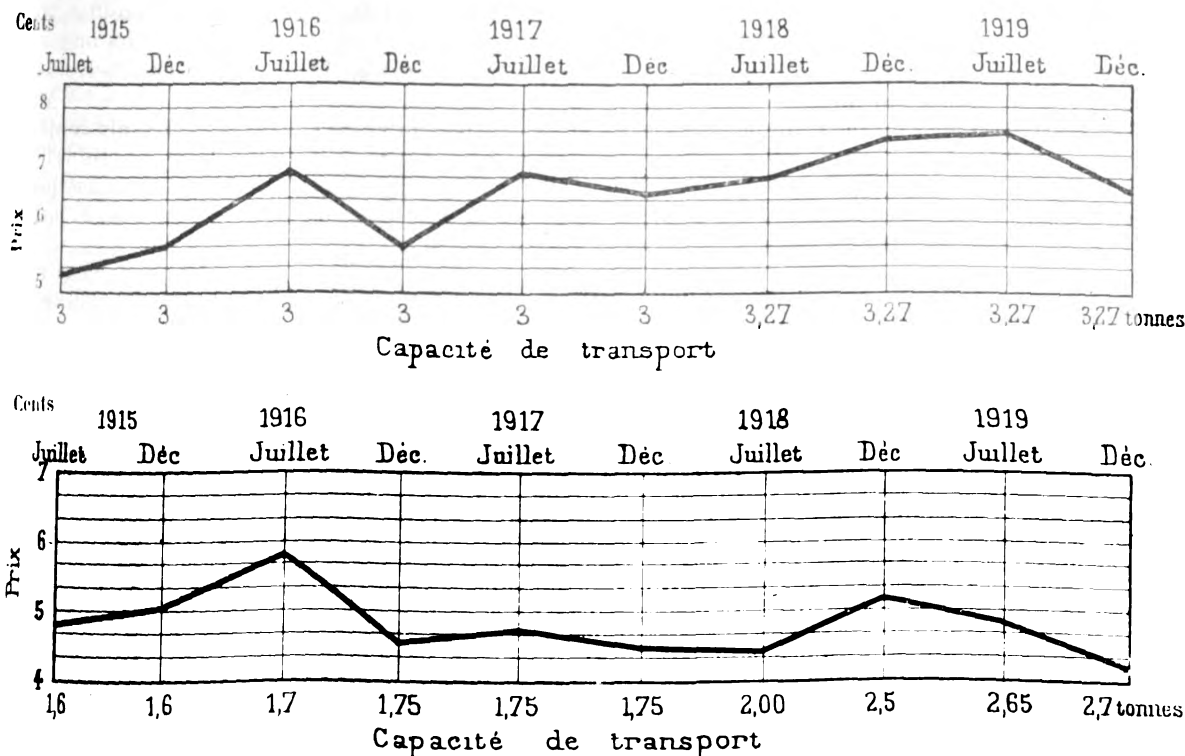


Fig. 1. — Prix de revient du transport, en cents par mille et par tonne, avec les camions à essence (courbe supérieure) et les camions électriques (courbe inférieure).

penses sont inférieures à celles qui résultent de l'exploitation par véhicules à essence : pour un fourgon de 1 500 à 2 000 kg de charge utile, les frais, par kilomètre, se sont élevés en 1919 à 1,06 francs suisse, alors que pour les véhicules à essence, ils étaient de 1,57 francs suisse, l'essence valant 0,50 franc le litre.

Autres pays. — D'autres pays ont également adopté les véhicules électriques à accumulateurs. En Italie, des autobus électriques circulent dans la ville de Milan. En Allemagne, ce mode de traction est en faveur dans les grandes villes, Berlin, Hambourg, etc., où il est appliqué à l'enlèvement des ordures ménagères, à l'arrosage et au balayage des rues ainsi qu'aux transports.

Situation en France. — La France ne possède à l'heure actuelle qu'un très petit nombre de véhicules électriques à accumulateurs.

C'est cependant sur le sol français qu'est née la traction par accumulateurs avec les expériences de Raffard en 1881. Le véhicule électrique, qui tint de nombreux esprits en éveil de 1880 à 1900, cessa au bout de quelques années de jouir de la faveur du public.

Les perfectionnements apportés à la voiture thermique, la baisse du prix de l'essence, le manque d'installations d'entretien et de charge ont eu pour résultat de détourner l'acheteur de l'automobile électrique qui très rapidement, disparut de notre pays, tandis qu'elle se développait à l'étranger.

A l'heure actuelle, si nous voulons bien suivre

l'exemple des autres pays, notamment des Etats Unis, c'est-à-dire si nous ne demandons aux véhicules à accumulateurs que les services pour lesquels ils sont naturellement destinés (trajet d'une cinquantaine de kilomètres sans recharge pour les gros camions ; près du double pour les voitures légères), si nous adoptons une normalisation permettant au propriétaire d'un véhicule électrique d'échanger facilement les parties usées de sa batterie, de la faire recharger n'importe où et de la remplacer aisément par une autre, il y a tout lieu d'espérer que le véhicule électrique, profitant des progrès réalisés dans l'industrie de l automobile et dans l'industrie électrique, retrouvera l'agrément du public français et prendra dans notre pays la place qui lui revient.

D'autre part, de grands travaux ont été réalisés, en particulier ces dernières années, pour l'électrification de notre territoire. D'après les plus récentes statistiques, la puissance totale installée dans les usines génératrices d'énergie électrique pour la distribution est de 2 480 000 kw, soit 3 300 000 ch. L'énergie produite est transmise à distance par de grandes artères à haute tension et distribuée aux agglomérations par des lignes à moyenne et basse tension, les unes et les autres formant un réseau à mailles de plus en plus serrées, qui permettra l'installation des postes de charges au fur et à mesure des besoins.

II. Organisation des essais. — Règlement.

Garanties assurées aux essais. — L'Union des Syndicats de l'Electricité ne voulut pas procéder à l'organisation des essais sans s'entourer de toutes les garanties nécessaires. Elle fit appel, tout d'abord, à la Commission technique de l'Automobile-Club de France pour l'aider dans la rédaction du règlement, le tracé des itinéraires et le contrôle des véhicules, en un mot pour toute la partie « automobile » des épreuves. Elle demanda en même temps au Laboratoire central d'Electricité de se charger des contrôles électriques : étalonnement et vérification des appareils de mesure, au cours des essais, dépouillement des résultats.

Le Ministère de la Guerre, désireux de suivre les essais, délégua deux officiers pour assister aux épreuves, et plusieurs sous-officiers du service automobile pour accompagner les véhicules en qualité de commissaires.

Enfin au mois de mars 1923, l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, demanda à participer lui aussi à l'organisation des essais et offrit son installation électrique et le magnifique emplacement qui s'étend devant son immeuble. Cette offre aimable fut aussitôt acceptée par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Historique succinct des essais. — Les essais furent inaugurés le vendredi 28 septembre par M. Reibel député de Seine-et-Oise, ministre des Régions libérées qui assista au premier départ des véhicules engagés. Le 6 octobre, M. Le Trocquer, ministre des Travaux publics visita la station de charge et interrogea longuement les organisateurs.

Aussitôt après les essais, du 11 au 15 octobre, eut lieu une exposition des voitures et camions engagés, pendant laquelle des chariots et de petits tracteurs circulèrent sur des rampes de 5 et de 8 pour 100, coupées de parties pavées, montrant ainsi la mobilité et la puissance de ces petits véhicules déjà très répandus dans les gares et les grandes usines. M. le Président de la République, empêché de se rendre en personne à Bellevue, chargea un officier de sa maison militaire, M. le colonel Noguès, de le représenter à cette exposition.

Enfin, de nombreux visiteurs se rendirent à Bellevue, soit pendant les essais, soit durant l'exposition, témoignant de l'intérêt que non seulement les ingénieurs, mais encore le public portaient aux épreuves.

Etablissement du règlement. Essais contrôlés et non concours. — L'Union des Syndicats de l'Electricité discuta longuement tout d'abord la question de savoir si elle organiserait un concours ou de simples essais contrôlés.

Un concours implique l'idée d'un programme rigoureusement défini et la comparaison des véhicules établis pour un même service et destinés à fonctionner dans des conditions absolument similaires. Il ne peut donc être ouvert qu'à des catégories étroitement spécifiées de voitures.

Au contraire, des essais permettent d'établir un programme plus libéral, d'accepter des véhicules construits en vue des applications les plus diverses, de faire varier les épreuves, les itinéraires, les conditions minima à réaliser, pour que chaque constructeur soit en mesure de mettre en valeur la qualité et les aptitudes du type de voiture qu'il a présenté.

C'est donc aux essais contrôlés que s'est arrêtée l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Texte du règlement (¹). ARTICLE PREMIER. — L'Union des Syndicats de l'Electricité, en collaboration avec la Commission technique de l'Automobile-Club de France, le Laboratoire central d'Electricité et l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, organise des essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs.

Ces essais auront lieu dans la région parisienne du 25 septembre au 10 octobre 1923.

Après la fin de l'épreuve, les véhicules seront exposés à Bellevue, au siège de l'Office national, du 11 au 14 octobre.

ART. 2. — *Catégories.* — Les véhicules seront classés, suivant la charge utile qu'ils peuvent transporter, en cinq catégories :

1re catégorie : charge utile de 0 à 500 kg ;
2e catégorie : charge utile de 501 à 1 500 kg ;
3e catégorie : charge utile de 1 501 à 3 000 kg ;
4e catégorie : charge utile de 3 001 à 5 000 kg ;
5e catégorie : charge utile de 5 001 kg et au-dessus.

Chaque catégorie pourra se subdiviser suivant le type de

(¹) Arrêté le 18 avril 1923 par la cinquième Commission et approuvé le 2 mai suivant par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

l'accumulateur (plomb, fer-nickel, cuivre, etc) et suivant que le parcours sera effectué avec ou sans recharge partielle de la batterie.

Art. 3. — *Objet des essais. Mesures.* — Les essais ont pour objet de déterminer, pour chaque véhicule, la consommation d'énergie électrique :

1° Par kilomètre et par tonne de charge utile ;

2° Par kilomètre et par tonne de charge totale.

Ils comporteront en outre l'observation de la régularité de marche.

Entre autres renseignements, on notera le poids de la batterie; sa capacité nominale pour un régime de décharge en cinq heures ; sa consommation d'énergie pendant les charges effectuées au cours des essais.

Les résultats seront publiés, sous réserve de l'agrément de chaque participant en ce qui concerne la publication de ses propres résultats.

Art. 4. — *Appareils de mesure.* — La mesure de la consommation sera enregistrée par des appareils placés sur la voiture et fournis par l'Union des Syndicats de l'Electricité. Ces appareils seront étalonnés par le Laboratoire central d'Electricité.

Art. 5. — *Dépense d'énergie.* — La dépense d'énergie électrique sera supportée par les participants.

Art. 6. — *Parc.* — Les véhicules devront porter d'une manière apparente le numéro d'ordre qui leur sera indiqué ; les chiffres seront peints en blanc sur fond foncé et devront avoir au moins 25 cm de hauteur.

Les véhicules seront garés, la veille du début de l'épreuve et pendant toute la durée de cette dernière, dans un parc comportant des postes de charge pour les accumulateurs et situé à Bellevue, à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

Pendant l'épreuve, les véhicules seront placés sous le régime des parcs fermés.

Art. 7. — *Charge et recharge des accumulateurs.* — Chaque participant devra faire établir lui-même les tableaux de charge de ses voitures, conformément aux indications qui lui seront données par l'Union des Syndicats de l'Electricité. Ces tableaux devront être remis le 1er septembre au plus tard à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions à Bellevue (Seine) et seront réceptionnés par le Laboratoire central d'Electricité.

La charge des accumutateurs sera faite par le constructeur du véhicule sous la surveillance des commissaires préposés aux essais.

Elle ne pourra être faite qu'entre 19 et 7 heures.

Les recharges partielles ne pourront être faites qu'au parc et entre midi et 13 h 1/2.

Art. 8. — *Entretien et réparations.* — Le conducteur du véhicule ou, à son défaut, un remplaçant, pourra seul et sans aide procéder à la visite et aux réparations mécaniques de son véhicule pendant les deux heures qui suivront la rentrée au parc.

Toute opération d'entretien des accumulateurs autre que l'entretien de l'électrolyte ne pourra se faire qu'en présence et avec l'autorisation d'un commissaire spécialement désigné qui en dressera le compte rendu. Pour assurer le contrôle dans ces conditions, les batteries seront fermées et plombées, sauf les orifices nécessaires à la fuite des gaz et à l'entretien de l'électrolyte.

L'entretien et la manipulation des accumulateurs ne pourront être faits que pendant les deux heures qui suivront la rentrée au parc. Le conducteur du véhicule pourra se munir du matériel utile et se faire aider dans son travail par le personnel nécessaire.

En cours de route, les seules réparations autorisées seront obligatoirement effectuées par les moyens du bord et seulement par le conducteur du véhicule.

Toute dérogation à ces prescriptions du règlement fera l'objet d'une mention spéciale dans le rapport sur l'épreuve.

Art. 9. — *Horaire.* — L'épreuve sera effectuée d'après un horaire déterminé et publié avant le commencement des essais.

Le parc ne sera ouvert que de 8 à 19 heures, sauf pour le personnel préposé à la charge des accumulateurs.

A l'heure précise prévue à l'horaire, le véhicule sera considéré comme ayant pris le départ.

Le retour au parc devra être effectué au plus tard à 17 heures.

Un arrêt d'une heure et demie à Bellevue sera obligatoire pour tous les véhicules au passage du nœud de la boucle dont il est question ci-dessous.

Art. 10. — *Itinéraires et prescriptions de route.* — Un plan donnera les itinéraires journaliers comprenant des points caractéristiques où les commissaires de bord noteront les passages des véhicules et l'heure de ces passages.

Ces itinéraires seront en forme de 8, le nœud de la boucle étant à Bellevue, où se feront les départs et les rentrées.

La durée totale de l'épreuve sera de 10 jours et le parcours journalier minimum à accomplir avec ou sans recharge partielle par chaque véhicule sera :

De 80 km pour la 1re catégorie;

De 70 km pour la 2e catégorie ;

De 60 km pour la 3e catégorie ;

De 50 km pour les 4e et 5e catégories.

Les freins des voitures devront être tels que la vitesse maximum en descente ne sera, en aucun cas, supérieure de plus de 30 pour 100 à la vitesse normale du véhicule.

D'ailleurs, les arrêtés municipaux relatifs aux allures sur les voies parcourues devront être rigoureusement observés.

Art. 11. — *Commissaire de bord.* — Chaque véhicule aura à bord, outre le conducteur, un commissaire pour lequel un siège confortable et abrité de la pluie devra être aménagé. Ce commissaire, qui ne devra jamais abandonner la voiture, relèvera les indications des appareils de mesure au départ, aux points caractéristiques de l'itinéraire et à l'arrivée.

Le commissaire notera sur une feuille de route, qui lui sera remise en temps utile, les heures de départ, de passage aux points caractéristiques et d'arrivée et, en général, tous les incidents de la route.

Art. 12. — *Charge utile.* — La charge utile pour toutes les voitures engagées dans l'épreuve se composera exclusivement, outre le poids du commissaire afférent à chaque voiture et estimé à 70 kg, de caisses de gravillon arrimées sur les voitures et solidement fermées, dont le poids sera uniformément de 35 kg.

Ces caisses seront fournies par le concurrent.

Une caisse d'appoint sera autorisée s'il y a lieu.

Le poids du conducteur sera compté comme poids mort.

De fréquentes vérifications du poids transporté seront effectuées.

Pour les voitures de transport de voyageurs, les voyageurs qu'elles sont déclarées susceptibles de transporter seront représentés obligatoirement par des caisses de gravillon de 35 kg à raison de 70 kg par voyageur. Ces caisses seront placées à l'endroit même où seraient les voyageurs qu'elles représentent.

Art. 13. — *Pesées.* — Les véhicules seront pesés à vide.

Le poids à vide comprendra le poids du châssis et de la carrosserie, celui de la batterie, celui du conducteur, le

poids de l'outillage, le poids des pièces de rechange y compris les roues et bandages de rechange.

Le poids de la charge utile sera obligatoirement compris dans les limites spécifiées pour la catégorie dans laquelle est inscrit le véhicule et devra rester le même pendant toute la durée de l'épreuve.

Les véhicules ayant été tout d'abord pesés à vide, le poids de la charge utile sera vérifié par une pesée du véhicule chargé.

Art. 14. — Un inventaire des pièces de rechange emportées à bord sera établi par le constructeur, et le commissaire du bord prendra cet inventaire en charge. Il contrôlera l'emploi éventuel des pièces.

Les pièces avariées et remplacées prendront dans le chargement la place des pièces neuves utilisées. Elles devront être représentées.

A la fin de l'épreuve, l'inventaire sera contrôlé.

Art. 15. — Une annexe au règlement déterminera ultérieurement les conditions pratiques de l'épreuve.

Art. 16. — *Modifications au règlement.* — Les organisateurs se réservent le droit d'apporter au présent règlement toutes modifications qu'ils jugeront utiles.

Art. 17. — *Inscription et droit d'engagement* — Les constructeurs désirant participer aux essais devront se faire inscrire à l'Union des Syndicats de l'Electricité, boulevard Malesherbes, 25, à Paris, avant le 30 juin 1923, en indiquant le nombre et la nature des véhicules qu'ils présenteront.

Des inscriptions pourront toutefois être reçues jusqu'au 31 juillet, mais le droit d'inscription sera majoré de 50 pour 100 pour les engagements qui parviendront entre le 1er et le 15 juillet, et de 100 pour 100 pour ceux qui parviendront entre le 16 et le 31 juillet.

Du fait de leur inscription à l'épreuve, les constructeurs s'engagent à observer le présent règlement.

Un droit d'engagement sera versé par les constructeurs au moment de leur inscription. Ce droit sera, par véhicule, de :

500 fr	pour la	1re	catégorie.	
750	id	2e	id	
1 000	id	3e	id	
1 250	id	4e	id	
1 500	id	5e	id	

Les sommes ainsi versées resteront acquises à l'Union des Syndicats de l'Electricité, alors même que le véhicule ne participerait pas à l'épreuve pour quelque cause que ce soit.

Art. 8. — Dans la formule d'engagement qu'ils signeront, les constructeurs devront spécifier :

Qu'ils dégagent les organisateurs de toutes responsabilités et prennent celles-ci à leur charge;

Qu'ils se sont assurés à une compagnie d'assurances notoirement solvable contre tous les accidents causés soit à eux-mêmes, soit au commissaire placé à bord de leur véhicule, soit à des tiers (la police d'assurances devra être produite avant le départ, sous peine d'exclusion de l'épreuve);

Qu'ils déclarent accepter toutes décisions des organisateurs concernant l'application du règlement et s'engagent à ne s'adresser en aucune circonstance aux tribunaux.

L'engagement devra être accompagné d'un tableau de renseignements fourni par le constructeur et conforme à un modèle qui sera établi par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Art. 19. — *Responsabilités.* — Les organisateurs déclinent toutes responsabilités, de quelque nature qu'elles soient, étant entendu que celles-ci incombent aux constructeurs ayant engagé leur véhicule.

Comité d'Organisation et Commissariat général. — Le Comité d'Organisation était composé comme il suit :

Président : M. Eschwège, administrateur délégué de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité à Paris, président de la cinquième Commission (applications de l'électricité) de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Membres : MM. Aubert, directeur de l'Ouest-Lumière;

Auclair, président du Comité de Mécanique de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions;

Commandant Bloch, de l'Etat-Major de l'Armée;

Breton, membre de l'Institut, directeur de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions;

Commandant Cornudet, de l'Inspection technique de l'Artillerie;

Ferrus, président de la Commission technique de l'Automobile-Club de France;

Gasquet, administrateur délégué de la Société pour le Développement des Véhicules électriques;

Krieger, administrateur de la Société des Automobiles électriques Krieger;

Lemenand, ingénieur du Laboratoire central d'Electricité;

Lumet, secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France;

Péridier, directeur des études et du contrôle technique à la Société des Transports en Commun de la Région parisienne;

Retel, directeur de la Compagnie d'Applications électromécaniques;

Tribot-Laspière, secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Secrétaire : M. J. Cagnyé d'Aunainville, ingénieur à l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Le Commissariat général était ainsi composé :

Commissaire général : M. Ferrus, président de la Commission technique de l'Automobile Club de France.

Commissaires généraux adjoints : MM. Auclair, président du Comité de Mécanique de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions (station de charge);

Lumet, secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France (opérations sur route).

III. Station de charge.

Charge des accumulateurs. — La charge des accumulateurs s'effectuait à Bellevue, dans le parc de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, sous la surveillance d'ingénieurs, la nuit, de 19 heures à 7 heures et, sur la demande des participants, dans la journée, de 12 heures à 13 h 30 mn. M. Breton, directeur de l'Office, avait fait monter, à cet effet, deux hangars métalliques (fig. 2 et 3) pouvant contenir chacun une dizaine de voitures ou camions.

Afin de compléter l'installation électrique de l'Office,

l'Union des Syndicats de l'Électricité fit appel à diverses sociétés adhérentes aux syndicats qui la composent et trouva auprès d'elles un appui des plus obligeants. La Compagnie générale électrique mit à sa disposition une génératrice d'une puissance de 42 kw pendant toute la durée des essais.

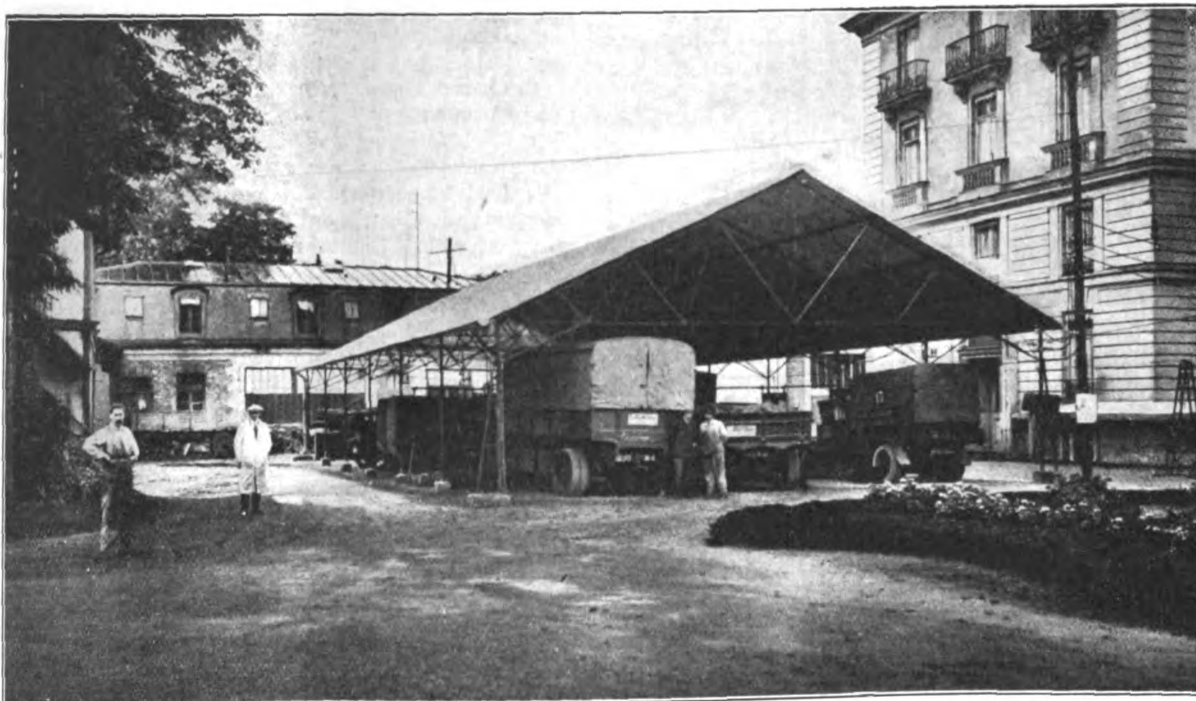




Fig. 2 et 3. — Vue des hangars pour la charge des accumulateurs.

La maison Geoffroy-Delore lui prêta 600 m de câble isolé destiné à relier entre eux les machines, le tableau de couplage et les postes de charge.

La maison Brandt, réalisa dans un très bref délai, un tableau de couplage, sur lequel étaient montés 24 inverseurs pour 400 A, qu'elle mit à la disposition de l'Union.

La société Ouest-Lumière envoya sur place une

équipe d'électriciens qui se chargea entièrement du montage des câbles et des tableaux.

Machines génératrices. — L'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions reçoit le courant alternatif à 10 200 v du réseau de la société Ouest-Lumière et le transforme en courant à 440 v.

Pour transformer ce courant alternatif à 440 v en courant continu à 115 v, on a utilisé plusieurs groupes convertisseurs existants, mais primitivement employés à des travaux tout différents de la charge d'accumulateurs. On a notamment utilisé huit groupes moteurs asynchrones-dynamos fournissant du courant continu sous la tension de 35 v, et réservés en temps ordinaire à des opérations d'électrochimie, mais qui, montés en série par groupes de quatre, pouvaient donner la tension continue de 115 v, adoptée pour la charge de toutes les voitures.

En plus des groupes ci-dessus la station comprenait trois groupes moteurs asynchrones-génératrices pouvant donner un courant de 200 A sous 115 v.

Comme groupes de secours, on disposait :

D'une batterie d'accumulateurs pouvant débiter un courant de 200 A sous 115 v;

D'un groupe à essence pouvant donner un courant de 200 A sous 115 v.

Au total, la station permettait de disposer d'une puissance de 200 kw environ pour la charge des voitures.

Les divers groupes envoyaient le courant à un tableau de couplage intermédiaire (fig. 4) grâce auquel

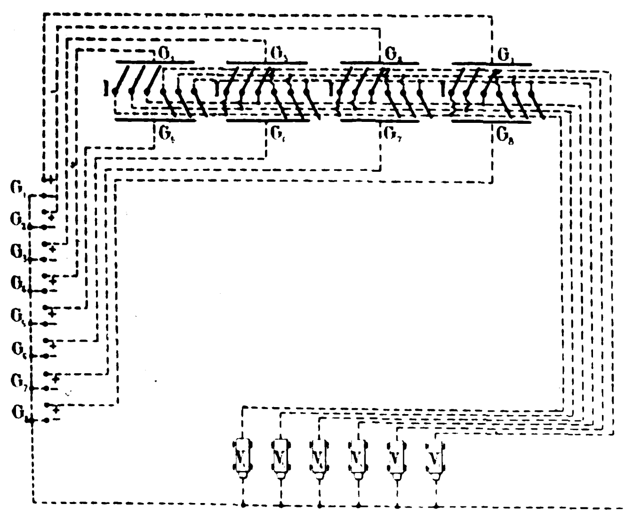


Fig. 4. — Schéma du tableau de couplage.
G_1 à G_8, groupes générateurs ; V_1 à V_6, voitures à charger.

chaque groupe de voitures pouvait être alimenté indifféremment par chacun des groupes générateurs.

Du tableau de couplage, le courant était envoyé à chaque voiture, par l'intermédiaire d'un tableau de charge dont nous indiquons la spécification au chapitre sur les contrôles électriques.

Règlement de la station de charge. — Voici le réglement de la station de charge :

ENTRÉE DU PERSONNEL DANS LA STATION. — *Art. 1er.* — En dehors des heures où la station sera ouverte au public pour la visite des voitures, personne ne pourra y avoir accès sans une carte.

Ces cartes sont délivrées aux participants sous l'une des deux formes :

1° Carte personnelle leur donnant accès à tout moment dans lesdits locaux :

2° Cartes numérotées au nom de chaque participant et que celui-ci pourra distribuer à ses agents chargés de la conduite des voitures, de l'entretien des batteries et de leur charge.

SURVEILLANCE DE LA STATION. — *Art. 2.* — Toutes les opérations exécutées dans la station seront faites sous les ordres des ingénieurs chargés du contrôle des réparations ou des ingénieurs préposés à la surveillance de la charge.

Le personnel des constructeurs participants occupé dans la station devra se conformer à toutes les instructions qui lui seront données tant par ces ingénieurs que par les surveillants agissant sous leurs ordres.

A défaut par un agent de se conformer aux instructions qui lui sont données, sa carte lui sera retirée et il sera définitivement exclu des locaux de la station.

HEURES D'OUVERTURE. — *Art. 3.* — Conformément au règlement, la station de charge sera ouverte de 16 h à 19 h pour l'entretien des batteries, de 19 h à 7 h et de 12 h à 13 h 30 pour leur charge.

En dehors de ces heures, toutes les opérations autres que les mouvements des voitures, nécessaires pour prendre leur poste à leur rentrée, ou pour le quitter à leur départ, seront rigoureusement interdites.

De 19 h à 7 h du matin, seuls, le personnel employé à la charge et les concurrents auront accès dans les locaux.

CONDUITE DE LA CHARGE. — *Art. 4.* — A 19 h, les agents chargés de la charge des batteries établiront la liaison des batteries avec les tableaux. Ils ne pourront commencer les opérations de charge qu'après avoir prévenu l'ingénieur chargé de la surveillance ou son délégué qui s'assurera que l'interrupteur du compteur de bord a été déplombé par un commissaire qualifié ad hoc et qu'il est ouvert, relèvera le compteur du tableau et autorisera la fermeture de l'interrupteur couplant la batterie sur les barres. Hors la manœuvre de cet interrupteur, toute manœuvre sur le tableau ou en amont sera rigoureusement interdite sous peine d'exclusion du concours dans le cas où l'un des concurrents viendrait à être surpris à en exécuter une.

La fin de la charge sera constatée dans les mêmes conditions que le commencement. Après manœuvre de l'interrupteur pour la rupture du circuit, cet interrupteur ne pourra plus être fermé. L'ingénieur chargé de la charge ou un commissaire quelconque ad hoc plombera l'interrupteur commandant le circuit de tension du wattheuremètre des voitures. Les voitures ne pourront partir qu'une fois cette opération exécutée.

La charge doit se faire d'un seul tenant.

INCIDENTS ET ACCIDENTS. — *Art. 5.* — Dans le cas où par manque de tension ou par toute autre cause, l'agent chargé de la charge d'une voiture estimera que le courant qui lui est fourni ne répond pas aux spécifications de sa batterie, il

préviendra l'ingénieur chargé de la charge qui demandera les manœuvres nécessaires à la station de l'Office.

Il n'est autorisé à couper son interrupteur que dans le cas de court-circuit ou d'accident menaçant la sécurité de la voiture. Dans ce cas, aussitôt après avoir coupé l'interrupteur, il doit en donner avis à l'ingénieur chargé de la charge ou au surveillant des opérations.

Dans le cas où l'accident pourrait intéresser d'autres voitures ou l'ensemble de l'installation, l'agent du constructeur est responsable des retards à donner l'alarme qui auraient pu se produire.

Nous reproduisons en figure 5 le modèle des feuilles sur lesquelles les ingénieurs chargés de la surveillance notaient, au début, au cours, et à la fin de la charge, les indications des appareils de mesure, conformément aux prescriptions de l'article 4 ci-dessus.

IV. — Mesure de la consommation d'énergie.

Contrôles électriques. — Les contrôles électriques constituaient une des tâches les plus délicates à remplir au cours des essais. Afin de s'entourer de toutes les garanties nécessaires, l'Union des Syndicats de l'Electricité confia ces contrôles au Laboratoire central d'Electricité. M. Janet, directeur de ce laboratoire, chargea un de ses ingénieurs, M. Lemenand, de tous les étalonnements et vérifications auxquels donneraient lieu les essais.

La Compagnie pour la Fabrication des Compteurs voulut bien mettre à la disposition de l'Union des wattheuremètres à mercure destinés à la mesure de l'énergie à bord des véhicules et spécialement étudiés pour pouvoir supporter les chocs en cours de route, des

FEUILLE DE CHARGE

Date................

Véhicule n°...

Constructeur...

Agent chargé de la charge...

Ingénieur chargé de la surveillance...

HEURE	LECTURE AU VOLTMÈTRE	LECTURE A L'AMPÈREMÈTRE	LECTURE AU COMPTEUR	OBSERVATIONS

Fig. 5. — Modèle de feuille de charge.

ampèreheuremètres pour la mesure du débit à la charge et, enfin, les divers appareils de mesure qui furent nécessaires au cours des épreuves.

Nous reproduisons ci-dessous le texte du règlement concernant les contrôles électriques, une notice sur les compteurs « HG. P » placés à bord des voitures ainsi qu'une note sur les étalonnements et vérifications effectués par les soins du Laboratoire central d'Electricité.

Règlement des contrôles électriques. — Voici comment étaient organisés les contrôles électriques :

Mesure de l'énergie. — *L'énergie fournie au véhicule* à la charge on à la recharge comprenait aussi bien l'énergie accumulée dans la batterie que celle dissipée dans les rhéostats de charge.

Elle était calculée d'après les indications fournies par un ampèreheuremètre placé sur un tableau fixe, dit *tableau de charge* [1], et en prenant comme tension la tension de 115 v, adoptée pour les barres de distribution du courant de charge, sous réserve du droit du Comité d'Organisation d'apprécier s'il y avait lieu d'alimenter certaines batteries sous une autre tension.

L'énergie consommée dans le travail comprenait aussi bien l'énergie transformée par le moteur que celle perdue dans les résistances de démarrage ou tous circuits auxiliaires.

Elle était mesurée par un wattheuremètre placé à bord du véhicule sur un tableau dit « de bord ».

Tableaux de charge. — Les tableaux de charge et leurs appareils, à l'exception du compteur, étaient fournis par les constructeurs, à raison de un par véhicule engagé.

Ils comprenaient obligatoirement, montés sur un tableau de bois ayant 110 cm de hauteur, 70 cm de largeur et 2 cm d'épaisseur (fig. 6) :

2 bornes à deux trous pour les câbles amenant le courant (B).

1 interrupteur bipolaire I, avec fusibles F, monté immédiatement après les bornes B.

[1] Le règlement général prévoyait que l'énergie fournie serait payée par les concurrents.

Les redevances étaient fixées d'après les indications des compteurs de charge.

1 ampèremètre A monté sur un shunt approprié au régime de la charge.

1 voltmètre V de sensibilité appropriée à la tension de charge.

2 bornes à deux trous B_2 mises normalement en court-circuit et entre lesquelles seront intercalés les appareils de contrôle lors des étalonnages.

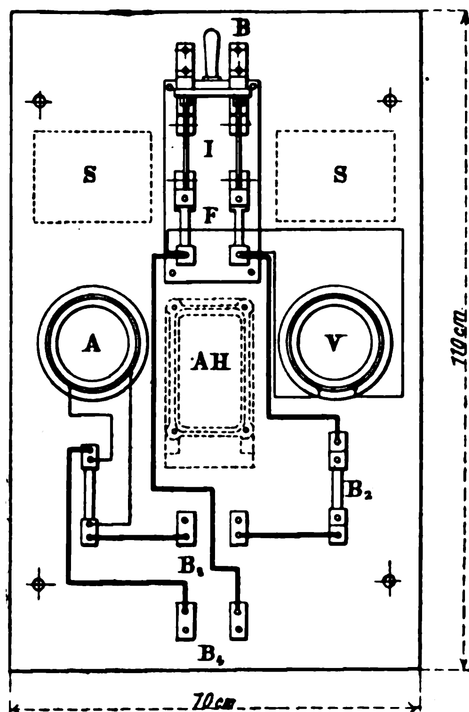


Fig. 6. — Schéma d'un tableau de charge.

A, ampèremètre; AH, ampèreheuremètre; B_2, fusible; I, interrupteur; B_3, B_4, bornes; S, plaque pour indications; V, voltmètre.

2 bornes à deux trous B_3 pour le branchement du compteur.

2 bornes à deux trous B_4 pour le départ de la ligne de charge.

1 lampe applique et une prise pour balladeuse.

Les câbles étaient disposés sur la face avant du tableau et convenablement tendus sur poulies ou dans des serre-fils.

Les rhéostats de charge étaient placés entre les tableaux et les batteries, en principe au-dessous des tableaux dont les bords inférieurs se trouvaient à 80 cm au-dessus du sol.

Les constructeurs devaient fournir, pour le 1[er] septembre, rendus à Bellevue au pavillon de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions :

a) les tableaux spécifiés ci-dessus prêts à être montés.

b) les rhéostats de charge, ou, à défaut de ceux-ci, des croquis indiquant leurs dimensions d'encombrement et les moyens à prévoir pour la fixation, soit sur le sol, soit sur une charpente à raccorder sur celle supportant les tableaux,

Ils devaient munir leurs véhicules des longueurs de câbles nécessaires pour assurer les connexions entre les tableaux et les batteries.

En plus des appareils mentionnés ci-dessus, les tableaux comportaient, dans leurs angles supérieurs, deux plaques ou surfaces peintes en blanc S, de 20 cm × 15 cm.

Sur la plaque de droite était mentionnés le nom du constructeur et la catégorie du véhicule engagé.

La plaque de gauche était destinée à l'inscription du numéro d'ordre donné au véhicule.

Tableaux de bord. — Les tableaux des voitures devaient être placés devant le commissaire du bord.

Ils portaient obligatoirement un wattheuremètre fourni par le Comité d'Organisation. Un ampèremètre enregistreur, également fourni par le Comité d'Organisation, a été ajouté sur certains parcours.

Les constructeurs étaient autorisés à placer sur le même tableau d'autres appareils de contrôle. Toutefois, il ne devait pas être tenu compte de leurs indications dans les mesures officielles.

Afin de permettre une vérification rapide des compteurs de bord, il était prescrit de prévoir leur branchement sur un inverseur, monté dans une partie de circuit parcourue par le courant de charge et par le courant de décharge. Deux bornes placées sur le tableau étaient, en outre, reliées aux deux pôles de la batterie.

D'ailleurs, les constructeurs durent soumettre un schéma des circuits électriques de leurs voitures.

Pour les voitures fonctionnant avec récupération, le bénéfice de ce dispositif devait ressortir du fait de la moindre consommation par kilomètre.

Description du compteur à mercure HG. P. — Le compteur, modèle HG. P. de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, à Montrouge, est un appareil wattheuremètre à courant continu fonctionnant sans collecteur (fig. 7). Son rotor est constitué par un cône métallique, immergé complètement dans du mercure et traversé, suivant ses génératrices, par la totalité ou une fraction déterminée du courant de consommation. Ce cône est placé dans un champ magnétique uniforme engendré par un enroulement à fil fin branché en dérivation sous la tension du réseau. Un autre disque, monté sur le même arbre que le rotor, est disposé entre les pôles d'un aimant permanent.

Par suite des actions mutuelles du courant traversant le rotor et du champ magnétique dû à l'électroaimant de tension, le rotor est, à chaque instant, soumis à un couple moteur proportionnel au produit du courant par le champ, donc au produit du courant de l'installation par la tension à ses bornes, c'est-à-dire à la puissance de l'installation. Mais, du fait que le champ de tension est uniforme et constant le long d'une circonférence quelconque du cône, l'électroaimant de tension n'exerce aucun freinage ou pratiquement qu'un

freinage négligeable. On peut ainsi obtenir un compteur restant exact avec les variations de tension en employant un aimant permanent de freinage relativement faible.

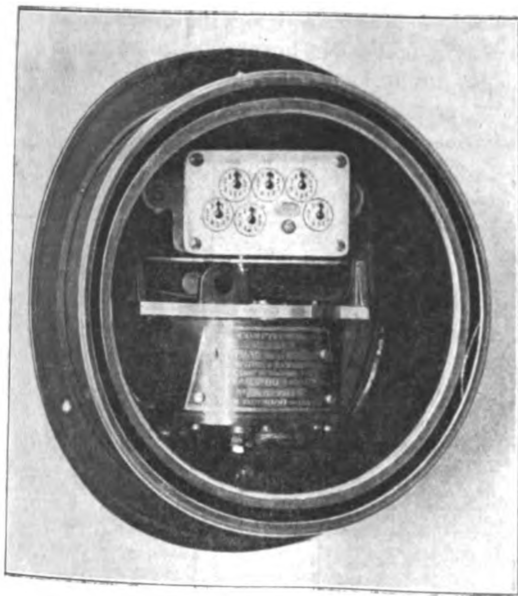


Fig. 7. — Compteur HG. P.

La figure 8 représente une coupe du compteur HG. P. permettant de voir les principaux organes.

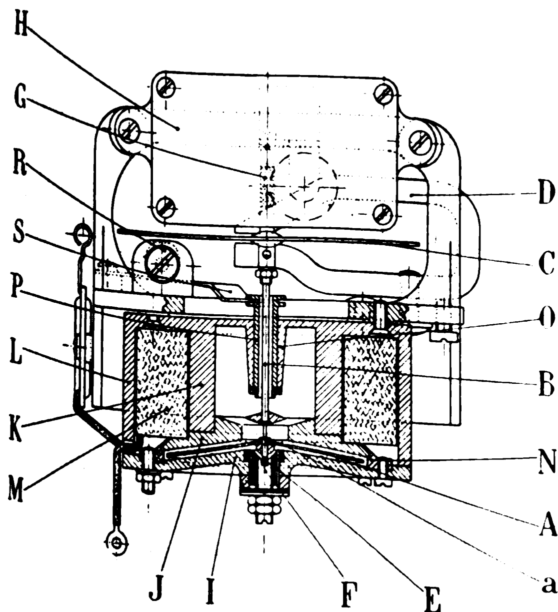


Fig. 8. — Coupe d'un compteur HG. P.

A est le rotor métallique construit en cuivre de haute conductibilité dont toute la surface est amalgamée. On lui a donné la forme d'un cône ayant son sommet plus haut que sa base et présentant, à sa partie supérieure, des petits trous a par lesquels peut s'échapper l'air qui, lors du montage, y aurait été éventuellement enfermé.

B est l'arbre vertical sur lequel est monté le rotor ainsi que le disque C mobile entre les pôles d'un aimant de freinage D.

L'arbre B est, à sa partie inférieure, terminé par un pivot E reposant sur une crapaudine F; il est d'ailleurs maintenu vertical par un contre-pivot situé à son extrémité supérieure.

Un peu au-dessus du disque C, l'arbre B porte une vis sans fin G engrenant avec le premier mobile d'un mécanisme d'horlogerie H.

Le rotor est enfermé dans la chambre à mercure limitée inférieurement par une armature I en fer massif horizontale à sa périphérie et conique dans la partie centrale en dessous du rotor dont elle épouse la forme. La partie supérieure de la chambre à mercure est formée par une pièce en fer massif J limitée inférieurement par un tronc de cône de même ouverture que l'armature. Cette pièce vient s'appliquer contre le pôle central K, en forme de cylindre de révolution, de l'électroaimant de tension. Le noyau de ce dernier, en fer massif et en une seule pièce, est constitué par les deux cylindres de révolution, verticaux et coaxiaux, K et L, et une base supérieure commune. Le cylindre L a une plus grande hauteur que le cylindre K de telle sorte qu'on puisse assujettir sur son extrémité libre la partie annulaire plane de l'armature I.

L'enroulement de tension M est disposé autour du cylindre K.

Une cale annulaire N en cuivre maintient constant l'écartement de I et de J, et constitue le pourtour vertical de la chambre autour de laquelle se meut le rotor.

Afin d'éviter que le mercure ne se renverse quand on transporte le compteur, on a disposé, dans l'espace cylindrique central de l'électroaimant de tension, une gaine de fer O, entourant l'axe B de l'équipage mobile à l'intérieur de laquelle peut coulisser un canon P dont le déplacement est commandé par un excentrique R agissant sur un ressort S. Dans la position de calage pour le transport, le canon s'appuie sur un petit cône porté par l'arbre B obturant ainsi totalement la chambre à mercure.

Le courant de consommation est amené à la cale annulaire N en cuivre, atteint, à travers le mercure, le pourtour du rotor, et ressort par son axe et le support de la crapaudine.

Du fait de l'absence de collecteur et de balais dans le compteur HG. P., tout entretien est supprimé, et aucune étincelle ni détérioration ne sont à craindre par l'effet des trépidations.

D'après ces dernières considérations, il était tout indiqué d'appliquer cet appareil à la traction électrique.

Etalonnements et vérifications. — Les considérations qui vont suivre sont extraites du rapport adressé

par le Laboratoire central d'Electricité à l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Etalonnement des wattheuremètres avant les essais. — L'étalonnement des compteurs wattheuremètres HG. P. de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz a été effectué au Laboratoire central d'Electricité dans les conditions suivantes :

L'opérateur choisissait, entre les deux régimes d'intensité indiqués par le constructeur pour le courant normal et le courant de démarrage, trois régimes différents. L'intensité du courant traversant l'appareil étant maintenue constante et égale à la valeur d'un des trois régimes choisis, il faisait varier la tension, par valeurs croissantes, entre les valeurs indiquées pour la différence de potentiel aux bornes de la batterie au début et à la fin de la décharge. On relevait ainsi pour chaque régime d'intensité, quatre points à des tensions différentes, soit 12 points par compteur.

Tableau III. — *Valeurs du facteur de correction relevées à l'étalonnement avant les essais.*

Numéro du véhicule	Numéro du compteur	Facteur de correction en fonction des différentes tensions de décharge							
		30	40	60	80	100	120	140	160
1	020216		0,97	0,97	0,98				
2	020217				0,95	0,95	0,97	0,97	0,97
3	020215		1	1	1				
4	020208		0,96	1	1				
5	020211		0,95	0,98	0,98				
6	020213		1,02	1,05	1,05				
7	020209			1	1	1			
8	020214		1	1	1				
9	020212			1	1	1			
1	020210			0,97	1	1			
11	020225					0,965	0,98	0,98	1
12	020223		0,97	1	1				
13	020224				0,95	0,97	0,98	0,98	
14	020219			0,94	0,97	0,98			
15	020220	0,95	0,96	0,96	0,99	1			
16	020218			0,95	0,97	0,98			
17	020222			1	1,02	1,03			
18	020221	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97			

Les résultats de ces étalonnements ont été traduits par des courbes tracées en portant les intensités en abscisses, les facteurs de correction (quotients des puissances indiquées par le compteur par les puissances calculées) en ordonnées.

Ces familles de courbes devaient permettre de faire subir aux indications des compteurs toutes les corrections utiles.

Mais, en vue de simplifier les feuilles de route, il a été recherché si une seule courbe ne pouvait être substituée, sans grande erreur, aux familles dont l'interprétation eût nécessité la connaissance des valeurs de l'intensité du courant de décharge et de la différence de potentiel aux bornes de la batterie.

Une courbe représentant les variations du facteur de correction, en prenant la tension comme variable a pu être légitimement tracée pour chaque compteur. Le tableau III donne les valeurs des facteurs de correction pour chaque compteur dans les limites de tension prévues pour son emploi.

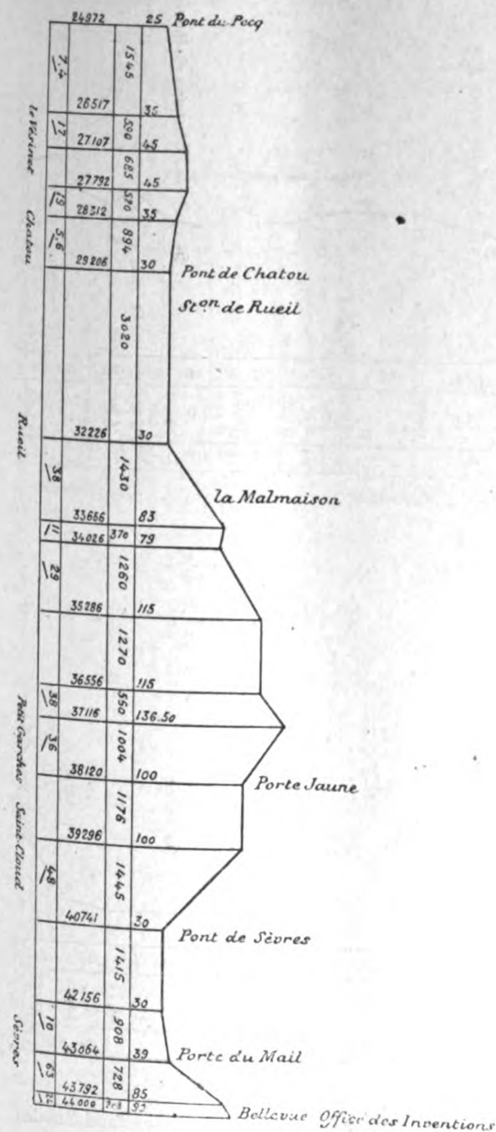
Dans ces conditions, il a suffi de demander aux commissaires de bord un relevé simultané au voltmètre et au compteur.

Montage des compteurs. — Les wattheuremètres ont été installés sur les voitures de telle façon que leurs shunts fussent traversés par le courant total de la batterie. Cette opération a été effectuée par les représentants du Laboratoire central d'Electricité à l'aide de schémas remis par les participants.

Tableau IV. — *Valeurs du facteur de correction relevées à l'étalonnement après essais.*

Numéro du véhicule	Numéro du compteur	Facteur de correction
1	020216	0,96
2	020217	0,95
3	020215	0,98
4	020208	1
5	020211	0,98
6	020213	1,03
9	020212	1,03
11	020225	0,975
12	020224	0,969
13	020223	0,97
14	920219	0,935
18	020211	1

Le circuit d'excitation de l'électroaimant de chaque compteur était protégé par un interrupteur que l'on ouvrait pendant la charge de la batterie. Cette précau-



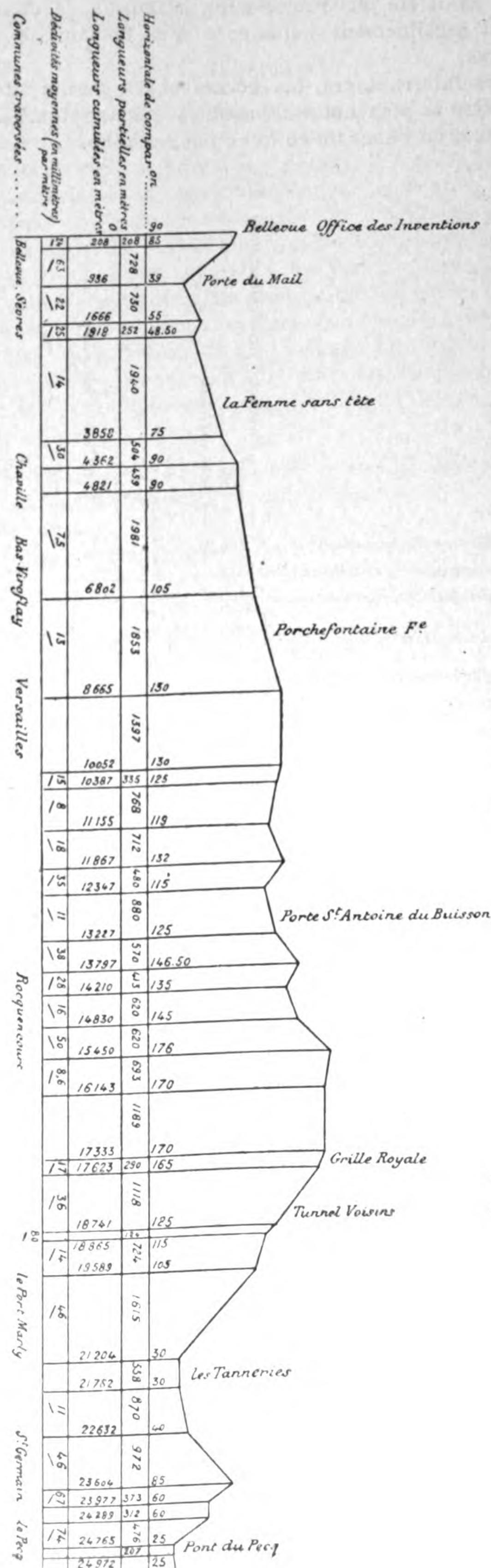


Fig. 9. — Itinéraires en banlieue. Profil en long du trajet de 88 km (2 × 44 km) pour les essais des voitures légères (1re catégorie).

tion avait été jugée nécessaire, la tension de charge étant sensiblement supérieure à la tension de décharge.

Les interrupteurs, les bornes et les shunts situés derrière la planchette de montage des compteurs ont été enfermés dans un coffret en bois mobile.

Surveillance au cours des essais. — Au départ des véhicules, les interrupteurs étant mis à la position de fermeture, les coffrets des compteurs étaient fermés et plombés par les agents du Laboratoire central d'Electricité.

Au retour, avant la mise en charge de la batterie,

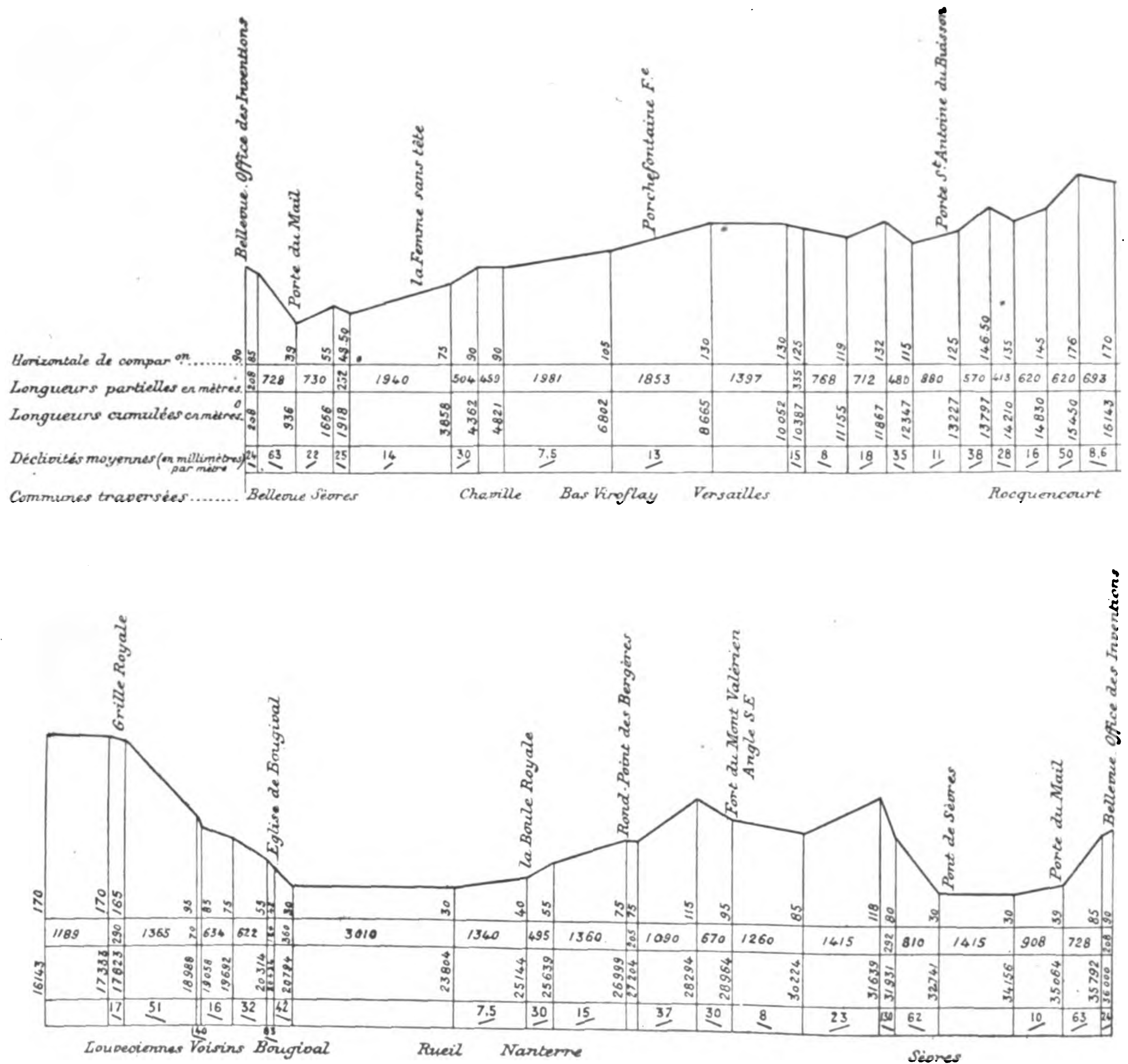


Fig. 10. — Itinéraires en banlieue. Profil en long du trajet de 72 km (2 × 36 km) pour les essais de camionnettes (2e catégorie).

les coffrets étaient déplombés et les interrupteurs ouverts.

Des vérifications portant sur les relevés des compteurs de décharge portés sur les feuilles de route ont été effectuées fréquemment.

Etalonnement après les essais. — Les essais terminés, les compteurs ont été ramenés au Laboratoire central d'Electricité où ils ont été soumis de nouveau à une vérification.

Cet étalonnement a consisté à vérifier les valeurs du facteur de correction pour les régimes d'intensité et de tension réalisés dans la marche des véhicules.

La comparaison des valeurs trouvées au cours de ce second étalonnement (tableau IV) et des valeurs du tableau II donna des resultats assez satisfaisants. La

Fig. 11. — Itinéraires en banlieue. Profil en long du trajet de 50 km (2 × 25 km) pour les essais de camions (4e et 5e catégorie).

valeur maximum des écarts observés est, en effet, de l'ordre de 3 pour 100.

V. Itinéraires.

Les itinéraires imposés pour la circulation dans Paris et dans sa banlieue mettaient les véhicules engagés aux prises avec toutes les difficultés de la route. Les circuits étaient particulièrement accidentés; ceux de banlieue comprenaient les côtes du Chesnay, du Pecq et de Buzenval; ceux de Paris suivaient la rue Raynouard, la rue Lepic et la rue Norvins. Dans Paris, les voies empruntées traversaient des quartiers particulièrement encombrés, comme ceux de la gare Saint-Lazare, de la Trinité et du Palais-Royal. Enfin, tous les véhicules remontaient matin et soir la côte qui va de Sèvres à Bellevue et qui est longue de plus d'un kilomètre.

A. Itinéraires en banlieue. — Ces itinéraires ont été empruntés les 28 et 29 septembre et les 2, 3, 5, 6 et 9 octobre.

Ils étaient constitués par quatre boucles correspondant aux catégories de véhicules et dont chacune était parcourue deux fois par jour, un arrêt obligatoire étant prévu à Bellevue de douze heures à 13 1/2 pour le déjeuner et, au gré des participants, pour la recharge partielle des batteries. Trois de ces boucles seulement ont été empruntées, aucun véhicule n'ayant été engagé dans la troisième catégorie.

Itinéraire de 1re catégorie. — La longueur était de 88 km (boucle de 44 km parcourue deux fois) et son profil est représenté en figure 9.

L'itinéraire passait par Bellevue, Sèvres, Versailles, Marly, Le Pecq, Rueil, Buzenval, Saint-Cloud et Bellevue. Particulièrement accidenté puisqu'il présentait, outre la côte Sèvres-Bellevue, les rampes du Chesnay, du Pecq et de Buzenval, il était parcouru par les voitures de ville et les camionnettes légères.

Itinéraire de 2e catégorie. — La longueur était de 72 km (boucle de 36 km parcourue deux fois) et son profil est représenté par la figure 10.

Cet itinéraire, parcouru par les camionnettes lourdes, passait par Bellevue, Sèvres, Versailles, Louveciennes, Rueil, le rond-point des Bergères, Saint-Cloud et Bellevue.

Itinéraire des 4e et 5e catégories. — La longueur était de 50 km (boucle de 25 km parcourue deux fois) et son profil est représenté figure 11.

Cet itinéraire, suivi par les camions, passait par Bellevue, Sèvres, Versailles, Vaucresson, Saint-Cloud et Bellevue.

Les figures 12 et 13 montrent deux aspects de la côte qui va de Sèvres à Bellevue et que tous les véhicules montaient deux fois par jour avant leur rentrée au parc.

B. Itinéraires dans Paris. — Les itinéraires dans Paris ont été empruntés les 1er, 4 et 8 octobre.

Ils étaient constitués par trois boucles qui, à l'aide

de combinaisons diverses, permettaient de réaliser les itinéraires des différentes catégories.

L'une de ces boucles va de Bellevue au Trocadéro en passant par la porte de Saint-Cloud, l'avenue de Versailles, la rue Raynouard, le Trocadéro, avec retour par l'avenue Victor-Hugo, les boulevards Suchet et Murat.

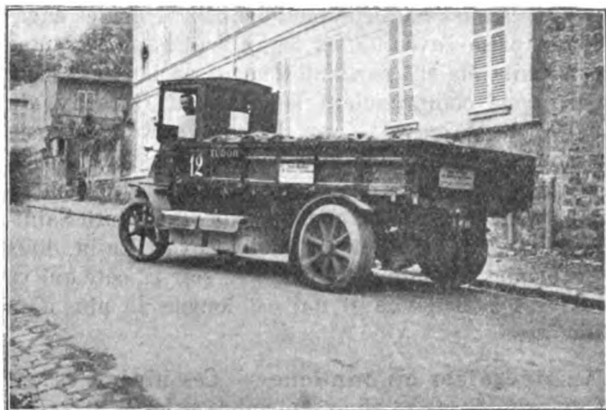


Fig. 12. — Aspect de la côte de Bellevue et vue d'un camion électrique montant la rampe.

Deux boucles partent du Trocadéro. L'une d'elles passe au Palais-Royal, l'aller s'effectuant par la place de l'Etoile et les rues de la Pépinière, de Châteaudun et Drouot, le retour par la rue de Rivoli, les quais et l'avenue du Président-Wilson. L'autre passe rue Lepic et rue Norvins; elle traverse à l'aller la place de l'Etoile, la place Clichy et la place Blanche et revient par la gare Saint-Lazare, la place Saint-Augustin, les rues de la Boétie et Pierre-Charron.



Fig. 13. — Autre aspect de la côte de Bellevue.

On peut se rendre compte des difficultés que présentaient ces itinéraires d'après les figures 14 et 15 qui montrent deux voitures en train de gravir la rampe de 12 pour 100 de la rue Norvins.

Itinéraire de 1re catégorie. — La longueur était de 82,4 km.

Matin et soir, les voitures légères effectuaient le trajet Bellevue-Trocadéro par l'avenue de Versailles et la rue Raynouard et les deux boucles qui passent, l'une au Palais-Royal, l'autre rue Lepic et rue Norvins.

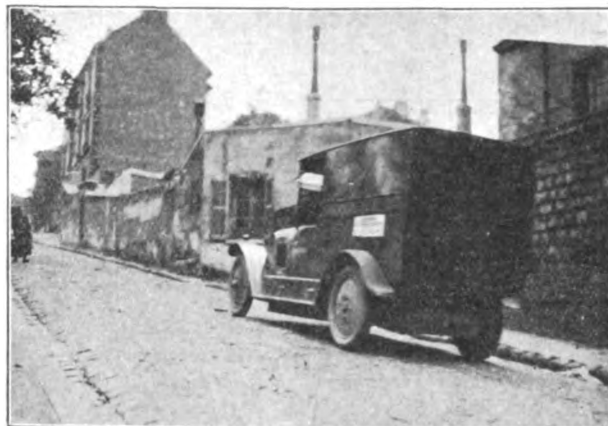


Fig. 14. — Aspect de la rue Norvins et vue d'une camionnette électrique montant la rampe.

Itinéraire de 2e catégorie. — La longueur était de 72,2 km.

Les camionnettes effectuaient le matin le même parcours que les voitures légères, soit 41,2 km; l'après-midi, elles se rendaient au Trocadéro et empruntaient la boucle Palais-Royal, soit un parcours de 31 km.

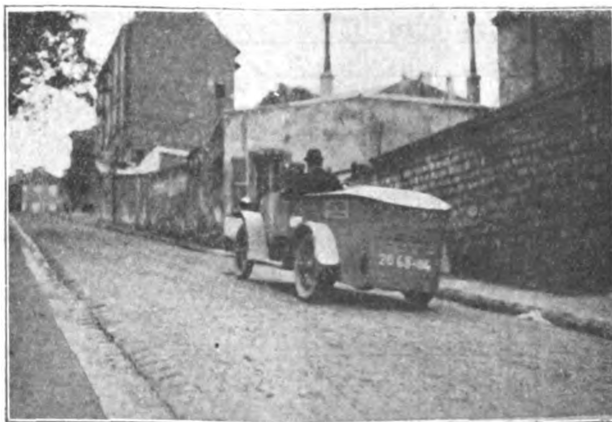
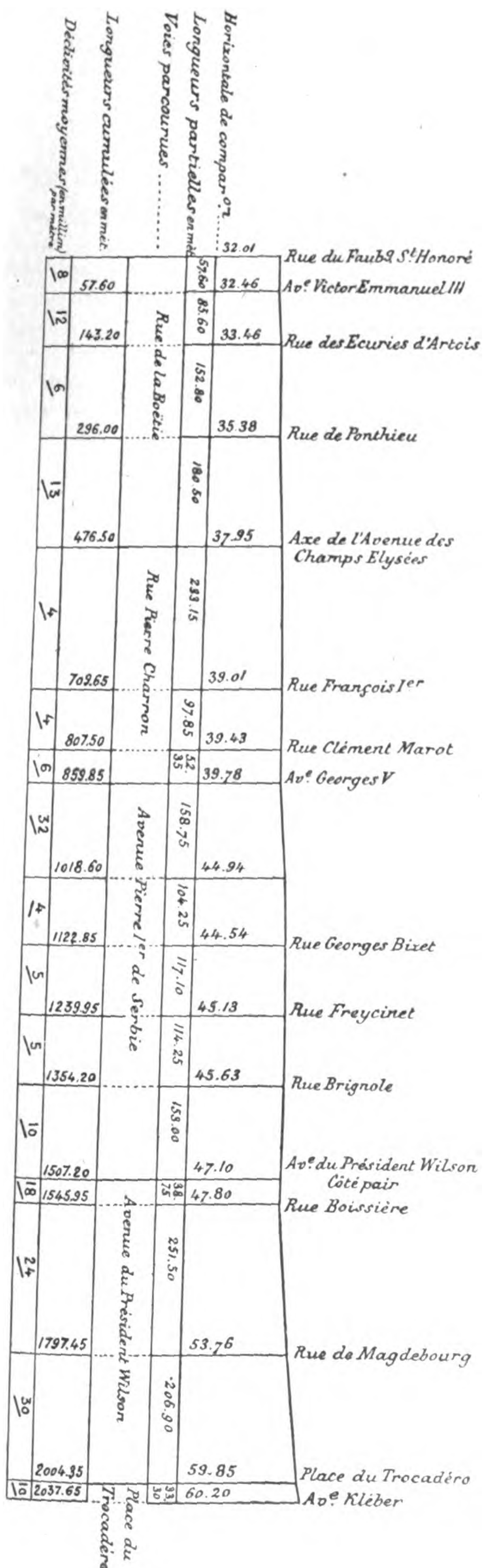


Fig. 15. — Vue d'une voiture légère électrique montant la rue Norvins.

Itinéraires des 4e et 5e catégories. — Longueur, 51,2 km.

Enfin, les camions de 5 et 6 t effectuaient le matin un parcours de 31 km constitué par la boucle Bellevue-



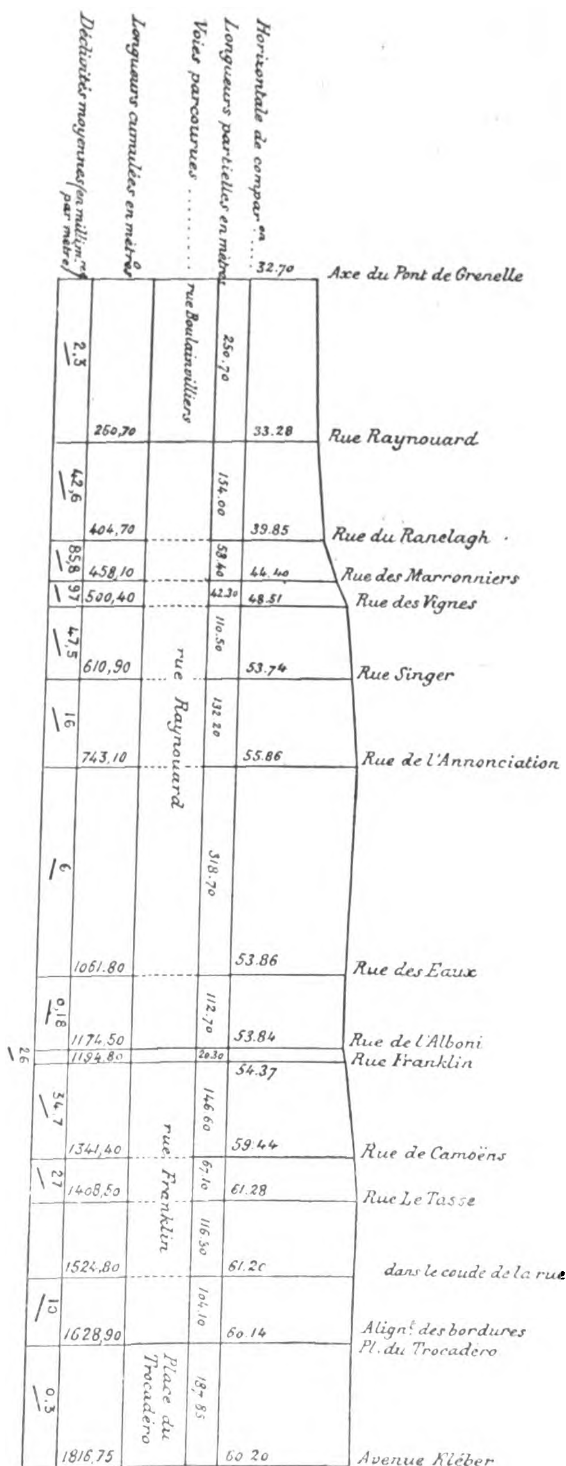
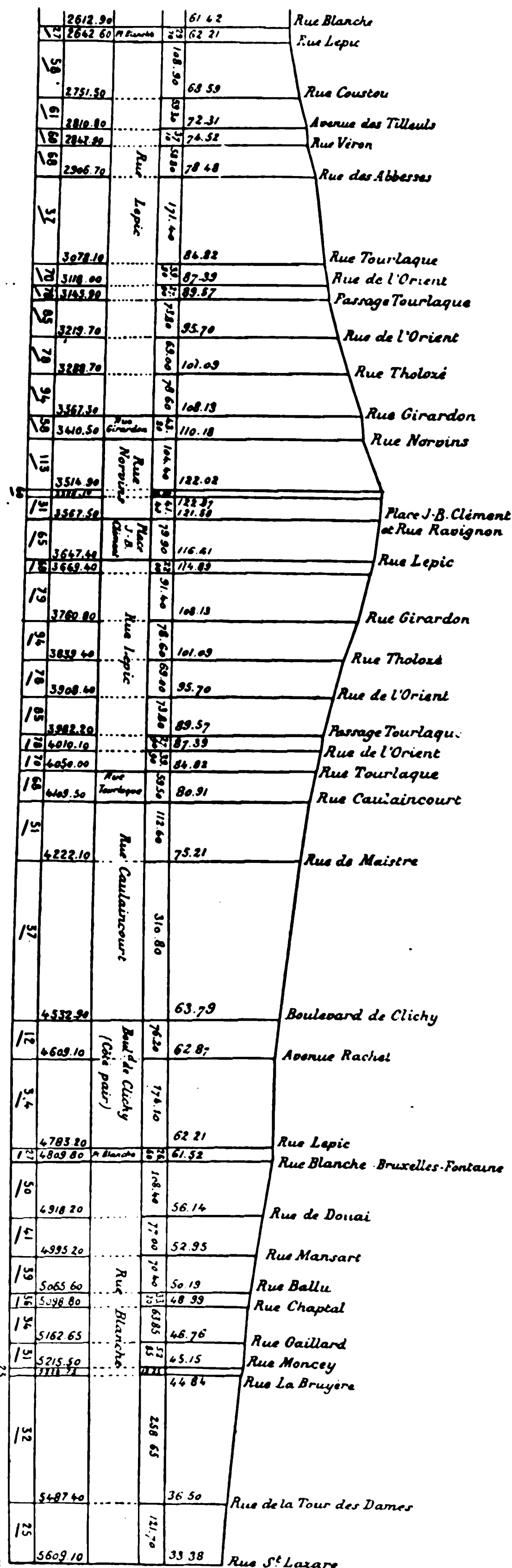


Fig. 16 et 17. — Itinéraires dans Paris. Profils en long du trajet pont de Grenelle-Trocadéro et du trajet rue du Faubourg-Saint-Honoré-Trocadéro.



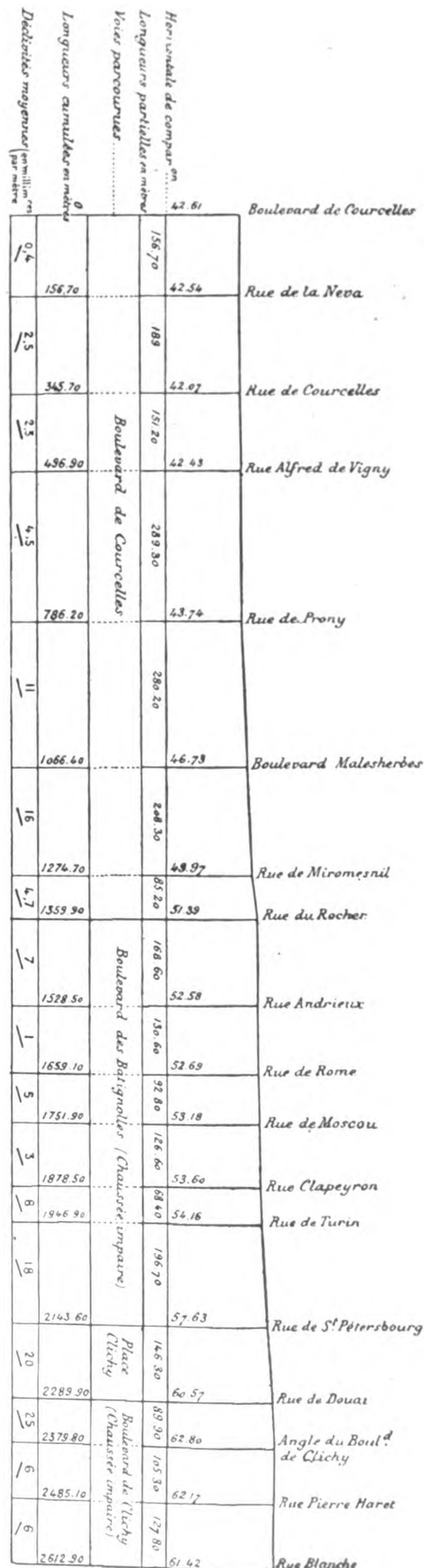


Fig. 18. — Itinéraires dans Paris. Profil en long du trajet boulevard de Courcelles-rue Saint-Lazare en passant par Montmartre.

Trocadéro (aller par l'avenue de Versailles, retour par l'avenue Victor-Hugo, les boulevards Suchet et Murat) et la boucle Palais-Royal. L'après-midi, ils parcouraient seulement la boucle Bellevue-Trocadéro, soit 20,2 km.

Nous donnons en figures 16, 17 et 18 les profils en long de certaines parties des voies empruntées.

Surveillance des opérations sur route. Commissaires. — La surveillance des opérations sur route ainsi que le relevé des appareils de mesure sur le circuit était dévolue à des commissaires spéciaux, à raison d'un par véhicule engagé. Ces commissaires étaient, les uns, des employés des secteurs de la région parisienne, ayant une grande habitude des relevés de compteurs, les autres, des sous-officiers, placés sous les ordres de deux officiers du Service automobile de l'armée et affectés aux voitures lourdes Ils recevaient les instructions journalières de M. Delpeyroux, ingénieur du Laboratoire de l'Automobile-Club de France, chef du service « Mouvement des Véhicules ». Ils avaient en outre à se conformer à des prescriptions que nous rappelons ci-dessous et portaient les indications qu'ils étaient chargés de relever sur des feuilles de route dont nous donnons plus loin le modèle.

Instructions aux commissaires. — Les commissaires avaient pour mission d'accompagner le véhicule auquel chacun d'eux était affecté pendant tous ses déplacements au cours des épreuves. Leurs fonctions étaient définies par les prescriptions contenues dans les articles 11 et 14 du réglement.

Ils devaient veiller à ce que les conducteurs appliquent en tous points le réglement des essais et en particulier n'apportent, en cours de route, aucune modification aux connexions des conducteurs et des appareils montés sur les voitures.

Ils avaient en outre à procéder pendant chaque épreuve aux relevés suivants :

I. — *Vitesse.* — Ils notaient :

FEUILLE DE ROUTE

Date.... ....

Véhicule n°.............................
Constructeur............... ....
Conducteur...............................
Commissaire..............................
Épreuve ....

POINT CARACTÉRISTIQUE	HEURE DE PASSAGE	LECTURE AU COMPTEUR	LECTURE AU VOLTMÈTRE	LECTURE A L'AMPÈREMÈTRE	OBSERVATIONS

Fig. 19. — Modèle de feuille de route pour les essais contrôlés de chaque voiture.

1° Les heures de départ et d'arrivée à la station de charge de Bellevue ;

2° Les heures de passage ;

à Versailles (octroi d'entrée) pour les parcours de 50 et 60 km ;

à Versailles et à Rueil (octroi) pour les itinéraires de 70 et de 80 km ;

à la barrière et à l'Etoile pour les parcours dans Paris.

II. *Consommation.* — Toutes les demi-heures, les commissaires avaient à noter les indications des appareils de mesure : compteur, voltmètre, ampèremètre, ainsi que les endroits exacts où ces lectures étaient faites.

III. *Observations.* — Les commissaires avaient enfin à noter tous les incidents de marche, la durée des arrêts et leur cause.

La figure 19 représente le modèle de la feuille de route qui leur était remise avant chaque épreuve.

Conditions atmosphériques, état du sol pendant les essais. — Les observations faites pendant les essais ont conduit aux remarques suivantes sur les conditions atmosphériques et l'état du sol :

	Matin.	*Soir.*
29 septembre........	Temps sec, sol sec.	Temps sec, sol sec.
1er octobre..........	Id.	Id.
2 id	Id.	Id.
3 id	Temps humide, sol sec.	Pluie, vent, sol mouillé.
4 id	Pluie, sol très glissant.	Pluie, sol très glissant.
5 id	Temps clair, sol humide.	Pluie, vent, sol mouillé.
6 id	Temps clair, sol humide.	Temps clair, vent, sol humide.
8 id	Temps clair, sol à peu près sec.	Temps clair, sol à peu près sec.
9 id	Temps et sol humides.	Pluie, sol mouillé.

(*A suivre*)

Revues, analyses et informations

Calcul des isolateurs de traversée du type condensateur (1).

La coupe schématique d'un tel isolateur est donnée en figure 1. L représente le conducteur à isoler; E, la monture mise à la terre; J, la masse isolante; T, l'une des embases et S, l'une des feuilles de papier d'étain. On se trouve en présence d'une série de condensateurs en cascade et, si l'on admet qu'ils ont même capacité, la différence de tension U qui règne entre L et E se répartira également entre eux. L'auteur admet en outre que chaque zone élémentaire s de la paroi externe se trouve au même potentiel que la feuille d'étain qui lui correspond (fig. 1). La distribution des condensateurs détermine donc la répartition radiale et axiale des tensions. par suite celle des contraintes. On conçoit que l'on puisse régler cette distribution de manière à obtenir une répartition uniforme et placer ainsi l'isolation dans les meilleures conditions de résistance. Ce sont les procédés les plus simples pour arriver à ce but que l'auteur se propose de nous exposer.

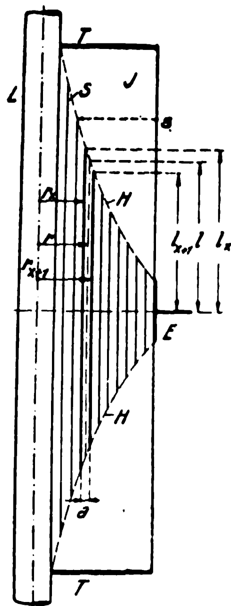


Fig. 1. — Isolateur de traversée à condensateur d'après R. Nagel.

Supposons une répartition quelconque des feuilles d'étain, mais les dimensions l étant choisies de telle sorte que les capacités soient identiques. L'auteur montre qu'entre n, nombre de feuilles rencontrées depuis le conducteur (celui-ci étant affecté de l'indice o, $n = 0$) jusqu'au condensateur de rayon moyen r, on a la relation

$$\frac{dn}{dr} = \frac{1}{a},$$

a étant l'écartement de deux feuilles. On peut également dire que $\frac{1}{a}$ représente le nombre de feuilles par unité de longueur.

Calcul de l'isolateur de traversée a la perforation. — Le maximum de la tension de perforation correspond à un répartition radiale uniforme des contraintes. Comme nous admettrons toujours que les condensateurs sont d'égale capacité, la condition sera rempli lorsque

$$\frac{dn}{dr} = \text{const.},$$

soit

$$a = \text{const.}$$

Calculons maintenant la capacité. Étant donné le faible intervalle qui sépare deux feuilles, on peut assimiler le dispostif à un condensateur plan

$$c = \frac{2\pi r}{4\pi o}\, l;$$

par hypothèse

$$c = \text{const.},$$

d'où

$$rl = \text{const.},$$

équation d'une hyperbole. Nous choisirons le rayon initial (rayon du conducteur) tel que $r_0 = 1$, et la longueur initiale (longueur du conducteur) $l_0 = 100$, il vient

$$rl = 100.$$

Cette hyperbole est représentée en figure 2. Les rayons portés en abscisses sont exprimés en multiples de r_0, les ordonnées figurent les longueurs des diverses feuilles en centièmes de l_0.

Si l'on veut plus de précision, on partira de la formule du condensateur cylindrique

$$c = \frac{l}{2 \log_e \frac{r_x + a}{r_x}}$$

d'où l'on tire

$$a = r_x \left(e^{\frac{l}{2c}} - 1 \right),$$

équation qui renferme deux constantes, l'une d'elles, c, par exemple, pouvant être déterminée par la condition que, pour $r_0 = 1$, $l_0 = 100$; a figure alors comme paramètre, et nous obtenons, non plus une courbe unique, mais une famille de courbes. On vérifie facilement que plus a est petit; autrement dit, plus les feuilles sont nombreuses, plus les courbes se rapprochent de l'hyperbole précédente.

Calcul de l'isolateur de traversée au contournement. — h étant la différence de longueur de deux feuilles, différence

(1) A. Schwaiger. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. xxi, p. 185-187, 3 000 mots, 5 fig.

qui doit rester constante pour une contrainte uniforme et cela en raison des principes fondamentaux qui servent de base à cette étude, nous avons

$$l = l_0 - nh,$$

d'où

$$\frac{dl}{dr} = -\frac{h}{a},$$

puisque nous avons fait remarquer que

$$\frac{dn}{dr} = \frac{1}{a}.$$

Calculons la capacité.

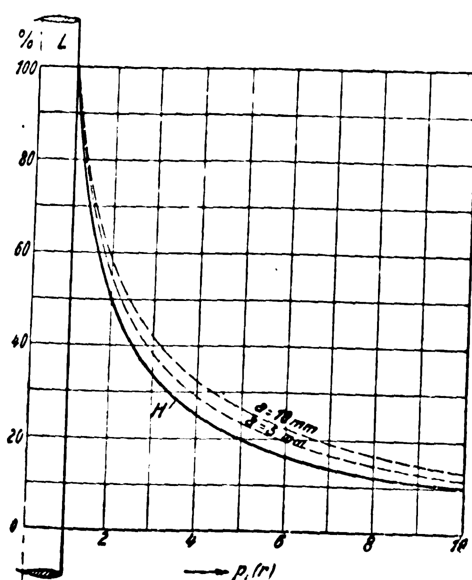


Fig. 2. — Enveloppes des feuilles intercalaires, d'un isolateur de traversée dans le cas d'une contrainte à la perforation constante.

a) Condensateur plan. — Le résultat d'intégration est le suivant :

$$r = e^{\left(2500 - \frac{l^2}{4}\right)\frac{1}{ch}},$$

que, en tenant compte pour $r_0 = 1$, $l_0 = 100$, on obtient une famille de courbes avec ch comme paramètre.

b) Condensateur cylindrique. —

$$h \log_e = l - 100 + \frac{2c}{1}\left(e^{\frac{50}{c}} - e^{\frac{h}{2c}}\right).$$

Déterminons c de sorte que la longueur du dernier étage soit nulle, $l = 0$, pour des rayons de valeur

$$r_x = 2r_0, \quad 3r_0, \quad 4r_0, \ \ldots..$$

A chacune de ces valeurs c, correspond une famille de courbes admettant h comme paramètre. Plus h est petit, plus on se rapproche dans chaque famille d'une courbe limite.

Il n'y a jamais d'inconvénients à prendre plus de feuilles que la courbe n'en indique. L'inverse, au contraire, conduirait à une mauvaise répartition des tensions. Si l'on prévoit un isolateur à étages restreints, il ne faudra pas se contenter des courbes limites portées sur les diagrammes, mais tracer la courbe réelle correspondante. En pratique, ayant déterminé la courbe limite convenable, on crée autant d'étages que les exigences de fabrication le permettent.

Calcul d'un isolateur de traversée. — La tension d'essai prévue est de 350 kv; le rayon du conducteur, r_0, de 2 cm; la contrainte admissible à la perforation, 50 kv : cm; la contrainte à l'éclatement, 7 kv : cm.

a) Perforation. — Nous désignons par R le rayon externe de la monture. L'épaisseur totale de l'isolant sera $R - r_0$. La condition d'uniformité de répartition de la contrainte fournit

$$R - r_0 = \frac{350}{50} = 7 \text{ cm},$$

$$R = r_0 + 7 = 9 \text{ cm},$$

$$\frac{R}{r_0} = p = \frac{9}{2} = 4,5.$$

Considérons sur la figure 2 l'abscisse $p = 4.5$. La portion de courbe comprise entre les ordonnées $p = 1$ et $p = 4,5$ représente l'enveloppe des bords externes des diverses longueurs de feuilles. Il suffit de les reporter à l'échelle convenable. La courbe à considérer pourra être l'hyperbole et nous prendrons alors autant d'étages que possible, par exemple, on leur donnera 1 mm d'épaisseur. Reste à déterminer l'échelle, autrement dit la hauteur réelle l_0, puisque jusqu'à maintenant les dimensions axiales ne sont évaluées qu'en centièmes, il nous faut pour cela envisager le cas *b*.

b) Contournement. — L'hyperbole (fig. 2) nous indique que la longueur l^R du dernier étage est telle que

$$l_R = 23 \text{ pour } 100 \text{ de } l_0 \ (l_0 = \text{hauteur totale}),$$

la condition de contrainte fournit

$$l_0 - l_R = \frac{350}{7} = 50 \text{ cm},$$

soit

$$l_0 = 65 \text{ cm}.$$

Les longueurs correspondantes des feuilles se déduiront des courbes relatives au contournement. Ces courbes ne sont pas reproduites ici; qu'il nous suffise d'indiquer qu'on pourra se contenter de considérer celle qui passerait par le point $p = 4,5$, soit $l = 23$ pour 100, et de prendre le nombre maximum d'étages.

Nous devons remarquer que les longueurs ainsi obtenues ne sont pas identiques à celles que donne la perforation. C'est qu'il n'est pas possible de réaliser à la fois la répartition uniforme dans deux directions. Sans doute, pourrait-on adopter un moyen terme, en subtituant un graphique unique intermédiaire aux deux précédents; il n'y aurait plus uniformité rigoureuse, mais étant données les dimensions respectables de ce genre d'isolateur, il n'y aurait que demi-inconvénient.

La méthode de calcul rapportée ici peut subir quelques modifications. C'est ainsi qu'on peut très bien établir des courbes donnant des contraintes variables; en particulier, en tiendrait compte que la matière s'échauffant moins à sa périphérie peut y être soumise à des efforts plus élevés.

Il nous faut encore signaler les grandes dimensions que l'on obtient pour la monture (environ le quart de la hauteur totale). Il n'y a rien à faire contre cet inconvénient, car on admet que la hauteur de la première armature est égale à celle du conducteur isolé. — E. F.

Abaques pour le calcul rapide de la flèche et de la tension des conducteurs aériens (¹).

L'effort de traction d'un conducteur aérien tendu entre deux points fixes situés à la même hauteur dépend de la température du câble et de sa charge conformément à l'égalité

$$\frac{t}{\alpha E} - \frac{a^2\gamma^2}{24\,\alpha\, t^2} + \theta = K, \qquad (1)$$

dans laquelle t est la tension du conducteur exprimée en kilogrammes par millimètre carré; $\gamma = \frac{p}{s}$, la résultante du poids du conducteur, en kilogrammes par mètre de longueur et par millimètre carré de section; θ, la température, en degrés centésimaux; a, la portée en mètres; E, le coefficient d'élasticité, en kilogrammes par millimètre carré et α, le coefficient de dilatation. K est une quantité fixe déterminée par les conditions initiales de pose (t_0, γ_0, θ_0). La flèche, en mètres, est

$$f = \frac{a^2\gamma}{8\,t}. \qquad (2)$$

Si les conditions de pose sont données, on peut, au moyen de ces deux égalités, pour des températures quelconques et des charges quelconques des câbles, calculer la tension mécanique et la flèche.

L'égalité (1) est, par rapport à t, du troisième degré et, par suite, peu propre à une utilisation pratique. De nombreux auteurs (Glinski, Muller, Seefehlner, Singer, Sumec, Vaupel, Wächter, etc) ont employé des procédés graphiques permettant plus ou moins simplement de faire connaître la tension et la flèche. En tout cas, ces procédés demandent beaucoup de dessins et de calculs, et une grande connaissance de la question.

Le procédé suivant fait connaître la tension et la flèche dans différents cas, sans qu'on ait besoin des secours du dessin et presque sans calculs, au moyen d'un abaque établi une fois pour toutes pour la matière constituant le câble en question.

Les égalités (1) et (2) contiennent, outre les deux constantes α et E, la portée a, les deux facteurs γ et θ indépendants l'un de l'autre et, enfin, les deux grandeurs t et f qui, elles, sont fonction de ces deux dernières. Il s'agit d'établir les relations reliant ces cinq variables. Introduisons, à la place de f, le rapport

$$\varphi = \frac{f}{a}. \qquad (3)$$

Des égalités (2) et (3), il ressort

$$\varphi = \frac{a\gamma}{8\,t}. \qquad (4)$$

L'égalité (1) et l'égalité (4) contiennent a et γ seulement par leur produit $a\gamma$ qui, par suite, peut être considéré comme une nouvelle grandeur variable indépendante. La relation entre les quatre quantités t, φ, $a\gamma$ et θ peut être représentée par deux séries de courbes pour lesquelles il semble convenable de choisir les deux variables dépendantes t et φ comme coordonnées et les deux variables indépendantes $a\gamma$ et θ comme paramètres.

La valeur de $a\gamma$ tirée de (4) et portée dans (1) donne la relation

$$t - \frac{8E}{3}\varphi^2 = K - \alpha E\theta, \qquad (5)$$

ou

$$x - \frac{8E}{3}y^2{}_k = K - \alpha E\theta.$$

Elle représente, avec θ comme paramètre, une série de paraboles ayant l'axe des t comme axe commun. A température constante, une telle parabole établit une relation entre la flèche et la tension.

Les conditions d'équilibre varieront avec la charge. Les charges correspondant aux divers points de la courbe sont déterminées par le faisceau de courbes défini par l'égalité (4). Elle représente, avec $a\gamma$ comme paramètre, une série d'hyperboles équilatères avec les axes de coordonnées comme asymptotes. Chaque courbe considérée séparément donne la relation entre la flèche et la tension pour une charge constante.

La constante K de l'égalité (5) dépend, comme on l'a dit au début, des conditions de pose. La connaissance de sa grandeur est cependant sans importance, car elle n'entre pas en ligne de compte quand on passe d'une condition à une autre. D'après l'égalité (5), elle est aussi sans influence sur la forme des courbes, car elle joue le rôle de paramètre additif. La température correspondant à une isotherme particulière est déterminée d'après les conditions initiales.

En pratique, il sera bon de tracer, de 10 en 10 degrés, les isothermes de façon que l'une au moins de ces courbes passe par l'origine. Les isobares, $xy = \frac{a\gamma}{8}$, pourront être tracées à des distances proportionnelles à 0,1 kg : mm², c'est-à-dire correspondant aux valeurs $a\gamma = 0{,}1 - 0{,}2 - 0{,}3$.

La figure 1 représente une image réduite et simplifiée du dessin quand on ne trace qu'une isotherme tous les 100°. Pour faciliter les calculs, l'isotherme passant par l'origine est désignée par 0° et celles éloignées chacune de 100°, par 100°, 200° etc.

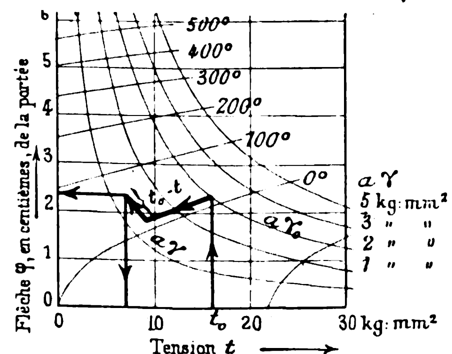


Fig. 1. — Abaque schématique constitué par des isothermes et des isobares pour le calcul de la tension et des lignes

Le passage d'un état à l'autre se fait de la manière indi-

(¹) L. Trüxa. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 26 août 1923, t. XLI, p. 493-494, 1 100 mots, 2 fig

quée par la flèche sur la figure. Le calcul part des valeurs t_0, $a\gamma_0$ et θ_0 des conditions de pose. On cherche d'abord le point correspondant à t_0 de l'isobare $a\gamma_0$.

En progressant le long de l'isotherme passant par ce point jusqu'à l'intersection avec l'isobare $a\gamma$, correspondant à la nouvelle charge, puis en poursuivant le long de celle-ci jusqu'à l'intersection avec l'isotherme correspondante $\theta - \theta_0$, on trouve les valeurs de t et de φ correspondant à la charge γ et à la température θ.

Les courbes intermédiaires considérées peuvent être intercalées à la main avec une précision suffisante. Les calculs se bornent à effectuer les produits $a\gamma$ et $a\gamma^0$. L'exactitude ainsi obtenue est suffisante en pratique, car elle donne t à 0,1 kg : mm² près et φ, à 0,01 pour 100 de la portée.

Application numérique. — Pour faire comprendre le procédé, citons l'exemple suivant :

Un câble en cuivre dur de 50 mm² de section doit être posé avec une portée de 150 m, à une température de — 5° C et avec une charge linéique supplémentaire de glace de $180\sqrt{d}$ g : m ; la contrainte ne doit pas dépasser 16 kg : mm². Il faut indiquer la tension et la flèche pour différentes températures sans charge supplémentaire.

Les conditions initiales sont

$\gamma_0 = 0{,}020$ kg, par mètre et par millimètre carré ;

$a\gamma_0 = 30$ kg : mm² ;

$t_0 = 16$ kg : mm².

Pour l'équilibre sans surcharge, on a

$\gamma = 0{,}009$ kg, par mètre et millimètre carré ;

$a\gamma = 1{,}35$ kg : mm².

La figure 2 reproduit un spécimen d'abaque complet.

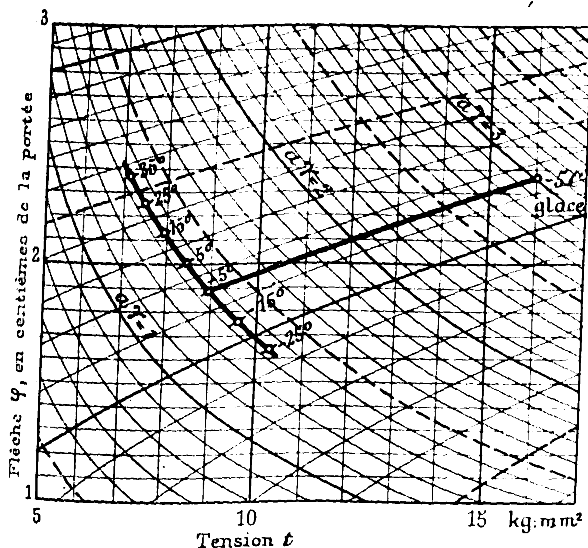


Fig. 2. — Spécimen d'abaque complet pour le calcul de la tension et de la flèche des conducteurs.

Après avoir tracé les courbes déduites par interpolation et marqué les températures ,on lit facilement sur le dessin

$\theta =$	—25°	—15°	—5°	+ 5°	+15°	+25°	+35°	glace — 5°
$t =$	10,3	9,6	9.0	8.4	7,9	7,5	7,1	16.0
$\varphi =$	1,63	1,76	1,88	2,00	2,13	2,25	2,36	2,35

Il sera avantageux de construire des abaques s'appliquant aux conducteurs en cuivre, aluminium et fer. On pourra même en étendre le principe à des portées plus longues et à des suspensions caténaires. — M. H.

Quelques particularités de l'équipement des installations de l'usine de Weymouth de l'Edison electric Illuminating Co, de Boston (¹).

En vue de parer à la demande sans cesse croissante d'énergie pour la fourniture de laquelle ses usines actuelles sont devenues insuffisantes, l'Edison electric Illuminating Co de Boston a décidé la construction, à Weymouth, d'une nouvelle usine dont la puissance, limitée dès le début à 66 000 kw, sera augmentée par étapes successives jusqu'à atteindre la valeur définitive de 300 000 kw. L'emplacement choisi, d'une superficie de 25 hectares, est situé sur le bord de la rivière Fore, en un endroit accessible aux grands cargos charbonniers transportant le combustible par voie de mer. L'article donne quelques renseignements sur les installations, qui sont seulement en cours d'exécution et expose les raisons qui ont conduit à adopter, pour la partie thermique, la solution suivante : deux turbogénérateurs de 32 000 kw, représentant la puissance prévue pour la première phase de la construction, seront alimentés par trois chaudières de 1 800 m² de surface de chauffe, produisant de la vapeur surchauffée à la température de 371°C et à la pression de 26 kg : cm² ; le réchauffage de l'eau d'alimentation sera obtenu, jusqu'à la température de 102°C environ, par des prélèvements de vapeur à deux étages de turbines et, au delà, au moyen d'économiseurs d'une surface de chauffe de 1 000 m². En plus de l'équipement ci-dessus, dont les caractéristiques peuvent être considérées comme basées sur des règles sûres sanctionnées par l'expérience, on se propose, à titre d'essai, en vue de déterminer expérimentalement si les pressions élevées de vapeur présentent pratiquement des avantages suffisants pour en justifier l'emploi dans ce cas particulier, d'installer une chaudière produisant de la vapeur surchauffée, à la température de 371°C et à la pression de 85 kg : cm², cette vapeur, après s'être détendue dans un turbo-générateur de 2 000 kw, sera ramenée à la chaudière pour y être surchauffée à 371°C et sera conduite, ensuite, dans le collecteur alimentant les turbines de 32 000 kw. L'application intégrale de ce second système, pour lequel les estimations théoriques font ressortir, par rapport au premier, une économie dans la consommation d'énergie calorique de 10 pour 100, est envisagée, si les résultats obtenus sont trouvés satisfaisants ; pour assurer l'alimentation des deux turbines de 32 000 kw, exclusivement avec de la vapeur détendue, il sera nécessaire d'installer deux autres chaudières à haute pression du même type et deux turbo-générateurs de 2 000 kw également à haute pression. Signalons, d'autre part, que toutes les machines auxiliaires de la station seront commandées électriquement à l'aide de l'énergie fournie par des alternateurs de 2 500 kw directement accouplés avec les turbo-générateurs de 32 000 kw ; un turbo-générateur de faible puissance est prévu pour permettre la mise en marche des grosses unités en partant de l'arrêt complet de l'usine ; l'excitation sera assurée, normalement, au moyen d'un groupe moteur-générateur et, en cas de besoin, en utilisant une turbo-dynamo de secours. — L. D.

(¹) J.-E. Moultrop et Joseph Pope. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, août 1923, t. XLII, p. 799-808, 5500 mots, 8 fig.

La détermination expérimentale des courants de court-circuit dans les réseaux de distribution d'énergie (1).

Dans la pratique courante, la détermination approximative des courants de court-circuit s'accommode très bien des méthodes expérimentales, beaucoup plus rapides que les calculs par application des lois de Kirchoff aux réseaux compliqués. On reproduit à petite échelle le réseau à étudier et on provoque des courts-circuits dans cette maquette, soit en régime alternatif, soit en régime continu. Les intensités observées sont ensuite converties en intensités réelles. La reproduction des courts-circuits en courant alternatif, en raison des moyens dont on dispose, exige des intensités relativement élevées et une maquette dispendieuse ou bien des appareils de mesure de petit calibre très délicats. Aussi préfère-t-on substituer au réseau à courant alternatif un réseau miniature à courant continu à peu près équivalent. Les résistances ohmiques du réseau miniature sont proportionnelles aux seules réactances des éléments similaires en service ou bien aux impédances des mêmes éléments.

Ces maquettes constituent de véritables tables de détermination des intensités de court-circuit et leur emploi est particulièrement recommandé pour le choix d'interrupteurs à huile offrant un pouvoir de rupture suffisant, pour la détermination du réglage des relais et pour le tracé des distributions d'énergie.

Elles s'appliquent principalement à l'étude de courts-circuits triphasés sur réseaux triphasés. Les courts-circuits d'une phase à une autre ou d'une phase au neutre par la terre suscitent un déséquilibrage complet des courants et leur calcul exige une solution mathématique ou un essai sur un réseau miniature parcouru par des courants alternatifs.

Mais l'épreuve des courts-circuits triphasés étant de beaucoup la plus sévère, particulièrement pour les interrupteurs à huile, l'étude des courts-circuits partiels peut lui être subordonnée.

Les erreurs des tables de détermination ont deux sources : l'abstraction des courants de capacité et la dissemblance des dépbasages des diverses parties du réseau, dissemblance qui n'est pas reproduite sur les tables à courant continu où réactances et impédances sont abaissées au rôle de résistances ohmiques pures.

L'erreur due à l'abstraction faite des phénomènes de capacité est presque toujours négligeable et on peut en croire l'auteur, bien qu'il choisisse comme preuve l'exemple spécieux d'une ligne aérienne où un court-circuit à 320 km du générateur sera déterminé à 10 pour 100 près si l'on néglige le courant de capacité. Pour les défauts entraînant un court-circuit entre phase et neutre dans les réseaux avec neutre à la terre, il ne dissimule pas l'importance du courant de capacité, composante du courant de court-circuit et il recommande un calcul détaillé ou un essai spécial en courant alternatif.

Quelques exemples et une analyse des conditions d'emploi conduisent ensuite l'auteur à une délimitation du champ d'application des méthodes expérimentales lorsqu'on leur impose des erreurs raisonnables, dues aux dissemblances des déphasages. La délimitation ci-après s'applique aux éléments alimentant le court-circuit directement et issus des générateurs; elle s'applique approximativement aux dérivations issues du point court-circuité et parcourues alors par l'énergie en sens inverse du sens normal.

La méthode de réactance peut fournir à moins de 20 pour 100 près (communément à moins de 10 pour 100) et généralement par excès les intensités de court-circuit sous les conditions suivantes :

a) Dans les réseaux où les éléments différents au point de vue déphasage sont en série (et où, par exception, peuvent exister des éléments en parallèle pourvu que leur déphasage ne dépasse pas 15°).

Le déphasage de la distribution doit être au moins de 30° si la réactance de l'usine génératrice est au moins égale à l'impédance des lignes.

Ce déphasage doit être au moins de 45° si la même réactance est au moins égale à la moitié de l'impédance des des lignes.

Ce déphasage, enfin, doit être supérieur à 55° si la réactance de l'usine génératrice est au moins égale au cinquième de l'impédance des lignes.

b) Dans les réseaux où les éléments présentant des déphasages différents sont en parallèle, le déphasage doit être au moins 55° pour que l'erreur ne dépasse pas les limites précitées.

L'auteur pense que rentrent dans ces catégories la plupart des lignes aériennes et une variété de câbles souterrains.

Pour les installations qui ne satisfont pas aux conditions précitées, mais où les déphasages ne sont pas inférieurs à 30°, la méthode d'impédance est préférable et fournit, généralement par défaut, les intensités à moins de 20 pour 100 près et souvent même, à moins de 10 pour 100. Les distributions par câbles avec réactances destinées à limiter les courants dans plusieurs des lignes rentrent dans cette classe.

Alors que la méthode d'impédance convient particulièrement bien aux systèmes ayant des éléments de déphasages très différents, connectés en parallèle, ce dans les limites établies, elle ne doit pas être substituée à la méthode de réactance dans les cas *a* et *b*.

Une bibliographie de la question termine le mémoire de O.-R. Schurig; la plupart des citations concernant des publications parues de 1916 à 1922.

Ce mémoire, venu en discussion, à l'assemblée d'hiver (février 1923) de l'American Institute of electrical Engineers (1) a suscité les observations de R.-E. Doherty et G.-M. Armbrust.

M. R.-E. Doherty a attiré l'attention sur l'erreur provenant de l'évaluation des réactances des génératrices, réactances assez mal déterminées en raison du phénomène de saturation, et aussi sur l'erreur provenant des courbes de temporisation de Hewlett, Mahoney et Burham, appliquées au choix des interrupteurs, d'après la valeur initiale du courant de court-circuit donnée par la table. Il a exprimé le vœu de voir s'étendre l'emploi des tables de détermination et des maquettes au cas où réactances ou résistances sont fidèlement reproduites, aussi bien pour les lignes que pour les générateurs et soumises au courant alternatif.

M. G.-M. Armbrust a développé les avantages de ces tables de calcul à courant alternatif et a déclaré que les tables à courant continu seraient toujours les plus rapides et les plus employées pour les déterminations courantes. Il a confirmé les approximations de M. O.-R. Schurig par l'exposé de ses expériences personnelles à la Commonwealth Edison Company of Chicago.

M. O.-R. Schurig a montré ensuite que la détermination des courants de régime à l'aide de la table en courant continu conduisait à des erreurs inadmissibles, en raison des déphasages variés en régime normal et de l'abstraction des courants de capacité. Il préconise donc aussi pour cette étude particulière une maquette du réseau ayant résistances, réactances et parfois condensateurs; l'essai aurait lieu en courant alternatif. — L. P.

(1) O.-R. Schurig. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1923, t. XLII, p. 605-617, 6000 mots, 22 fig., 2 tab.

(1) Discussion à la Midwinter Convention. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1923, t. XLII, p. 652-653, 2 000 mots, 1 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 28 DÉCEMBRE 1923.

Les actionnaires ont été convoqués pour donner autorisation et pouvoir au Conseil d'administration en vue de la garantie à fournir pour une émission d'obligations par la Société de la Haute-Isère et pour une émission d'obligations de la Société de Transport d'Energie des Alpes.

La Société de la Haute-Isère et la Société de Transport d'Energie des Alpes, dans lesquelles la compagnie est intéressée, construisent actuellement, la première, une usine hydroélectrique puissante à Viclaire, dont les œuvres principales de la chute, ainsi que la construction et l'installation des bâtiments, sont en voie d'achèvement, et la seconde, une grande ligne de transmission d'énergie de 120000 v devant relier à Lyon et à Villefranche-sur-Saône, diverses usines de la Savoie, en particulier celle de la Viclaire et, grâce à ces aménagements, la compagnie pourra bientôt disposer d'un appoint important de courant électrique.

La réalisation de ces deux programmes a rendu nécessaire, pour les sociétés en question, de procéder à des emprunts obligataires pour le service desquels elles ont demandé à la compagnie de prendre certains engagements.

Le président donne lecture d'une lettre envoyée par le Conseil, le 19 décembre 1923, aux représentants des propriétaires des obligations 5 pour 100, série A de la compagnie exposant la situation et fixant les conditions de l'émission.

Après lecture de cette lettre et du rapport du Conseil, les résolutions suivantes ont été votées :

Première résolution. — L'assemblée générale, conformément à l'article 32 des statuts, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et eu égard à l'intérêt que présente pour la Compagnie électrique de la Loire et du Centre l'émission par la Société de la Haute-Isère d'un emprunt de 15000000 fr en obligations, décide :

Que la Compagnie électrique de la Loire et du Centre contractera, en ce qui la concerne, l'engagement défini comme il suit :

Dans le cas où, pour quelque cause que ce soit, les banques désignées pour faire le service de l'intérêt et effectuer le remboursement des obligations de la Société de la Haute-Isère n'auraient pas reçu les fonds nécessaires dix jours au moins avant les dates fixées pour le paiement des coupons et le remboursement des titres de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, se sont engagées à verser immédiatement à ces banques les sommes nécessaires pour assurer ou parfaire, suivant qu'il y aura lieu, ledit paiement d'intérêt ou ledit remboursement, à raison des deux tiers pour la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône et d'un tiers pour la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, sans solidarité entre les deux sociétés gérantes.

Deuxième résolution. — L'assemblée générale, par application de l'article 32 des statuts, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'Administration et sur la proposition du Conseil,

Considérant que la Société de Transport d'Energie des Alpes a réalisé en juillet 1923 un emprunt de 33000000 fr, par l'émission d'obligations négociables ; que le montant de cet emprunt est destiné à la construction d'une ligne de transport d'énergie dont la mise en service intéresse la Compagnie électrique de la Loire et du Centre ;

Considérant que lors de la négociation de cet emprunt, la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, de même que la Compagnie du Gaz de Lyon et la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône ont été amenées à se concerter pour garantir vis-à-vis de la banque émettrice et des obligataires le paiement des intérêts et le remboursement de l'emprunt ; que le Conseil d'Administration de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, sous réserve de l'approbation de l'assemblée générale de ses actionnaires, a consenti cette garantie à concurrence d'un quart, sans solidarité, mais que, en raison de l'urgence, la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône a accepté de se substituer, dans cette garantie, à la Compagnie électrique de la Loire et du Centre vis-à-vis de la banque émettrice des obligataires ; qu'ainsi, la garantie effectivement donnée par la Compagnie du Gaz de Lyon et par la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône fut exprimée dans les termes suivants :

Ces deux sociétés déclarent que, dans le cas où, pour quelque cause que ce soit, les banques désignées pour faire le service de l'intérêt et de l'amortissement de l'emprunt de 33000000 fr contracté par la Société de Transport d'Energie des Alpes, dont le siège est à Lyon, rue de la Bourse, n° 49 (emprunt émis aux conditions d'un cahier des charges en date du 27 juillet 1923, dressé par acte devant Mᵉ Paradon, notaire à Lyon) n'auraient pas reçu les fonds nécessaires à ces paiements, quinze jours du moins avant les dates stipulées pour l'échéance des coupons, et le remboursement des titres, les deux sociétés sus-nommées s'engagent à verser lesdites sommes à raison d'un quart pour la Compagnie du Gaz du Lyon et de trois quarts pour la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, sans solidarité entre elles.

Chacune de ces deux sociétés gérantes est donc engagée à concurrencer de un quart ou de trois quarts pour chaque échéance totale tant que le montant de cette échéance n'est pas entièrement constitué, pour quelque cause que ce soit, sans que, vis-à-vis de chacune d'elles, cet engagement soit limité dans ses effets par des versements partiels de la part de la Société de Transport d'Energie des Alpes, mais sans qu'il puisse dépasser le complément à fournir pour constituer le montant total de chaque paiement.

A toute époque, à partir du 1ᵉʳ janvier 1940, la Compagnie du Gaz de Lyon aura la faculté de dénoncer pour l'avenir son engagement ; dans ce cas, la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône sera, de plein droit, substituée dans tous les effets ultérieurs de la garantie donnée

par la Compagnie du Gaz de Lyon, de sorte que celle-ci se trouvera entièrement et définitivement relevée de cette garantie pour toute la période ultérieure ;

Qu'il convient aujourd'hui, pour la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, de confirmer la décision de son Conseil d'administration, en prenant à sa chauge sa part dans la garantie.

L'assemblée générale, se référant aux termes de la garantie donnée par la Compagnie du Gaz de Lyon et la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, à raison de l'emprunt de 33000000 fr réalisé par la Société de Transport d'Energie des Alpes, déclare prendre à sa charge cette garantie à concurrence d'un quart vis-à-vis de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, afin de relever celle-ci dans la même mesure de son engagement qui porte, dans ses termes, sur les trois quarts de la garantie.

La présente déclaration n'aura d'effet que dans les rapports de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre vis-à-vis de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. Mais elle doit avoir pour résultat effectif de répartir la garantie totale de l'emprunt dans les proportions d'un quart à la charge de la Compagnie du Gaz de Lyon, deux quarts à la charge de la Société lyonnaisse des Forces motrices du Rhône et un quart à la charge de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

La Compagnie électrique de la Loire et du Centre reste étrangère aux conséquences de la substitution éventuelle de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône, dans la garantie donnée par la Compagnie du Gaz de Lyon.

Troisième résolution. — L'assemblée générale confie tous pouvoirs au Conseil d'administration pour contracter les engagements visés dans les deux résolutions qui précèdent.

Société générale de Force et Lumière.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 11 DÉCEMBRE 1923.

Durant l'exercice, la société, par suite des intérêts qu'elle a pris dans la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan dont elle assure l'exploitation, a été conduite à achever l'aménagement de la chute du Bens, que cette société avait entrepris.

L'exploitation de la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan s'était heurtée à diverses difficultés au cours des deux dernières années. La concession de l'éclairage de la ville de Chambéry que cette société assurait jusqu'au 1er mai dernier, a été renouvelée en faveur d'un tiers, son activité s'était trouvée réduite, mais par suite d'un récent arrangement, elle aura sa part dans le développement économique de la Savoie.

La Société générale de Force et Lumière a mis en service, au cours de l'exercice, la station hydroélectrique de Villard, située près de Bozel, à proximité de celle qui utilise les eaux de la Rozière et dont l'énergie est distribuée jusqu'à la sous-station de Vaulx-en-Velin près de Lyon.

Elle a poursuivi l'agrandissement de la station thermique d'Oullins où un premier nouveau groupe de 10000 kw vient d'être mis en service. Le montage d'un deuxième groupe identique va commencer sous peu.

Pour attendre le moment où elle pourra recevoir de l'énergie provenant de l'aménagement du Rhône, elle a à accroître ses moyens de production afin de satisfaire les demandes de sa clientèle.

Pour y faire face, elle a à l'étude l'aménagement de la chute concédée dans les environs de Romans à la Société Isère-Vercors dans laquelle elle a une participation importante.

D'autre part, elle a eu projet la formation d'une société qu'elle constituera avec un groupe intéressé dans l'industrie hydroélectrique dans l'idée d'aménager des chutes qui se trouveraient sur le passage de ses lignes de transport et qui lui fourniraient un important appoint d'énergie.

Elle a apporté les études et les terrains qu'elle avait sur la Basse-Romanche à une société constituée avec d'autres demandeurs en concession dont les droits sont à l'amont et à l'aval de la chute qu'elle se proposait d'aménager. Cette chute unique sera moins chère que l'ensemble des chutes successives prévues antérieurement et l'exploitation en sera moins onéreuse. La société s'allie ainsi, au surplus, à des groupes importants qui, le moment venu, faciliteront l'obtention des capitaux nécessaires à la réalisation de ce travail.

Elle prendra sa part dans la construction sur la Haute-Romanche, au Chambon, d'un barrage destiné à régulariser les débits de cette rivière. L'État apporte sa participation financière à cette opération qu'il considère comme ayant un caractère d'intérêt général.

Les recettes d'exploitation ont atteint 21675300,07 fr en augmentation de 2412594,94 fr.

Par contre, les dépenses ont atteint 10634598,84 fr en diminution de 880276,64 fr. Cette différence provient des économies réalisées sur la marche des usines génératrices thermiques, en raison des meilleures conditions climatériques.

Après, diminution des impôts s'élevant à 1222134,04 fr, le bénéfice net ressort à 7388643,27 fr, sur lequel il est prélevé 200000 fr pour amortissements.

Le reste se répartit ainsi : 5 pour 100 à la réserve légale, 5 pour 100 aux actions, 10 pour 100 du reste au Conseil, 571575,70 fr à la réserve de prévoyance. Sur le reste, 70 pour 100, soit un superdividende de 2,5 pour 100, aux actions et 30 pour 100 aux parts.

Le dividende est payable, sous déduction des impôts, depuis le 27 décembre 1923 à raison de 18,75 fr aux actions et 178,571 fr aux parts.

La réserve de prévoyance, qui était de 1507191,36 fr, s'élèvera à 2078767,06 fr.

L'assemblée renouvelle une partie de son conseil d'administration.

BILAN AU 30 JUIN 1923.

Actif.

	fr
Installations diverses	82 620 024,75
Immeubles et chutes,	1 052 208,77
Magasins, outillage, mobilier	4 594 374,13
Frais de constitution	1 »
Frais généraux de premier établissement	1 »
Frais d'émission	1 729 415,75
Titres divers	18 522 807,05
Bons de la Défense et rente française	9 387 143,84
Banques et caisses	5 625 061,87
Débiteurs divers et comptes courants	29 018 738,74
Prime de remboursement sur les obligations	2 156 030 »
	154 705 806,90

Passif.

	fr
Capital actions	50 000 000 »
Capital obligations	59 344 500 »
Bons décennaux 6 pour 100	10 000 000 »
Effets à payer	8 233 500 »
Réserve légale	980 453,15
Compte général d'amortissement	6 395 741,51
Fonds de prévoyance	1 507 191,36
Annuités	1 795 738,08
Créanciers divers et comptes courants	7 112 895,58
Coupons à payer	1 947 143,95
Bénéfices de l'exercice 1922-1923	7 388 643,27
	154 705 806,90

SECTION DE LÉGISLATION

Le privilége du Trésor et la taxe sur les bénéfices de la guerre, la fin des formalités, la radiation

Certains contribuables se heurtent à des difficultés pour obtenir la radiation de l'inscription du privilège du Trésor : plusieurs ont fait observer que le plus grand obstacle qu'ils rencontrent se trouve dans l'ignorance des formalités à accomplir, étant donné qu'elles se trouvent dans des circulaires dont le public n'a pas facilement la communication. On pourra trouver dans les lignes qui suivent quelques directives bien pratiques.

La loi du 10 août 1922 a déjà fait noircir un certain nombre de feuilles, quand il a fallu expliquer quelle en était la portée, comment et pourquoi l'*inscription* officielle d'un privilège sur les immeubles au profit du Trésor devait être considérée comme une *amélioration*; comment et pourquoi les contribuables avaient intérêt à donner, dans le plus bref délai, la liste de leurs immeubles au percepteur; comment et pourquoi, en signifiant au trésorier payeur général les ventes qu'ils allaient effectuer (et en lui faisant sommation d'inscrire le privilège dans le délai d'un mois, s'il estimait nécessaire cette formalité), ils se libéraient de beaucoup d'ennuis.

Aujourd'hui, les demandes d'explication portent sur un point tout différent : ayant exécuté toutes les prescriptions légales, le contribuable sachant qu'il a un privilège « inscrit » sur ses biens, demande à quelle époque il reprendra, complètement débarrassé de toute entrave, la plénitude de sa liberté.

Il est impossible de répondre à cette question, avant d'avoir résumé très brièvement la loi du 10 août 1922.

Résumé de la législation du 10 août 1922. — Si on voulait avoir une idée très nette, quoique brève de toute la législation sur le privilège du Trésor, nous rappellerions simplement :

1° La loi sur les bénéfices de guerre du 1er juillet 1916 a classé parmi les contributions directes la nouvelle taxe qu'elle créait; par là même, elle la soumettait à deux dispositions bien connues : une prescription très courte, trois ans à compter de la réception du rôle par le percepteur, en vertu de l'article 149 de la loi du 3 brumaire an VII, s'étendant à toute taxe assimilée aux contributions directes et reproduite par l'arrêté du 16 thermidor an VIII; ensuite, un privilège accordé au Trésor sur les meubles *seuls* de son débiteur par la loi du 12 novembre 1808 pour l'année échue et pour l'année courante;

2° Avec une insouciance déconcertante, le législateur du 25 juin 1920 a étendu ce privilège à tous les biens des débiteurs, donc jusqu'aux *immeubles inclus*, sans même penser à imposer une publicité, bien que l'inscription en matière de privilège immobilier soit un principe que l'on ne devrait pas oublier quand on a lu l'article 2106 du Code civil, et il a prolongé ce privilège, pendant quinze ans à dater du jour de l'établissement du rôle, en fixant à la même période la durée nécessaire à la prescription libératoire du contribuable contre l'action en recouvrement qui appartient au percepteur. Comme la loi sur les bénéfices de guerre se prolonge pratiquement jusqu'au 30 juin 1925, pour les contribuables qui n'ont pas fait leur déclaration, on voit jusqu'à quelle époque ce privilège, occulte sur les immeubles, aurait pu durer;

3° Pour les aliénations immobilières faites après la loi du 25 juin 1920, les notaires ont pratiquement pris les garanties indispensables, en retardant le paiement des immeubles vendus; mais enfin un certain doute planait sur la régularité des formalités, étant donné que la loi du 25 juin 1920, bien qu'ayant statué dans des conditions inénarrables, n'en avait pas moins créé un privilège général.

4° Pour les aliénations antérieures au 25 juin 1920, il ne pouvait y avoir de doute : elles restaient étrangères à ce texte, en vertu du caractère non rétroactif des dispositions législatives : néanmoins, on aime à être rassuré par la constatation d'une vérité, fût-elle élémentaire;

5° Enfin, et surtout, comment les transactions immobilières auraient-elles pu continuer, comment le Crédit Foncier aurait-il consenti de nouveaux prêts si l'on n'avait pas trouvé le moyen de faire la purge du privilège nouveau?

La loi du 10 août 1922 a répondu à toutes ces questions en disant d'abord que, pour les aliénations antérieures au 25 juin 1920, le droit du Trésor ne pourrait jouer puisqu'il ne date que de ce jour; ensuite, que pour les aliénations, même postérieures à la loi du 25 juin 1920, le privilège des acquéreurs de bonne foi passerait avant celui du Trésor (bien que le contri-

buable doive donner la liste des aliénations faites après cette date); enfin, il a rendu obligatoire l'inscription du privilège du Trésor sur tous les immeubles possédés par le contribuable au moment de la promulgation de la loi : dans les trois mois à compter de cette date, l'inscription doit être prise par le percepteur sur tous les immeubles dont le redevable doit lui donner la liste dans un délai de quinze jours de la réquisition faite par lettre recommandée. En ce qui concerne les impositions à intervenir, l'inscription sera prise dans les trois mois de la publication des rôles, jusqu'au 31 décembre 1925.

Lorsqu'une personne veut soit vendre un immeuble, soit s'en servir pour constituer la garantie d'un prêt hypothécaire, elle devra notifier son projet de vente au trésorier payeur général pour lui permettre de requérir une inscription. On peut, à première vue, être surpris de cette procédure puisque, par hypothèse, les privilèges ont dû être inscrits sur les immeubles appartenant à tout redevable d'une somme envers le Trésor. Mais, d'une part, toute personne peut avoir été acquéreur postérieurement à la déclaration, l'immeuble ne se trouvant pas dans ce cas frappé par l'inscription; d'autre part, le propriétaire peut avoir été recherché supplémentairement par le fisc, soit en vertu d'un rappel s'il est déjà considéré comme redevable au 10 août 1922, soit parce que le fisc lui aura découvert la qualité de « soumis à l'impôt ».

Donc, le vendeur d'un immeuble ou l'emprunteur qui se propose de devenir débiteur hypothécaire, devra faire connaître ses intentions, déclarer, sous peine d'être poursuivi, en cas de déclaration mensongère, s'il a ou s'il n'a pas exercé un commerce ou une industrie du 2 août 1914 au 30 juin 1920. Dans le délai d'un mois, le trésorier payeur général doit avoir jugé nécessaire d'inscrire le privilège : sinon, l'immeuble passe entre les mains de l'acquéreur, sans être touché par le privilège du Trésor. Si le privilège est inscrit, l'immeuble ne passe que grevé de ce droit réel. Ces formalités prévues par les articles 7 et suivants de la loi constituent « la purge préventive ». Elles supposent que le prêteur ou l'acquéreur sont connus : aussi, elles ne peuvent pas être employées dans le cas d'une vente sur licitation pour le motif qu'en pareille matière on ne connaît qu'après la vente quel est l'acquéreur qui se révèle. Un projet de loi déposé en 1923 qui a fait l'objet d'un rapport de M. Bokanowski (n° 6378 des Documents parlementaires, Chambre) réglemente, au point de vue du privilège, la vente sur adjudication en adoptant une purge relative au paiement du prix, par conséquent se rapprochant de la purge de droit commun.

Reprise de la liberté complète. — S'il n'est pas difficile d'accomplir une formalité spéciale, toutes les fois que l'on veut vendre un immeuble ou contracter un emprunt, nombreuses sont cependant les personnes qui désireraient être affranchies de ces sujétions.

A partir de quelle époque ces formalités ne seront-elles plus nécessaires ?

1° Il est facile de se le rappeler, si l'on se souvient d'un principe directeur qui est celui-ci : à l'égard des personnes ayant respecté les délais prescrits pour les déclarations, elles ne peuvent plus être recherchées par la Commission du premier degré, à partir du 1er juillet 1923 au matin. A supposer qu'elles aient été, le dernier jour possible, l'objet d'une décision pour la dernière période (1er semestre de 1920) ladite décision aura été prise le 30 juin 1920; le rôle aura été rédigé par la Direction des Contributions directes, transmis au percepteur ; celui-ci aura dû utiliser le délai de trois mois pour prendre inscription ; on admet donc, en tout cas, que le 1er avril 1924, les comptables de deniers publics auront eu le temps d'accomplir toutes les mesures qui leur incombent.

Au contraire, si le contribuable n'a pas fait les déclarations dans les délais prescrits, ce n'est plus la date du 1er avril 1924, mais celle du 1er avril 1926 qui fixe les délais extrêmes de l'inscription du privilège en faveur du fisc ; aucune autre réflexion n'est nécessaire que cette simple constatation : le délai extrême pour la décision de la Commission du premier degré à l'égard des contribuables négligents, est du 30 juin 1925, au lieu du 30 juin 1923. Le délai extrême d'inscription se trouvera corrélativement prorogé de deux ans; il en résulte donc à l'évidence que si un contribuable a fait sa déclaration en temps utile, il ne sera plus tenu, à partir du 1er avril 1924, de remplir la formalité de purge préventive, dont l'utilité tombe automatiquement ; les formalités ne sont plus imposées au contribuable qui n'a pas fait sa déclaration en temps utile qu'à partir du 24 avril 1926.

2° Mais, tout ce qui précède est relatif au contribuable qui ne s'est pas pourvu contre la décision du premier degré: le législateur du 10 août 1922 a-t-il voulu décourager les pourvois ? C'est bien possible ; toujours est-il qu'il a dit très explicitement que cette suppression automatique des formalités, due simplement à l'échéance d'un délai, ne profite qu'à ceux qui ont accepté les décisions de la Commission. L'article 14 est formel: « sauf en ce qui concerne les contribuables dont les impositions feront l'objet aux dates ci-dessus indiquées de pourvois devant la Commission supérieure, il ne pourra plus être pris d'inscription à l'effet de constater le privilège du Trésor, à partir du 1er avril 1924 (ou 1926) ».

3° Enfin, pour ceux qui, ayant fait leur déclaration en temps utile, ne se seront pas pourvus, l'article 14 donne une facilité supplémentaire.

Elle consiste, à partir du 1er janvier 1924, à pouvoir obtenir un certificat constatant qu'il ne saurait plus être pris de nouvelle inscription sur leurs biens. En effet, un contribuable qui, d'un côté, n'a pas fait de pourvoi et, d'un autre, est complètement étranger depuis le 30 juin 1923 à toute application de la loi, peut encore avoir un privilège inscrit sur ses biens, s'il n'a pas tout payé, mais il est au moins sûr de ne pas voir, dans l'avenir, sa charge s'augmenter. Il pourrait expliquer cette situation aux tiers ; mais on sait l'avantage

que l'on trouve à supprimer les longues explications par la rapide production d'une déclaration officielle.

Radiation du privilège existant. — Dans l'article 18, la loi du 10 août 1922 charge de cette radiation le conservateur des hypothèques, en déclarant ce fonctionnaire tenu de l'effectuer sur une attestation faite par le percepteur et transmise par le trésorier-payeur général d'après un modèle établi par le ministre des Finances.

Il faut donc, pour obtenir la radiation, le concours de trois fonctionnaires : le percepteur, qui agit comme le comptable; le trésorier-payeur, qui est le chef du service des mouvements de fonds; le conservateur des hypothèques qui détient les registres.

Si normal et élémentaire que nous paraisse être l'article 18, il constitue, par rapport aux principes généraux, une exception en matière de radiation des privilèges ; d'après l'article 2158 du Code civil, ceux qui requièrent la radiation d'un privilège, quel qu'il soit, déposent au bureau du conservateur l'expédition de l'acte authentique portant consentement de ladite radiation ou l'expédition d'un jugement qui l'ordonne.

Quand il s'agit d'un privilège issu d'une convention entre deux particuliers, il est facile aux intéressés de se réunir chez un notaire et de faire dresser l'acte authentique constatant un accord; mais, quand il s'agit d'un privilège appartenant à l'Etat, il a toujours été admis qu'il y avait lieu à une exception, d'ailleurs nécessaire au premier chef, car on ne peut pas conduire l'Etat chez un notaire : aussi, quand un privilège a été pris pour garantir de la bonne exécution de travaux publics, des décisions ministérielles ont prescrit que l'acte authentique, autorisant le conservateur à rayer l'inscription, consisterait dans un arrêté préfectoral revêtu de l'approbation ministérielle; quand il existe une inscription au profit d'une commune, c'est une autre pièce : il était donc indispensable que le ministre des Finances, conformément à l'article 18, nous donnât *la forme de l'attestation* que lui seul peut déterminer.

Nous trouverons cette attestation dans la circulaire du ministre des Finances du 10 août 1922 qui contient non seulement des principes, mais aussi des modèles, et il est plus simple d'examiner d'un seul coup d'œil les uns et les autres.

« Les comptables trouveront en annexe, est-il dit à la circulaire, le modèle de l'attestation à produire pour faire opérer la radiation des inscriptions prises sur les biens d'un contribuable après paiement total ou partiel de l'impôt (modèle n° 5). »

Donc, *après paiement,* le percepteur fournit une attestation sur un modèle donné appelé « modèle n° 5 ».

Il est annexé à la circulaire, et si nous le lisons nous voyons qu'il correspond très bien à l'hypothèse d'un paiement, puisque le libellé est le suivant :

Modèle n° 5.

Certificat ayant pour objet de permettre la radiation des inscriptions du privilège du Trésor, sur les immeubles, navires, fonds de commerce des contribuables.

Les articles ci-après, établis au nom de M. ... demeurant à ... sont compris dans les rôles de la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre mis en recouvrement dans la commune de ...

Périodes d'imposition.	Nos des articles.	No du rôle.	Date de publication.	Montant.
1914-1915	»	»	»	»
1916	»	»	»	»
1917	»	»	»	»
1918	»	»	»	»
1919	»	»	»	»
1920	»	»	»	»

Sur le montant de ces articles, M. ... a effectué le ..., suivant quittance du même jour, le versement d'une somme totale de T ... fr qui a été imputée pour A ... fr à l'article n° ... du rôle ...; pour B... fr à l'article n° ... du rôle n° ...; pour C... fr à l'article n° ... du rôle n° ...

Il ne reste rien dû.

Par suite, et comme conséquence du paiement, le percepteur soussigné consent mainlevée définitive de l'inscription prise au bureau des hypothèques de G ... vol. ... n° ... pour sûreté de la somme de ... fr.

Consentant décharge à M. le conservateur des hypothèques qui opérera la radiation de l'inscription.

A V ... le ... 1923. Le percepteur (signature).

Vu et transmis à M. le conservateur des hypothèques en vue de la radiation ci-dessus visée.

A G ... le ... 1923. Le trésorier-payeur général (signature).

Il est évident que ce modèle correspond très bien au paiement total : s'il n'y avait qu'un paiement fractionné, le libellé serait exactement le même, sauf qu'au lieu de déclarer qu'il n'est plus rien dû, le certificat indiquerait la somme payée.

Mais, on peut dire que le libellé qui précède ne correspond pas au cas d'une détaxe obtenue, car, quand il y a détaxe, le montant en est imputé en déduction sur ce qui reste dû par le contribuable et il n'existe pas une concordance entre les sommes portées comme dues et celles portées au paiement. Il en sera ainsi toutes les fois que le contribuable se sera libéré autrement que par un paiement. Supposons qu'une décision de la Commission supérieure vienne supprimer la taxation afférente à un exercice : le contribuable sera évidemment aussi bien libéré que par un paiement et cependant il n'aura rien versé : il en est rigoureusement de même pour la détaxe: il n'y a pas eu de versement matériel égal à ce qui était dû, mais il y a eu une imputation qui diminuait la dette.

Aussi, la circulaire pour être complète, se devait à elle-même de prévoir un modèle afférent à cette situation. Mais nous n'avons qu'à continuer notre lecture et nous trouvons ce qui suit :

« L'annulation ou la réduction d'une imposition par la Commission supérieure doit, bien entendu, avoir pour conséquence l'annulation ou la réduction des ins-

criptions du privilège prises pour la sûreté de ladite imposition. Il y a lieu d'utiliser, dans ce cas, la formule n° 6 ».

Le texte de la circulaire, comme on le voit, ne contient pas la mention expresse du cas de la détaxe, puisqu'il ne vise que celui où c'est une décision de la Commission supérieure qui exonère le contribuable.

Mais, si l'on se reporte au modèle n° 6, il est facile de voir que, lui-même, se déclare applicable à la détaxe : d'abord implicitement, dans son titre, ensuite explicitement dans son texte, qu'il convient de transcrire textuellement.

Modèle n° 6.

Certificat ayant pour objet de permettre la réduction ou la radiation des inscriptions du Trésor sur les immeubles, navires et fonds de commerce en cas de réduction de la créance du Trésor à la suite d'une décision gracieuse ou contentieuse (on remarquera qu'une décision de la Commission du premier degré accordant une détaxe est évidemment une décision contentieuse).

Les articles ci-après désignés établis au nom de M... demeurant à... sont compris dans les rôles de la contribution extraordinaire snr les bénéfices de guerre mis en recouvrement dans la commune de...

Périodes d'imposition.	N°s des articles.	N° du rôle.	Date de publication.	Montant.
1914-1915	»	»	»	»
1916	»	»	»	»
1917	»	»	»	»
1918	»	»	»	»
1919	»	»	»	»
1920	»	»	»	»

Par décision en date du... (indiquer si la décision émane de la Commission supérieure en cas de pourvoi *ou de la Commission du premier degré en cas de demande de détaxe*) la Commission a prononcé la réduction des articles ci-dessus énumérés qui se trouvent ramenés à... (indiquer le montant des articles après déduction du montant des ordonnances).

Période......
Période......
Période......
Période......
Période......
Période......

(Indiquer en toutes lettres le montant des articles réduits.)

La dette de M... envers le Trésor, à titre de contribution extraordinaire, se trouve éteinte.

Par suite, et comme conséquence de cette décision, le percepteur soussigné consent, avec tout désistement du privilège, mainlevée définitive de l'inscription prise au bureau des hypothèques de G..., vol... n°... le ..., consentant décharge à M. le conservateur des hypothèques qui opérera la radiation de l'inscription dans les termes ci-dessus exprimés.

A V... le... 192.. Le percepteur (signature).

Vu et transmis à M. le conservateur des hypothèques de G... en vertu de la radiation de l'inscription susvisée.

A G... le... 192.. Le trésorier payeur général (signature).

En résumé, les dates utiles à retenir comme vraiment pratiques sont celles du 1er janvier 1924 et du 1er avril de la même année.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux ventes de marchandises qu'un commerçant fait livrer directement par l'usine à son client.

Le « Journal officiel » du 11 janvier 1924 publie, page 16 des « Débats parlementaires, Sénat », les questions et réponses qui suivent.

6061. — M. Japy, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si un commerçant, qui fait livrer à un de ses clients une marchandise payée directement à l'usine par ce client, ledit commerçant ne touchant qu'une commission versée par le client, ne devrait pas être imposé à la taxe sur le chiffre d'affaires que sur le montant de la commission. (Question du 4 décembre 1923).

Réponse. — Le chiffre d'affaires imposable étant constitué, pour les personnes qui vendent des marchandises, par le montant des ventes effectivement et définitivement réalisées (art. 62, 1° de la loi du 25 juin 1920), le commerçant dont il s'agit doit l'impôt sur la totalité du prix moyennant lequel il a consenti à son client la vente des marchandises dont il s'est assuré la propriété pour son compte personnel et qu'il fait livrer directement par son vendeur.

6062. — M. Japy, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si un commerçant, qui fait livrer, par une usine, une marchandise à un de ses clients, qui paye la marchandise à l'usine et qui reçoit de son client le prix payé à l'usine plus une commission, doit l'impôt sur le chiffre d'affaires sur le montant de la facture délivrée à son client, ou seulement sur la commission. (Question du 4 décembre 1923.)

Réponse. — La solution est la même que pour la question posée par l'honorable sénateur sous le n° 6061 et dont la réponse est publiée au « Journal officiel » de ce jour.

La circonstance, en effet, que le commerçant paye lui-même à l'usine la marchandise qui lui a été vendue, ou qu'il charge son client acheteur d'effectuer ce payement, ne modifie en rien la nature de l'opération de vente qu'il réalise et qui est passible de l'impôt sur le montant de son prix.

8e Année. Tome XV — N° 9. 1er Mars 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

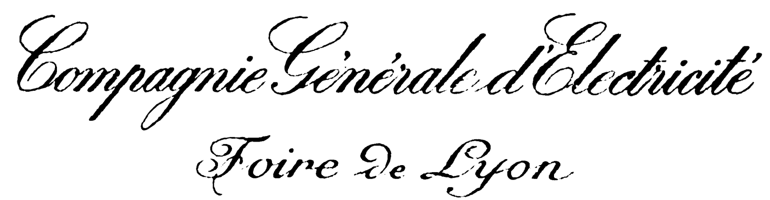
SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.



Groupe 3 — Stands 392 et 393
Groupe 9 — Stands 95 à 98
Groupe 32 — Stand 28

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 | LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. | TOME XV. — N° 9. | 1er MARS 1924.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale : Compte rendu de la célébration du Centenaire. — Il y a quelques semaines, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a publié le compte rendu de la manifestation solennelle organisée, du 7 au 10 juin 1923, pour célébrer le 122e anniversaire de sa fondation et le centenaire de sa déclaration d'utilité publique; un numéro de son « Bulletin » y a été exclusivement consacré.

Dans ce numéro, on retrouvera les comptes rendus des diverses séances et des visites techniques qui ont eu lieu au cours de la manifestation, les textes des discours et allocutions qui y ont été prononcés, les conférences qui y ont été faites, etc.; à la suite sont rappelés les prix et médailles décernés par la Société d'Encouragement depuis sa fondation, les textes de ses statuts de 1801, ceux de 1875 et ceux des statuts actuels de 1922; puis vient la liste des bienfaiteurs de la Société et enfin, la liste de ses présidents. Le tout forme un important volume contenant 366 pages de texte et 9 grandes planches hors texte.

Parmi les conférences publiées dans ce volume, trois se rapportent à nos régions dévastées. Dans l'une, MM. Lindet et Naudet ont exposé l'état de reconstitution des industries agricoles dans ces régions; dans une autre, M. A. Renouard a dressé le tableau de la reconstitution des industries textiles; enfin, dans la troisième, M. Henri Boulanger a montré, avec preuves à l'appui, que, contrairement à la thèse que les Allemands ont toujours soutenue, les ravages que ceux-ci ont effectués dans la zone industrielle du nord de la France n'ont pas été limités aux nécessités militaires et aux exigences créées par le blocus. Tout en recommandant à nos lecteurs de lire cette dernière conférence dans le texte original, il nous paraît utile d'en donner ici un bref aperçu.

Le document confidentiel du Grand Etat-Major allemand sur l'état de l'industrie dans le nord de la France est le titre donné à sa conférence par M. Henri Boulanger. Ce document est un volume intitulé « Die Industrie im besetzten Frankreich, 1916 » (L'Industrie dans les régions occupées de la France), du format 22 cm × 30,5 cm, de 482 pages, dont 8 hors texte, renfermant de nombreux tableaux et accompagné de 9 grandes cartes ou graphiques. Il semble avoir été imprimé à la fin de 1916 ou au début de 1917, à un millier d'exemplaires, tous numérotés, portant la mention « confidentiel » et qui ont été distribués aux chambres de commerce, aux grandes bibliothèques, aux groupements industriels d'Allemagne et sans doute aussi d'Autriche. Après l'armistice, quatre exemplaires sont entrés en possession des Français; l'un de ces exemplaires, devenu propriété de la Commission historique du Nord, est déposé à Lille, aux Archives départementales. Les passages principaux de l'ouvrage furent traduits en français et en anglais et des brochures imprimées reproduisant ces traductions furent remises aux commissions qui jetèrent les bases du traité de paix. Depuis, une traduction complète en français a été entreprise.

L'idée qui a présidé à l'élaboration de ce document paraît remonter à la fin de 1915, époque à laquelle les

industriels allemands, surpris de ce que la guerre durait plus longtemps que ce qui était prévu, envisageaient avec quelque inquiétude l'avenir de leurs industries (¹). Déjà, les Allemands, après avoir vidé les usines et les magasins des produits fabriqués, des produits semi-ouvrés et des matières premières qu'ils renfermaient, avaient tenté de dresser un inventaire des ressources des régions envahies en soumettant aux industriels et aux commerçants un long questionnaire auquel ceux-ci étaient tenus de répondre dans un délai déterminé. Mais ce procédé ne donna que peu de résultats, les intéressés se gardant de répondre, chacun prétextant, comme bien on le pense, une réponse plausible. Aussi, le Grand Etat-Major décida-t-il de prendre la direction d'une enquête de grande envergure. Le 1er janvier 1916, peu avant le déclenchement de l'offensive sur Verdun, plus de 200 experts, spécialisés dans les diverses branches de l'industrie, furent rappelés des armées et envoyés à Lille pour rassembler et coordonner les renseignements déjà obtenus et pour en recueillir, directement ou indirectement, de nouveaux. La tâche qui leur était assignée, et qui s'étendait à 4031 entreprises, semble avoir été terminée en deux mois.

L'ouvrage dans lequel a été publiée la documentation établie par les experts est divisé en trois parties. La première donne, pour chaque industrie, un compte rendu des dommages qu'elle a subis soit du fait des événements de guerre, soit du fait des réquisitions et enlèvements de matériel et marchandises, puis un exposé des répercussions que ces dommages pourront avoir sur la vitalité d'après guerre de cette industrie.

(¹) Au moment d'insérer cette note, nous trouvons, dans « le Journal » du samedi 23 février 1924, un article signé Saint-Brice, consacré au document allemand. On y lit le passage suivant, qui montre quelles étaient, à ce moment, les préoccupations économiques des dirigeants de l'Allemagne :

« Une étude attentive de cet ouvrage permet de dégager certaines conclusions fort suggestives. La première est que les Allemands ont toujours envisagé l'annexion du bassin de Briey ; jamais ils n'ont donc pensé à y commettre la moindre destruction.

» Pour le nord de la France, les Allemands ont envisagé plusieurs solutions. La combinaison la plus favorable, à leurs yeux, aurait été la création d'un Etat autonome, qui aurait constitué une dépendance intime de l'Allemagne. Cet Etat aurait été tributaire de l'Allemagne pour le fer et le charbon. D'autre part, la France, privée de ses éléments les plus riches et les mieux équilibrés, n'aurait pu se passer des produits des provinces du Nord et aurait été sous la dépendance commerciale du vainqueur.

» A défaut de cette solution, dont ils ne pouvaient se dissimuler les difficultés de réalisation, les Allemands envisageaient la restitution des provinces du Nord contre une indemnité. Pour évaluer cette indemnité, ils avaient préparé une enquête extrêmement minutieuse. Ils sont ainsi arrivés à une estimation de 50 milliards de francs.

» Troisième hypothèse. Les Allemands ont envisagé la possibilité d'une paix incertaine. Ils ont pensé alors à préparer leur revanche après guerre, en organisant la destruction systématique de tout le mécanisme industriel. Ainsi ils se réservaient, pendant plusieurs années, le monopole des marchés sur lesquels les produits français leur faisaient concurrence. »

L'exposé des conditions générales dans lesquelles travaillaient avant guerre les industries du nord de la France forme la seconde partie. Dans la troisième, on a tenté une évaluation économique du territoire occupé et on a, en outre, « recherché dans quelle mesure le territoire français occupé constitue, dans l'économie globale française, un *territoire en excédent* ».

Pour donner quelque idée du contenu de cet ouvrage, M. H. Boulanger a reproduit en annexes du texte de sa conférence : 1° la traduction de la préface ; 2° quelques extraits des divers chapitres de la première partie en se limitant aux rubriques « dommages » et « répercussions » ; 3° des extraits de la conclusion ; 4° la reproduction en vraie grandeur des 9 grandes planches ; 5° la reproduction de quelques tableaux concernant l'industrie du cuir.

En ce qui concerne l'industrie électrotechnique, nous y trouvons ce qui suit :

Dommages. — Etant donnée l'importance relativement minime de l'industrie électrotechnique dans le territoire occupé, les dommages n'ont pas été sérieux dans l'ensemble de cette branche industrielle. Si gravement qu'aient été endommagées les diverses entreprises situées sur le territoire en question, par suite de la réquisition des machines et des matières premières, notamment du cuivre, il faut admettre qu'après la conclusion de la paix, un délai d'un an environ sera suffisant pour rendre aux établissements dont il s'agit leur entière capacité de production, après acquisition des machines nécessaires. Toutefois, l'industrie française éprouvera de grandes difficultés, après la fin de la guerre, pour se procurer des ingénieurs et des ouvriers en nombre suffisant.

Répercussions. — Le démontage d'un grand nombre d'installations électriques dans les entreprises industrielles, ainsi que la réquisition des canalisations en cuivre, créeront des besoins extrêmement élevés en matériel électrique de toute nature.

Il n'est pas douteux qu'après le rétablissement des conditions du temps de paix, l'industrie française ne sera plus en état de satisfaire aux besoins en machines électriques, en transformateurs et en appareillage qui se manifesteront, car il s'agira alors de remettre en pleine exploitation, dans le plus bref délai possible, toute l'industrie du territoire occupé. L'industrie allemande pourra-t-elle, en dépit de la profonde aversion des industriels, reconquérir sa position sur le marché français du matériel électrotechnique et contribuer dans une proportion importante à faire face à une demande considérable ? La réponse à cette question dépend en grande partie du règlement définitif de nos rapports avec la France.

Nous regrettons que la place nous manque pour reproduire quelques extraits concernant diverses autres industries, telles que l'industrie houillère, la métallurgie, l'industrie textile, etc. On verrait que la préoccupation principale des Allemands a été de rechercher comment ils pourraient nous imposer l'achat, après la guerre, du matériel nécessaire à la reconstitution des régions envahies. Ainsi s'expliquent les dévastations systématiques qu'ils n'ont cessé de pratiquer durant la guerre et qu'ils ont effectuées sur une plus grande échelle encore lors de leur retraite.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'expérience de Michelson, la contraction de Lorentz et la relativité *(suite et fin)* [1]

L'examen auquel nous venons de procéder n'épuise pas les problèmes que soulève l'interprétation de l'expérience de Michelson ; sans vouloir les aborder tous, mentionnons cependant un détail qui n'est pas dénué d'intérêt.

L'interféromètre employé au Mont Wilson, en 1921, par M. Miller était l'interféromètre à trajet de lumière de 68 m, employé par MM. Morley et Miller à Cleveland en 1904 et 1905. Cet appareil n'a pas 23 m de rayon, et l'allongement du trajet des ondes lumineuses est obtenu par des réflexions successives. Nous pouvons concevoir, par exemple, que le miroir M_1, au lieu de renvoyer les ondes sur l'écran E, les réfléchisse sur un miroir M_3 perpendiculaire à la droite M_1 OE, lequel les renverra n fois de suite sur M_1 avant qu'elles n'aboutissent à l'écran E.

La réflexion sur le miroir M_3 se fera par un angle α''' qui se déduira de α'', comme α'' se déduit de α, mais en tenant compte du fait que les ondes vont vers le miroir M_3, alors qu'elles s'écartent du miroir M_1, ce qui revient à changer de signe c et par conséquent β.

Nous aurons dès lors

$$\frac{\sin\alpha'''}{\cos\alpha'''+\beta}=\frac{\sin\alpha''}{\cos\alpha''-\beta}=\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha+\beta},$$

d'où résulte simplement

$$\alpha'''=\alpha.$$

Si, dès lors, nous envisageons l'élément de l'onde qui se réfléchit au centre de la glace G, dans le trajet dont la durée est t_3, la longueur du trajet de cet élément aura pour valeur, en supposant égalisées les valeurs l et l' des deux bras OM_1 et OE,

$$l\left(\frac{2n+1}{\cos\alpha}+\frac{2n+2}{\cos\alpha''}\right).$$

Si l'on supposait un plateau de bras l_1 assez grand pour qu'on ait la même distance totale sans réflexion, ce qui suppose

$$3l_1=(3+4n)l,$$

ce trajet serait

$$l_1\left(\frac{1}{\cos\alpha}+\frac{2}{\cos\alpha''}\right)=\left(1+\frac{4n}{3}\right)l\left(\frac{1}{\cos\alpha}+\frac{2}{\cos\alpha''}\right).$$

Le rapport du trajet réel des ondes à leur trajet supposé aura dès lors pour valeur

$$\frac{\frac{2n+1}{\cos\alpha}+\frac{2n+2}{\cos\alpha''}}{\left(1+\frac{4n}{3}\right)\left(\frac{1}{\cos\alpha}+\frac{2}{\cos\alpha''}\right)}.$$

Nous avons vu d'ailleurs précédemment que l'on a

$$\cos\alpha''=\frac{(1+\beta^2)\cos\alpha+2\beta}{1+\beta^2+2\beta\cos\alpha},$$

d'où l'on tire, en première approximation,

$$\frac{1}{\cos\alpha''}=\frac{1}{\cos\alpha}-\frac{2\beta}{1+\beta^2}\,\mathrm{tg}^2\alpha,$$

de sorte que le rapport des deux trajets prend pour valeur

$$\frac{\frac{4n+3}{\cos\alpha}-\frac{(4n+4)\beta}{1+\beta^2}\,\mathrm{tg}^2\alpha}{\frac{4n+3}{\cos\alpha}-\left(1+\frac{4n}{3}\right)\frac{4\beta}{1+\beta^2}\,\mathrm{tg}^2\alpha}=1+\frac{4}{3}\beta n\,\mathrm{tg}^2\alpha+\dots$$

D'ailleurs, tg α est de l'ordre de β, de sorte que l'écart relatif des trajets sera de l'ordre de

$$\frac{4}{3}n\beta^3,$$

et, par conséquent, dans l'espèce, la différence des deux trajets aura pour valeur

$$91\,n\beta^3.$$

On aura également

$$(3+4n)\,l=68,$$

ce qui, si l a sensiblement la valeur d'un mètre, donnera

$$n=16.$$

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 16 et 23 février 1924, t. XV, p. 243-250 et 283-288.

Finalement, la différence des deux trajets sera égale à

$$1,5\ 10^{-9}.$$

Nous voudrions encore signaler le phénomène suivant, constaté par M. Miller dans ses derniers essais ; le déplacement correspondant au phénomène attendu, mais d'amplitude beaucoup moindre, était toujours accompagné d'une perturbation périodique en un tour complet de l'interféromètre, de cause inconnue ; les observations ont montré que cet effet n'était pas dû au magnétisme et que sa grandeur était la même en avril et en décembre 1921.

Nous avons vu que, lorsqu'on dérègle le miroir M_1 pour obtenir des franges d'interférence sur l'écran, la distance de la frange au centre de l'écran est multipliée par un facteur de la forme

$$1 \pm a - b,$$

où l'on doit prendre l'un des signes + ou — selon que le déréglage du miroir tend à renvoyer les ondes dans le sens du mouvement de la Terre ou en sens inverse.

Or, si le miroir M_1 est placé comme l'indique la figure 11, il viendra en M'_1 quand le plateau aura

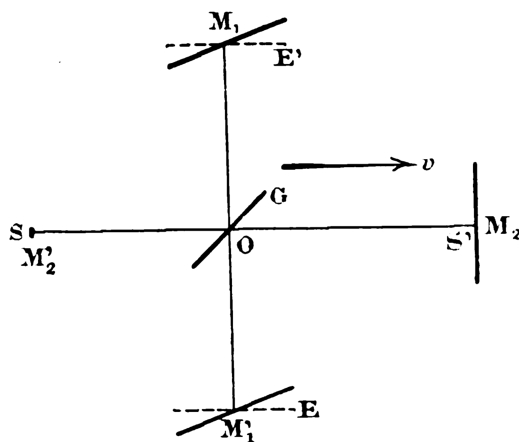


Fig. 11.

tourné de 180° et renverra, par conséquent, les ondes dans le sens opposé à celui de M_1, obligeant ainsi à prendre le signe opposé dans le coefficient.

Si nous cherchons à voir ceci d'une manière plus précise, nous trouvons aisément que l'angle de réflexion θ' sera donné par la formule

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha' + \theta'}{2} = \frac{\sin(\alpha' - \varepsilon)}{\cos(\alpha' - \varepsilon) - \beta \sin \varepsilon},$$

c'est-à-dire qu'il faudra, dans les formules établies précédemment, remplacer α par α' et changer le signe de ε.

D'autre part,

$$\operatorname{tg} \alpha' = \beta \frac{1 + \frac{\beta}{2}}{1 + \beta},$$

de telle sorte que tous les termes en $\beta \sin \varepsilon$ seront changés de signe, sans qu'il soit besoin de s'occuper des coefficients de $\sin \varepsilon$ où β entrerait à une puissance supérieure.

Dans ces conditions, si A et $B + B'$ sont les écarts de la raie centrale dans les positions (1) et (2), A et $B - B'$ seront les écarts pour les positions (3) et (4) et, si l'on veut mettre ces écarts sous la forme

$$x \sin \varphi + x' \cos \varphi + y \sin 2\varphi + y' \cos 2\varphi,$$

on aura

$$\begin{aligned} x' + y' &= A, \\ x - y' &= B + B', \\ -x' + y' &= A, \\ -x - y' &= B - B'. \end{aligned}$$

D'où l'on déduit immédiatement

$$\begin{aligned} &x = B', \\ &x' = 0, \\ &y' = -B = A, \\ &y \text{ indéterminé.} \end{aligned}$$

Ainsi, il doit normalement se produire un effet tel que celui qu'a constaté M. Miller dans ses essais de 1921.

III. La contraction de Lorentz. — Pour expliquer le résultat négatif obtenu jusqu'en 1921 dans les essais, M. Lorentz a imaginé que la matière pouvait subir, lorsqu'elle était en mouvement uniforme, une contraction longitudinale ayant pour valeur $\sqrt{1 - \beta^2}$, les dimensions transversales n'étant pas modifiées par le mouvement. Il y a lieu d'examiner si cette hypothèse peut subsister à la suite des résultats obtenus dans la première partie de cette étude.

Supposons désormais que la longueur l' ait été réglée optiquement au cours du premier essai, la valeur de l' pouvant d'ailleurs être différente de l, et conservée sans changement dans le second essai. Désignons par s la contraction supposée de la matière dans la direction du mouvement de la terre.

En reprenant, sans les détailler, les calculs de la première partie, nous obtiendrons aisément

$$t_1 = \beta \frac{l}{c} \frac{1}{1 - \frac{\beta^2}{2}},$$

$$t_2' = \frac{s l'}{c - v},$$

$$t_2'' = \frac{s l' - h'}{c + v},$$

$$t_2''' = \frac{l + h'}{c}\left[1 + \frac{v^2}{2c(c + v)}\right],$$

$$h' = \frac{\beta^2 l}{2 - \beta^2},$$

et, par conséquent,

$$t_2 = \frac{l}{c}\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}} + 2\frac{sl'}{c}\frac{1}{1-\beta^2}.$$

Puis

$$t_3' = \frac{h}{c-v},$$

$$t_3'' = \frac{sl - \frac{h}{1-\beta}}{c(\cos\alpha + \beta)},$$

$$t_3''' = \frac{2sl}{c(\cos\alpha'' - \beta)},$$

$$h = -\frac{3\beta sl\left(1-\frac{\beta}{2}\right)}{1-\frac{\beta^2}{2}},$$

et, par conséquent,

$$t_3 = \frac{sl}{c\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)}\left(3+\beta+2\frac{\beta^3}{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}}\right)$$
$$= \frac{sl}{c}\left(3+\beta+\frac{3}{2}\beta^2+\frac{5}{2}\beta^3+\frac{3}{4}\beta^4+\ldots\right);$$

enfin,

$$t_4' = \frac{l'}{c},$$

$$t_4'' = \frac{l'}{c}\frac{1-\beta}{1+\beta} - \frac{h'}{c(1+\beta)},$$

$$t_4''' = \frac{h' + sl(1+\beta) + 2\beta l'}{c(\cos\alpha' - \beta)(1+\beta)},$$

$$h' = -2\beta l' - \frac{\beta sl\left(1+\frac{\beta}{2}\right)}{c\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)},$$

et, par conséquent,

$$t_4 = \frac{2l'}{c} + \frac{sl}{c}\times\frac{1+\beta}{1-\frac{\beta^2}{2}}.$$

Précisons toutefois que ces calculs supposent implicitement que la glace G est liée au plateau dans des conditions lui permettant de conserver son orientation à 45° des droites OM_1 et OM_2 malgré la contraction de la matière.

Cette hypothèse est implicitement admise dans tous les calculs qui ont abouti jusqu'à présent à la contraction de Lorentz.

Le réglage optique effectué dans la première position revient à égaler t_1 à t_2, d'où résulte

$$sl' = l\frac{1-\beta^2}{1-\frac{\beta^2}{2}} = l\left(1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^4}{4}-\ldots\right).$$

Du résultat négatif de l'expérience, on a conclu jusqu'à présent que t_3 est encore égal à t_4, ce qui donne

$$l' = sl\left(1+\frac{\beta^2}{2}+\beta^3+\frac{\beta^4}{4}+\ldots\right),$$

d'où l'on déduit immédiatement

$$s^2 = \frac{1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^4}{4}}{1+\frac{\beta^2}{2}+\beta^3+\frac{\beta^4}{4}+\ldots} = 1-\beta^2-\beta^3-\ldots,$$

au lieu de la valeur

$$1-\beta^2,$$

déterminée par M. Lorentz.

Examinons si cette divergence ne tiendrait pas à quelques conditions particulières de l'expérience.

Supposons, d'abord, qu'au lieu de régler la longueur l' par l'égalisation de t_1 et de t_2, nous ayons, au contraire, réglé les longueurs l et l' à l'égalité dans la position à 45°, où la glace G se déplace dans son propre plan et où tout est symétrique dans la marche des deux ondes qui viennent interférer sur l'écran.

Dans le cas où la Terre se déplace dans la direction SM_2 nous obtiendrions la valeur de la contraction en égalisant t_1 et t_2, ce qui donnerait

$$s' = \frac{1-\beta^2}{1-\frac{\beta^2}{2}} = 1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^4}{4},$$

valeur différente de celle obtenue par M. Lorentz, et, dans le cas où la Terre se déplacerait selon la direction M_1E, il faudrait égaliser t_3 et t_4, ce qui donnerait

$$s'' = \left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)\frac{1-\beta^2+\frac{\beta^3}{2}}{1-\beta^2+\frac{3}{2}\beta^3}$$
$$= \left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)\left(1-\frac{\beta^3}{1-\beta^2+\frac{3}{2}\beta^3}\right),$$

valeur qui diffère, non seulement de celle de M. Lorentz, mais aussi de s', et qui contient un terme du troisième degré en β.

Voyons maintenant si l'écart obtenu ne tiendrait pas

à ce que nous avons supposé jusqu'à présent l'égalité de l et de l'', bien que cette égalité soit difficile à obtenir réellement. Reprenons donc les calculs en posant

$$l'' = l + y.$$

On voit aisément qu'en suivant la même marche que précédemment, on obtient

$$t_1 = \frac{3l+y}{c}\left[1+\frac{\beta^2}{2(1-\beta)}\right] + \beta\frac{h}{c}\frac{1-\frac{\beta}{2}}{1-\beta},$$

$$h = -\beta^2 \times \frac{3l+y}{2-\beta^2},$$

et, par conséquent,

$$t_1 = \frac{3l+y}{c}\times\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}};$$

puis,

$$t_2 = \frac{1}{c}\frac{2sl' + (l+y)\left(1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^3}{2}\right)}{1-\beta^2} + \beta\frac{h'}{c}\frac{1+\frac{\beta}{2}}{1+\beta}.$$

D'ailleurs,

$$h'\left[1+\frac{v}{c}\frac{c+\frac{v}{2}}{c+v}\right] + \frac{v(l+y)}{c}\cdot\frac{c+\frac{v}{2}}{c+v} = v\frac{l+y+h'}{c}\left[\frac{v^2}{2c(c+v)}\right],$$

d'où

$$h' = \frac{v^2(l+y)}{2c^2-v^2} = \beta^2\frac{l+y}{2-\beta^2},$$

et, par conséquent,

$$t_2 = \frac{l+y}{c\left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)} + \frac{2sl'}{c(1-\beta^2)},$$

d'où l'on déduit

$$t_2 - t_1 = \frac{2sl'}{c}\times\frac{1}{1-\beta^2} - \frac{2l}{c}\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}};$$

disparaît du résultat, comme il y avait lieu de le prévoir, ce qui justifie nos résultats antérieurs et entraîne, en outre, que les conditions de netteté des franges sont remplies. Nous obtenons ensuite

$$t_3' = \frac{h}{c-v},$$

$$t_3'' = \frac{sl}{c}\frac{1-\frac{v}{c}+\frac{v^2}{2c^2}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}} - \frac{h}{c-v}\frac{1-\frac{v}{c}+\frac{v^2}{2c^2}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}},$$

$$t_3''' = \frac{s(2l+y)+vt_3'''}{c\cos\alpha'} = \frac{s(2l+y)}{c\cos\alpha''-v},$$

$$t_3''' = \frac{s(2l+y)}{c}\times\frac{1+\frac{v}{c}+\frac{v^2}{2c^2}+\frac{v^4}{c^2(c^2-v^2)}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}},$$

et

$$t_3 = \frac{sl}{c}\frac{\left[3+\frac{v}{c}+\frac{3}{2}\frac{v^2}{c^2}+\frac{2v^4}{c^2(c^2-v^2)}\right]}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}}$$
$$+\frac{sy}{c}\times\frac{1+\frac{v}{c}+\frac{v^2}{2c^2}+\frac{v^4}{c^2(c^2-v^2)}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}} + \frac{vh}{c^2}\cdot\frac{1-\frac{v}{2c}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}}.$$

D'autre part,

$$h = -\frac{vs(3l+y)\left(c-\frac{v}{2}\right)}{c^2-\frac{v^2}{2}},$$

et, par conséquent,

$$t_3 = \frac{sl}{c\left(1-\frac{v^2}{2c^2}\right)}\left[3+\frac{v}{c}+\frac{\frac{2v^3}{c^3}}{1-\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^3}{2c^3}}\right]$$
$$+\frac{sy}{c}\cdot\frac{1+\frac{v}{c}-\frac{v^2}{c^2}}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(1-\frac{v^2}{2c^2}\right)}.$$

Puis

$$t_4' = \frac{l'}{c},$$

$$t_4'' = \frac{l'}{c}\frac{c-v}{c+v} - \frac{h'}{c+v},$$

$$t_4''' = \frac{vh'+(c+v)(l+y)s+2vl'}{(c\cos\alpha'-v)(c+v)},$$

$$t_4 = \frac{s(l+y)\left(c^2+cv+\frac{v^2}{2}\right)+2c^2l'+vh'\left(c+\frac{v}{2}\right)}{c^3-cv^2-\frac{v^3}{2}}.$$

D'autre part,

$$h' = -2\frac{v^2}{c^2}l' - \frac{vs(l+y)\left(c+\frac{v}{2}\right)}{c^2-\frac{v^2}{2}},$$

et, par conséquent,

$$t_4 = \frac{2l'}{c} + \frac{(c+v)\,s\,(l+y)}{c^2 - \frac{v^2}{2}}.$$

La différence de marche $(t_4 - t_3)$ aura pour valeur

$$c\left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right)(t_4 - t_3) = 2l'\left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right) - sl\left[2 + \frac{\frac{2v^3}{c^3}}{1 - \frac{v^2}{c^2} + \frac{v^3}{2c^3}}\right]$$

$$+ sy\left[1 + \frac{v}{c} - \frac{1 + \frac{v}{c} - \frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right].$$

Il subsiste ici un terme en y, mais, en longueur, ce terme a pour valeur

$$c(t_4 - t_3) = -\beta^3 s\,y\,\frac{1}{(1-\beta^2)\left(1 - \frac{\beta^2}{2}\right)},$$

de sorte qu'il est, par rapport au terme principal, de l'ordre de

$$\beta^3 \frac{y}{l}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad 10^{-12}\frac{y}{l},$$

donc extrêmement petit, car le rapport $\frac{y}{l}$ est lui-même très petit dans l'expérience. Il semble qu'il y ait lieu d'admettre que, dans ces conditions, la netteté des franges sera obtenue ; on voit d'ailleurs que ce terme en y ne fait pas disparaître le terme en β^3 obtenu précédemment (1).

Non seulement la contraction de la matière serait, ainsi que nous l'avons vu plus haut, différente de celle à laquelle est parvenu M. Lorentz dès que l'on dépasse l'approximation du second ordre, mais on peut même assurer que la valeur de cette contraction ne serait pas indépendante de l'orientation du plateau de Michelson par rapport à la vitesse de la Terre.

Il n'est pas certain, cependant, que cette conclusion soit générale ; pour voir ce qu'il en est, il convient d'examiner les résultats qu'on obtiendrait en supposant que la glace G, au lieu d'être fixée au plateau de manière à rester à 45° des droites OM_1 et OM_2, soit fixée solidement au plateau sur toute sa longueur et subisse l'effet de la contraction supposée du plateau en mouvement.

Dans ces conditions, la glace sera, lorsque la vitesse de la Terre est orientée selon SO, déréglée d'un angle ζ (fig. 12) tel que

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \zeta\right) = s,$$

(1) En faisant $y = -l$, on obtient le résultat au centre de la glace à 45° ; le terme du troisième ordre subsiste.

d'où résulte

$$\operatorname{tg}\zeta = \frac{1-s}{1+s}.$$

On pourrait développer tous les calculs en supposant un déréglage quelconque ζ de la glace ; mais on arriverait ainsi à des formules compliquées d'écriture et

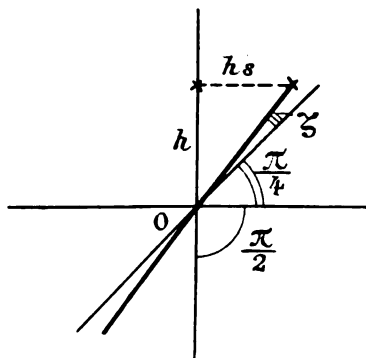


Fig. 12.

dont la discussion, peu aisée, ne semble pas de nature à procurer de grandes satisfactions.

Nous nous bornerons donc à admettre que ce déréglage résulte d'une contraction longitudinale de la matière et, plus spécialement, de la contraction de Lorentz, ce qui nous amènera à des résultats du plus haut intérêt.

Reprenons les calculs dans le cas où la vitesse de la Terre est dans la direction SO, et déterminons l'angle α_1 qui remplace l'angle α dans le cas où la glace G n'est plus inclinée à 45° sur SO.

Nous avons toujours (fig. 13) deux triangles rec-

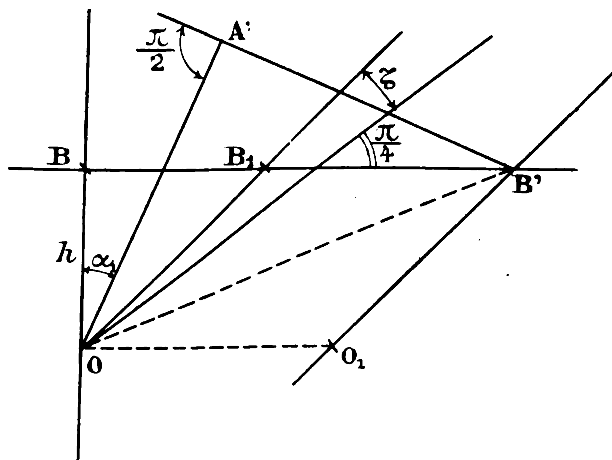


Fig. 13.

tangles OBB' et OA'B' qui sont égaux entre eux, en vertu de l'égalité de leurs côtés respectifs OA' et BB', tous deux égaux à ct'_1.

Nous aurons, par conséquent,

$$\widehat{BOB'} = \widehat{OB'A'},$$

d'où résulte

$$\alpha_1 = \widehat{BOB'} - \widehat{A'OB'} = \widehat{BOB'} - \left(\frac{\pi}{2} - \widehat{OB'A'}\right) = 2\widehat{BOB'} - \frac{\pi}{2}.$$

D'ailleurs,

$$BB_1 = (c - v)\, t'_1 = h \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \zeta\right)$$

et

$$BB' = ct'_1 = h \operatorname{tg} \widehat{BOB'} = h \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha_1}{2}\right),$$

d'où résulte

$$\frac{ct'_1}{h} = \frac{1}{1-\beta} \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \zeta\right) = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha_1}{2}\right),$$

c'est-à-dire

$$\frac{1 + \operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2}}{1 - \operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2}} = \frac{1}{1-\beta}\,\frac{1 - \operatorname{tg}\zeta}{1 + \operatorname{tg}\zeta},$$

et, par conséquent,

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2} = \frac{-\operatorname{tg}\zeta + \frac{\beta}{2}(1 + \operatorname{tg}\zeta)}{1 - \frac{\beta}{2}(1 + \operatorname{tg}\zeta)},$$

ce qui entraîne

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{2\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2}}{1 - \operatorname{tg}^2\frac{\alpha_1}{2}} = \frac{-2\operatorname{tg}\zeta + \beta\left(1 - \frac{\beta}{2}\right)(1 + \operatorname{tg}\zeta)^2}{(1-\beta)(1 - \operatorname{tg}^2\zeta)}.$$

En remplaçant $\operatorname{tg}\zeta$ par sa valeur, on obtient

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{4\beta\left(1 - \frac{\beta}{2}\right) - 2(1 - s^2)}{4(1-\beta)s},$$

et, en remplaçant s^2 par sa valeur $(1 - \beta^2)$,

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{\beta}{s},$$

d'où l'on déduit immédiatement

$$\cos\alpha_1 = s,$$
$$\sin\alpha_1 = \beta.$$

Ce résultat est tout à fait remarquable ; il en résulte, en effet, que l'onde suivra, lorsqu'il y a contraction et que cette contraction dérègle la glace G, précisément le chemin qui lui est généralement attribué lorsqu'il n'y a pas contraction et que la glace G est réglée à 45°.

On peut dès à présent en conclure que la contraction de Lorentz aura, dans cette position, pour résultat d'annuler la différence de marche des deux ondes, et c'est, en effet, ce que montrent les calculs ci-après, que nous exposons très brièvement en reprenant la marche déjà indiquée à deux reprises.

Nous aurons :

$$t'_1 = \frac{hs}{c(1-\beta)};$$

$$t''_1 = \frac{l-h}{c\cos\alpha_1},$$

$$t'''_1 = \frac{2l+y}{c\cos\alpha_1},$$

$$t_1 = t'_1 + t''_1 + t'''_1 = \frac{hs}{c(1-\beta)} + \frac{3l+y-h}{c\cos\alpha_1}.$$

Le chemin parcouru par le point B de l'onde dans le sens du mouvement de la Terre est égal à

$$\frac{hs}{1-\beta} + (3l + y - h)\operatorname{tg}\alpha_1 - vt_1.$$

Pour que le point B de l'onde arrive au centre de l'écran, il faut que cette expression soit nulle, ce qui donne, après quelques réductions,

$$h = (3l + y)\frac{\frac{\beta^2}{2} - \left(1 - \frac{\beta^2}{2}\right)\frac{1-s^2}{1+s^2}}{\frac{\beta^2}{2} - \left(1 - \frac{\beta^2}{2}\right)\frac{1-s^2}{1+s^2} + \frac{2s^2}{1+s^2}}$$
$$= (3l + y)\frac{\beta^2 - 1 + s^2}{\beta^2 - 1 + 3s^2},$$

ce qui, pour la valeur admise de s^2, donne

$$h = 0,$$

ainsi qu'on pouvait le prévoir.

On a, dès lors,

$$t_1 = \frac{3l+y}{c\cos\alpha_1} = \frac{3l+y}{cs}.$$

Déterminons maintenant la durée t_2 du trajet de l'autre onde, résultant du dédoublement produit par la glace G. Nous aurons

$$t_2' = \frac{sl'}{c - v},$$

$$t_2'' = \frac{s(l' - h')}{c + v},$$

$$t_2''' = \frac{h' + l + y}{c \cos \alpha_1'}.$$

$$t_2 = t_2' + t_2'' + t_2'''.$$

Le chemin parcouru dans le sens du mouvement de la Terre, depuis la réflexion sur la glace G, est évidemment égal à

$$s h' + (l + y + h') \operatorname{tg} \alpha_1' - v t_2''',$$

expression qu'il faut annuler ; ce qui donne

$$h' = -(l + y) \frac{\sin \alpha_1' - \beta}{s \cos \alpha_1' + \sin \alpha_1' - \beta}.$$

Il est aisé, d'ailleurs, de déterminer l'angle α'_1 comme l'a été, un peu plus haut, l'angle α_1 et l'on trouve

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_1'}{2} = \frac{\operatorname{tg} \zeta + \frac{\beta}{2}(1 + \operatorname{tg} \zeta)}{1 + \frac{\beta}{2}(1 + \operatorname{tg} \zeta)},$$

d'où

$$\operatorname{tg} \alpha_1' = \frac{2 \operatorname{tg} \zeta + \beta\left(1 + \frac{\beta}{2}\right)(1 + \operatorname{tg} \zeta)^2}{(1 + \beta)(1 - \operatorname{tg}^2 \zeta)} = \frac{1 - s^2 + \beta(2 + \beta)}{2 s (1 + \beta)},$$

$$\cos \alpha_1' = \frac{2 s (1 + \beta)}{1 + s^2 + \beta(2 + \beta)},$$

$$\sin \alpha_1' = \frac{1 - s^2 + \beta(2 + \beta)}{1 + s^2 + \beta(2 + \beta)}.$$

En remplaçant s^2 par la valeur $(1 - \beta^2)$, on trouve simplement

$$\operatorname{tg} \alpha_1' = \frac{\beta}{s},$$

$$\cos \alpha_1' = s,$$

$$\sin \alpha_1' = \beta,$$

C'est-à-dire que l'angle α'_1 devient égal à α'. On voit immédiatement que

$$h' = 0,$$

ainsi qu'on pouvait le prévoir, et que, par conséquent,

$$t_2 = \frac{2 s l'}{c(1 - \beta^2)} + \frac{l + y}{c s} = \frac{2 l' + l + y}{c s}.$$

La différence de marche des deux ondes a, dès lors, pour valeur

$$t_2 - t_1 = \frac{2(l' - l)}{c s},$$

c'est-à-dire qu'elle est nulle lorsqu'on a réglé l et l' à l'égalité et, réciproquement, si on règle dans cette position l' par la condition que le déplacement des franges soit nul, il en résultera que les longueurs l et l' seront optiquement égales.

Ainsi, dans cette position, la contraction de Lorentz entraînerait nécessairement un résultat négatif de l'expérience (si l'égalité optique des deux bras l et l' est réalisée). Nous allons voir qu'il en est de même, malgré

Fig. 14.

une marche toute différente des ondes, dans la position d'orientation à 90°.

Déterminons tout d'abord l'angle α_2 qui remplace, dans ce cas, l'angle α (fig. 14). Nous avons

$$OA = BB'' = c t_3',$$

$$BB' = \frac{OB}{s} = \frac{h}{s},$$

$$B'B''' = v t_3',$$

$$B'B'' = \frac{v t_3'}{s}.$$

Les deux triangles rectangles OAB'' et OBB'' sont égaux ; donc

$$\alpha_2 = \widehat{BOB''} - \widehat{AOB''} = \widehat{BOB''} - \frac{\pi}{2} + \widehat{AB''O} = 2\widehat{BOB''} - \frac{\pi}{2},$$

$$BB'' = c t_3' = BB' + B'B'' = \frac{h + v t_3'}{s}.$$

d'où

$$t_3' = \frac{h}{c(s - \beta)},$$

et

$$BB'' = c t_3' = h \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha_2}{2}\right);$$

d'où résulte

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha_2}{2}\right) = \frac{1}{s - \beta}.$$

et, par conséquent,

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2}+\alpha_2\right) = -\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha_2} = \frac{\frac{2}{s-\beta}}{1-\left(\frac{1}{s-\beta}\right)^2}$$

$$= \frac{2(s-\beta)}{(s-\beta)^2-1} = \frac{s-\beta}{-\beta s},$$

ou

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{\beta s}{s-\beta}.$$

Nous voyons que l'angle α_2 diffère notablement de l'angle α_1 et que, par conséquent, la marche de l'onde est toute différente de celle du cas où la durée du trajet est t_1 ; l'identité de résultats à laquelle on parviendra finalement n'en est que plus remarquable.

On déduit de là

$$\cos\alpha_2 = \frac{s-\beta}{1-\beta s},$$

$$\sin\alpha_2 = \frac{\beta s}{1-\beta s}.$$

De même, l'angle α'' sera remplacé par un angle α''_2 résultant de l'égalité antérieurement établie

$$\frac{\sin\alpha_2''}{\cos\alpha_2''-\beta} = \frac{\sin\alpha_2}{\cos\alpha_2+\beta},$$

d'où l'on déduit

$$\cos\alpha_2'' = \frac{2\beta+(1+\beta^2)\cos\alpha_2}{1+\beta^2+2\beta\cos\alpha_2},$$

c'est-à-dire

$$\cos\alpha_2'' = \frac{s+\beta}{1+\beta s},$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2'' = \frac{\beta s}{s+\beta},$$

$$\sin\alpha_2'' = \frac{\beta s}{1+\beta s}.$$

Nous avons, dès lors, en reprenant brièvement des calculs déjà détaillés précédemment,

$$ct_3' = \frac{h+vt_3'}{s},$$

d'où

$$t_3' = \frac{h}{c(s-\beta)},$$

$$t_3'' = \frac{sl-h-\frac{vh}{c(s-\beta)}-vt_3''}{c\cos\alpha_2} = s\,\frac{l-\frac{h}{s-\beta}}{c(\cos\alpha_2+\beta)},$$

$$t_3''' = \frac{s(2l+y)+vt_3'''}{c\cos\alpha_2''} = \frac{s(2l+y)}{c(\cos\alpha_2''-\beta)}.$$

Le trajet effectué dans le sens du mouvement de la Terre a pour valeur

$$ct_3'+ct_3''\sin\alpha_2+ct_3'''\sin\alpha_2'',$$

expression qu'il faut annuler. Comme, d'ailleurs,

$$\frac{\sin\alpha_2''}{\cos\alpha_2''-\beta} = \frac{\sin\alpha_2}{\cos\alpha_2+\beta},$$

ceci s'écrit simplement

$$\frac{h}{s-\beta}\left(\frac{\cos\alpha_2+\beta}{\sin\alpha_2}-s\right) = -s(3l+y),$$

c'est-à-dire

$$h = -\beta(3l+y).$$

Dans ces conditions,

$$t_3 = \frac{h}{c(s-\beta)}\left[1-\frac{1-\beta s}{1-\beta^2}\right]+l\,\frac{1-\beta s}{1-\beta^2}+(2l+y)\,\frac{1+\beta s}{1-\beta^2},$$

d'où

$$t_3 = \frac{1}{c}\left[3l+y+\frac{\beta}{s}(l+y)\right].$$

Si nous reprenons rapidement les calculs relatifs à l'onde dédoublée, nous voyons d'abord que l'angle α' sera remplacé par un angle α'_2 dont la valeur sera donnée par l'expression

$$\operatorname{tg}\alpha'_2 = \frac{\beta s}{s+\beta},$$

et l'on constatera, non sans quelque surprise, que cet angle α'_2 est précisément égal à α''_2. Ceci laisse déjà présager que la différence de marche des deux ondes s'annulera. Nous avons, en effet

$$t'_4 = \frac{l'}{c},$$

$$t''_4 = \frac{(s-\beta)l'-h'}{c(s+\beta)},$$

$$t'''_4 = \frac{h'+s(l+y)+\beta\,\frac{2sl'-h'}{s+\beta}}{c(\cos\alpha'_2-\beta)},$$

et, par conséquent,

$$t_4 = \frac{l'}{c}+\frac{(s-\beta)l'-h'}{c(s+\beta)}+\frac{1}{c}\left[\frac{h'}{s+\beta}+l+y+\frac{2\beta l'}{s+\beta}\right]\frac{1+\beta s}{1-\beta^2},$$

Le chemin parcouru dans le sens du mouvement de la Terre, depuis la réflexion sur la glace G jusqu'à l'écran, a, d'ailleurs, pour valeur

$$\frac{h'}{s}+v\,\frac{t'_4+t''_4}{s}+ct'''_4\sin\alpha'_2,$$

expression qu'il faut annuler. On en déduit aisément

$$h' = -2\beta l' - \frac{\beta s(s+\beta)(l+y)}{1+\beta(s-\beta)}$$

et, en substituant dans l'expression de t_4, on obtient, après quelques réductions,

$$t_4 = \frac{2l'}{c} + \frac{l+y}{c} \times \frac{1+2\beta s}{1+\beta(s-\beta)}.$$

La différence de marche des deux ondes aura pour valeur

$$t_4 - t_3 = \frac{2l'}{c} + \frac{l}{c}\left[\frac{-2-\beta s+3\beta^2}{1+\beta(s-\beta)} - \frac{\beta}{s}\right] + \frac{y}{c}\left[\frac{\beta(s+\beta)}{1+\beta(s-\beta)} - \frac{\beta}{s}\right].$$

y disparait, comme on pouvait le supposer, et il reste finalement

$$t_4 - t_3 = \frac{2l'}{c} - \frac{2ls(\beta+s)}{c[1+\beta(s-\beta)]} = 2\frac{l'-l}{c}.$$

Ainsi, qu'on ait réglé optiquement les bras l et l' à l'égalité dans une position voisine de 45°, ou dans la première position, la différence de marche sera nulle dans la position à 90°.

Ces conclusions sont très intéressantes, non seulement par l'hommage qu'elles amènent à rendre au génie intuitif de M. Lorentz dont l'hypothèse, bien que d'un mécanisme assez différent de celui qui est généralement exposé, aboutit néanmoins en ce cas au résultat désiré, mais surtout parce que la manière différente dont se comporte l'appareil, suivant que la glace centrale est maintenue à 45° ou déréglée par l'effet de la contraction, peut amener à des conclusions intéressantes.

Si, en effet, on obtenait, en tenant compte des précautions indiquées plus haut, un résultat positif dans le premier cas et négatif dans le second, on aurait ainsi un argument de réelle valeur en faveur des systèmes de transformation basés sur la contraction de Lorentz.

Si, au contraire, l'expérience donnait dans le second cas un résultat positif, l'idée de la contraction de Lorentz et tous les systèmes de transformation qui ont cette contraction comme base nécessaire devraient être abandonnés.

IV. L'expérience de Michelson et la théorie de la relativité. — Les conséquences à tirer de l'expérience de Michelson en ce qui concerne la théorie de la relativité seront très différentes selon que l'on aura décidément obtenu un résultat positif, ou que, doutant avec force de la valeur des résultats positifs obtenus, on considérera que l'ensemble des expériences se résume par un résultat négatif.

S'il est définitivement établi que l'expérience soit en mesure de fournir des résultats positifs, on ne voit pas bien comment la théorie de la relativité pourrait résister à une pareille constatation expérimentale, car les fondements mêmes de la théorie de la relativité exigent que l'expérience de Michelson ne puisse fournir que des résultats négatifs.

Supposons donc que l'on admette encore qu'aucun résultat positif n'ait pu être obtenu avec certitude, que la glace centrale ait été maintenue à 45° avec les diamètres principaux, ou qu'on suppose qu'elle ait obéi à la contraction générale du plateau dans le sens du mouvement de la Terre.

Dans le dernier cas, on aura obtenu un argument en faveur de la théorie de la relativité, argument non décisif assurément, mais important néanmoins, parce qu'il empêche d'invoquer la question préalable.

Mais, dans le cas précédent, la situation deviendra assez singulière. Des bases fondamentales de la théorie de la relativité on déduit, en effet, d'une part, que le résultat doit être négatif, ce qui est conforme à l'expérience supposée et, d'autre part, que le groupe de transformation à employer doit être celui de Lorentz. Or, nous avons vu que, dans ce cas, le résultat négatif ne peut être obtenu que par des groupes de transformation autres que celui de M. Lorentz ; ces groupes en diffèrent évidemment très peu, mais si petites que soient les divergences, elles constituent une contradiction assez singulière au premier abord.

On objectera peut être que, du point de vue de la relativité, la glace G se placera automatiquement de manière que cette contradiction ne puisse se produire. Même s'il en est ainsi, les considérations suivantes conservent leur valeur.

Dans la plupart des exposés de la théorie relativiste, l'expérience de Michelson est décrite dès le début de la relativité restreinte et présentée comme un fait expérimental apportant au postulat fondamental un appui équivalant presque à une démonstration.

Or, cette expérience nous parait être du domaine de la relativité générale et non de la relativité restreinte. Les ondes lumineuses y circulent à proximité immédiate de la matière lourde (plateau, glace, miroir, etc.) et se trouvent, en outre, dans le champ gravifique de la Terre, c'est-à-dire que la lumière ne se propage plus (dans la théorie relativiste) en ligne droite, ni avec une vitesse constante.

Dans ces conditions, l'expérience de Michelson ne serait plus qu'un des faits expérimentaux susceptibles d'aider à la construction, à peine ébauchée, de la théorie de la relativité générale, et la théorie apparaîtrait nettement avec son caractère propre, d'ailleurs affirmé par M. Einstein lui-même au Collège de France, de théorie basée uniquement sur des postulats et non sur l'expérience.

Tout résultat expérimental opposé à la théorie (tel qu'un résultat positif certain de l'expérience de Michelson) suffirait dès lors à la rendre fort peu probable, alors qu'il faudrait de nombreuses et très nettes confirmations des idées théoriques qu'elle a suggérées pour qu'on puisse la considérer comme confirmée par ses conséquences.

E. Brylinski.

Revues, analyses et informations

Les électrons à vitesse lente produits par les rayons X [1].

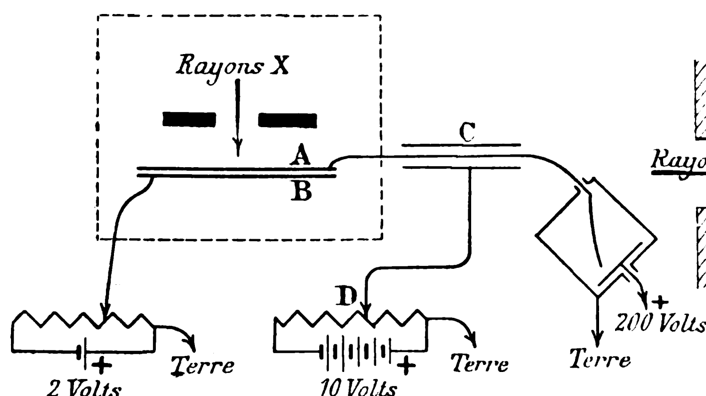
Pendant qu'il étudiait l'absorption d'électrons produits par les rayons X dans des gaz variés, l'auteur remarqua certaines particularités dans les courbes d'absorption, d'où il conclut que les groupes d'électrons possédant des vitesses moindres que celles données par l'équation $1/2\, mv^2 = h\nu$, où ν est la fréquence maximum de la radiation incidente, jouent un rôle important dans l'émission électronique. Il résulte des travaux de l'auteur, de ceux de de Broglie et de Whiddington qu'il n'y a pas de limite à la vitesse des photo-électrons inférieure à celle déduite de l'équation

$$\frac{1}{2} mv^2 = h(\nu - \nu_0).$$

L'auteur a donc fait des expériences relatives à la répartition de la vitesse de ces électrons, émis avec une énergie minimum, par un écran de poids atomique élevé soumis aux rayons X. Elles ont montré que, pratiquement, l'émission des électrons est limitée à ceux qui ont une vitesse moindre que celle correspondant à 2 volts.

Sur la figure 1, A et B représentent deux feuilles de papier-filtre, d'environ 16 cm² de surface, isolées l'une de l'autre et distantes de 1 mm. Le côté de A opposé à B est rendu conducteur par frottement à l'aide de graphite pur. Le côté qui regarde B est recouvert d'une feuille d'or. Les deux côtés de B sont enduits de graphite. La feuille d'or est connectée directement à un électroscope de Wilson, par un conducteur court entouré sur 10 cm de sa longueur d'un tube de métal isolé de 2 cm de diamètre, dont on peut faire varier le potentiel de 0 à —10 v à l'aide du rhéostat D. Le potentiel de B varie entre $\pm$ 2 v.

La méthode d'expérience est la suivante : on met la feuille d'or à la terre, puis on l'isole ; C est mis à la terre et B est porté au potentiel de — 1 v, par exemple. Ensuite, on émet les rayons X. Le système A devrait normalement acquérir un potentiel positif dû à la perte d'électrons de la feuille d'or.



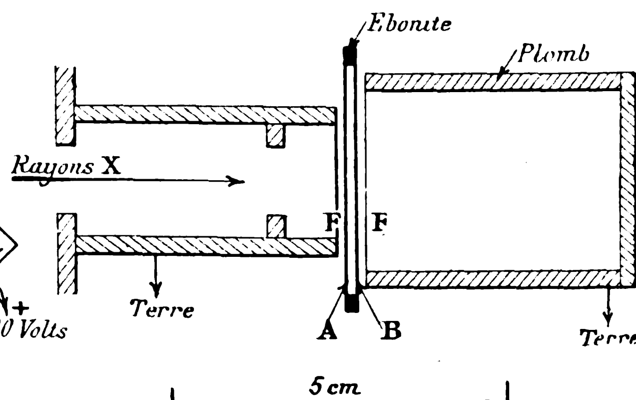


Fig. 1. — Dispositif expérimental pour la mesure de la vitesse des électrons émis avec le minimum d'énergie. — Fig. 2. Dispositif destiné à rendre les rayons X parallèles et comprenant des écrans de plomb et le radiateur A ; le tout est placé à l'intérieur d'un cylindre en laiton dans lequel on a fait le vide.

On empêche ce fait en diminuant progressivement le potentiel de C, de façon que celui de A reste à zéro. Après une minute, C est mis à la terre. Immédiatement A acquiert son potentiel positif normal, dû à la perte de charge négative, qui peut être mesurée par le déplacement de la feuille de l'électroscope. La méthode est une méthode de zéro. Elle est nettement avantageuse pour la mesure précise des vitesses d'électrons extrêmement lents. On peut ajouter que, de la position finale du curseur D qui maintient le potentiel de A à zéro, à la fin de l'expérience, on peut déduire la valeur de la charge acquise par A.

Des précautions très grandes ont été prises pour éviter la charge de A par émission électronique de n'importe quelle partie de l'appareil autre que la feuille d'or. La figure 2 montre le dispositif adopté pour rendre les rayons parallèles.

Des courbes caractéristiques ont été tracées. Elles représentent la charge acquise en une minute par le système A, maintenu au potentiel zéro, l'abscisse donnant le potentiel de B en volts.

Les courbes montrent que 85 pour 100 des électrons émis ont des vitesses moindres que celles données par une chute de 2 v.

L'auteur prétend que le mode de production de ces électrons à vitesse lente ne peut pas être dû complètement au recul atomique, conséquence de l'éjection de rayons β à grande vitesse, ni à l'action de l'énergie des rayons X transformée en énergie de plus grande longueur d'onde. — C. F.

(1) Lewis Simon, *Philosophical Magazine*, septembre 1923, t. XLVI, p. 473-481, 3500 mots, 3 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

IV. — Piles et accumulateurs [1].

Au cours de ces dernières années, les piles ont été l'objet d'études qui ont amené dans leur construction d'intéressants perfectionnements, que font ressortir les piles présentées par M. Ch. Féry, la Société Le Carbone, M. L. Neu, la Société des Accumulateurs Heinz, piles qui sont décrites dans l'article ci-dessous. De leur côté, les fabricants d'accumulateurs au plomb n'ont cessé d'apporter, dans la construction de ces appareils, des améliorations de détail qui ont permis d'en augmenter la robustesse tout en diminuant leur poids rapporté à l'énergie emmagasinée; c'est ce que montrent les résultats obtenus avec les accumulateurs qu'exposaient ces fabricants : Société nouvelle de l'accumulateur Fulmen, Société pour le Travail électrique des Métaux, Société des Accumulateurs « Monoplaque », Compagnie générale d'Electricité, Société des Accumulateurs Heinz, Etablissements Paul Gadot. A la suite des renseignements concernant ces accumulateurs au plomb, on trouvera dans cet article, quelques considérations sur les accumulateurs au fer-nickel qui sont construits en France par la Société des Accumulateurs fixes et de Traction. A la fin de l'article, sont mentionnés les divers types d'accumulateurs qui ont été établis par la plupart des constructeurs en vue de répondre aux conditions de fonctionnement qu'impose à ces appareils leur emploi en radiotélécommunication.

Piles. — Cette source d'énergie électrique, vieille de plus de cent ans, était encore représentée à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ; de plus, et il importe de le noter, on a pu y constater qu'un certain nombre d'inventeurs n'ont pas abandonné tout espoir de tirer un meilleur parti de l'énergie disponible dans les piles, convenablement établies. Les résultats de ces recherches, qui étaient exposés au Grand Palais, sont d'ailleurs encourageants et permettent de penser que, dans un temps plus ou moins rapproché, les piles pourront être substituées, dans un certain nombre d'applications, aux machines génératrices dynamiques, qui, en pratique, les ont supplantées depuis l'invention de Gramme.

Si l'on compare les piles présentées à l'Exposition de Physique et de T. S. F. à celles que l'on trouvait seules dans l'industrie, il y a dix ou quinze ans, on comprendra que l'espoir des inventeurs qui en font l'objet de leurs études est justifié. Le progrès réalisé réside dans le fait que le dépolarisant adopté dans les piles modernes est l'oxygène, gaz de l'atmosphère dont nous disposons en quantité illimitée et dont la distribution à la pile, durant son fonctionnement, est régulière, continue et ne nécessite aucune surveillance.

La dépolarisation par l'air est intéressante, tant au point de vue économique qu'au point de vue technique, puisque, d'une part, il n'y a pas à prévoir le remplacement du dépolarisant et que, d'autre part, la régularité de sa distribution assure le fonctionnement de la pile pendant un temps beaucoup plus long que dans le cas des piles à dépolarisant à quantité limitée.

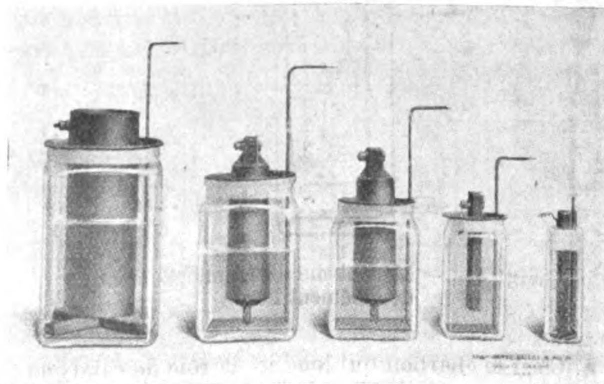


Fig. 36. — Eléments Féry. Force électromotrice, 1,25 volt.

N°	Dimensions du vase — Hauteur. mm	Longueur. mm	Largeur. mm	Capacité. A-h
00	115	40	35	4
0	125	60	60	18
1	138	85	85	44
2	165	105	105	73
3	200	118	118	105

Nous citerons d'abord la pile de M. Ch. Féry qui, par ses études approfondies et bien connues du mécanisme des piles et des accumulateurs, a si largement contribué au succès des piles à dépolarisation par l'air. Les éléments Féry étaient exposés dans le stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon (fig. 36).

[1] Voir les chapitres I, II et III dans la *Revue générale de l'Electricité* des 9, 16 et 23 février 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256 et 295-306.

Cette pile, dont la description a été donnée dans la « Revue générale de l'Electricité » [1], est constituée par un couple de charbon-zinc-chlorure d'ammonium. La plaque de zinc est placée horizontalement au fond du vase qui contient la solution, et le charbon vertical, électrode positive, repose sur la plaque de zinc par l'intermédiaire d'un isolant. L'électrode négative, c'est-à-dire la plaque de zinc, est reliée à la borne correspondante de l'élément par un fil de cuivre isolé, tandis que le charbon dépasse le niveau supérieur de l'élément et est facilement accessible.

Rappelons rapidement le principe du fonctionnement de cette pile. Lorsque la pile est en service, le sel ammoniac se décompose ; le chlorure de zinc, qui prend naissance, forme une couche *lourde* autour du zinc, tandis que l'ammonium, qui se porte autour du charbon, se scinde en hydrogène et en gaz ammoniac (AzH^3). Ce dernier se dissout en donnant de l'ammoniaque (AzH^4OH) qui forme une couche légère à la surface de l'élément. Il en résulte que le charbon est recouvert, dans sa partie inférieure, d'hydrogène, tandis que la partie supérieure baigne dans un liquide saturé d'oxygène, provenant de la dissolution des éléments de l'air dans les couches superficielles du liquide. La figure 37 représente d'ailleurs le mécanisme en question.

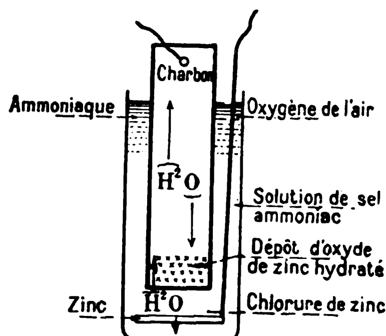


Fig. 37. — Mécanisme du fonctionnement de l'élément Féry.

tion. C'est le charbon qui joue ici le rôle de catalyseur entre l'oxygène de l'air et l'hydrogène qui produit la polarisation, et ceci, grâce en particulier à sa position verticale. En effet, le couple de dépolarisation résultant de cette dyssymétrie électrochimique entre les deux parties inférieure et supérieure du charbon fonctionne en même temps que le couple principal. L'oxygène qui se dégage, sous son influence, à la partie inférieure du charbon, se combine avec l'hydrogène provenant de la polarisation du couple principal, tandis qu'à la partie supérieure du charbon, il se produit un dégagement d'hydrogène qui se combine à l'oxygène dont le liquide est saturé.

Si l'idée d'adopter l'oxygène de l'air comme dépolarisant n'est pas relativement nouvelle, puisqu'en 1879, déjà, Maiche avait conçu une pile basée sur ce principe, la réalisation d'une pile donnant des résultats satisfaisants, et même plus satisfaisants que les piles à bioxyde de manganèse qui ont rendu et rendent d'ailleurs encore de grands services, date de quelques années seulement. Le succès de l'élément Féry provient notamment de la disposition horizontale de l'électrode négative, au fond du vase, c'est-à-dire à l'abri de l'oxydation pouvant résulter de son contact avec l'air ; de plus, grâce à la couche de chlorure de zinc qui se forme autour de la plaque, elle est également protégée contre l'ammoniac qui attaque le zinc. Voici d'ailleurs quelques chiffres que nous ont communiqués les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon et qui permettent de se rendre compte de ce que l'on peut demander à ces éléments.

« Un élément à grand débit, monté dans un vase carré de 10 cm × 10 cm et de 14 cm de haut, contenant 750 cm³ d'eau et 190 g de sel ammoniac, avec un zinc de 135 g peut fournir, en service continu ou intermittent, une énergie totale correspondant à 105 A-h.

» Pour un tel élément, le régime peut être maintenu rigoureusement continu à 150 milliampères. La force électromotrice de l'élément est de 1,4 v ; la différence de potentiel, à ce régime, est de 0,9 v au début, se maintient au-dessus de 0,7 v pendant les deux tiers de la décharge, que l'on considère comme terminée lorsque la pile atteint 0,5 v.

» Le même élément peut fournir un courant d'intensité égale à 1,5 A sous une différence de potentiel de 0,9 v pour les contacts instantanés. ».

Nous signalerons encore que, pour le même zinc et le même charbon, le débit est sensiblement proportionnel à la surface libre du liquide, tout au moins, tant que le rapport des surfaces comparées ne dépasse pas celui de 1 à 6.

Le lecteur trouvera d'ailleurs des résultats d'essais dans le plus récent des articles cités plus haut, en particulier ceux relatifs à une batterie de piles installée au bureau télégraphique d'Epernay.

La Société Le Carbone (fig. 38) présentait ses piles AD qui rentrent également dans la catégorie des piles à dépolarisation par l'air. Cette firme, qui depuis de nombreuses années s'est fait une spécialité de la fabrication des piles, est particulièrement bien placée pour émettre un avis compétent sur cette question et le fait qu'elle adopte la pile à dépolarisation par l'air met nettement en évidence l'intérêt pratique de ce genre de piles.

Comme dans l'élément Féry, le couple de la pile AD est un couple charbon-zinc-chlorure d'ammonium. Le charbon très poreux, entouré d'une pellicule perméable aux gaz, mais non aux liquides, et cependant bonne conductrice d'électricité, constitue une véritable chambre de réactions ; les réactions sont sensiblement les

[1] Ch. Féry ; Piles à densité et à faible usure locale. *R. G. E.*, 3 mars 1917, t. I, p. 323-327.
Ch. Féry ; Pile à dépolarisation par l'air. *R. G. E.*, 2 avril 1921, t. IX, p. 471-472.
Fournier ; Les piles à dépolarisation par l'air *R. G. E.*, 30 décembre 1922, t. XII, p. 1019-1024.

mêmes que celles que nous avons indiquées plus haut, au sujet de l'élément Féry; mais le mécanisme en est un peu différent : l'hydrogène qui produit la polarisation, se combine avec l'oxygène de l'air que contient le charbon et le gaz ammoniac ($Az H^3$) se dissout dans l'eau qui résulte de cette première combinaison; c'est cette condensation qui, en provoquant dans la chambre de réactions une dépression, assure l'appel d'une nouvelle quantité de gaz ammoniac et d'oxygène. La vitesse de ces échanges gazeux est constante, d'où résulte une différence de potentiel aux bornes de l'élément sensiblement constante pour un régime continu, ne dépendant que des surfaces des électrodes et de la concentration de l'électrolyte. Notons, à ce propos, que la résistance intérieure de la pile est très faible et ne dépasse pas, pour certains modèles 0,01 à 0,02 ohm. De plus, on se rend facilement compte que le mécanisme de la dépolarisation peut fonctionner même



Fig. 38. — Stand de la Société Le Carbone.

lorsque la pile est hors service : notamment durant les périodes d'arrêt, dans les services intermittents. La force électromotrice est donc maintenue constante.

Enfin, l'électrode positive est disposée de façon à produire un couple secondaire, s'ajoutant au couple principal, qui a pour effet de ramener l'usure effective du zinc à son importance théorique et de régénérer partiellement le chlorure d'ammonium. Il en résulte une augmentation de la capacité de l'élément, si on la compare à celle des piles au manganèse de même volume.

Nous reproduisons sur la figure 39 des résultats d'essais d'un élément AD. Les deux courbes représentent les variations de la différence de potentiel aux bornes de l'élément étudié en fonction de la durée du service : la courbe en trait ponctués se rapporte à une pile au bioxyde de manganèse et celle en traits forts, à une pile AD de mêmes dimensions. La première pile est du modèle 295/35 de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones ; elles débitent toutes deux sur une résistance constante de 10 ohms.

La Société Le Carbone a appliqué le principe des piles à liquide à la fabrication des piles sèches; elle réalise des piles de capacité double, à volume égal, de

celles de bioxyde de manganèse, et de durée beaucoup plus grande, grâce à l'imperméabilité aux liquides de l'électrode positive, qui évite la dessiccation de l'électrolyte.

Cette société a présenté ce nouvel élément en batteries : nous avons remarqué, en particulier, une batterie de 500 v, pour les mesures d'isolement de câbles, d'en-

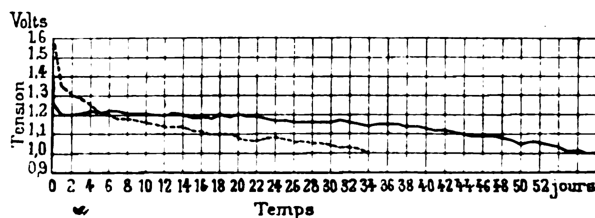


Fig. 39. — Variation de la tension aux bornes d'un élément AD (trait fort), et d'un élément au bioxyde de manganèse (trait ponctué), pendant une décharge continue sur une résistance constante de 10 ohms.

combrement réduit, et tout indiquée pour ce genre d'applications à cause de la constance de la tension aux bornes pour les raisons développées plus haut ; deux batteries d'éclairage de secours pour les automobiles ; l'une d'elles, formée de cinq éléments secs, destinée de préférence à l'alimentation de l'éclairage en stationnement, peut débiter un courant d'intensité égale à 1,5 A sous 4 v, pendant une ou deux heures par

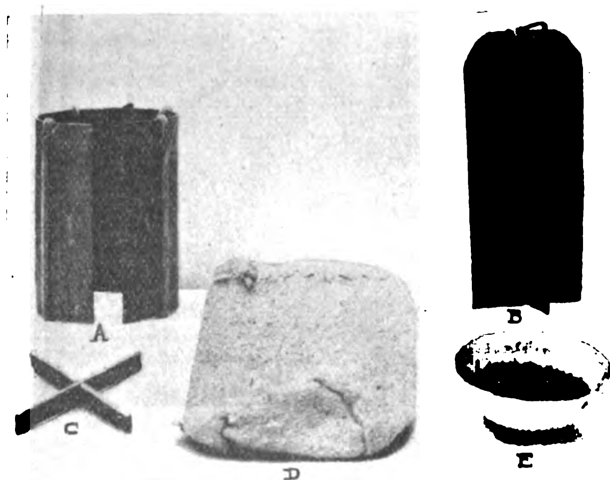


Fig. 40. — Eléments constitutifs de la pile hydroélectrique, alcaline, à niveau constant et à dépolarisation par l'air, de M. L. Neu.

A, zinc; B, électrode positive en fer ; C, croisillon support; D, sac en amiante ; E, charbon de cornue concassé.

jour (sa capacité totale correspond à 200 heures d'éclairage) ; l'autre, également de cinq éléments, est plutôt prévue pour alimenter un projecteur muni d'une ampoule de 6 v, 50 bougies pendant deux ou trois heures (sa capacité totale correspond à 60 heures d'éclairage).

Enfin, M. L. Neu, ingénieur, a exposé une pile hydroélectrique alcaline, à niveau constant et à dépolarisation par l'air. La figure 40 représente les éléments constitutifs de cette pile. Son électrode négative est une plaque de zinc A, placée le long de la paroi interne du vase ; l'électrode positive, formée d'une tôle en fer B, est logée dans le sac D rempli à son tour de charbon de cornue concassé, G. L'électrolyte est une solution concentrée de potasse. Comme dans les piles dont nous venons d'examiner le principe, le sac doit dépasser le niveau du liquide pour que la pile puisse, selon l'expression de M. Neu lui-même, « respirer » l'air ambiant.

La constance du niveau est assurée si le degré de

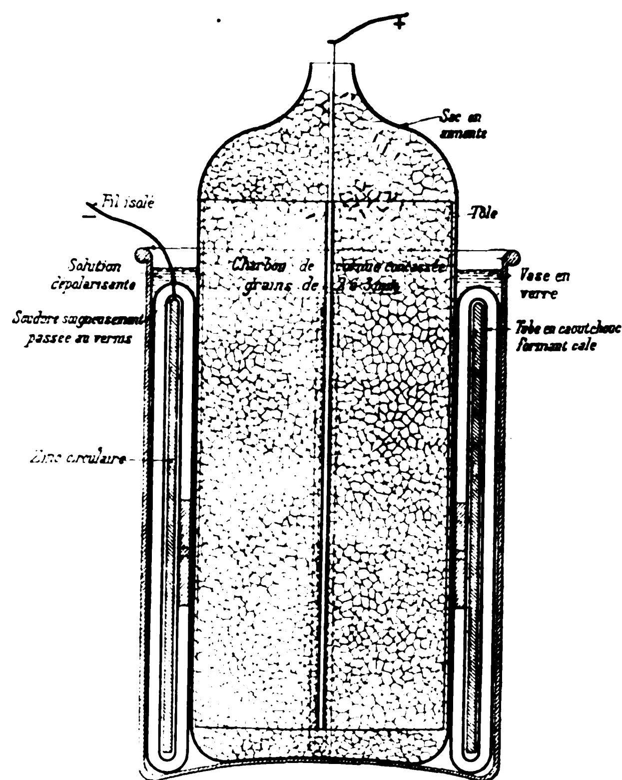


Fig. 41. — Pile hydroélectrique alcaline à dépolarisation par l'air de M. L. Neu.

concentration de la solution de potasse est tel que l'humidité de l'air soit suffisante pour éviter l'évaporation.

Cette pile est représentée sur la figure 41, tandis que les courbes de la figure 42 donnent quelques résultats d'essais effectués sur un élément formé d'un vase de 12 cm de diamètre et de 20 cm de hauteur et débitant, en service continu, un courant d'intensité égale à 50 milliampères. Il est facile, d'après ces indications, d'évaluer la capacité de cet élément qui s'élève à 300 A-h environ.

Signalons, en terminant, les piles sèches exposées par la Société des Accumulateurs Heinz.

Ainsi donc que nous l'écrivions au début, l'Exposition de Physique et de T. S. F. a permis de constater un progrès dans la conception et la fabrication des piles. Si la puissance qu'elles peuvent développer n'est pas encore comparable à celles mises en jeu dans les machines génératrices, le rendement de la matière employée est considérablement amélioré, ce qui présente d'abord un très grand intérêt immédiat dans le cas des applications pour lesquelles seules les piles

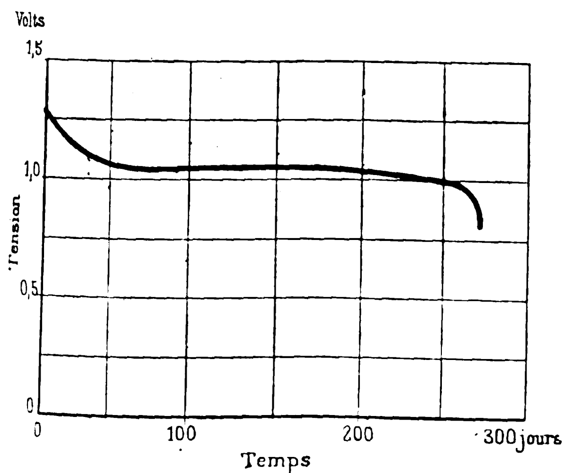


Fig. 42. — Courbes représentant les variations de la tension de la pile hydroélectrique alcaline de M. L. Neu, débitant en régime continu un courant d'intensité égale à 50 mA. (Dimensions du vase : 12 cm de diamètre et 20 cm de hauteur).

sont indiquées et, ensuite, un grand encouragement pour les inventeurs qui se sont attachés à cette question.

Accumulateurs. — A part les accumulateurs alcalins au fer-nickel présentés par la Société des Accumulateurs fixes et de Traction, tous les accumulateurs exposés sont basés sur le même principe que celui de Planté qui date de 1859 et dont on pouvait d'ailleurs voir un modèle au stand de l'Exposition réstrospective.

Empressons-nous toutefois d'ajouter que les accumulateurs modernes se distinguent de leurs aînés par le meilleur parti que l'on est parvenu à tirer de la matière employée, et les efforts des constructeurs tendent chaque jour à améliorer leur rendement et à réduire leur poids. Les résultats obtenus sont d'autant plus intéressants, actuellement, que la question à l'ordre du jour de la traction par accumulateurs est de nouveau examinée de très près et que la solution ne peut être favorable aux accumulateurs que si les conditions de poids réduit et de rendement élevé sont bien satisfaites. Nous ne nous arrêterons pas à l'examen de cette question, ce qui nous éloignerait du but que nous poursuivons ici; nous ne pouvons que signaler aux lecteurs une récente étude de M. J. Boës ainsi que le rapport sur les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs, qui ont été publiés dans la « Revue générale de l'Electricité » [1].

Pour en revenir à ce qui nous occupe, nous noterons, à ce propos, les accumulateurs pour voitures électriques exposés dans le stand de la Société nouvelle de l'Accumulateur Fulmen. On sait que cette société s'est fait, depuis plus de trente ans, une spécialité de la fabrication des accumulateurs au plomb.

Les accumulateurs de traction qu'elle a présentés sont du type de ceux qui ont contribué au record de parcours sans recharge sur une distance de 307 km (Paris-Châtellerault).

Dans ce même stand figurait un élément destiné à la propulsion des sous-marins, prélevé sur une batterie en service qui vient de fournir, au cours d'essais officiels, plus de 4 000 kw-h avec un seul changement de plaques positives; après plus de 750 décharges complètes, les plaques négatives avaient conservé toutes leurs propriétés.

Dans le même ordre d'idées, nous avons remarqué encore des batteries destinées au démarrage des véhicules à moteur à explosion, qui doivent assurer un fort débit instantané. Pour réduire leur poids, la Société nouvelle de l'Accumulateur Fulmen groupe les éléments dans des paniers en aluminium bakélisé.

La Société pour le Travail électrique des Métaux, la plus ancienne des sociétés de construction d'accumulateurs, puisqu'elle date de 1887, exposait également des accumulateurs pour la traction, pour la propulsion des navires et pour le démarrage des automobiles, à côté d'accumulateurs d'autres types sur lesquels nous reviendrons.

Les batteries de traction que construit cette société ont pu développer 50 w-h par kilogramme d'élément au régime de décharge en dix heures; c'est une batterie de ce type qui a permis à une voiture Kriéger de parcourir sans recharge 225 km à la vitesse moyenne de 40 km : h.

Les batteries de démarrage, également exposées dans ce stand, peuvent débiter un courant d'intensité supérieure à 200 A, tandis que le poids de chaque élément ne dépasse pas 5 kg. La tension aux bornes de la batterie est de 6 ou 12 v, suivant le mode de couplage que l'on modifie suivant le type de voiture auquel la batterie est destinée.

A côté de ces éléments transportables, la Société pour le Travail électrique des Métaux exposait des éléments à poste fixe.

Les dimensions adoptées pour les plaques, leurs dispositions relatives et, d'une façon générale, les détails de la fabrication diffèrent suivant le service que doit assurer l'accumulateur.

Ainsi, pour les éléments fixes qui doivent être carac-

(1) J. Boës; La traction sur route par accumulateurs. *R. G. E.*, 8 et 15 décembre 1923, t. XIV, p. 905-916 et 967-986. Rapport sur les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs. *R. G. E.*, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 306-325 et 356-389.

térisés par le meilleur rendement et la plus longue durée possible des électrodes, la Société pour le Travail électrique des Métaux adopte des plaques positives à grande surface et des plaques négatives épaisses à oxyde rapporté. Elles sont suspendues dans des bacs en verre pour les petits et moyens éléments, et, en bois plombé pour les gros éléments. L'isolement entre deux plaques voisines est assuré par des tubes en verre ou par des séparateurs en bois. Les connexions entre les plaques se font soit par soudure autogène, soit par boulonnage.

Les mêmes dispositions sont adoptées pour les éléments transportables, lorsque l'encombrement et le poids ne sont pas limités; seul le récipient diffère : au lieu des bacs en verre, on emploie des bacs en ébonite ou en matière moulée, en gummite, par exemple, et les séparateurs sont en ébonite doublés parfois de feuilles en bois appliquées sur les plaques négatives.

Dans les autres types d'éléments transportables, les plaques positives et négatives sont à oxyde rapporté. Leur épaisseur varie : elle est assez grande, comprise entre 5 et 6 mm, si l'on n'est pas trop limité par le poids et l'encombrement (batteries pour l'éclairage des trains et pour la propulsion des sous-marins); l'énergie massique est alors de 20 w-h par kilogramme de poids total de l'élément, pour un régime de décharge en dix heures.

Lorsqu'au contraire, on est très limité par le poids et l'encombrement, l'épaisseur de chaque plaque peut être réduite à 2 mm. C'est avec des éléments de ce dernier type qu'ont été obtenus les résultats cités plus haut pour les batteries de traction et de démarrage.

La Société anonyme des Accumulateurs « Monoplaque » présentait également des éléments transportables, destinées notamment à l'éclairage et au démarrage des voitures à moteur à explosion. Nous croyons devoir mentionner ici les perfectionnements apportés par cette société à la préparation des plaques (1). Chacune d'elles est formée de deux demi-grilles ; l'une de ces demi-grilles est munie de tenons et dans l'autre sont prévus des trous, destinés à recevoir les tenons de la première (fig. 43). Les oxydes de plomb, sous forme de poudre, et non plus de pâte, sont répandus sur la demi-grille à tenons et ensuite, celle à trous est emboîtée sur la première. Cet ensemble est soumis à la presse hydraulique qui, par une pression élevée, assure le garnissage des alvéoles par les oxydes de plomb; ces derniers, agglomérés par le coup de presse, ont pris la forme de pastilles. Par la même opération, les deux demi-grilles sont rivées ensemble. La plaque est alors prête à subir les opérations normales qui la conduisent à sa constitution définitive.

Il résulte de ce nouveau mode de préparation une augmentation de la capacité par unité de volume et de poids, grâce à l'augmentation de la quantité d'oxydes dans chaque plaque. Ainsi une batterie d'accumulateurs Monoplaque du type normal a une capacité de 40,8 A-h par décimètre cube et de 21,06 A-h par kilogramme.

Une autre qualité qu'assure ce mode de préparation est la rigidité des plaques, ce qui leur permet de résister aux chocs auxquels elles sont soumises, dans les batteries d'éclairage et de démarrage. La Société des Accumulateurs « Monoplaque » apporte également un soin particulier à la confection des bacs destinés à recevoir les éléments ; ces bacs dits « monoblocs » sont en une matière moulée, inattaquable à l'acide, ininflammable et d'une élasticité suffisante pour résister aux chocs. A tous points de vue, les accumulateurs de cette société sont particulièrement indiqués dans les applications nécessitant l'emploi d'éléments transportables.

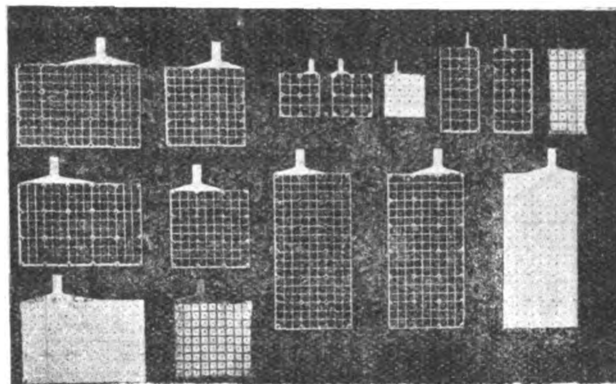


Fig. 43. — Détails de la constitution des plaques « Monoplaque ». Groupes de dimensions différentes.
De haut en bas pour le premier groupe à gauche : demi-grille à trous, demi-grille à tenons; plaque après son passage sous la presse.

Nous signalerons encore le stand de la Compagnie générale d'Electricité dans lequel on remarquait les accumulateurs Tudor sous forme d'éléments transportables, pour les batteries d'éclairage et de démarrage, et d'éléments stationnaires dont la capacité peut s'élever jusqu'à 15000 A-h.

Dans le stand de la Société des Accumulateurs Heinz, on pouvait également remarquer des éléments spécialement destinés au démarrage et à l'éclairage des voitures automobiles. Ces accumulateurs sont fabriqués mécaniquement, ce qui rend interchangeables les pièces qui les constituent. La matière active est comprimée dans les alvéoles d'un support inoxydable; la forme spéciale donnée à ce support et la cémentation des particules entre elles contribuent à la maintenir très solidement.

Enfin, citons parmi les autres constructeurs d'accumulateurs au plomb les établissements Paul Gadot, qui montraient, outre les accumulateurs pour l'éclairage et le démarrage, des éléments de traction.

(1) Les nouvelles batteries Monobloc de la S. A. A. M. : *La Pratique automobile*, 15 décembre 1921.

Nous donnons dans le tableau qui suit quelques chiffres qui permettront au lecteur de se rendre compte des résultats réalisés dans la construction des accumulateurs au plomb pour en obtenir le meilleur rendement possible, le poids étant réduit au minimum. Cette question du poids est, comme nous l'avons déjà dit, particulièrement importante lorsqu'il s'agit d'accumulateurs destinés à être montés sur des voitures.

Les chiffres que nous donnons doivent être considérés non comme des garanties mais comme de simples indications; nous les extrayons des documents qui nous ont été communiqués de différent côtés; ils ne constituent donc qu'une moyenne qui peut être dépassée en plus et même en moins.

Batteries de démarrage et éclairage.

Tension : 6 v.

Capacité. Ampères-heure.	Poids de la batterie. Kilogrammes.
40	15
60	20
80	25
100	30

Tension : 12 v.

Capacité. Ampères-heure.	Poids de la batterie. Kilogrammes.
40	26
60	35
80	45
100	58

A côté de ces firmes qui construisent des accumulateurs au plomb, se trouvait la Société des Accumulateurs fixes et de Traction déjà mentionnée plus haut, qui préconise les accumulateurs alcalins au fer-nickel. Les avantages évidents qu'ils présentent résident dans la robustesse de l'élément et l'absence de sulfatation. Leur poids, rapporté à l'unité de capacité, est plus réduit que celui des accumulateurs au plomb ; mais l'écart ne subsiste plus en faveur de l'accumulateur alcalin, si on rapporte le poids à l'unité d'énergie. Il ne faut pas oublier, en effet, dans cette comparaison, que la tension aux bornes d'un élément au fer-nickel n'est que de 1,6 v, au début de la charge, au lieu de 2,2 v pour les accumulateurs au plomb. Nous n'avons pas à entreprendre ici une discussion sur la supériorité de l'un des types d'accumulateurs sur l'autre ; nous signalerons simplement, à titre de documentation, celle qu'a soulevée dans la « Revue générale de l'Electricité », l'article de M. le capitaine de Lagarrigue intitulé : Eclairage et démarrage électriques dans les voitures automobiles [1].

Malgré les critiques formulées contre les accumulateurs alcalins, la Société des Accumulateurs fixes et de Traction construit des éléments basés sur ce principe, dans ses usines de Romainville (Seine) et a montré, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., une série complète d'accumulateurs de 3 à 420 A-h, destinés aux mêmes applications que les accumulateurs au plomb. Il est intéressant de noter qu'en France il existe au moins une maison qui ait osé entreprendre cette construction. Sa tâche est d'autant plus difficile que l'accumulateur au plomb, qu'il s'agit de supplanter, a fait ses preuves, a rendu et rend encore de grands services et peut encore être amélioré, ainsi que le démontrent les récents perfectionnements dont nous avons parlé plus haut.

Nous ne pouvons terminer ce chapitre sans mentionner les efforts des constructeurs pour réaliser des types d'accumulateurs spécialement destinés à l'alimentation des lampes à trois électrodes employées dans la télégraphie et la téléphonie sans fil. Les conditions imposées aux batteries d'accumulateurs dites « pour T. S. F. » sont les suivantes : elle doivent être transportables, faciles à démonter, étanches et doivent conserver leur charge aussi longtemps que possible, malgré leur faible capacité.

Toutes les sociétés citées plus haut ont présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. des éléments remplissant ces conditions. Dans le stand de la Société nouvelle de l'Accumulateur Fulmen, ce sont les batteries « Monobloc » de 4 à 6 v et les batteries de plus haute tension pour l'alimentation du circuit-plaque de la lampe ; dans celui de la Société pour le Travail électrique des Métaux, les batteries spéciales pour radiocommunication dans lesquelles la conservation de la charge est assurée notamment grâce à leur isolement à bain d'huile.

La Société anonyme des Accumulateurs « Monoplaque » montre sa batterie dite « Fond-ion-nette », dont les plaques sont fabriquées suivant les mêmes règles que celles des éléments de forte capacité, ce qui leur permet de garder la charge et leur donne la robustesse désirée.

La Compagnie générale d'Electricité présente des éléments Tudor très peu encombrants, à plaques circulaires juxtaposées.

La Société des Accumulateurs Heinz, les Etablissements Paul Gadot et la Société des Accumulateurs électriques Dinin ont également exposé des types spéciaux d'accumulateurs pour radiocommunication.

Dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, on remarquait des batteries de piles et accumulateurs dans des coffrets de bois portatifs, spécialement prévues pour les postes de téléphonie sans fil.

Enfin, la Société des Accumulateurs fixes et de Traction insiste sur l'intérêt que présente, notamment dans cette application, son accumulateur alcalin ; une batterie de sa construction, déchargée par intermittence au régime de décharge en 40 heures conserve sa capacité intégrale pendant un an.

(A suivre)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

[1] *R. G. E.*, 4 décembre 1920, t. VIII, p. 816-819 ; 15 janvier 1921, t. IX, p. 81-83 ; 19 février 1921, t. IX, p. 254-255 ; 9 juillet 1921, t. IX, p. 60-61.

Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs (28 septembre-14 octobre 1923) *(Suite et fin)* (¹)

DEUXIÈME PARTIE : **Description des véhicules et résultats.**

Classification des véhicules.

I. **Généralités.** — Comme il est prévu au règlement, article 2, les véhicules engagés étaient classés en 5 catégories, suivant la charge qu'ils pouvaient transporter; à chaque catégorie correspondait un itinéraire de longueur appropriée. Nous avons adopté, pour la description des véhicules et la présentation des résultats l'ordre croissant des charges utiles contrôlées pendant les essais;



Fig. 20. — Vue d'ensemble des véhicules électriques présentés aux essais.

II. **Liste des véhicules engagés.** — Nous donnons ci-dessous :

1° La liste des véhicules ayant réellement pris part aux essais;

2° La liste des voitures que leur présentation tardive a empêchées de subir les épreuves.

L'ensemble de ces véhicules est représenté sur la figure 20.

1° Véhicules ayant pris part aux essais. — Les véhicules ayant pris part aux essais sont classés, d'après leur charge utile, dans le tableau ci-dessous.

N°	NOM DU CONSTRUCTEUR	CHARGE UTILE kg
9	Société civile d'Etudes de Matériel de traction	244 et 314
4	Société des Automobiles électriques Kriéger	300
5	id. id.	500
6	id. id.	500
1	Société des Automobiles M. Berliet	579
3	id. id.	782
18	Société « Electrix »	1 039
13	Société des anciens Etablissements Laporte et fils et Cie	1 637
12	Société des anciens Etablissements Laporte et fils et Cie	5 222
2	Société des Automobiles M. Berliet	5 372
11	Etablissements Crochat	5 583

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. xv, p. 306-325.

2° Véhicules présentés. — Les véhicules simplement présentés étaient au nombre de 5, soit :

Une camionnette légère présentée par la Société d'Appareils de Transports et Manutentions électriques ;

Une voiture de ville présentée par la Société Electrix ;

Deux camionnettes légères présentées par la Société d'Applications électromécaniques ;

Une camionnette lourde présentée par la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction.

VÉHICULES AYANT SUBI LES ESSAIS

A. Voiture de la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction (N° 9).

I. **Description.** — Généralités. — Ce type de voiture est destiné aux applications urbaines. Suivant la forme de la carrosserie, il pourra être utilisé soit pour le transport de voyageurs, soit pour celui des marchandises (camionnettes légères, service de gare, etc...).

L'encombrement est comparable à celui d'une voiture à essence de type courant d'une puissance de 10 ch ou à celui d'une camionnette équivalente. La longueur de la voiture, toutes saillies comprises, est de 4 m et sa largeur, de 1,70 m.



Fig. 21. — Vue de la voiture électrique de la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction (n° 9).

La figure 21 donne une vue d'ensemble de ce véhicule.

Moteur. — Le moteur forme avec l'embrayage et la boite de vitesses un monobloc suspendu au châssis par trois points, deux constitués par les pattes de fixation du moteur, le troisième articulé à l'extrémité de la boîte de vitesses.

C'est un moteur à enroulement shunt, avec pôles auxiliaires de commutation, type spécial pour traction, blindé et ventilé. Ses caractéristiques sont les suivantes : vitesse, 700 à 2100 t : mn ; puissance, 5 ch pour marche continue pendant quatre heures. La commutation est calculée pour permettre des surcharges de 100 pour 100 sans étincelle au collecteur.

Batterie. — La batterie d'accumulateurs comporte 42 éléments, répartis en trois caisses identiques interchangeables. Ce sont des éléments au plomb, à plaques comprimées, type « Monoplaque V. O. T. 12 », donnant 265 A-h pour une décharge en dix heures et 215 A-h pour une décharge en quatre heures.

Chaque élément comprend 25 plaques de 220 mm × 110 mm × 3,5 mm et pèse, en ordre de marche, 16,2 kg environ. Le poids total des éléments est de 690 kg et le poids total de la batterie, caisses et accessoires compris, de 780 kg environ.

Les accumulateurs sont renfermés dans des caisses en bois munies d'armatures en fer plat portant des roulettes ; ces caisses peuvent se mouvoir sur des chemins de roulement articulés montés sur le châssis et se placer sur des chariots ayant même hauteur de plateforme, ce qui permet la visite ou le remplacement des batteries sans le secours d'appareils de levage.

Appareillage électrique. — L'appareillage électrique comporte les organes suivants :

1° Un inverseur de courant, pour le changement du sens de marche, avec volet automatique ne dégageant la prise de courant de recharge que lorsque l'appareil est au repos ;

2° Un combinateur à 5 touches, avec rhéostat correspondant, permettant, d'une part le démarrage du moteur à vide, d'autre part, le réglage de l'intensité du courant pendant la charge ;

3° Un rhéostat de champ à 30 touches, commandé par la pédale d'accélérateur et donnant la gamme de variation de vitesse dans un rapport de 1 à 3 ;

4° Un ampèreheuremètre ;

5° Un ampèremètre-voltmètre ;

6° Un relais automatique à maximum avertissant, par l'éclairage d'une lampe, le conducteur en cas de surcharge de la batterie, pour l'inviter à modérer son allure ;

7° Deux planchettes à bornes servant aux liaisons des différents appareils entre eux et permettant le démontage de la planchette de manœuvre, pour la visite des appareils.

Le freinage électrique est obtenu automatiquement en lâchant la pédale de l'accélérateur ; le moteur fonctionne alors en génératrice et envoie du courant dans la batterie, la force vive du véhicule étant transformée en énergie électrique.

Les connexions réalisées entre ces divers organes sont représentées schématiquement sur la figure 22.

Conduite. — Le moteur est mis en route à vide, à faible vitesse, le rhéostat de champ étant au maximum. Le changement de vitesse étant accroché à l'une de ses deux positions, il suffit de lâcher la pédale de dé-

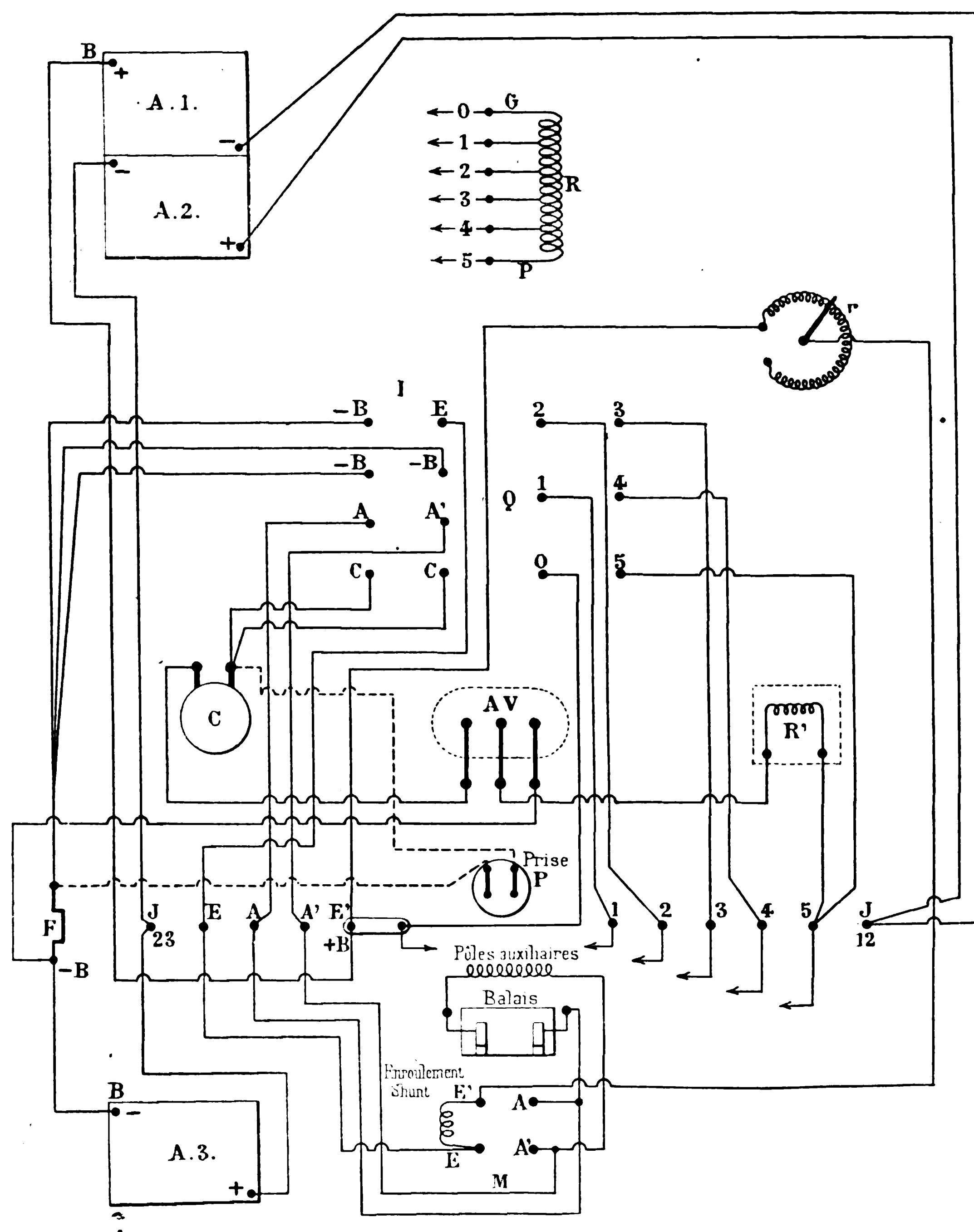


Fig. 22. — Schéma des connexions de la voiture électrique de la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction

A_1, A_2, A_3, caisses de batteries d'accumulateurs, de 14 ou 15 éléments chacune : AV, ampèremètre-voltmètre combiné ; C, ampèreheuremètre ; F, fusible ; I, inverseur du sens de marche : M, moteur ; P, prise de courant pour la charge de la batterie ; Q, commutateur pour la marche ou la charge de la batterie ; R, rhéostat servant au démarrage ou à la charge de la batterie ; r, rhéostat de champ.

brayage pour faire démarrer le véhicule. On augmente la vitesse en appuyant sur la pédale de l'accélérateur, qui agit sur le rhéostat de champ. Le simple jeu de cette pédale permet, soit d'accélérer, soit de freiner automatiquement par récupération.

Chassis. — Le châssis est constitué par un cadre en fer en U entretoisé. Les longerons sont prolongés vers

l'arrière pour supporter une des caisses d'accumulateurs.

La suspension est à l'avant, du type classique à ressorts à lames; celle pour l'arrière est du type Cantilever, la poussée du châssis s'effectuant par ses ressorts. La réaction est absorbée par un tube central, entourant l'arbre à cardans, faisant corps avec le pont arrière et articulé au châssis par un joint à rotule.

L'essieu avant est de construction courante avec fusées à chape. La direction est du type à roue tangente et vis sans fin.

L'empattement est de 2,65 m; la largeur de voie, de 1,30 m. Les roues sont du type R. A. F. à rayons métalliques, montées sur pneumatiques de 765 mm × 105 mm.

Le véhicule est muni de deux freins mécaniques agissant tous les deux sur les roues d'arrière : l'un est commandé par pédale, l'autre par levier à main.

Transmission. — La voiture possède un embrayage à cône inverse garni de ferodo. Le débrayage est obtenu par une pédale, comme dans les voitures à essence.

Le changement de vitesse mécanique comporte 2 vitesses dont l'une, en prise directe, sert généralement. La petite vitesse est réservée aux fortes côtes et permet ainsi de ménager la batterie en la faisant travailler à débit constant.

A la sortie du changement de vitesse, l'arbre attaque le pont arrière par l'intermédiaire d'un double cardan.

Le pont arrière, exactement semblable à celui des voitures à essence, transmet le mouvement aux roues par l'intermédiaire d'un couple conique et d'un différentiel.

Carrosserie. — La carrosserie existante est une carrosserie d'essai purement provisoire, ce type de châssis pouvant se carrosser indifféremment : en voiture de place à taximètre, en torpédo, en conduite intérieure, en camionnette ou en voiture de livraison.

Exécution du chassis. — Ce véhicule a été spécialement construit pour les essais contrôlés et exécuté très rapidement.

Les constructeurs ayant participé à l'exécution de la voiture sont les suivants :

Partie mécanique : Etablissements D. S. N. (Grenoble).

Moteur électrique : Lyon-Dauphiné (Lyon).

Appareillage : Appareillage électrique industriel (Paris).

Accumulateurs : Accumulateurs Monoplaque Colombes).

II. Résultats des essais. — *Poids.* — Poids total : 2334 kg; charge utile : 244 kg. La Société civile d'Etudes de Matériel de Traction a été autorisée à augmenter, le dernier jour des épreuves, sa charge utile de 70 kg, ce qui donne 2404 kg pour le poids total et 314 kg pour la charge utile.

Itinéraires. — Itinéraires de première catégorie : 88 km en banlieue, 82,4 km dans Paris.

Consommations. Vitesses. — Les consommations par kilomètre et par tonne de charge totale ainsi que par tonne de charge utile, et les vitesses commerciales, sont données dans les tableaux ci-dessous :

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Charge utile	Consommation moyenne watts-heure		Consommation minimum watts-heure	
kg	en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
244	81,9	80,9	73,2	77,3
314	89,3	—	88,5	-

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Charge utile	Consommation moyenne watts-heure		Consommation minimum watts-heure	
kg	en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
244	782	880	700	837
314	691,1	-	688	—

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
21,1	20,2	26,1	23,5

Régularité de marche. — Marche régulière. A effectué les parcours prévus au programme du 3 octobre jusqu'à la fin des essais.

B. Voitures Kriéger (Nos 4, 5 et 6).

I. Description générale. — Moteur. — Le moteur est fixé sur le carter de pont arrière avec lequel il forme un ensemble. La partie antérieure, côté collecteur, est supportée par une des traverses du cadre.

Ses caractéristiques sont :

Excitation compound : 4 pôles ; pas de pôles auxiliaires.

Quatre balais calés à 90°.

Variation de la vitesse de 650 à 2600 t : mn par action sur l'excitation indépendante.

En régime horaire : intensité, 100 A ; puissance, 8 kw.

En régime moyen : puissance, 4 kw.

Le changement de sens de marche est obtenu par décalage des balais de 90°, cette commande étant faite par une manette placée sur le volant. Le déplacement de cette manette ne peut être effectué que si le courant est coupé au cylindre du rhéostat de démarrage, ce qui se produit lorsque l'un des deux freins est serré. Le même dispositif d'enclenchement empêche de remettre le moteur en circuit pendant la manœuvre de décalage et tant que les balais ne sont pas arrivés à la position exacte qu'ils doivent occuper pour la marche avant ou la marche arrière.

Batterie. — La batterie est répartie en quatre caisses dont deux sont placées à l'avant, sous le capot, et les deux autres à l'arrière, sous les sièges. Ces groupes sont immuablement reliés entre eux. Il n'est effectué aucun couplage pour la marche ou pour la charge.

Équipement électrique. — L'équipement électrique comporte trois circuits (fig. 23) :

1° Un circuit comprenant les accumulateurs et les câbles connectant les différentes parties de la batterie ;

2° Un circuit comprenant l'induit et les bobines inductrices à gros fil du moteur, ainsi que le rhéostat de démarrage.

Ces deux circuits aboutissent chacun à deux lames souples placées sur le tablier de la voiture.

Le fonctionnement du véhicule s'obtient en reliant deux à deux les quatre lames souples à l'aide d'une fiche. Une autre fiche, dite fiche de charge, permet d'effectuer la charge de la batterie, aucune partie du circuit du moteur n'étant sous courant ;

3° Un circuit, en câble fin, comportant les bobines inductrices à fil fin du moteur et le rhéostat de champ.

Les extrémités de ce circuit sont prises, d'une part, sur le deuxième circuit à l'arrivée aux bobines inductrices, d'autre part, sur le cylindre du rhéostat de démarrage, au plot correspondant à un des pôles de la batterie.

Le circuit d'excitation indépendante est donc interrompu immédiatement après que le courant principal a été coupé dans le rhéostat.

Manœuvres électriques, démarrage, freinage. — Le démarrage s'effectue par la fermeture du circuit du moteur sur trois résistances introduites en série, puis successivement court-circuitées, dans le circuit des accumulateurs. Ce résultat est obtenu par la manœuvre de la pédale ou du levier de frein qui, au début de leur course, entraînent les cylindres des rhéostats de démarrage. Le couple moteur est maximum au démarrage, le rhéostat de champ étant en court-circuit (pédale de gauche relevée).

Le réglage de la vitesse du moteur s'effectue entièrement à l'aide d'un rhéostat de champ manœuvré par une pédale. La vitesse maximum est obtenue quand, le courant de l'excitation indépendante étant coupé, le moteur fonctionne en moteur série.

La voiture est munie d'un dispositif de freinage électrique par récupération. En abandonnant soit progressivement, soit instantanément la pédale d'excitation indépendante et pour une force vive du véhicule suffisante, le moteur fonctionne en génératrice et recharge partiellement la batterie ; la vitesse est réduite à celle correspondant à l'excitation du moteur.

Chassis (fig. 24). — Le cadre du châssis est formé de deux longerons emboutis parallèles et dont l'écartement est de 1 m à l'arrière et de 0,80 m à l'avant.

Les traverses extrêmes et intermédiaires assurent le contreventement de l'ensemble et supportent les

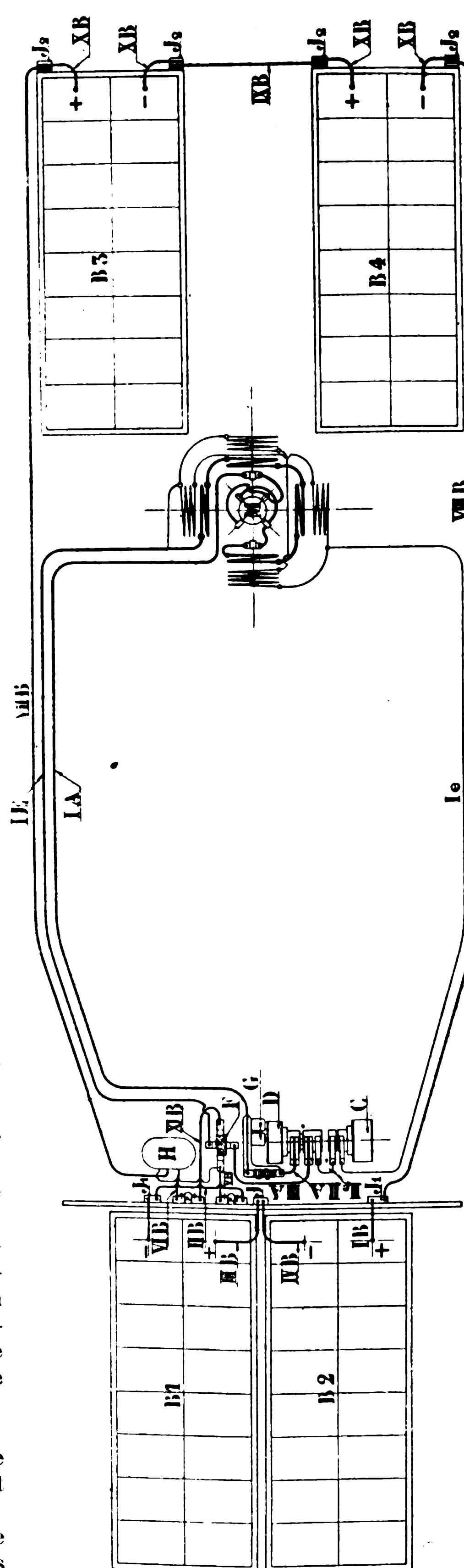


Fig. 23. — Schéma de l'équipement électrique des voitures Kriéger.

A, câbles allant à l'induit du moteur ; B_1, B_2, B_3, B_4, caisses de batteries d'accumulateurs de 16 éléments ; I B à XI B, câbles allant aux batteries ; C, rhéostat de champ ; D, rhéostat de démarrage et disjoncteur ; E, câbles allant aux inducteurs ; e, câbles allant à l'excitation indépendante ; F, fiches de marche ou de charge ; G, enclencheur automatique ; H, appareils de mesure ; J, J_1, J_2, connexions des batteries ; M, armature du moteur.

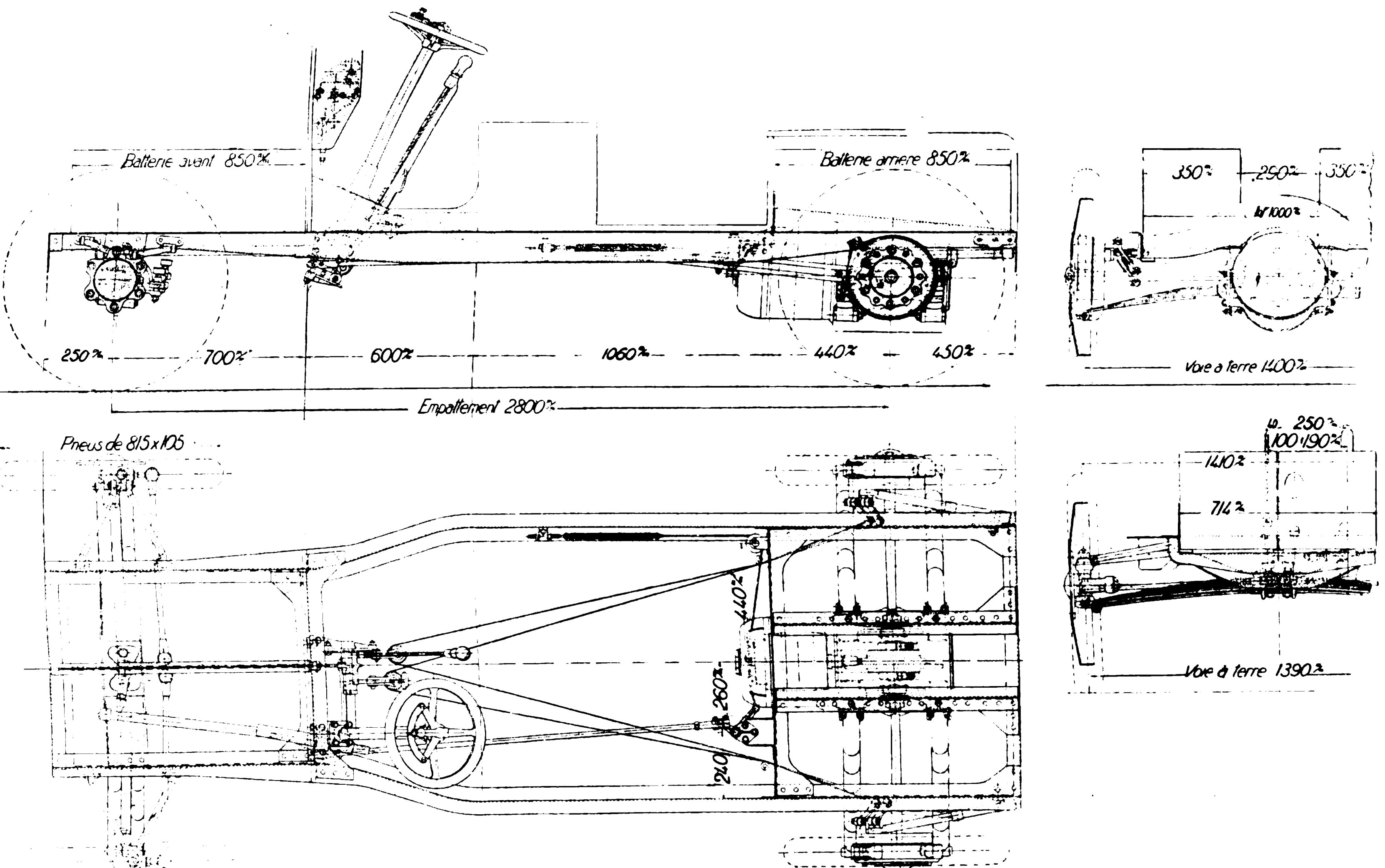


Fig. 24. — Vues en élévation et en plan du châssis des voitures électriques Kriéger.
Élévation, vue en plan, arrière-train vu de l'avant et avant-train vu de l'avant

différents organes : direction, axes de pédales, etc.

Le cadre repose à l'avant, par l'intermédiaire d'une traverse, sur le milieu d'une paire de ressorts perpendiculaires à l'axe de la voiture et dont les rouleaux s'appuient sur un axe fixé à la partie inférieure des pivots de direction (fig. 25). La verticalité de chaque roue est assurée par deux bielles, articulées, d'une part, à la partie supérieure du pivot de direction, d'autre part, sur un des longerons du châssis avec lequel elles forment un triangle.

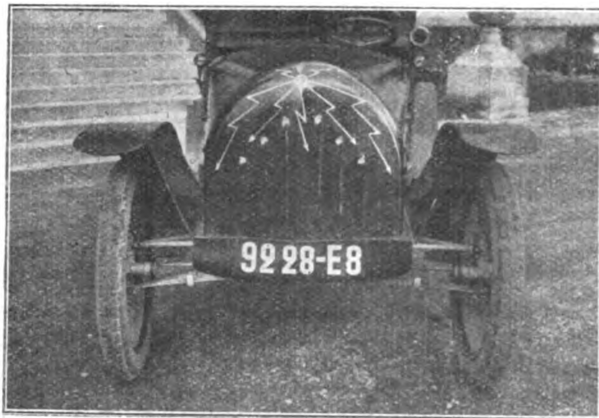


Fig. 25. — Vue de la suspension avant de la voiture électrique Kriéger (n° 6).

A l'arrière, le carter du pont repose sur quatre demi-ressorts disposés deux à deux dans un même plan horizontal. La base de ces ressorts est fixée dans ce carter et leurs rouleaux appuient et sont maintenus sur deux projections des coussinets des fusées arrière. De cette façon les arbres de transmission ne supportent, outre l'effort de torsion, que ceux provenant des chocs latéraux sur les roues. Les coussinets renferment des roulements à billes dans lesquels tournent les fusées; sur celles-ci sont clavetés les arbres qui transmettent la puissance aux roues. Les coussinets comportent également des projections servant de supports aux points fixes et aux axes d'articulation des patins et des bandes de freins.

Direction et freins. — L'arbre du volant commande un pignon engrenant avec une crémaillère à denture inclinée qui actionne un renvoi à mouvement de sonnette placé dans l'axe de la traverse avant.

Deux bielles solidaires de ce mouvement sont reliées par des barres terminées par des boites à rotules à deux leviers à emmanchement conique clavetés sur les pivots des roues.

Les freins mécaniques sont au nombre de deux, agissant, l'un à l'intérieur, à l'aide de sabots à écartement, l'autre à l'extérieur, par une bande, sur les tambours fixés aux roues arrière.

Les sabots intérieurs sont garnis de lames de bois; les bandes extérieures, de ferodo.

La commande des freins intérieurs est assurée par une pédale placée à droite de la direction et qui, dans la première partie de sa course, avant le serrage des freins, entraîne le cylindre du rhéostat de démarrage et coupe le courant.

Les freins extérieurs sont actionnés par un levier à cliquet d'arrêt entraînant également, au début de sa course, le cylindre de rupture du courant.

Les commandes entre la pédale, le levier, les sabots et les bandes sont faites par l'intermédiaire de palonniers et de câbles d'acier réglables.

Transmission. — Sur l'arbre du moteur est calé un pignon conique à denture hélicoïdale engrenant avec une roue calée sur le différentiel. Le rapport de réduction est 1 : 9,25.

De chaque côté de la boîte du différentiel, dont les axes tournent dans des roulements à billes maintenus dans des paliers solidaires du palier situé du côté du pignon du moteur, sont clavetés des accouplements élastiques qui transmettent la puissance aux arbres des roues.

Ces accouplements sont composés chacun de 4 disques d'acier entre lesquels sont intercalés des entretoises rigides successivement et alternativement rivées sur deux diamètres perpendiculaires des disques.

Les disques extrêmes sont reliés sur un diamètre, d'une part, aux engrenages et, d'autre part, à l'arbre de transmission claveté rigidement sur la roue.

Les accouplements élastiques permettent des déplacements angulaires de l'arbre de 10° de part et d'autre de la position moyenne.

Les extrémités des arbres sont maintenues à l'intérieur des accouplements élastiques, mais sans contact avec ceux-ci, par un roulement à billes avec rotule.

II. Descriptions particulières. — Voiture n° 4. — C'est une voiture de ville, forme landaulet, à 4 places intérieures (fig. 26). La longueur de la voiture est de 3,30 m; sa largeur, de 1,60 m.



Fig. 26. — Vue de la voiture électrique Kriéger (n° 4).

La batterie au plomb, de la Société pour le Travail électrique des Métaux, type T. L. II, comprend 42 élé-

ments (22 à l'avant, 20 à l'arrière). Le poids d'un élément isolé est de 15 kg; celui de la batterie, y compris les caisses de groupement, est de 691 kg. La capacité au régime de décharge en cinq heures est de 205 A-h.

Voiture n° 5. — Cette voiture est munie d'une carrosserie de camionnette (fig. 27).

La batterie au plomb, marque « Tudor », type T. F. 7, comprend 42 éléments (22 éléments à l'avant, 20 à l'arrière). Le poids d'un élément est de 16 kg; celui de la batterie, y compris les caisses de groupement, de 757 kg. La capacité, au régime de décharge en cinq heures, est de 200 A-h.



Fig. 27. — Vue de la voiture électrique Kriéger (n° 6).

Voiture n° 6. — C'est également une camionnette, mais la batterie est formée d'éléments fer-nickel de la Société des Accumulateurs fixes et de Traction, type 724. Elle comprend 64 éléments (32 à l'avant, 32 à l'arrière). Le poids d'un élément est 10,9 kg; celui de la batterie, y compris les caisses de groupement, de 715 kg. La capacité, au régime de décharge en cinq heures, est de 210 A-h.

PARCOURS EFFECTUÉ AVANT LES ESSAIS. — Le véhicule n° 4 avait effectué, avant les essais contrôlés, 30000 km et les deux autres voitures, environ 4000 km.

III. **Résultats des essais.** — *Poids.* — Le poids pour les différents types de voitures est le suivant :

VOITURE n°	POIDS TOTAL kg	CHARGE UTILE kg
4	2 020	300
5	2 216	500
6	2 180	500

Itinéraires. — Les itinéraires suivis par les trois voitures étaient ceux de première catégorie, soit 88 km en banlieue et 82,4 km dans Paris.

Consommations, vitesses. — Les consommations et les vitesses obtenues sont indiquées dans les tableaux suivants :

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

VOITURE n°	CONSOMMATION MOYENNE watts-heure		CONSOMMATION MINIMUM watts-heure	
	en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
4	63,2	62,5	60	57,1
5	62,5	64,2	55	58,8
6	63,5	60,3	60,1	57,1

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

VOITURE n°	CONSOMMATION MOYENNE watts-heure		CONSOMMATION MINIMUM watts-heure	
	en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
4	425	422	405	386
5	276	285	244	260,5
6	277	263	262	249

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

VOITURE n°	MOYENNE DES VITESSES COMMERCIALES kilomètres : heure		MAXIMUM DES VITESSES COMMERCIALES kilomètres : heure	
	en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
4	20	19	22	20,1
5	20,1	18,6	21,6	23,1
6	19,5	18	21,1	19

Régularité de marche. — Ces trois voitures ont effectué tout le parcours prévu au programme des essais sans aucun incident.

Observations. — Il est intéressant de remarquer que les batteries de ces véhicules n'ont jamais pris de recharge partielle entre 12 heures et 13 h 30.

C. **Camionnettes Berliet (Nos 1 et 3).**

I. **Description.** — GÉNÉRALITÉS. — Ces véhicules dont la figure 28 donne une vue d'ensemble, sont destinés à assurer le transport des marchandises (voitures de livraisons) et de personnes (omnibus d'hôtel).

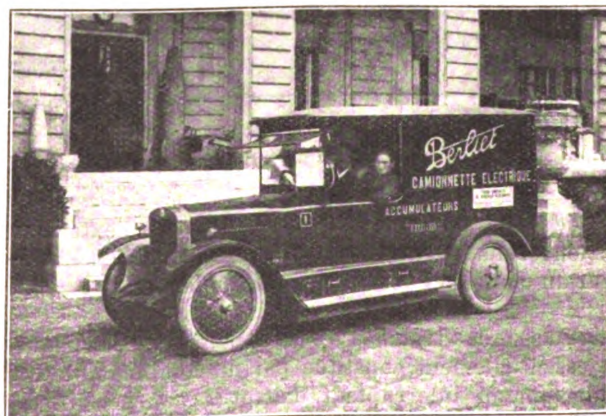


Fig. 28. — Vue d'une camionnette électrique Berliet.

Elles sont constituées par un châssis normal de camionnette disposé pour recevoir un bloc moteur

composé d'un combinateur, d'un moteur électrique et d'un réducteur de vitesse en prise avec un pont arrière du type normal.

Leur longueur est 4,7 m ; leur largeur, 1,7 m.

Moteur. — Le moteur, du type traction, est à enroulement série et à double collecteur. Il est entièrement blindé. Sa puissance est de 7,5 ch à la vitesse de 750 t : mn.

Batterie. — La camionnette n° 1 est munie d'une batterie d'accumulateurs « Tudor » du type de 36 éléments T. F. 9, d'un poids total de 800 kg et d'une capacité de 225 A-h pour une décharge en trois heures.

La voiture n° 3 comporte une batterie d'accumulateurs « Edison », de 60 éléments du type G. 9, d'un poids total de 625 kg et d'une capacité de 225 A-h au même régime de décharge.

Le logement des accumulateurs est prévu, partie

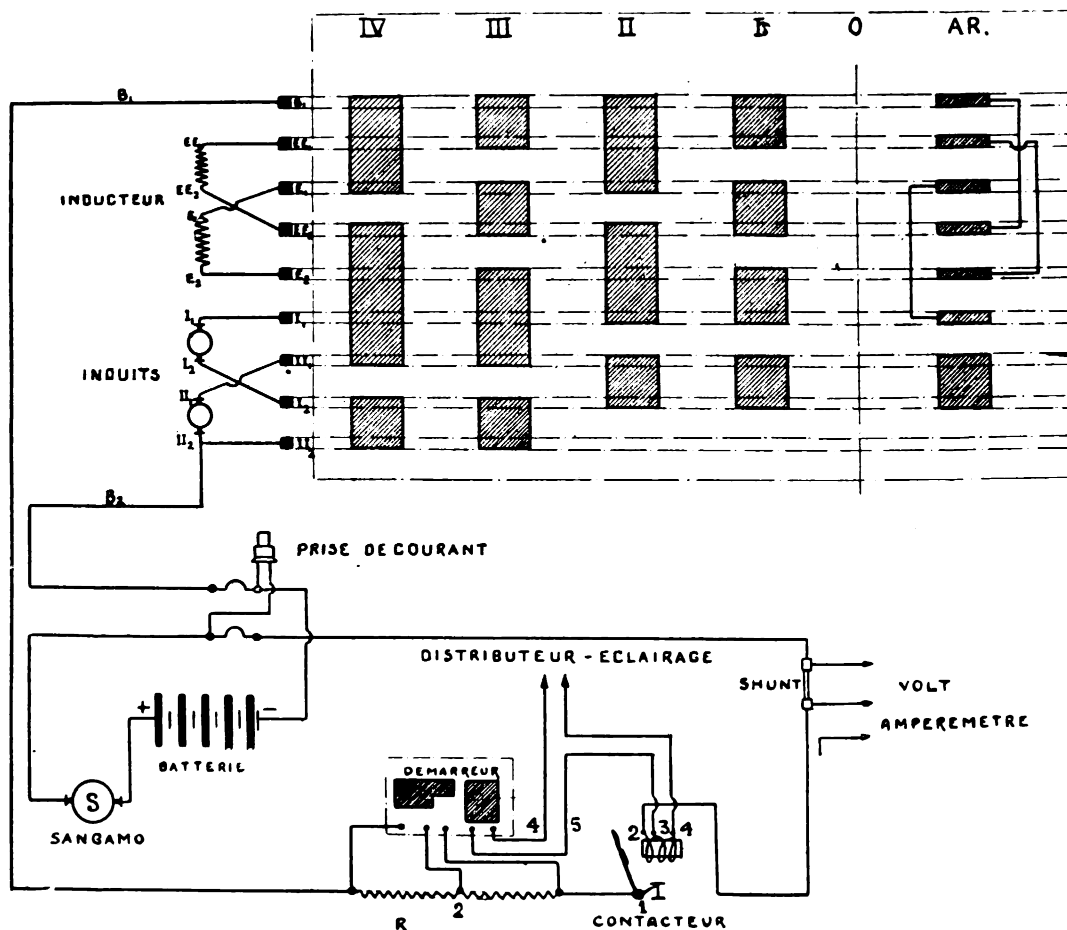


Fig. 29. — Schéma des connexions des camionnettes électriques Berliet.

sous le capot, partie de part et d'autre et à l'extérieur des longerons, partie dans une caisse disposée à l'intérieur du châssis et derrière le pont arrière.

Appareillage électrique. — L'appareillage électrique est essentiellement constitué par un combinateur, un contacteur, un interrupteur d'arrêt et un rhéostat de démarrage.

Le combinateur est absolument blindé ; il est fixé sur la boîte de vitesse, à côté du moteur et à portée de la main. Il permet quatre couplages en marche avant et un couplage en marche arrière. Il est commandé par levier.

Le combinateur ne coupe jamais le courant directement, cette fonction étant dévolue au contacteur. Celui-ci est composé d'une armature métallique attirée par un électroaimant de grande résistance alimenté par un courant de dérivation. Un ressort antagoniste coupe le courant principal aussitôt que le courant de dérivation cesse de circuler, ceci se produit chaque fois que le conducteur cesse d'appuyer sur l'interrupteur d'arrêt.

L'interrupteur d'arrêt est destiné à fermer le circuit principal par l'intermédiaire du contacteur ; le courant qui passe dans cet appareil est de très faible intensité (environ 0,2 A). Cet interrupteur se manœuvre à l'aide d'une pédale qui commande également le rhéostat de démarrage.

L'équipement électrique est complété par une ser-

rure antivol combinée avec un distributeur de courant pour l'éclairage et des appareils de mesure (volt-ampèremètre et compteur).

La figure 29 donne le shéma des connexions réalisées entre ces divers organes.

CHASSIS. — Le chassis de ces camionnettes est représenté schématiquement sur la figure 30. Le cadre est constitué par deux longerons en tôle emboutie, de 4 mm, en acier « Martin-Siemens « ayant 130 mm de hauteur d'âme et 50 mm de largeur d'aile à la section dangereuse. Il est entretoisé à l'aide de traverses qui assurent sa rigidité.

La suspension arrière est obtenue au moyen de ressorts elliptiques de 50 mm de large, articulés sur un axe indépendant au-dessus du carter du pont arrière.

Les roues sont du type Michelin.

DIRECTION ET FREINS. — Le mécanisme de la direction, enfermé dans un carter, est du type à vis sans fin, mais la roue avec laquelle engrène la vis est complète, de sorte qu'il est possible d'utiliser toute la circonférence de cette roue dentée, au fur et à mesure de l'usure d'un secteur. Le réglage s'effectue par écrou et bague excentrée.

Deux freins par roue agissent indépendamment sur deux tambours concentriques. Le frein sur tambour intérieur agit par l'intermédiaire d'un levier à main. Le frein sur tambour extérieur est commandé au pied.

TRANSMISSION. — Ces voitures comportent une *boite de vitesses* à deux vitesses ; dont une en prise directe. La marche arrière s'obtient par inversion du sens de rotation du moteur électrique. La commande se fait à l'aide d'un levier placé au centre du carter, à la gauche du conducteur.

Les engrenages sont en acier au nickel-chrome. Le train intermédiaire, bagué, tourne fou sur un axe fixe.

Le carter du pont arrière est en tôle d'acier emboutie, en deux moitiés soudées sans assemblage, et ayant les dimensions d'un solide d'égale résistance Le couple conique est à denture hélicoïdale. L'ensemble (couple conique et différentiel) est monté sur un palier en acier moulé qui vient se loger à l'intérieur du pont en tôle emboutie.

Les arbres différentiels sont montés à cannelures dans leurs pignons planétaires et à cône, dans les moyeux des roues. Un roulement à galets coniques les tient en place et empêche tout déplacement longitudinal.

La réaction du coup de frein et du couple moteur est absorbée par un tube conique enveloppant le tube jusqu'au carter de cardan.

Ces deux véhicules, sortis de l'atelier la veille des essais, n'avaient pu recevoir aucune mise au point.

II. **Résultats des essais. — Voiture Berliet n° 1.** — *Poids.* — Poids total : 2 700 kg; charge utile : 579 kg.

Itinéraires. — Les itinéraires suivis par cette voiture sont ceux de la première catégorie.

Consommations. Vitesses. — Les consommations et les vitesses commerciales effectives sont indiquées ci-dessous.

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
94,5	89,5	92,5	83,6

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommatien moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
440	415	415	388

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
18.6	17.5	19.8	18.3

Régularité de marche. — Marche régulière pendant la durée des essais.

Voiture Berliet n° 3. — *Poids.* — Poids total : 2 647 kg. — Charge utile : 782 kg.

Itinéraires. — Les itinéraires suivis par cette voiture sont ceux de deuxième catégorie.

Consommations. Vitesses. — Voici les chiffres relevés au cours des essais :

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
102	92.4	97.6	80.7

B. — *Conommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
345	313	330	273

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
17	16.2	18,8	18.4

Régularité de marche. — Ce véhicule a effectué tout le parcours prévu au programme sans aucun incident.

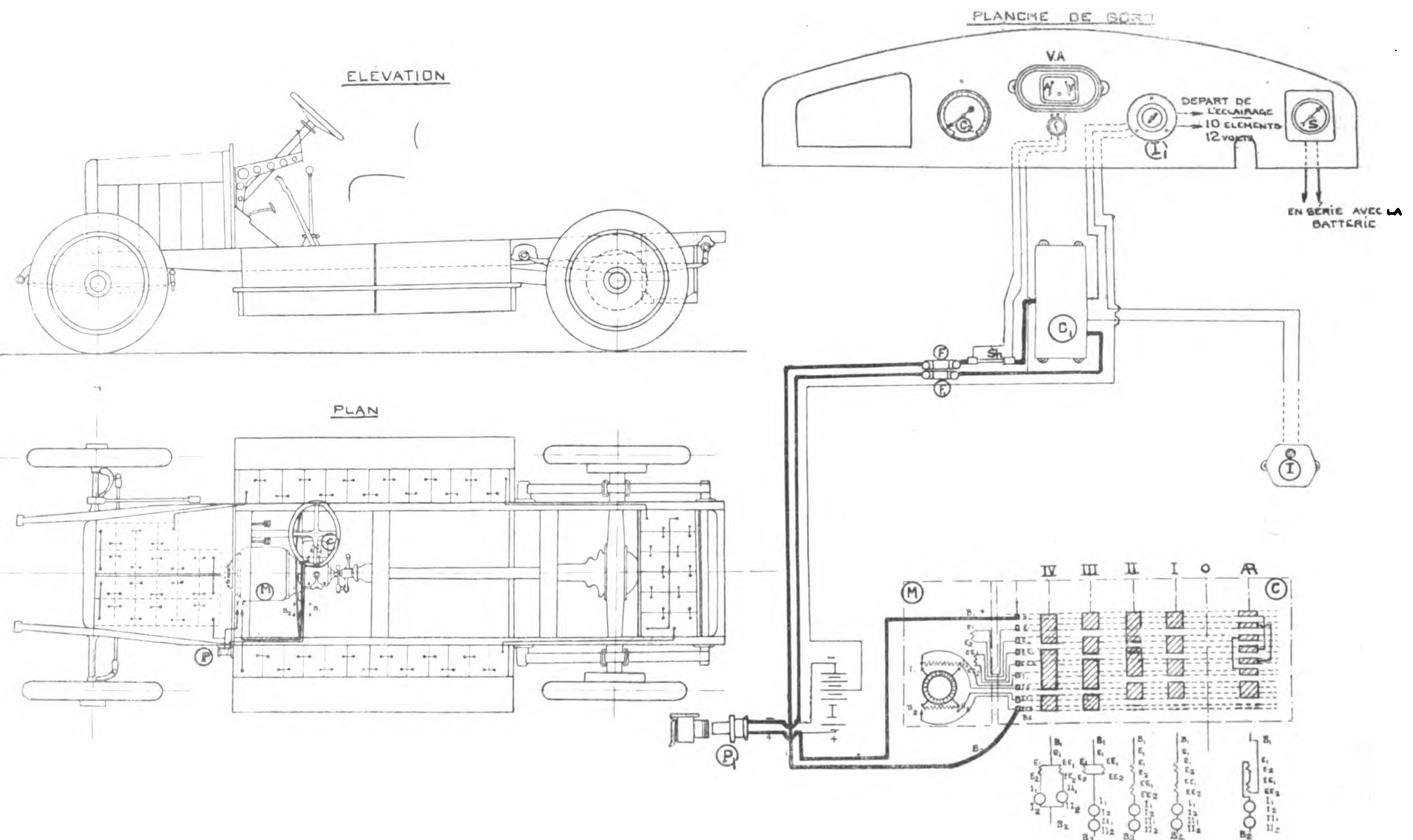


Fig. 30. — **Vues en élévation et en plan du châssis des camionnettes électriques Berliet. Ensemble de l'équipement électrique.**

C, combinateur; C_1, contacteur; C_2, compteur tachymètre; FF_1, fusibles; I, interrupteur d'arrêt; I_1, interrupteur; M, moteur; P, P_1, prise de courant pour la charge; S, ampèreheuremètre; VA, volt-ampèremètre.

D. Camionnette " Electrix " (N° 18).

I. **Description**. — GÉNÉRALITÉS. — Ce véhicule est une camionnette bâchée destinée au transport des marchandises (fig. 31). Le même châssis peut être carrossé en autobus pour le transport des voyageurs.



Fig. 31. — Vue de la camionnette Electrix (n° 18).

La longueur extrême est de 5,13 m; la largeur extrême de 0,92 m.

MOTEUR. — Le moteur employé est un moteur série construit par la maison « Paris-Rhône », à double collecteur, permettant le couplage série parallèle. Les caractéristiques à la vitesse de 1 100 t : mn (régime normal) sont : puissance, 10 ch ; intensité, 90 A.

Ce moteur est entièrement blindé et enfermé dans un carter en aluminium se fixant au châssis en trois points et au carter d'embrayage.

BATTERIE. — La batterie est une batterie d'accumulateurs au plomb, marque S. L. E. M., de 42 éléments, d'une capacité de 450 A-h au régime de décharge en 5 heures. Le poids d'un élément complet dans son bac d'ébonite est de 28,5 kg.

Les électrodes positives et négatives sont constituées par des plaques à grilles doubles en une seule pièce, recevant un oxyde rapporté spécial. L'électrolyte est de l'eau acidulée à 30° Baumé en fin de charge.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE. — Il comporte un combinateur divisé en deux parties :

a) Le cylindre principal, effectuant les couplages de marche avant et de marche arrière. Ce cylindre est commandé par un levier situé à droite du conducteur ; grâce à un verrouillage, il ne peut être actionné que si le courant a déjà été coupé sur le tambour de démarrage.

b) Un tambour de démarrage, comportant une position de marche sans résistances, deux positions de démarrage avec résistances et une position d'arrêt où le courant se trouve coupé. Les opérations sont commandées par la pédale de débrayage : en débrayant, on coupe le courant ; en embrayant progressivement, le courant passe dans les moteurs, d'abord avec interposition de résistances, ensuite directement.

Un volt-ampèremètre donne, à chaque instant, la tension et l'intensité.

Un coupe-circuit avec fusible à cartouche protège la batterie contre tout court-circuit extérieur.

CHASSIS (fig. 32). — Le cadre est formé de deux longerons en tôle d'acier emboutie de 720 mm × 50 mm × 5 mm, assemblés par des traverses.

Les ressorts d'avant, semi-elliptiques, sont fixés au châssis par des jumelles ; leurs dimensions sont : 1 000 mm × 50 mm. Les ressorts arrière, montés de la même manière, sont très longs et très larges et ont pour dimensions : 1 400 mm × 70 mm.

L'essieu d'avant, de section en double **T**, est en acier. Les axes, en acier cémenté, trempé et rectifié, sont emmanchés à la presse dans les extrémités de l'essieu.

Les freins mécaniques sont au nombre de deux, un frein sur le différentiel, commandé par pédale, et un frein sur les roues arrières, commandé par un levier à main, tous deux du type à mâchoires extensibles garnies de tissu amianté. Ils se règlent à l'aide de leviers manœuvrables à la main.

TRANSMISSION. — Sur l'arbre du moteur est emmanché à serrage conique un volant contenant entièrement le système d'embrayage. Celui-ci est constitué par un disque flexible en tôle d'acier, garni, sur sa périphérie, de deux couronnes de tissu amianté ; ce disque se trouve pincé, au moment de l'embrayage, entre le plateau fixe rapporté sur le volant et le plateau mobile qui est pressé par des ressorts logés dans des alvéoles pratiqués dans le volant lui-même. Une pédale entraîne l'arbre de débrayage sur lequel est claveté un levier à fourche ; ce levier appuie, par l'intermédiaire d'une butée à billes, sur les trois leviers de débrayage articulés en trois points fixes.

Le changement de vitesse comporte quatre vitesses avant, dont la quatrième en prise directe, et une marche arrière. La manœuvre se fait par levier oscillant fixé dans le couvercle du carter de changement de vitesse (fig. 33). Les vitesses mettent aux prises les engrenages suivants :

1re vitesse :	engrenages	47	dents et	17	dents
2e	id	40	id	24	id
3e	id	20	id	33	id
4e vitesse			prise directe.		

Un arbre à cardans longitudinal attaque le différentiel.

II. **Résultats des essais**. — *Poids* — Poids total : 4 390 kg ; charge utile : 1 039 kg.

Itinéraires. — Après avoir emprunté pendant deux jours les itinéraires de la deuxième catégorie, la

camionnette n° 18 effectua les parcours de la première catégorie, soit 88 km en banlieue et 82,4 km dans Paris.

Consommation. Vitesse. — Nous donnons ci-dessous les consommations et les vitesses commerciales obtenues par cette camionnette sur circuits de première catégorie :

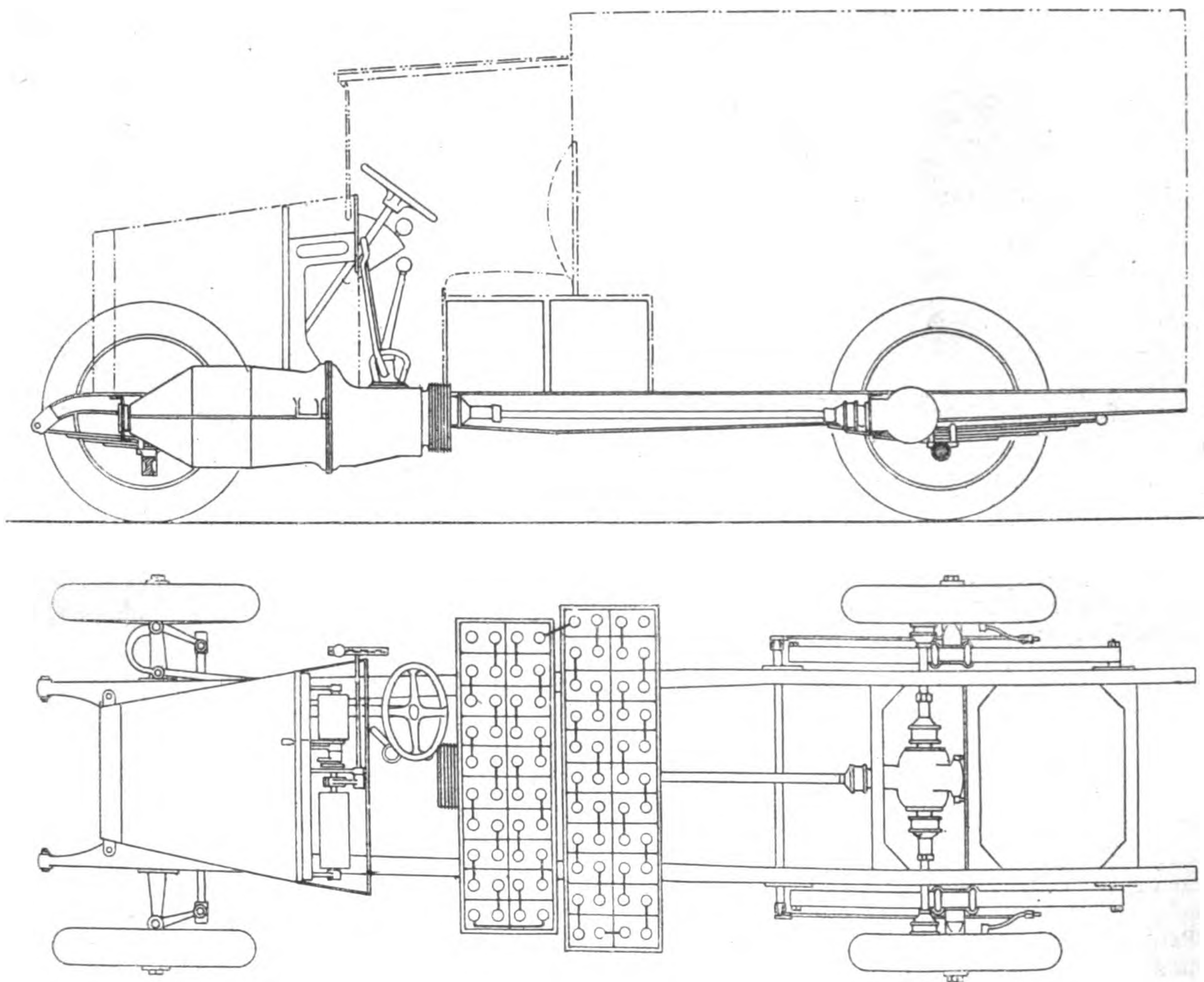


Fig. 32. — Vues en plan et en élévation du châssis de la camionnette Electrix.

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
80,9	81	76,5	80

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
342	342	323	338

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses kilomètres : heure		Maximum des vitesses, kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
23,4	20	27,2	20,6

Régularité de marche. — Cette camionnette a suivi tous les essais sans aucun incident.

E. Camionnette Laporte (N° 13).

I. **Description**. — Généralités. — La camionnette présentée par la Société des Anciens Établissements Laporte et fils et Cie (fig. 34) est analogue comme conception au camion de 5 t décrit plus loin ; nous ne donnons ici que des indications sommaires sur les organes

qui la constituent. Sa longueur est de 5,50 m ; sa largeur, de 1,84 m.

MOTEURS. — La camionnette est actionnée par deux moteurs électriques type série, entièrement blindés, suspendus élastiquement au châssis et d'une puissance de 3,5 ch chacun pour une vitesse de 750 t : mn (régime normal).

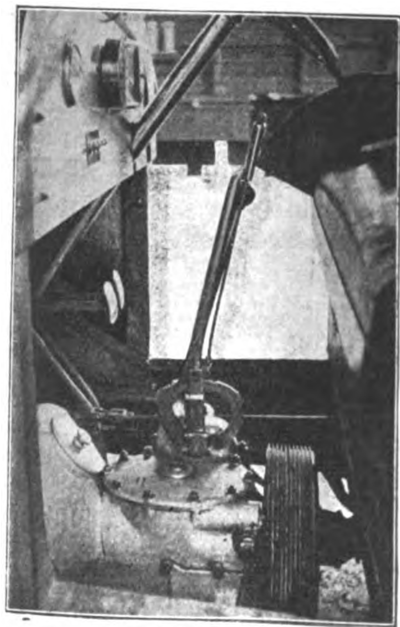


Fig. 33. — Dispositif de manœuvre du changement de vitesse de la camionnette Electrix.



Fig. 34. — Vue de la camionnette électrique Laporte (n° 13)

BATTERIE. — Elle comprend 40 éléments d'accumulateurs « Tudor » type T, F. 12. Son poids total est de 1000 kg; sa capacité, de 300 A-h pour un régime de décharge en cinq heures.

Chaque élément pèse, en ordre de marche, 25 kg.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE. — Il est identique à celui du camion et est enfermé à l'avant sous un capot.

Le châssis est en tôle d'acier emboutie. L'empattement est de 3,40 m ; la voie avant moyenne, de 1,55 m ; la voie arrière moyenne, de 1,51 m ; les roues sont simples à l'avant, jumelées à l'arrière ; elles sont montées sur pneumatiques Michelin de 895 mm × 135 mm.

Le véhicule est muni d'un frein électrique et de deux freins mécaniques à mâchoires intérieures sur les roues d'arrière, indépendants et actionnés l'un par un levier à main ; l'autre, par une pédale. Ces deux freins coupent automatiquement le courant et leur action oblige le conducteur à revenir au point mort après avoir freiné à fond et à reprendre progressivement ses vitesses.

CARROSSERIE. — La carrosserie est du type Armée et bâchée.

Cette camionnette avait parcouru environ 1 200 km avant d'être présentée aux essais.

II. Résultats des essais. — *Poids.* — Poids total : 4 800 kg ; charge utile : 1 637 kg.

Itinéraires. — Ce sont ceux de 2e catégorie : parcours en banlieue, 72 km : parcours dans Paris, 72,2 km.

Consommations. Vitesses. — Nous donnons ci-dessous les consommations et les vitesses relevées au cours des essais :

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
78	75,7	76,4	72

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
229	221	224	206

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
18,2	17,1	19,4	18,2

Régularité de marche. — Ce véhicule a subi toutes les épreuves prévues au programme des essais sans aucun incident.

F. Camion Laporte (N° 12).

I. Description. — GÉNÉRALITÉS. — C'est un camion de 5 t environ de charge utile, ne comportant ni embrayage, ni changement de vitesse mécanique, ni différentiel. A l'avant, sous un capot, est renfermé l'appareillage électrique ; sous le châssis est placée la batterie d'accumulateurs ; les moteurs, au nombre de deux, font

27 P

partie du pont arrière. La figure 35 en donne une vue générale.

En régime unihoraire : puissance, 10 ch ; vitesse, 700 t : mn.

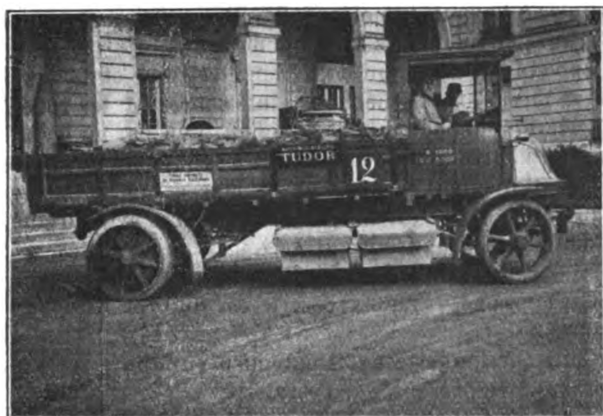


Fig. 35. — Vue du camion électrique Laporte (n° 12).



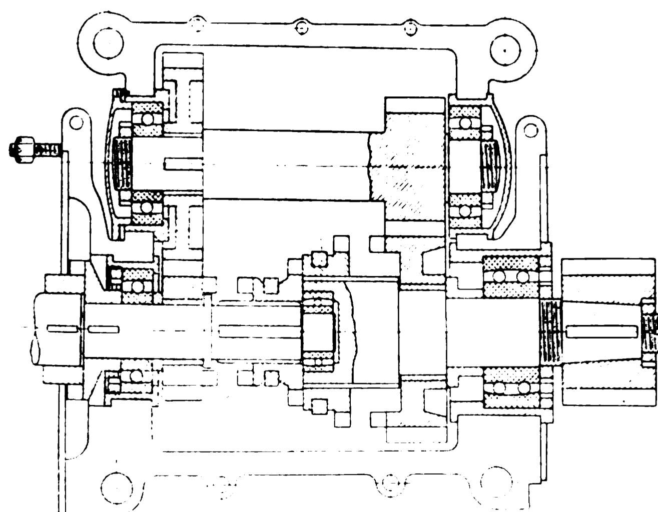
Fig. 36. — Vue de l'essieu arrière du camion électrique Laporte (n° 12).

Moteurs et transmission. — Les moteurs attaquent directement les roues (fig. 36). Construits par la Société languedocienne de Constructions électriques, ils sont du type série, à six pôles, entièrement blindés, avec porte de visite sur les collecteurs.

Leurs caractéristiques sont :

En régime normal : puissance, 7,5 ch ; vitesse, 780 t : mn.

Chaque moteur est suspendu élastiquement au châssis ; l'arbre d'attaque des roues porte un pignon engrenant à l'intérieur d'une couronne dentée fixée à la roue. Sur cet arbre est monté un réducteur de vitesse (fig. 37), destiné à la montée des fortes rampes ; en prise directe, le moteur tourne à 780 t : mn ; en réduction, il tourne à 700 t : mn. La commande de ces deux réducteurs se fait à l'aide d'un levier placé à côté du conducteur.



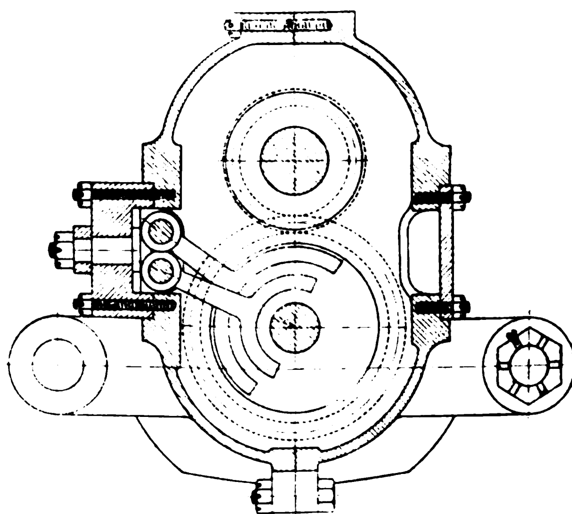


Fig. 37. — Vues en coupe du réducteur mécanique de vitesse du camion électrique Laporte (n° 12).

Batterie. — La batterie est formée de 80 éléments d'accumulateurs au plomb « Tudor » type T. F. 10 ; son poids total est de 1 600 kg ; sa capacité, de 300 A-h pour un régime de décharge en cinq heures.

Chaque élément est constitué par des plaques à oxyde rapporté de 230 mm × 135 mm × 4,5 mm, avec séparateurs en ébonite et en bois. L'électrolyte se compose d'eau acidulée à 28° Baumé. Le poids d'un élément en ordre de marche est de 21,8 kg.

Les 80 éléments sont groupés en quatre caisses de vingt. Chaque caisse est montée à glissière dans des fers U fixés au châssis et dans lesquels se trouvent des galets

Appareillage électrique. — Il comprend un combi-

nateur, des interrupteurs et des appareils de mesure.

Cet appareil permet cinq combinaisons de marche avant ou arrière (fig. 38).

1re position : demi-batteries en parallèle, résistance, induits et inducteurs en série;

2e position : demi-batteries en parallèle, pas de résistance, induits et inducteurs en série; (ces deux positions sont utilisées pour le démarrage);

3e position : demi-batteries en série, pas de résistance, induits et inducteurs en série; cette position convient pour la marche en rampe de 6 pour 100;

4e position : demi-batteries en série, pas de résistance, inducteurs en parallèle, induits en série; cette position convient pour la marche en rampe de 4 pour 100;

5e position : demi-batteries en série, pas de résistance, inducteurs et induits en parallèle; elle correspond à la marche en palier.

Le passage de la marche avant à la marche arrière, et réciproquement, s'effectue à l'aide d'un inverseur qui change le sens du courant dans les induits.

L'interrupteur général se commande du siège du conducteur. Un interrupteur spécial, muni d'un souffleur magnétique, est commandé par les freins mécaniques : quand on freine, on coupe automatiquement le courant. Un système de verrouillage oblige le conducteur, après freinage, à revenir au point mort du combinateur et à reprendre progressivement ses vitesses.

Les appareils de mesure comprennent un volt-ampèremètre donnant, à chaque instant, la tension et l'intensité et un compteur qui mesure la consommation.

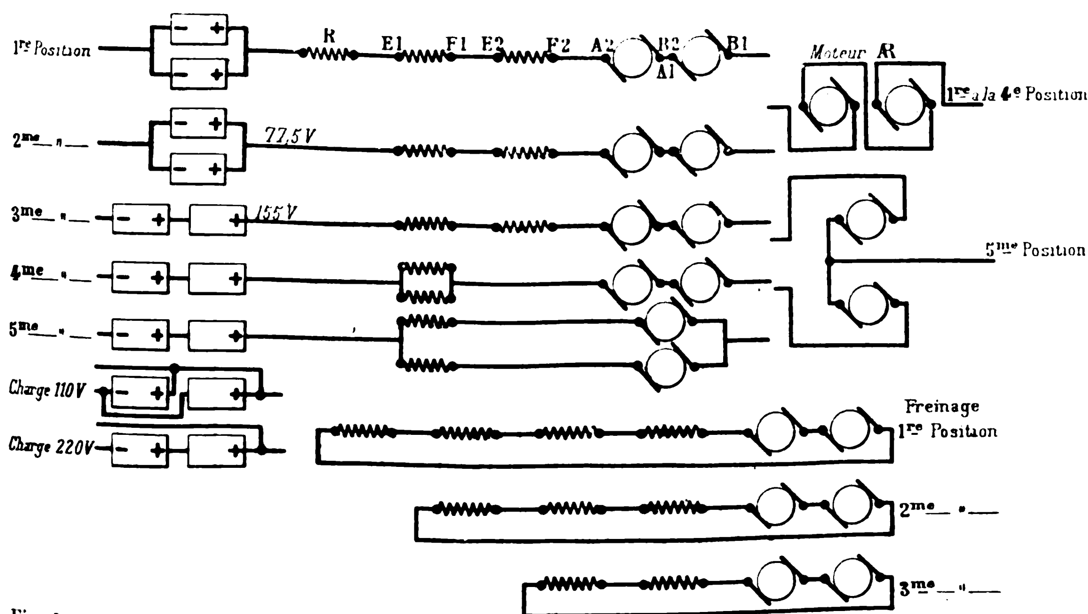


Fig. 38. — Représentation schématique des différentes combinaisons obtenues au moyen du combinateur du camion électrique Laporte (n° 12).

Le schéma de l'équipement électrique est représenté sur la figure 39.

Chassis (fig. 40). — Le cadre est en poutrelles assemblées par des goussets et rivées.

La direction est à vis et écrou.

Il y a deux freins mécaniques agissant sur les tambours des roues d'arrière : un frein intérieur à mâchoires extensibles, un frein extérieur à ruban.

Carrosserie. — Elle est constituée par un plateau et des ridelles; une capote est montée au-dessus du siège du conducteur.

Ce camion avait parcouru, avant les essais contrôlés, 3000 km environ.

II. Résultats des essais. — *Poids.* — Poids total : 11 922 kg; charge utile : 5 222 kg.

Itinéraires. — Ce sont ceux des 4e et 5e catégories, leur longueur est de 50 km en banlieue, de 51,2 dans Paris.

Consommations. Vitesses. — Voici les consommations par kilomètre et par tonne de charge utile, ainsi que les vitesses commerciales effectuées par ce camion.

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
71,2	57,6	67,2	54,7

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
163	132	155	126

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
10,5	13	11,8	14

Régularité de marche. — Ce véhicule a effectué tout le parcours prévu au programme sans aucun incident.

G. Camion Berliet (N° 2).

1. Description. — **Généralités.** — Ce véhicule est destiné au transport de lourdes charges sur de petites

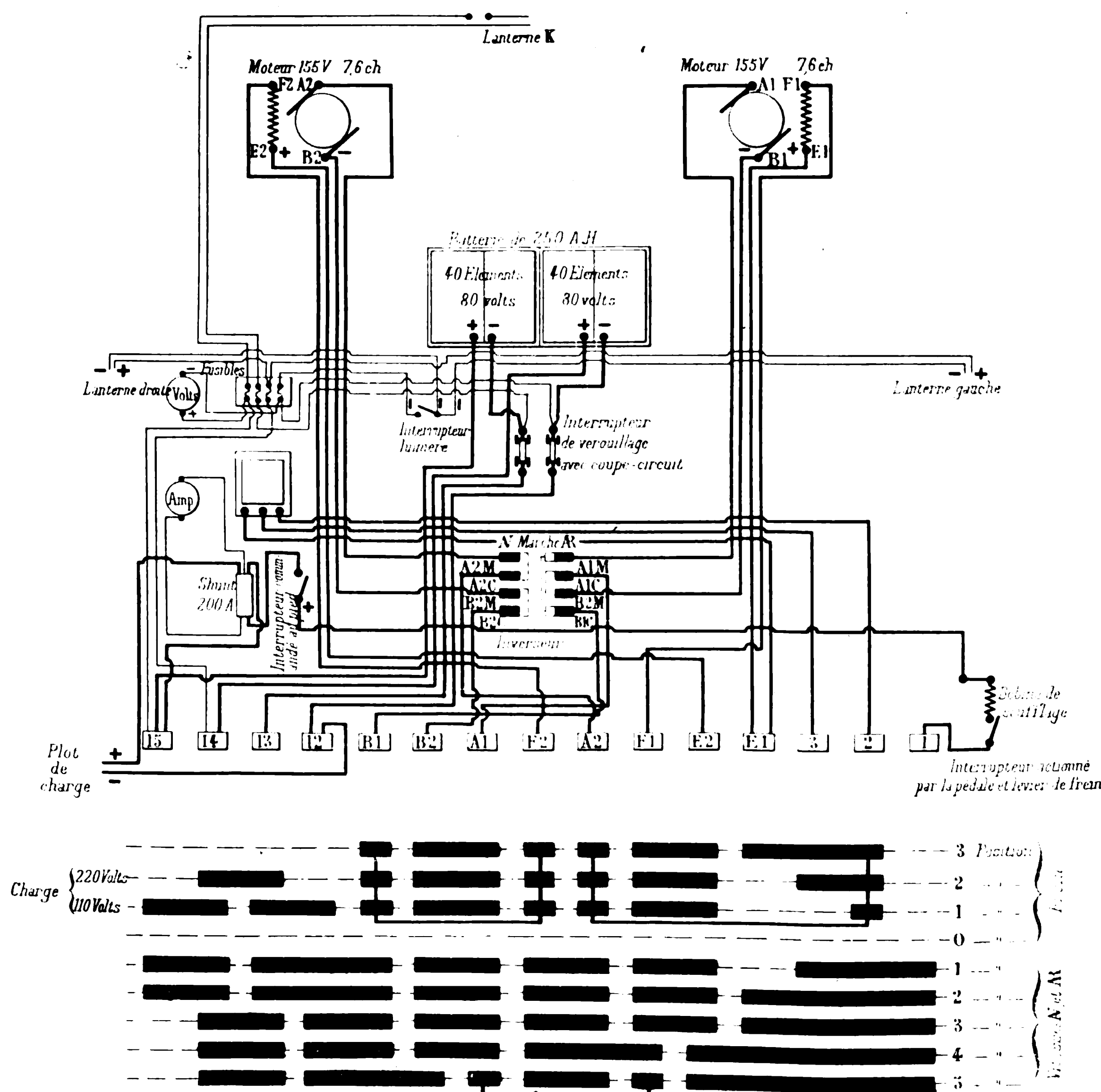


Fig. 39. — Schéma de l'équipement électrique du camion électrique Laporte (n° 12).

distances. Sa longueur est de 7 m et sa largeur de 2,30 m. La figure 40 en donne une vue d'ensemble.

Moteur. — Le moteur, spécialement étudié par les Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné, est du type shunt à double collecteur, entièrement blindé. Puissance : 20 ch (surcharge maximum admissible : 300 pour 100). Vitesse normale : 900 t : mn.

Batterie. — La batterie d'accumulateurs est composée de 120 éléments fer-nickel marque « Edison », d'un poids total de 1 600 kg environ. Sa capacité est de 300 A-h. Le logement des accumulateurs est prévu dans des coffres spéciaux, à la partie centrale, entre les longerons et à l'extérieur.

Appareillage électrique. — Il comprend un combi-

nateur, un contacteur, un interrupteur d'arrêt et un rhéostat de démarrage.

Le combinateur, blindé, fixé sur la boîte de vitesses à côté du moteur, à commande par levier, permet cinq couplages en marche avant, et un couplage en marche arrière.

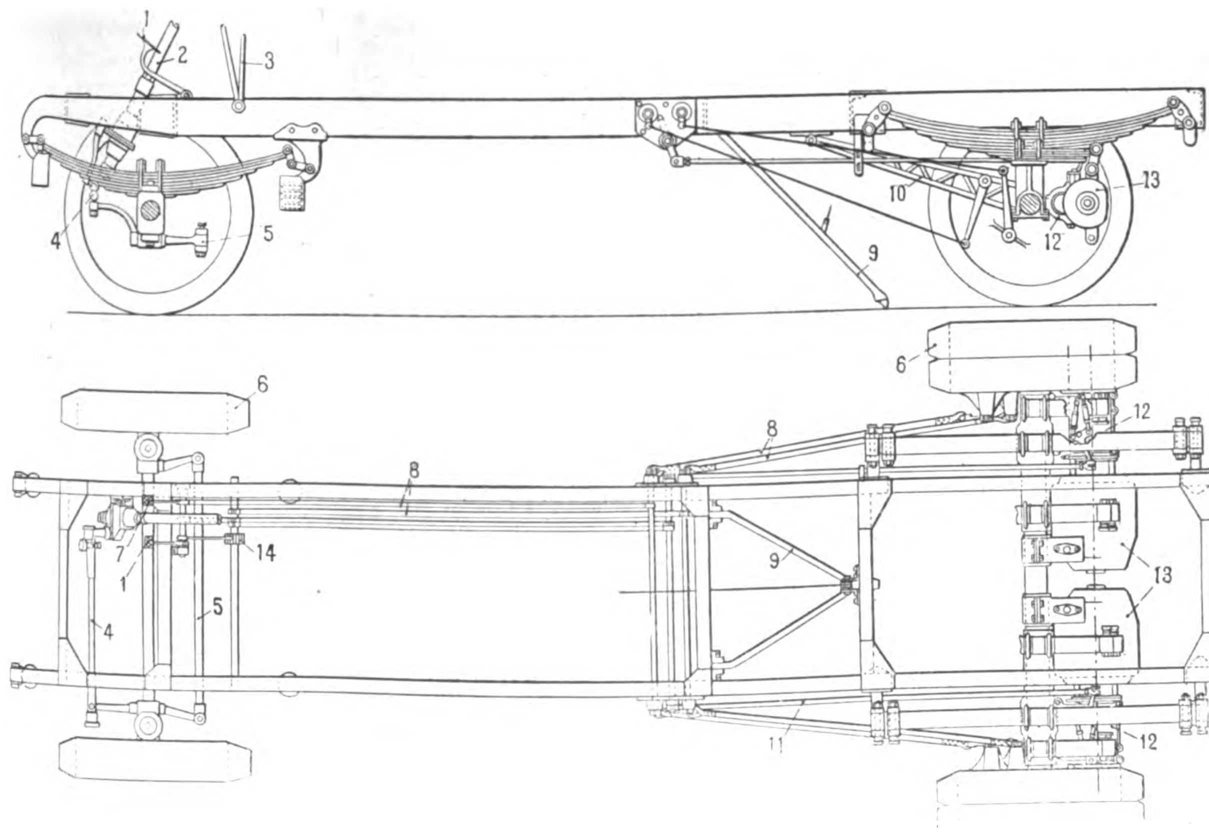


Fig. 40. — Vues en élévation et en plan du camion électrique Laporte (n° 12).

Marche avant :

Position.	Induits.	Inducteurs.
I	série	série
II	série	série avec shunt de 25 pour 100
III	parallèle	série
IV	parallèle	série avec shunt de 25 pour 100
V	parallèle	série avec shunt de 50 pour 100

Marche arrière :

Position.	Induits.	Inducteurs.
unique	série	série, inversés

Comme pour la camionnette, le combinateur ne coupe pas directement le courant. Les interruptions sont faites par un contacteur actionné lui-même par la pédale d'arrêt. Cette pédale commande, en outre, le rhéostat de démarrage.

L'équipement électrique est complété par une serrure antivol, combinée avec un distributeur de courant pour l'éclairage et des appareils de mesure : volt-ampèremètre, ampèreheuremètre, tachymètre.

Le moteur agit en récupération chaque fois que la vitesse du véhicule dépasse la vitesse de régime. L'augmentation de vitesse ne peut être supérieure à 5 pour 100.

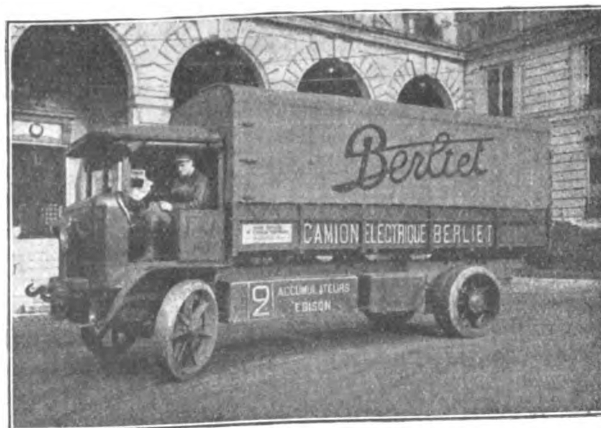


Fig. 41. — Vue du camion électrique Berliet (n° 2).

Les connexions entre ces divers appareils sont représentées sur la figure 42.

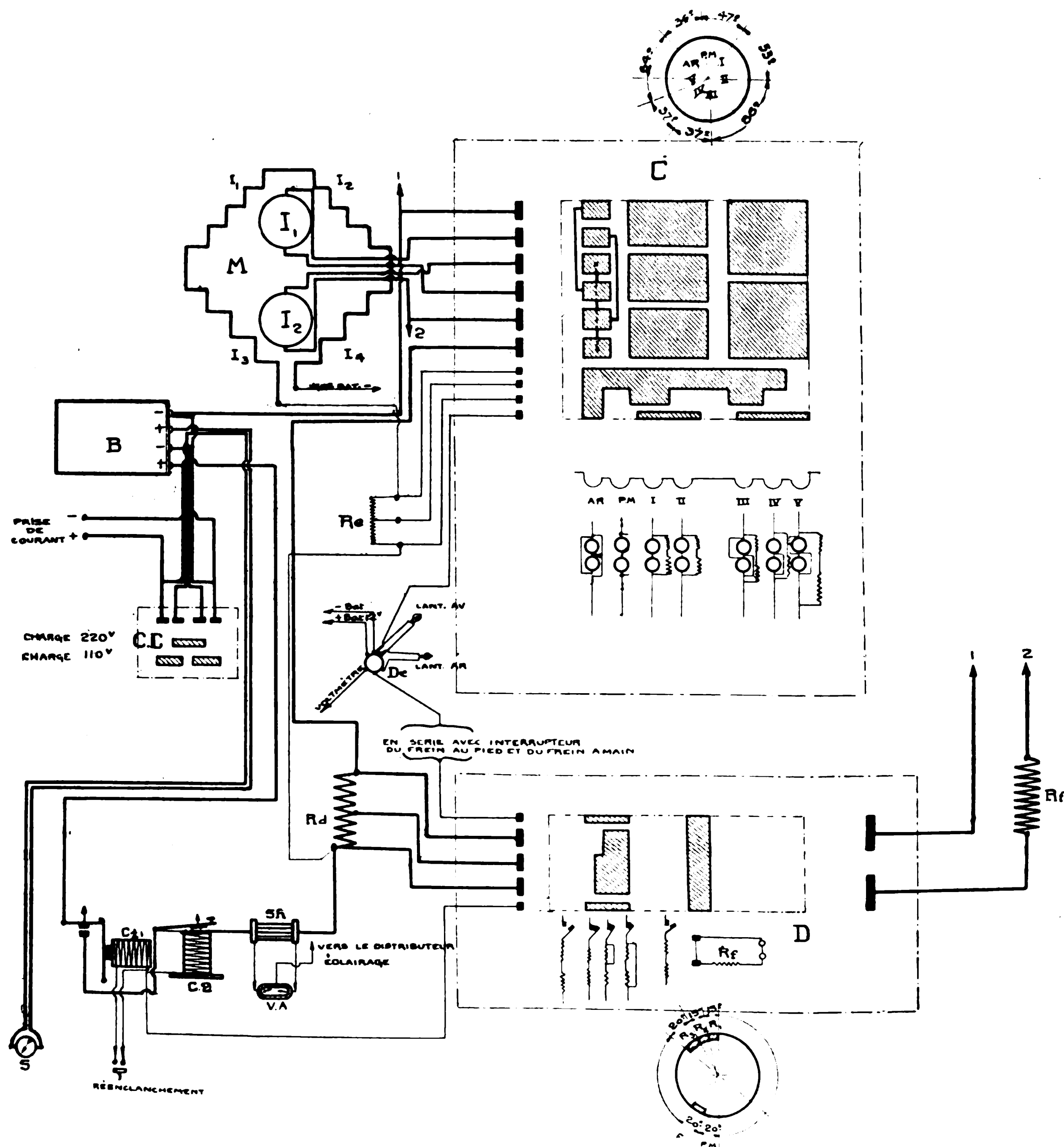


Fig. 42. — Schéma des connexions du camion électrique Berliet (n° 2).

B, batterie; C, combinateur; C_1, contacteur disjoncteur; C_2, contacteur à maximum; C,C, combinateur de charge; D, démarreur type A_2; D,E, distributeur éclairage; M, moteur; I_1, induit n° 1; I_2, induit n° 2; i_1, inducteur 1; i_2, inducteur 2; i_3, inducteur 3; i_4, inducteur 4; Re, résistance de champ; Rd, résistance de démarrage; Rf, résistance de freinage; S, ampère-heuremètre; Sh, shunt; V,A, volt-ampèremètre.

Chassis. — Le cadre est constitué par deux longerons en tôle d'acier emboutie Martin-Siemens, en forme de solide d'égale résistance, entretoisées par des traverses qui assurent la rigidité de l'ensemble.

Un frein mécanique agit sur des tambours solidaires des roues arrière. Un autre, commandé au pied, agit sur un tambour à la sortie de la boîte de vitesses.

La suspension arrière se fait par l'intermédiaire de

larges ressorts semi-elliptiques avec jumelle à l'arrière et point fixe à l'avant pour absorber la réaction au démarrage ou lors d'un coup de frein et transmettre la poussée.

Les roues sont en acier moulé et à rayons. Les roues avant sont munies de bandages de 950 mm × 140 mm. Les roues arrière sont jumelées et montées, par l'intermédiaire de roulements à billes, sur les trompettes du pont; les bandages sont de 970 mm × 200 mm.

Transmission. — La transmission ne comporte pas d'embrayage. La boîte de vitesses comprend deux vitesses, dont une en prise directe. Il existe un point mort entre les deux positions, qui constitue le débrayage et permet, à l'arrêt, le nettoyage du collecteur; la marche arrière s'obtient par inversion du sens de rotation du moteur.

La réduction donnée par la deuxième vitesse est dans le rapport de 1 à 5.

La commande des vitesses se fait par levier unique, situé au centre de la boîte, à la gauche du conducteur. Les engrenages sont en acier au nickel-chrome. Le train intermédiaire, toujours en prise, est bagué et tourne fou sur un axe fixe.

Le pont arrière est du type à couronne de bronze et vis tangente en acier; le corps est entièrement venu de fonte. Les arbres différentiels sont montés à cannelures sur les pignons planétaires et à cône dans les moyeux des roues. Un roulement à double rangée de billes les tient en place et empêche tout déplacement longitudinal.

Carrosserie. — Elle est du type Armée et bâchée.

II. **Résultats des essais**. — *Poids*. — Poids total : 12 061 kg; charge utile : 5 372 kg.

Itinéraires. — Ce sont ceux des quatrième et cinquième catégories, soit : 50 km en banlieue, et 51,2 km dans Paris.

Consommations. Vitesses. — Les consommations et les vitesses relevées au cours des essais sont données ci-dessous.

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
75,8	68	70	59,6

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile.*

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
170	152	157	134

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
10,8	11,4	12,5	12,5

Régularité de marche. — Marche régulière au cours des essais.

II. Camion Crochat (N° 11).

I. **Description**. — Généralités. — Les établissements Crochat ont présenté aux essais un camion destiné à transporter des marchandises d'un poids maximum de 6 t (fig. 43).

Moteur. — Le camion comporte un seul moteur, type traction, blindé et ventilé, à excitation série. On peut



Fig. 43. — Vue du camion électrique Crochat (n° 11).

faire fonctionner ce moteur en génératrice en alimentant les inducteurs à l'aide d'une batterie auxiliaire; ce dispositif est utilisé pour le freinage électrique.

L'induit est monté sur roulements à billes et porte une poulie de frein.

Puissance horaire : 14 400 w; tension : 140 v.

Batterie. — La batterie d'accumulateurs est composée de 120 éléments fer-nickel S.A.F.T. du type 738, de 300 A-h de capacité; elle est logée sous le châssis du camion; des trappes permettent la visite et l'entretien. Une batterie auxiliaire servant au freinage comprend six éléments identiques.

Pour la charge des accumulateurs à Bellevue, la batterie était divisée en deux demi-batteries mises en parallèle.

Appareillage électrique. — L'appareillage électrique comprend les organes suivants :

1° Un combinateur de marche dont les différentes positions de la manette de commande réalisent les couplages suivants :

En marche avant.

Première vitesse : deux demi-batteries en parallèle avec résistance interposée (démarrage).

Deuxième vitesse : deux demi-batteries en parallèle sans résistance (accélération, marche normale en forte rampe).

Troisième vitesse : deux demi-batteries en série sans

résistance (marche en faible rampe ou à vitesse réduite, régime économique recommandé).

Quatrième vitesse : deux demi-batteries en série, les inducteurs étant shuntés à 50 pour 100 (marche rapide en palier).

En marche arrière :

Première vitesse : deux demi-batteries en parallèle avec résistance interposée, le courant étant inversé dans l'induit.

Deuxième vitesse : deux demi-batteries en parallèle

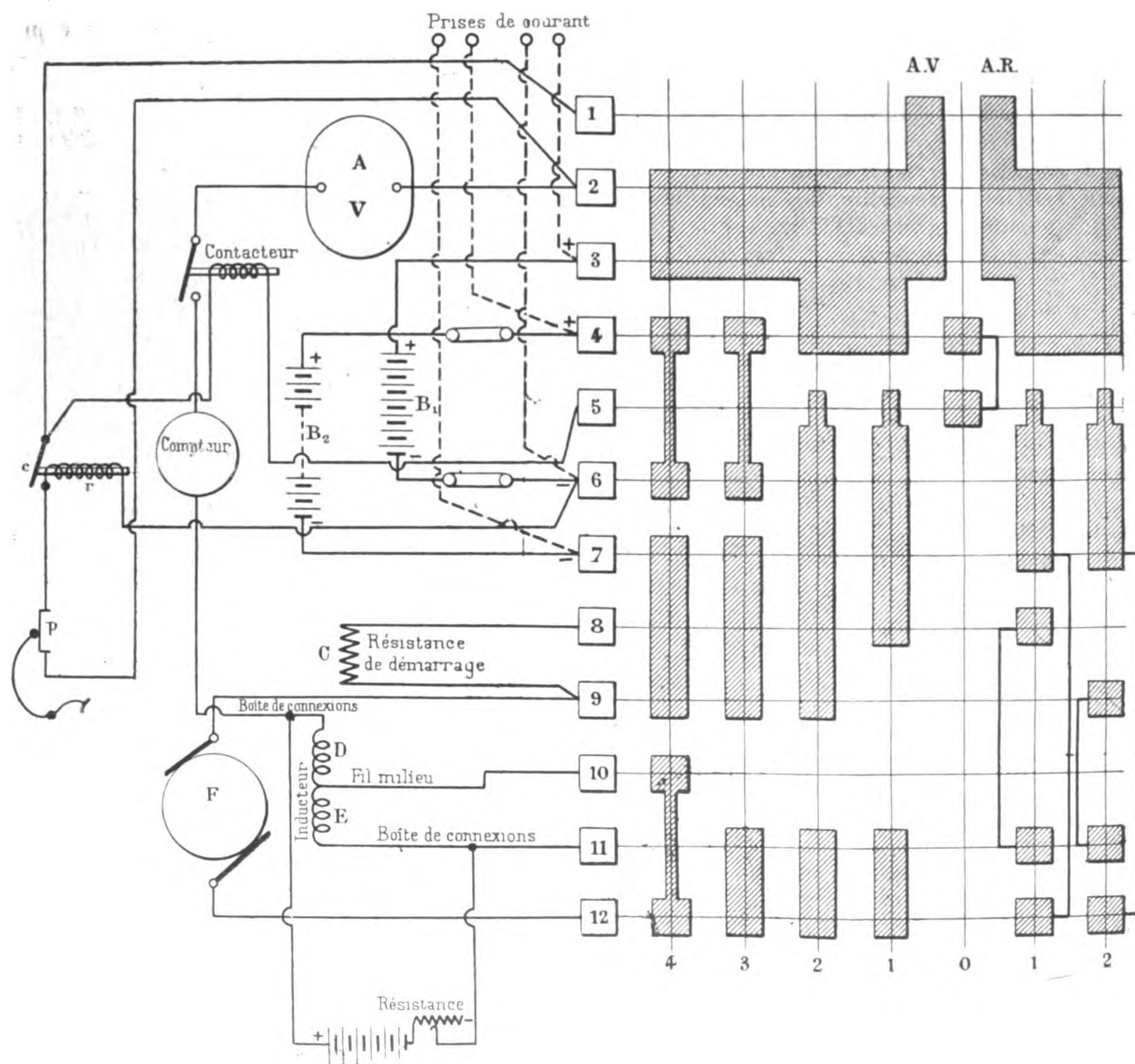


Fig. 44.—Schéma des connexions du camion électrique Crochat (n° 11).

Fonctionnement du contacteur. — Le relais auxiliaire r est toujours relié au pôle négatif de la batterie par le plot 6. Dans la position intermédiaire entre 0 et 1, ce relais est fermé en c et alimenté par les plots 1 et 2. Un peu avant la position 1, il ne reçoit de courant que par le plot 2 et seulement si le contact est établi en c et si la pédale p est abaissée. Dans la position I, le plot est hors circuit ; le circuit du contacteur se ferme par le plot 5 et le courant principal est établi. Si on lâche alors la pédale, le contacteur et le relais r cessent d'être alimentés ; le relais r s'ouvre et, pour rétablir le courant principal, il faut revenir à la position primitive.

sans résistance, le courant étant inversé dans l'induit.

Le combinateur ne coupe jamais le courant principal ; cette disposition évite l'usure des frotteurs et du cylindre qui les porte et écarte le risque d'arcs et de courts-circuits.

2° Un contacteur électromagnétique, commandé par un circuit spécial, qui coupe ou rétablit le courant principal. Pour changer de position au combinateur, le conducteur coupe le courant à l'aide du contacteur, puis établit le couplage correspondant à la nouvelle position ; lorsque celle-ci est obtenue, il rétablit le courant principal.

Ce contacteur est à soufflage magnétique.

3° Des relais auxiliaires qui agissent sur le courant spécial de contrôle du contacteur et qui permettent :

a) de couper le courant principal dès que l'on agit sur la pédale de frein ;

b) d'obliger le conducteur à revenir à sa première position de démarrage après freinage.

Le camion est muni d'un système de freinage électrique qui permet en descente de récupérer une partie de l'énergie provenant de la force vive du camion.

Le schéma de l'équipement électrique est représenté sur la figure 44.

CHASSIS. — Le châssis du camion est constitué par un cadre métallique en fers profilés et tôle d'acier reposant, par l'intermédiaire de ressorts à lames, sur des essieux en acier forgé munis de fusées à roulements à billes.

Les roues sont en acier moulé avec bras à nervures ; elles sont munies de bandages en caoutchouc dont les dimensions sont les suivantes :

Roues avant, bandages simples : diamètre, 1,030 m ; diamètre de la section, 160 mm.

Roues arrière, bandages doubles : diamètre, 1,030 m ; diamètre de la section, 160 mm.

La largeur de voie est de 1,930 m ; l'empattement, de 4 m. Les roues d'avant sont directrices et commandées par un système de bielles, leviers et vis sans fin, avec volant de manœuvre, semblables aux directions des camions à moteur à essence.

Les roues d'arrière sont motrices et commandées par chaîne. Outre le frein électrique dont il est question plus haut, le camion comporte deux freins mécaniques :

1° Un frein à main, commandé par un levier et agissant sur les sabots placés à l'intérieur des tambours de chaîne solidaires des roues d'arrière ; ce frein constitue le frein de service,

2° Un frein à pédale très énergique, qui constitue le frein de secours et qui agit sur un tambour fixé sur l'arbre de l'induit du moteur électrique.

TRANSMISSION. — La transmission du mouvement aux roues arrière s'effectue par l'intermédiaire d'engrenages de réduction et de chaînes. Cette transmission comporte également un différentiel.

CARROSSERIE. — La carrosserie est une caisse ordinaire, à ridelles démontables, dont les dimensions sont les suivantes : longueur, 4,50 m ; largeur, 2,30 m.

PARCOURS EFFECTUÉ AVANT LES ESSAIS. — Ce camion avait parcouru 3 000 km environ avant les essais contrôlés.

II. Résultats des essais. — *Poids.* — Poids total : 12 813 kg ; charge utile : 5 583 kg.

Itinéraires. — Les itinéraires suivis étaient ceux des quatrième et cinquième catégories, soit 50 km en banlieue et 51,2 km dans Paris.

Consommations. Vitesses. — Les consommations et les vitesses réalisées sont indiquées ci-dessous.

A. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge totale* (1).

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
63,7	55,6	59,8	55

B. — *Consommations par kilomètre et par tonne de charge utile* (1).

Consommation moyenne. watts-heure		Consommation minimum. watts-heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
145,9	126	137,5	116,5

C. — *Vitesses commerciales obtenues.*

Moyenne des vitesses commerciales. kilomètres : heure		Maximum des vitesses commerciales. kilomètres : heure	
en banlieue	dans Paris	en banlieue	dans Paris
11,	14,7	12,5	16,2

Régularité de marche. — Ce camion a subi tous les essais prévus au programme sans aucun incident.

VÉHICULES N'AYANT PAS SUBI LES ESSAIS

A. Voiturette S. A. T. M. E. (N° 14).

Description. — GÉNÉRALITÉS. — La Société d'Appareils de Transports et de Manutentions électriques a présenté une voiturette de 210 kg de charge utile qui est représentée sur la figure 45

Elle est destinée spécialement à la livraison des marchandises légères (grands magasins).

Son poids total est de 1 380 kg (contrôlé) ; sa charge utile, de 210 kg (contrôlée).

MOTEUR. — Le moteur est de construction S. A. T. M. E. C'est un moteur de traction, à excitation série, tétrapolaire, entièrement blindé. La puissance sur l'arbre, en régime unihoraire, est de 4 ch, la vitesse à la tension de 50 v est d'environ 1 000 t : mn.

BATTERIE. — La batterie est composée de 27 éléments au plomb d'une capacité de 180 A-h pour un régime de décharge en trois heures.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE. — Il comprend un combinateur et un contacteur. Les connexions entre ces appareils, le moteur et la batteries sont représentées schématiquement sur la figure 46.

CHASSIS (fig. 47). — Le cadre est en tôle d'acier emboutie entretoisée. Le châssis repose sur les 4 roues par l'intermédiaire de ressorts à lames semi-elliptiques.

(1) Les consommations indiquées ont été obtenues en totalisant :

1° L'énergie fournie, en cours de route, par la batterie principale et mesurée par le compteur ;

2° L'énergie fournie, pendant les périodes de freinage, par la batterie auxiliaire, et évaluée à 5 pour 100 de la précédente, ce rapport étant celui du nombre d'éléments de la batterie auxiliaire au nombre d'éléments de la batterie principale.

La direction est du type à vis tangente ; le pignon est taillé sur toute sa périphérie, ce qui permet un



Fig. 45. — Vue de la voiture légère électrique de ville de la Société d'Appareils de Transports et de Manutentions électriques (n° 14).

réglage au fur et à mesure de l'usure du secteur en prise. Le corps d'essieu avant est en acier forgé au pilon.

L'empattement est de 2,80 m ; la voie, de 1,25 m. Les roues sont prévues pour pneumatiques de 710 mm × 90 mm.

Le châssis est muni de deux freins :

1° Frein à segments métalliques agissant sur deux tambours, solidaires des roues d'arrière. Il est commandé par une pédale placée à la portée du pied droit du conducteur.

2° Frein identique au précédent, constitué par d'autres segments agissant sur les deux mêmes tambours et commandé par un levier à main.

TRANSMISSION. — La voiture comporte une boite de vitesse qui fait bloc avec le moteur et qui permet deux régimes de vitesse.

Le pont arrière est du type normal à couple conique et denture hélicoïdale.

CARROSSERIE. — La carrosserie placée sur le véhicule présenté était constituée par un petit coffre de livraison.

B. Voiture de ville " Electrix " (N° 17).

Description. — Cette voiture est une voiture de ville établie sur le même modèle que la camionnette

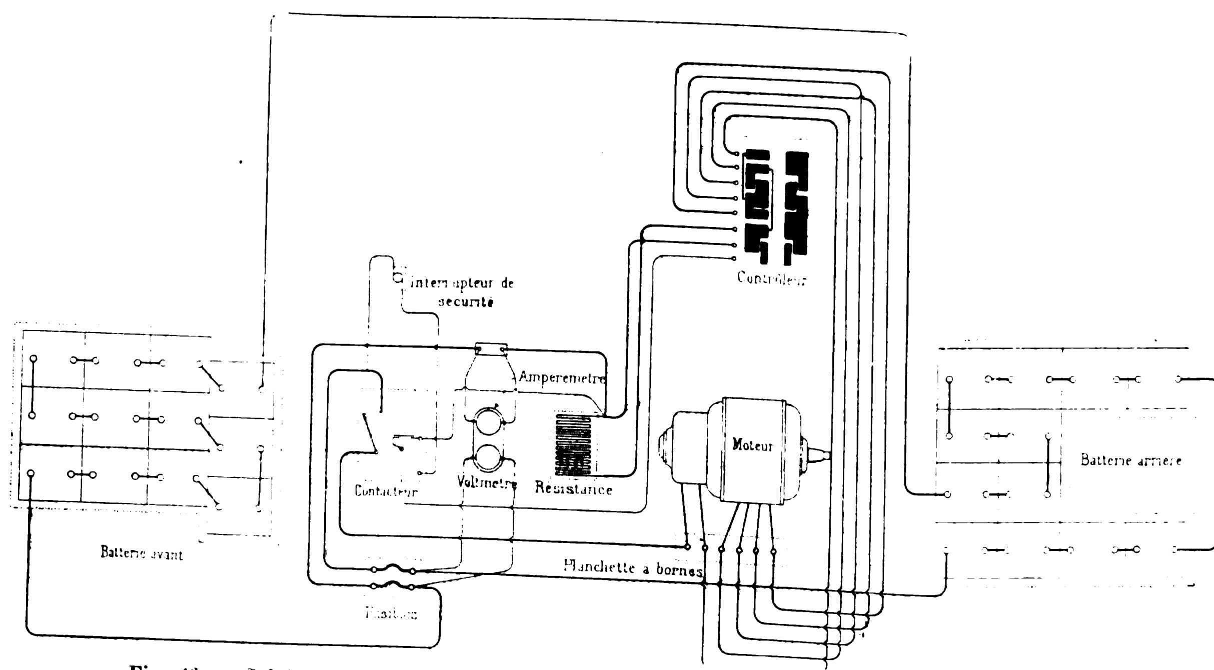


Fig. 46. — Schéma des connexions de la voiture électrique de ville de la Société d'Appareils de Transports et de Manutentions électriques.

(voir page 367) sur châssis 14 ch, carrossée en conduite intérieure à quatre places (fig. 48).

Le moteur est analogue comme construction à celui de la camionnette, mais sa puissance est de 6 ch seulement.

Cette voiture est destinée aux promenades dans les villes et leur banlieue.

C. Camionnettes électriques de la Société d'Applications électromécaniques (Nos 7 et 8).

Description. — GÉNÉRALITÉS. — Ces camionnettes sont destinées à des services de livraison urbains (fig. 49).

Le poids total du véhicule en ordre de marche, avec une charge utile de 500 kg, est de 2500 kg répartis de la manière suivante : 1000 kg sur l'essieu avant et 1500 kg sur l'essieu arrière.

Les roues avant sont motrices et directrices (fig. 50).

Moteur. — Le moteur est placé à l'avant de la voiture et fixé par quatre boulons sur un faux châssis amovible solidaire de l'ensemble du pont avant.

Il est du type à deux collecteurs, avec enroulement inducteur compoundé, et est construit par la Société des Ateliers électriques de Saint-Ouen. Puissance, 4 kw avec une surcharge temporaire admissible de 300 pour 100.

Batterie. — L'emplacement prévu pour la batterie permet d'équiper les véhicules indistinctement soit avec des batteries d'accumulateurs au plomb, soit avec

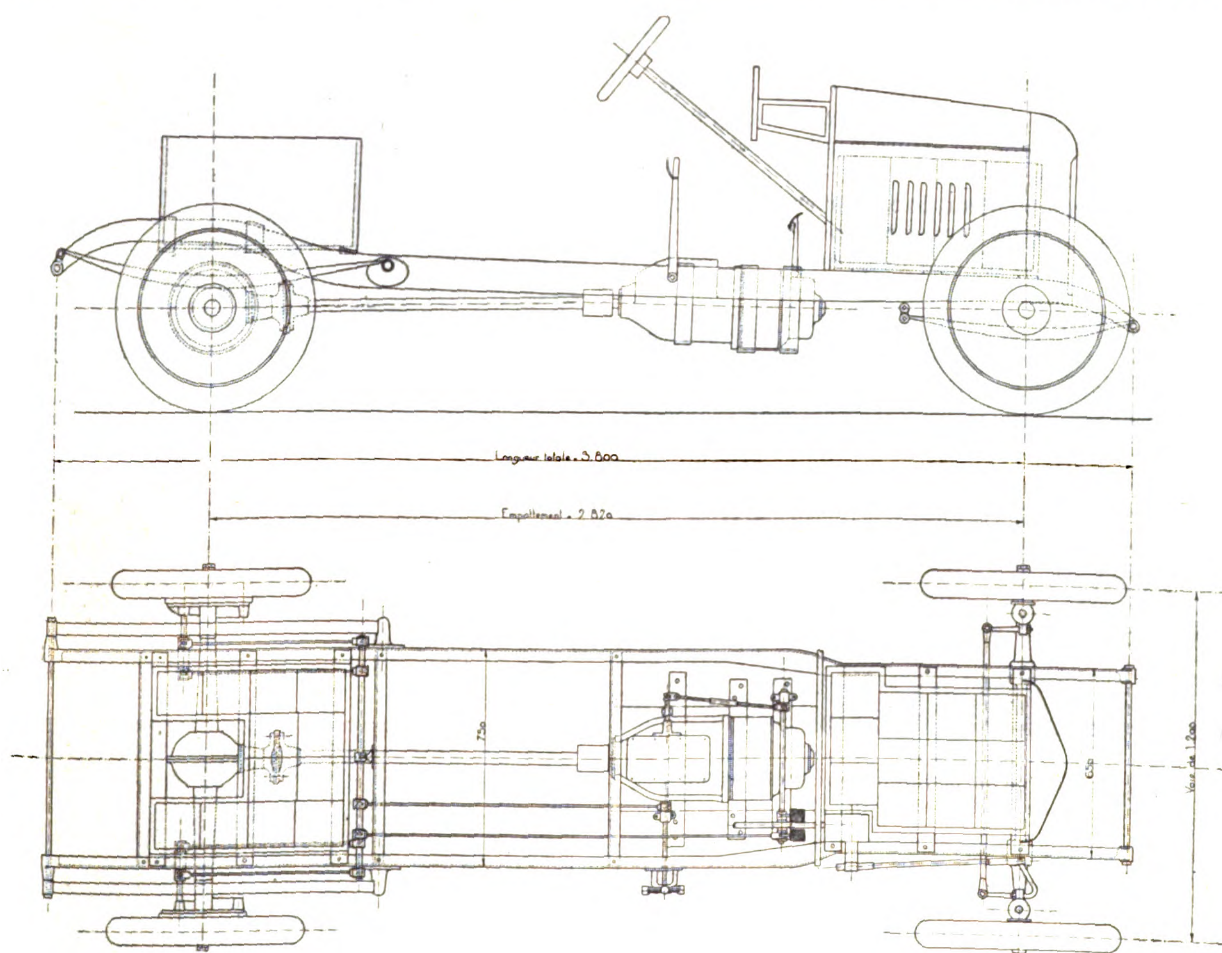


Fig. 47. — Vues en élévation et en plan du châssis de la voiture électrique de la Société d'Appareils de Transports et de Manutentions électriques (n° 14).

des batteries fer-nickel. Le fond de la caisse recevant les éléments est muni de galets permettant le déplacement des châssis contenant les accumulateurs. La ventilation est assurée par une circulation continue d'air au-dessus des éléments.

a) Batterie d'éléments au plomb (véhicule n° 7). — La batterie est une batterie « Tudor » de 42 éléments, type T. F. 8, d'une capacité de 210 A-h pour un régime de décharge en cinq heures.

Cette batterie est répartie en 6 châssis de 7 éléments; son poid total est de 800 kg.

b) Batterie d'éléments alcalins (véhicule n° 8). — La batterie est une batterie S. A. F. T. de 60 éléments fer-nickel, type 724, de 210 A-h de capacité.

Cette batterie est répartie en 6 châssis de 10 éléments; son poids total est de 600 kg.

Appareillage électrique. — Il comporte un combinateur commandé par un levier placé sous le volant.

Cet appareil, du type à tambour avec rupture brusque et soufflage magnétique, donne six positions de marche avant et deux positions de marche arrière. Les différentes vitesses sont réalisées par le shuntage des inducteurs et la mise en série ou en paral-

lèle des deux induits du moteur qui possède deux collecteurs.

Position.	Résistance.	Induit.	Inducteurs.
1re	en série	en série	sans shunt
2e........	hors série	id.	id.
3e........	id.	id.	shunt 1
4e........	en parallèle	id.	sans shunt
5e........	id.	id.	shunt 1
6e........	id.	id.	shunt 2

Chaque position de marche permet la récupération de l'énergie toutes les fois que la vitesse du véhicule tend à dépasser de 25 pour 100 la vitesse normale en palier. Cette récupération assure le freinage du véhicule dans les descentes.

En plus du combinateur, le conducteur dispose d'une pédale permettant de couper progressivement le courant, ce qui a pour résultat de permettre au véhicule

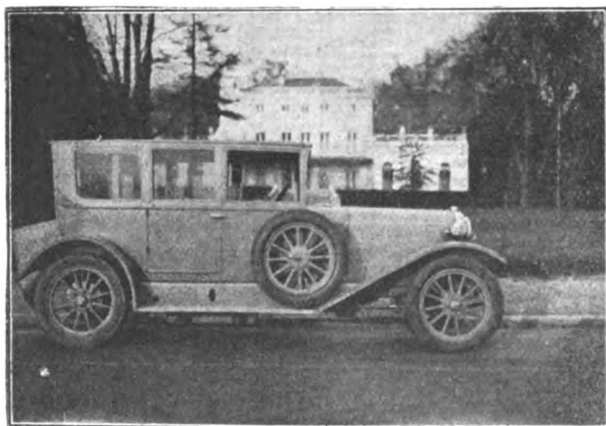


Fig. 48. — Vue de la voiture légère électrique de ville Electrix (n° 17).

de rouler librement. Cette pédale est normalement abaissée pendant la marche ; quand le conducteur lâche son pied, la pédale se relève et coupe automatiquement le courant en insérant progressivement une série de résistances. Cette coupure est effectuée à l'aide d'un petit tambour analogue à celui du combinateur et monté sur le même arbre que lui.

Le démarrage s'effectue en agissant sur le levier du combinateur et en appuyant progressivement sur la pédale.

L'appareillage comprend, en outre, deux fusibles, une borne de charge, les appareils de mesure (voltmètre et ampèremètre), ainsi que les interrupteurs nécessaires.

Chassis (fig. 51). — Le cadre est formé par deux longerons en tôle pliée.

La suspension est réalisée à l'arrière par deux ressorts à lames et un essieu coudé et, à l'avant, par deux ressorts à lames transversaux dont les extrémités tourillonnent sur des axes solidaires des fusées.

La direction est constituée par un dispositif breveté. La commande est réalisée par le coulissement sur des clés portées par le carter, d'une pièce comportant deux rampes hélicoïdales de pas différents.

La commande des leviers solidaires des fusées de roues est faite par des bielles dont les points d'attaque



Fig. 49. — Vue d'une camionnette électrique de la Société d'Applications électromécaniques.

ont été déterminés de manière à avoir les mêmes centres de rotation que les points d'articulation sur les leviers solidaires des fusées de roue.

Les roues sont montées sur pneumatiques et jantes Michelin ; les dimensions des bandages sont : 765 mm × 105 mm.

En ce qui concerne les freins, le conducteur a à sa

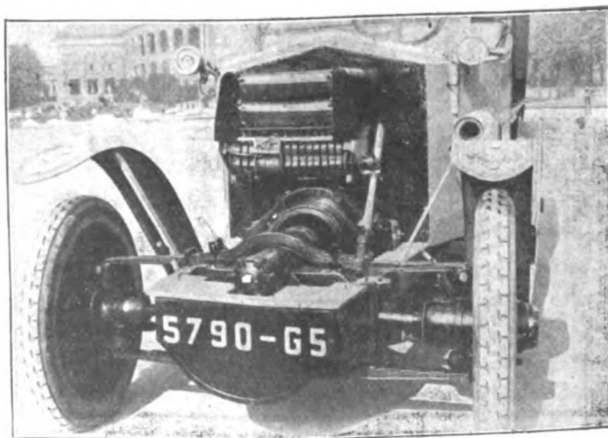


Fig. 50. — Vue de l'avant d'une camionnette électrique de la Société d'Applications électromécaniques.

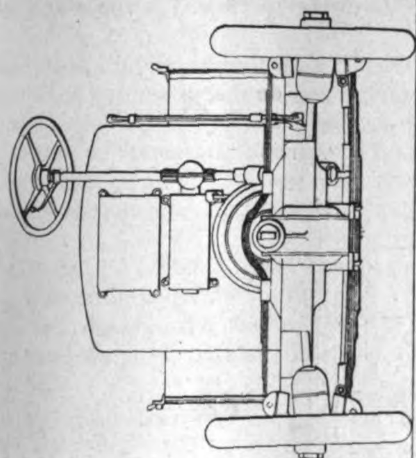
disposition une pédale commandant le freinage sur les quatre roues. Les roues arrière sont munies de freins à mâchoires garnis de ferodo. Le frein avant est constitué par une bande d'acier, garnie de ferrodo, serrant le tambour placé entre le moteur et le réducteur de vitesse à vis de la transmission. L'équilibrage des

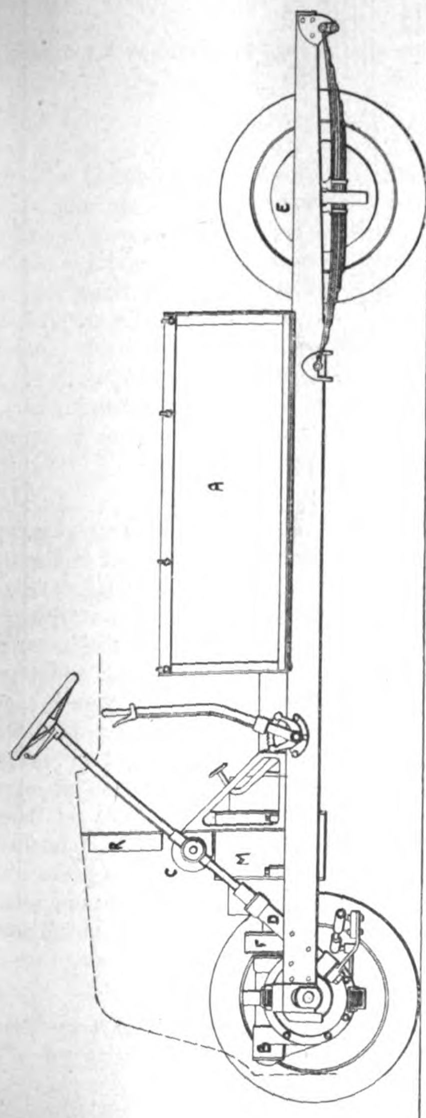
efforts de freinage est assuré par un palonnier à branches inégales articulées sur la pédale même. Le conducteur dispose, en outre, d'un levier à main qui permet le blocage des freins à mâchoires sur les roues d'arrière.

Transmission. — Cette voiture n'a pas de changement de vitesse mécanique; le moteur actionne directement, par l'intermédiaire d'un entraînement élastique placé dans la poulie du frein sur le mécanisme, un réducteur constitué par une vis sans fin en acier spécial de cémentation et une roue en bronze phosphoreux.

Le différentiel est du type ordinaire. La transmission du mouvement aux roues se fait par l'intermédiaire d'arbres et de boîtes de cardan qui permettent un braquage de 55° (fig. 52).

Carrosserie. — La carrosserie des véhicules comporte une caisse en tôle placée sur le châssis.





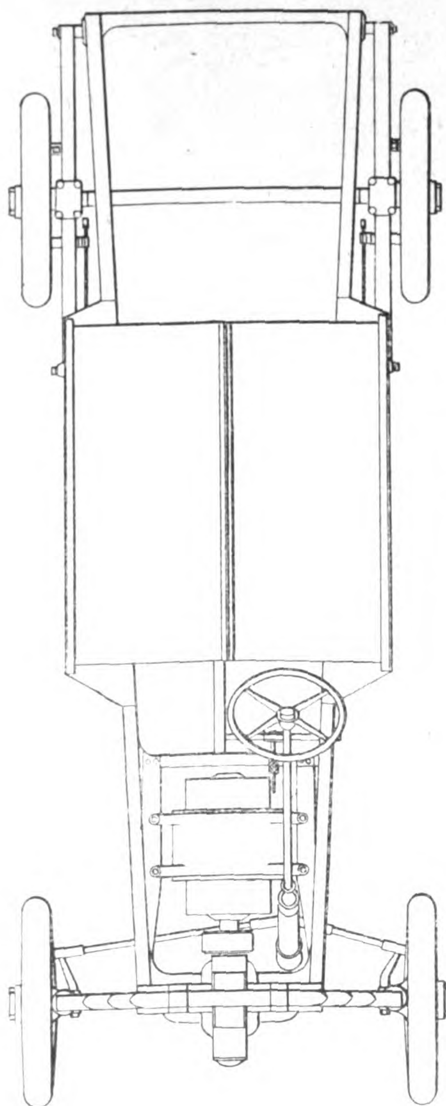


Fig. 51. — Vues en élévation et en plan du châssis de la camionnette électrique de la Société d'Applications électromécaniques.

CHASSIS P 20

AVANT - TRAIN MOTEUR

Coupe Transversale Vue de l'Avant

Fig. 52. — Vue en coupe des organes de transmission mécanique de la camionnette électrique de la Société d'Applications électromécaniques.

D. **Camionnette de la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction (voiture N° 10).**

Description. Généralités. — Ce type de voiture est destiné aux applications urbaines. Suivant la forme de sa carrosserie, il pourra être utilisé comme camionnette, voiture de livraison, omnibus d'hôtel ou petit autobus de ville. Il a été construit pour franchir sans recharge une distance de 60 km avec deux tonnes de charge utile.

La longueur du véhicule, toutes saillies comprises, est de 4,90 m : la largeur, de 1,90 m.

D'après les données du constructeur, le poids du véhicule se décompose comme il suit :

Poids à vide (chassis et carrosserie)	1 650 kg
Poids des accumulateurs, y compris les caisses et les roulettes	1 100 kg
Charge utile	2 000 kg
Poids maximum en charge	4 750 kg

La charge est répartie comme il suit sur les deux essieux : essieu d'avant, 1 500 kg ; essieu d'arrière, 3 250 kg.

Moteur. — Le moteur est fixé sous le châssis à hauteur du pédalier de manœuvre, par deux pattes venues de fonderie avec sa carcasse. C'est un moteur à enroulement shunt et à pôles auxiliaires de commutation, type spécial pour traction, blindé, ventilé et répondant aux caractéristiques suivantes :

Tension : 85 v; vitesse, 600 à 1 800 t : mn ; puissance, 6,5 ch. pour marche continue de quatre heures.

La commutation est calculée pour permettre des surcharges de 100 pour 100 sans étincelle au collecteur.

Batterie. — La batterie contient 45 éléments, répartis en trois caisses identiques, d'accumulateurs au plomb, à plaques comprimées, type « Monoplaque T. 7 ».

La capacité est de 280 A-h, pour une décharge en dix heures et de 230 A-h, pour une décharge en quatre heures (régime normal de traction).

Chaque élément comprend 15 plaques de 220 mm × 145 mm dont 7 positives, de 5 mm d'épaisseur, et 8 négatives, de 4 mm d'épaisseur. Son poids, en ordre de marche, est de 21,4 kg.

Le poids des 45 éléments est, par suite, de 960 kg et le poids total de la batterie (caisse et accessoires compris) de 1 100 kg environ.

Les accumulateurs sont contenus dans des caisses en bois, mobiles sur des chemins de roulement articulés montés sur le châssis.

Appareillage électrique. — L'appareillage électrique comporte des organes de contrôle et de manœuvre identiques comme montage et comme fonctionnement, à ceux de la voiture n° 9 décrite précédemment (page 357).

Chassis. — Le châssis est identique comme principe à celui de la voiture n° 9.

L'empattement est de 3 m, la largeur de voie de 1,40 m. Les roues sont du type Michelin avec pneumatiques de 965 mm × 155 mm.

Deux freins mécaniques agissent sur les roues arrière, l'un commandé par pédale ; l'autre, par levier.

Transmission. — La voiture possède un embrayage à disques multiples fonctionnant à sec.

Le changement de vitesse mécanique comporte un réducteur ; sur l'arbre secondaire se déplace un balladeur qui donne deux vitesses différentes dans le rapport de 1 à 2. La plus grande vitesse est celle généralement employée ; la petite est réservée aux fortes côtes.

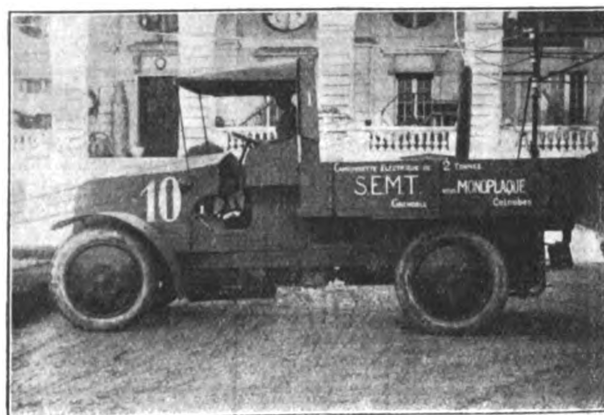


Fig. 53. — Vue de la camionnette électrique de la Société civile d'Etudes de Matériel de Traction (n° 10).

Conduite. — Comme pour la voiture n° 9, le moteur est mis en route à vide, à faible vitesse, le rhéostat de champ étant sur la résistance maximum. Le changement de vitesse est accroché à l'une de ses deux positions et il suffit alors de lâcher la pédale de débrayage pour que le véhicule se mette en marche.

La variation de la vitesse s'obtient en agissant sur le rhéostat de champ par l'intermédiaire de la pédale d'accélération. Par le simple jeu de cette pédale, que le conducteur manœuvre comme celle de l'accélérateur d'un véhicule ordinaire à essence, on peut soit accélérer, soit freiner le véhicule avec récupération automatique de l'énergie.

Carrosserie. — Le véhicule présenté (fig. 53) a été aménagé en camionnette. Il peut être carrossé différemment, selon l'usage auquel il est destiné.

TROISIÈME PARTIE. — **Essais de chariots et de tracteurs à accumulateurs.**

I. Organisation des essais

Des essais de chariots et tracteurs pour la manutention dans les usines et les gares eurent lieu pendant l'exposition des véhicules dont nous venons de parler, qui se tint à Bellevue du 11 au 14 octobre 1923.

Ils avaient pour objet de déterminer :

1° L'énergie électrique consommée par les moteurs, abstraction faite de l'énergie fournie aux batteries ;

2° Le nombre de kilomètres que ces véhicules peuvent effectuer en une seule charge, dans des conditions données ;

3° L'influence, sur la consommation, du poids transporté et des rampes.

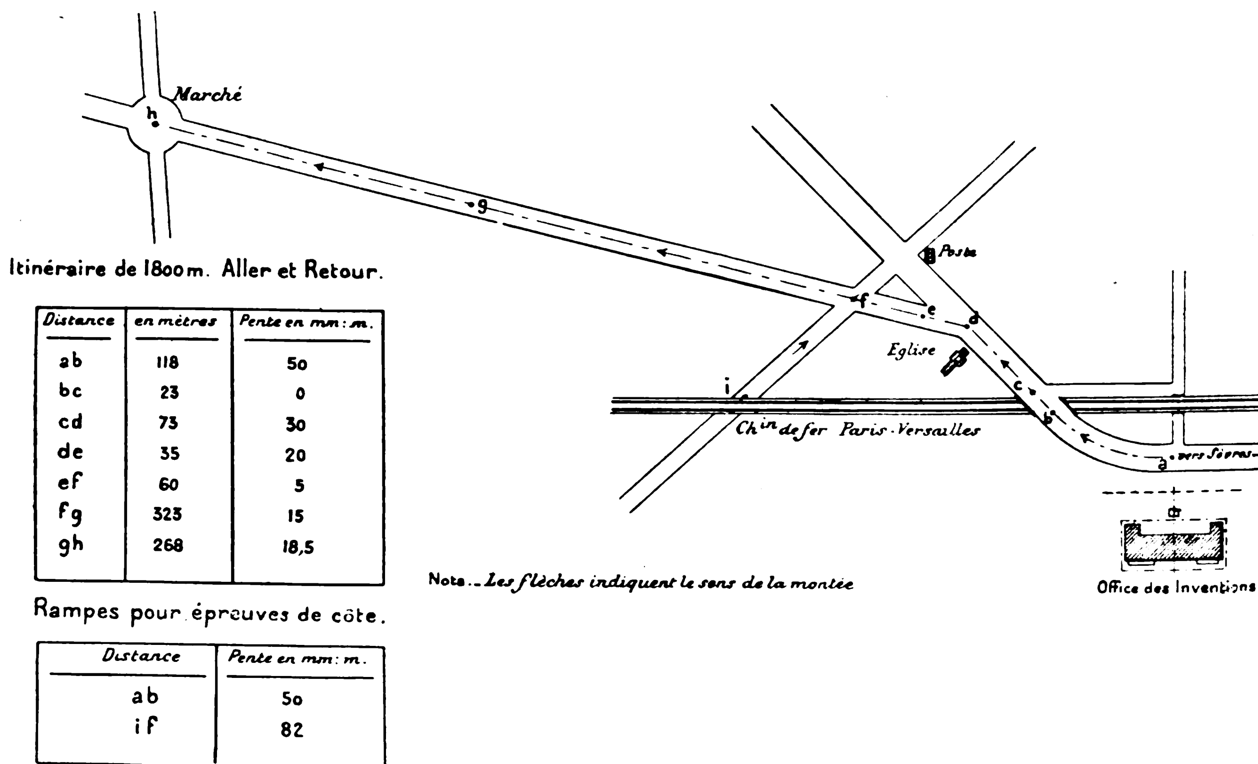
Les épreuves eurent lieu sur les routes avoisinant la station de charge, suivant l'itinéraire représenté sur la figure 54. Le trajet comportait des parties empierrées et des parties pavées.

Les épreuves comprenaient :

a) Des essais de consommation sur terrain varié ;

b) Des épreuves de côtes sur des rampes dont les pentes atteignaient respectivement 5 et 8 pour 100 ;

c) Des essais d'élévation et d'abaissement de plateforme pour les chariots élévateurs ;



Distance	en mètres	Pente en mm : m.
ab	118	50
bc	23	0
cd	73	30
de	35	20
ef	60	5
fg	325	15
gh	268	18,5

Distance	Pente en mm : m.
ab	50
if	82

Fig. 54. — Itinéraire pour les essais de chariots et de tracteurs à accumulateurs.

d) La mesure de l'effort de traction au point fixe pour les tracteurs et les chariots transporteurs.

Les véhicules étaient classés en deux catégories, suivant qu'ils étaient munis de batteries d'éléments fer-nickel ou de batteries d'éléments au plomb.

II. Description des véhicules présentés aux essais.

A. Chariot élévateur de la société Les Transporteurs mécaniques (N° 20).

La société Les Transporteurs mécaniques a présenté un chariot élévateur « S. A. T. M. E.-Dommic », type D. A. L. 2, capable de soulever et de transporter une charge de 2 tonnes. Sa longueur totale est de 2,8 m. C'est le chariot qui est représenté sur la figure 55.

Le châssis est constitué par des fers profilés et assemblés par rivure à chaud. Les quatre roues, montées sur roulement à billes et munies de bandages en caoutchouc plein, sont directrices ; les deux roues de grand diamètre sont motrices et actionnées, par l'intermédiaire d'un réducteur à vis sans fin et d'un différentiel, par un moteur électrique entièrement blindé d'une puissance de 1,6 ch.

L'empattement est de 1,45 m ; la voie des roues mo-

trices est de 0,75 m ; celle des roues menées, de 0,45 m.

Équipement électrique. — Un combinateur à plusieurs vitesses permet la marche en avant et la marche en arrière ; une pédale commande à la fois le desserrage du frein et la mise en marche par un démarreur permettant une mise en route progressive ainsi que le



Fig. 55. — Vue du chariot électrique transporteur-élévateur de la Société des Transporteurs mécaniques (n° 20).

réglage de la vitesse. Quand le conducteur cesse d'appuyer sur cette pédale, le courant électrique se trouve coupé et le serrage du frein se fait automatiquement.

La batterie comprend 24 éléments d'accumulateurs fer-nickel « S. A. F. T. » de 205 A-h de capacité. Elle est placée à l'aplomb de l'essieu moteur ; celui-ci est muni de ressorts à boudin afin d'éviter la transmission des chocs à la batterie.

Châssis. — Le châssis mobile a une longueur utile de 1,35 m, une largeur de 0,65 m. Le mécanisme élévateur du châssis mobile comporte une vis à filets carrés dont l'écrou est actionné, par l'intermédiaire d'un réducteur à vis sans fin, par un moteur électrique indépendant, entièrement blindé, d'une puissance de 1 ch. Un combinateur commande la montée et la descente des charges, avec arrêts automatiques en haut et en bas de la course.

B. Chariots et tracteurs « Automatic » (Nos 21, 22, 23).

La Compagnie des Chariots et Tracteurs Automatic a présenté aux essais :

Un chariot transporteur type D_3 ;

Un chariot transporteur-élévateur type L_3 ;

Un tracteur type T_1.

Chariot transporteur (N° 21). — Ce véhicule, que l'on voit représenté sur la figure 56, est construit pour transporter normalement 2 tonnes de charge utile sur tous les terrains : cour d'usine, entrepôt, etc... Sa longueur totale est de 2,90 m ; l'empattement est 1,30 m, la voie de 0,80 m.

Moteur et batterie. — Le moteur donne une puissance de 2 à 3 ch, sa vitesse de régime est de 1 200 t : mn ; le combinateur est à tambour. La batterie comporte 24 éléments d'accumulateurs S. A. F. T., type 724, de 205 A-h de capacité.

Transmission. — La transmission s'effectue par des chaînes commandant chacune une des roues arrière. Il y a trois vitesses en marche avant et en marche arrière. La direction est donnée par un levier mobile verticalement, commandant les deux roues avant. Le frein, à bande, est actionné au pied par une pédale qui commande, en outre, la coupure du courant.

Plate-forme. — La plate-forme a 2,05 m de longueur utile et 1,05 m de largeur; elles est prolongée par une grille qui peut être placée, soit verticalement, soit horizontalement, de façon à augmenter la longueur utile de la plate-forme, ou inclinée à 45° vers le sol afin de faciliter le chargement des marchandises.

Ce chariot peut être équipé avec des bennes basculantes de tous modèles, avec des grues électriques ou à main, avec une bâche, etc...

Chariot transporteur-élévateur (N° 22). — Ce chariot (fig. 57) à plate-forme élévatoire s'emploie avec des plates-formes ou des caisses basses sur lesquelles les marchandises sont placées au préalable. Le tablier mobile du chariot s'engage sous la plate-forme et la soulève automatiquement de 9 cm. Le chariot transporte alors sa charge à l'endroit voulu, la dépose automatiquement à terre et devient ainsi libre sans avoir à attendre que la décharge s'effectue.

La charge utile est de deux tonnes. La longueur totale est de 2,60 m ; la largeur, de 0,95 m ; l'empattement,

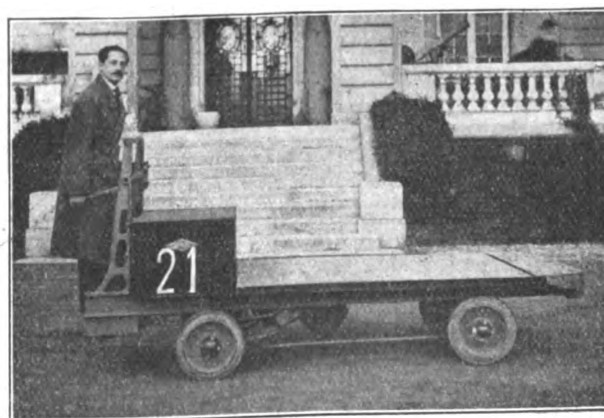


Fig. 56. — Vue du chariot électrique transporteur de la Compagnie des Chariots et Tracteurs Automatic (n° 21).

de 1,34 m ; la voie avant, de 0,28 m ; la voie arrière, de 0,81 m. La plate-forme mobile a 1,33 m de longueur, 0,61 m de largeur et 0,26 m de hauteur.

Équipements électrique et mécanique. — Les quatre roues sont directrices et commandées par levier. Les roues motrices reçoivent leur mouvement, par l'inter-

médiaire d'un réducteur à vis sans fin dans le rapport 17,5 à 1, d'un moteur dont la puissance est de 3,5 ch et la vitesse de régime de 1 700 t : mn. Le mécanisme élévateur est actionné par un moteur indépendant de



Fig. 57. — Vue du chariot électrique transporteur-élévateur de la Compagnie des Chariots et Tracteurs Automatic (n° 22).

2 à 3 ch ayant une vitesse de rotation de 1 200 t : mn.

La batterie comprend 24 éléments d'accumulateurs fer-nickel S. A. F. T. type 724 de 205 A-h de capacité.

Tracteur (N° 23). — C'est un appareil à trois roues destiné à remorquer une charge de deux à dix tonnes. Sa longueur totale est de 1,83 m; sa largeur de 1,02 m; l'empattement est de 1,06 m; la voie, de 0,76 m. Il est représenté sur la figure 58.

Moteur et batterie. — Il est équipé avec un moteur de 3,5 ch, dont la vitesse de régime est de 1 700 t : mn,



Fig. 58. — Vue du tracteur électrique de la Compagnie des Chariots et Tracteurs Automatic (n° 23).

et un combinateur à tambour. La batterie comporte 30 éléments d'accumulateurs fer-nickel S. A. F. T. type 724 de 205 A-h de capacité.

Transmission. — Le moteur commande les roues arrière par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse dont le rapport est de 21 à 1. Le frein, à double bande, est actionné au pied. Un dispositif mécanique et automatique bloque la pédale lorsque le conducteur n'est pas sur son siège.

Le châssis est constitué par deux fers à I sur toute la longueur de l'appareil, soutenant à l'avant et à l'arrière deux forts butoirs protégeant la machine et la manœuvre.

C. Chariot « Yale » des Etablissements Fenwick (N° 24.)

Le véhicule présenté par les Etablissements Fenwick frères était un chariot marque « Yale », type K. 21, d'une capacité de 2 t, qui peut être utilisé pour transporter normalement, en palier, une charge utile de 4 à 6 t, les 2 ou 4 t supplémentaires devant, dans la majorité des cas, être chargées sur des remorques auxiliaires. Il est représenté sur la figure 59.

Il est spécialement destiné aux manutentions pénibles, principalement dans les cours mal pavées ou



Fig. 59. — Vue du chariot électrique transporteur « Yale » des Etablissements Fenwick (n° 24).

sur les quais des ports, souvent coupés par des voies de chemins de fer.

Ce chariot, dont les Etablissements Fenwick possèdent la licence de fabrication, est construit partiellement et monté en France. Sa longueur totale est de 2,60 m; sa largeur totale, de 1,15 m; l'empattement est de 1,47 m; la voie, de 0,84 m.

Equipement électrique. — Il comprend un moteur série blindé, alimenté, sous une tension de 36 v et un courant de 45 A, par une batterie au plomb « Ironclad-Exide » de 170 A-h de capacité et un combinateur « Yale » à tambour, hermétiquement fermé. Il possède trois vitesses de marche avant et trois vitesses de marche arrière et comporte un différentiel.

Châssis. — Le châssis est en acier. Les roues, en acier embouti, sont munies de bandages caoutchoutés, emmanchés à la presse. Les quatre roues étant directrices, le chariot tourne dans un cercle de 4,80 m de

rayon. Les freins sont à tambour et mâchoires extérieures.

Le graissage se fait sous pression.

Plate-forme. La plate-forme, en chêne, mesure 210 mm × 115 mm × 32 mm ; elle est renforcée par des cornières et des fers plats.

Ce chariot peut s'équiper avec benne basculante pour le transport du charbon, des engrais, du sable, des graines, etc., ou avec grue électrique pour le chargement rapide de lourdes pièces de fonderie ; on l'attelle à une ou plusieurs remorques dans le cas de transport d'une marchandise encombrante.

D. Chariot et Tracteur « S. A. T. M. E. » (Nos 25 et 26).

La Société d'Appareils de Transports et Manutentions électriques (S. A. T. M. E.) a présenté un tracteur type M. T. 2 et un chariot transporteur type S. A. 2.

Tracteur (n° 25). — Ce véhicule, que représente la figure 60, est établi pour remorquer une charge

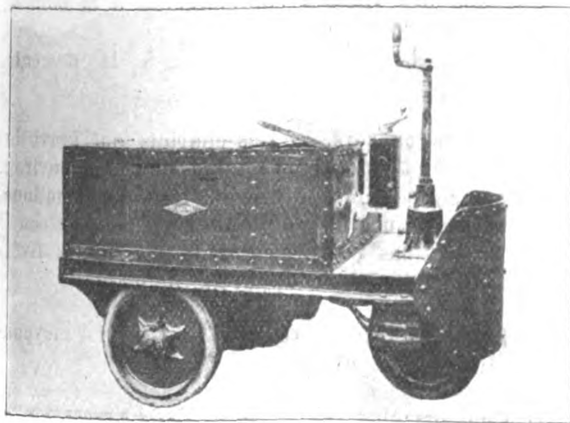


Fig. 60. — Vue du tracteur électrique de la Société d'Appareils de Transport et Manutentions électriques (n° 25).

de 2 à 6 tonnes, suivant les conditions d'emploi. Il est destiné plus spécialement au service intérieur des usines et au transport des bagages dans les gares (50 sont en service à la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée).

Sa longueur totale est de 1,70 m; la largeur, de 0,95 m; la voie est de 0,75 m; l'empattement, de 0,95 m.

Equipement électrique. — Le moteur, construit par la S. A. T. M. E., est un moteur série tétrapolaire, entièrement blindé. La puissance sur l'arbre, en régime unihoraire, est de 3 ch; la vitesse, sous une tension de 36 v, est de 750 t : mn.

La batterie comporte 30 éléments d'accumulateurs fer-nickel « S.A.F.T., » de 205 A-h de capacité.

L'appareillage électrique comprend un combinateur avec commande d'un contacteur. Il y a trois vitesses dans chaque sens de marche. Un frein à pédale, actionné par la pression du pied, produit en même temps la coupure du courant. Le siège est mobile et solidaire de la commande du frein, de telle façon que la machine ne puisse être mise en route quand le conducteur n'est pas assis.

Châssis. — Le châssis, en fer profilé, est suspendu par des ressorts à boudin sur les trois roues. Les roues sont en acier coulé et munies de bandages en caoutchouc extra-souple de 500 mm × 90 mm : les deux roues d'arrière sont motrices, la roue d'avant directrice.

Transmission. — La transmission de l'énergie motrice se fait par l'intermédiaire d'un différentiel dont la vis sans fin est accouplée directement au moteur électrique. L'ensemble du moteur et de la partie fixe du différentiel est suspendu au châssis par un double ressort amortissant les efforts dans les deux sens de marche.

Chariot transporteur (N° 26). — Ce chariot, représenté sur la figure 61, peut transporter une charge d'une ou deux tonnes suivant les conditions d'emploi.

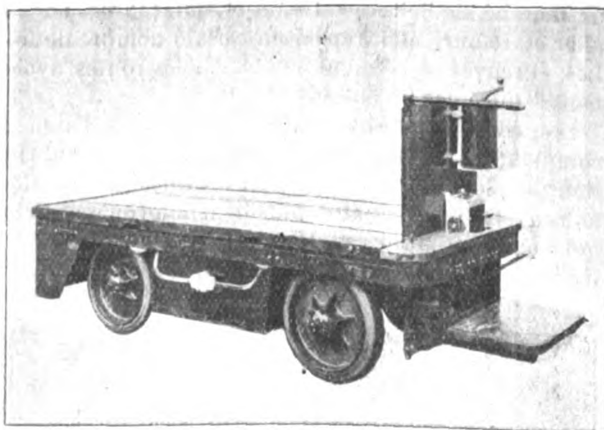


Fig. 61. — Vue du chariot électrique transporteur de la Société d'Appareils de Transport et Manutentions électriques (n° 26).

Il est destiné plus spécialement au service intérieur des usines. Il est cependant utilisé pour la livraison des marchandises dans Paris sur des parcours de plusieurs kilomètres (transport des denrées aux Halles centrales).

La longueur totale est de 2,80 m; l'empattement, de 1,35 m; la voie, de 0,75 m.

Equipement électrique. — Le moteur, construit par la S. A. T. M. E., est à excitation série, tétrapolaire, entièrement blindé. La puissance sur l'arbre, en régime unihoraire, est de 2,5 ch; la vitesse, sous une tension de 30 v, de 650 t : mn.

La batterie comporte 24 éléments d'accumulateurs fer-nickel « S. A. F. T. » de 205 A-h de capacité.

L'appareillage électrique comprend un combinateur monté avec démarreur : ce dernier est actionné par la

pédale du frein, qui commande, en outre, la coupure du courant.

Châssis et plate-forme. — Le châssis, en fer profilé, est suspendu par des ressorts à boudin sur les deux essieux. Les roues sont en acier coulé et munies de bandages en caoutchouc extra-souple de 500 mm × 90 mm. Le moteur attaque par une vis sans fin la couronne du différentiel qui commande les roues d'arrière.

La plate-forme est en bois armé de fers cornières ; elle a 2,15 m de long, 1,05 m de large et 0,56 m de haut.

III. Résultats des essais de chariots et tracteurs.

Nous donnons ci-dessous les consommations moyennes et les vitesses commerciales obtenues au cours des épreuves par les chariots et tracteurs munis, soit de batteries alcalines, soit d'accumulateurs au plomb.

Les essais de consommation et d'endurance ont été effectués sur la route qui va de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions au marché de Bellevue. Le trajet, qui est de 1800 m aller et retour, était répété un certain nombre de fois. Les épreuves de côte ont eu lieu sur les routes avoisinant l'Office des Inventions.

Les consommations ont été mesurées à l'aide de compteurs H.-G. P., de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, dont nous avons fait connaître plus haut le principe. Celles qui sont reproduites ci-dessous s'entendent par kilomètre et par tonne de charge transportée ou remorquée.



Fig. 62. — Vue d'un chariot électrique pendant l'essai pour la mesure de l'effort de traction.

La durée des opérations a été chronométrée par les commissaires.

La mesure des efforts de traction a été effectuée à l'aide de dynamomètres hydrauliques enregistreurs Richard. Le chariot ou tracteur soumis à l'essai était relié à l'aide d'un câble au châssis d'un char d'assaut (fig. 2) ; le câble était tendu avant chaque mesure.

A. Véhicules munis de batteries d'accumulateurs fer-nickel. — I. Chariots transporteurs. — A. Essai de consommation. — Un premier essai a été effectué avec une charge de 1 t sur une longueur de 5,4 km. Voici les résultats obtenus, les consommations étant rapportées à la tonne et au kilomètre :

Consommation moyenne, 2,06 hw-h ;
Vitesse commerciale moyenne, 10 km : h ;
Moyenne des consommations à la montée, 3,51 hw-h ;
Moyenne des vitesses commerciales à la montée, 6,5 km : h ;
Moyenne des consommations à la descente, 0,46 hw-h.

B. Essai d'endurance. — Cet essai a été effectué avec une charge de 2 t ; la distance parcourue a été de 14,4 km. Les relevés donnent :

Consommation moyenne, 1,77 hw-h ;
Vitesse commerciale moyenne, 6 km : h ;
Moyenne des consommations à la montée, 3,35 hw-h ;
Moyenne des vitesses commerciales à la montée, 4 km : h ;
Moyenne des consommations à la descente, 0,42 hw-h.

C. Epreuves de côte. — Ces chariots ont gravi des rampes de 5 et 8 pour 100 longues de 120 m environ. Il n'a pas été possible de relever les consommations, les caractéristiques de fonctionnement dans ces conditions n'étant pas comprises dans les limites fixées pour l'étalonnement des appareils de mesure.

D. Effort de traction au point fixe. — La moyenne des lectures donne un effort de 675 kg.

II. Chariots élévateurs. — A. Essai d'endurance. — Un essai de consommation a été effectué avec une charge de 1 t sur un parcours de 11 km. Il a donné les résulats suivants, les consommations étant rapportées à la tonne et au kilomètre :

Consommation moyenne, 2,89 hw-h ;
Vitesse commerciale moyenne, 5,2 km : h ;
Moyenne des consommations à la montée, 5,4 hw-h ;
Moyenne des vitesses commerciales à la montée, 3,2 km : h ;
Moyenne des consommations à la descente, 0,39 hw-h.

B. Essai de levage. — Cet essai a été effectué avec une charge de 2 t.

a) *Élévation de la plate-forme :*
Consommation, 5 w-h ; durée de l'opération, 16 s.
b) *Abaissement de la plate-forme :*
Consommation, 1,2 w-h ; durée de l'opération, 9 s.

C. Epreuves de côtes. — Elles ont eu lieu sur rampes de 5 et 8 pour 100. Pour la raison indiquée plus haut, les consommations n'ont pu être relevées.

III. **Tracteurs.** — Les essais ont été effectués avec une charge de 2 t placée sur une remorque.

A. Essai de consommation. — Il a porté sur une longueur de 5,4 km. (Les consommations sont rapportées à la tonne et au kilomètre.)

Consommation moyenne, 1,55 hw-h :
Vitesse commerciale moyenne, 8 km : h :
Moyenne des consommations à la montée, 2,67 hw-h ;
Moyenne des vitesses commerciales à la montée, 4,7 km : h ;
Moyenne des consommations à la descente, 0,46 hw-h.

B. Épreuves de côte. — Voici les consommations :
a) Rampe de 5 pour 100, 4,66 hw-h ;
b) Rampe de 8 pour 100, 8,17 hw-h.

C. Mesure de l'effort de traction au point fixe. — Les efforts mesurés sont compris entre 800 et 875 kg.

B. Véhicules munis d'accumulateurs au plomb. — Chariot transporteur. — Les essais ont été effectués avec une charge transportée de 2 t.

A. Essais d'endurance et de consommation. — La longueur parcourue a été de 16 km. (Les consommations sont rapportées à la tonne et au kilomètre.)

Consommation moyenne, 1,5 hw-h ;
Vitesse commerciale moyenne, 7,3 km : h ;
Moyenne des consommations à la montée, 2,45 hw-h ;
Moyenne des vitesses commerciales à la montée, 5,7 km : h ;
Moyenne des consommations à la descente, 0,55 hw-h.

B. Épreuves de côte :
a) Rampe de 5 pour 100, 4,56 hw-h ;
b) Rampe de 8 pour 100, 6,36 hw-h.

C. Mesure de l'effort de traction au point fixe. — La moyenne des lectures faites donne un effort de 830 kg.

Revues, analyses et informations

Le préchauffage de l'air de la combustion [1].

Sous ce titre, M. Roszak, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, a fait, à la séance de la Société des Ingénieurs civils de France du 26 octobre 1923, une communication dans laquelle il a montré les avantages économiques qui résultent de l'emploi, pour l'alimentation des foyers de chaudières, d'air préalablement chauffé par les gaz chauds de la combustion.

Nous reproduisons ci-dessous le résumé qui a été donné de cette communication :

1. — Le problème étudié par M. Roszak est le suivant :

Le préchauffage de l'air de la combustion est réalisé depuis longtemps en métallurgie : on en connaît les importantes conséquences qui ont fait l'objet de nombreuses études.

Appliqué aux groupes évaporatoires dont le régime calorifique est si différent de celui des fours métallurgiques, le préchauffage de l'air de la combustion assure-t-il les mêmes avantages ?

Quelles seront notamment les conséquences du relèvement de la température de l'air comburant sur la puissance, le rendement et la longévité de l'appareil de chauffage ?

Après avoir exposé le mécanisme du déplacement de la chaleur opéré par les réchauffeurs d'air et en avoir recherché les conséquences, on établira l'équation calorifique et la relation analytique entre le préchauffage de l'air et le relèvement de la température de combustion.

On sera alors en mesure de donner une vue d'ensemble des avantages et des inconvénients du procédé, qui n'a encore reçu que relativement peu d'applications.

Pour opérer le chauffage de l'air, on songe immédiatement, comme en métallurgie, à utiliser les chaleurs perdues par l'appareil de chauffage.

Le schéma du dispositif est alors le suivant :

Un récepteur calorifique chauffé par le courant gazeux de la combustion transmettra la chaleur à l'air destiné à la combustion. Ce récepteur s'ajoute à ceux qui, placés en série sur le parcours des gaz chauds (chaudière, surchauffeur, réchauffeur d'eau) constituent le groupe évaporatoire. Mais le réchauffeur d'air ne sera pas nécessairement le dernier de la série, et il ne sera non plus nécessairement dans le même fourneau de maçonnerie.

Quelles que soient ses positions relative et absolue, son effet sera toujours de provoquer un « relevage » de la chaleur, d'aval en amont.

Étudiant le mécanisme de ce déplacement de la chaleur, si l'on imagine un foyer idéal, en ce sens que ses parois soient rigoureusement athermanes et que le combustible y entre en combustion complète, et si ce foyer ne dessert aucun récepteur calorifique, aucune machine, s'il n'y a, en un mot, aucun échange d'énergie avec l'extérieur, on conçoit que la totalité de la chaleur développée par la combustion se retrouve sans dissipation dans les produits de la combustion.

Supposant, toutes choses égales d'ailleurs, que l'on interpose sur le parcours des gaz, à la sortie de la chambre de combustion, un réchauffeur d'air, récepteur dont le fluide chaud sera les gaz de la combustion et le fluide froid, l'air de la combustion ; si l'on renvoie l'air réchauffé dans le foyer, on aura opéré un simple déplacement intérieur de la chaleur : la chaleur prélevée sur les produits de la combustion aura été reportée à l'origine du courant de chauffage : au foyer.

La totalité de la chaleur est également perdue, le bénéfice calorifique est nul, mais on aura créé en amont du réchauffeur d'air un courant de chauffage plus chaud, c'est-à-dire de valeur d'usage plus élevée, soit du point de vue de sa faculté de transformation, soit du point de vue de sa faculté de transmission.

Si l'on interpose maintenant entre le foyer et le réchauf-

[1] Ch. Roszak. *Procès-verbaux des séances de la Société des Ingénieurs civils de France*, fascicule n° 15, 26 octobre 1923, p. 518-522.

feur d'air un récepteur calorifique tel qu'une chaudière, les phénomènes vont être alors bien différents ; pour aider à en saisir le mécanisme, M. Roszak choisit une analogie dans le domaine de l'hydraulique :

« Supposons qu'en un point M d'une rivière à section et à débit constants, donc où la vitesse de l'eau est partout la même, nous installions une pompe prélevant une certaine quantité d'eau pour la remonter en un point N de la rivière, situé en amont de M, et ne produisant que le travail correspondant à ce transport, sans variation de vitesse de l'eau transportée, pas de création ni de disparition d'énergie cinétique.

» Supposons en outre qu'entre N et M, sur une certaine longueur, les berges présentent un déversoir tel que, lorsque l'eau de la rivière s'écoule normalement, la pompe étant arrêtée, l'eau affleure le seuil du déversoir et s'écoule entièrement, sans aucune perte, dans le lit de la rivière.

» Lorsque la pompe sera mise en route, le débit au point N va se trouver accru du débit de la pompe, le niveau en aval de N va se relever, et, par suite, de l'eau va s'écouler par le déversoir. Plus le niveau s'élèvera à l'aval de N, plus le débit du déversoir sera grand, du fait de l'augmentation de la section d'écoulement et de l'augmentation de la charge motrice au-dessus du seuil.

» Ainsi, le « relevage » de l'eau produira un débit d'eau au déversoir, débit d'eau latéral.

» Si nous rapprochons maintenant l'opération calorifique précédente de cette opération hydraulique, nous pouvons comparer le débit de la rivière au débit de la chaleur, le déversoir à la chaudière, la pompe et son tuyautage au réchauffeur d'air muni de son ventilateur et de ses canalisations, la position M à la sortie de la chaudière, la position N au foyer.

» Le réchauffeur d'air va, comme précédemment, permettre un déplacement, un « relevage » de la chaleur, dont il va résulter des avantages importants. »

2. — M. Roszak en recherche les effets sur la combustion, sur la transmission de la chaleur, sur les mâchefers et les parois de la chambre de combustion.

Plus le relevage de la chaleur sera intense, plus le niveau thermique du courant de chauffage en amont du réchauffeur d'air sera élevé, car on aura produit de la chaleur plus précieuse, et on en verra les conséquences sur la puissance et le rendement de l'appareil de chauffage.

D'autre part, à l'accroissement de la température correspond une accélération de la combustion des gaz mêlés qui se traduit par un raccourcissement des flammes ; les volumes des chambres de combustion peuvent être réduits ; on constate que les flammes se raccourcissent ; l'isotherme de température maximum donnée par la flamme du charbon pulvérisé se rapprochera du brûleur ; enfin, le démarrage des phénomènes de la combustion est facilité dans le cas des combustibles maigres ou humides.

Visant les effets sur la transmission de la chaleur, deux causes, comme dans l'analogie hydraulique donnée ci-dessus, contribueront à accroître l'écoulement latéral de la chaleur dans l'unité de temps : l'augmentation de l'écart de température entre le gaz chauffant et l'eau de la chaudière, d'une part, l'amélioration du coefficient de transmission, d'autre part.

Visant enfin l'effet sur les mâchefers et les parois des chambres de combustion, il est possible que l'augmentation de la température réalisée provoque leur fusion, l'entraînement d'imbrûlés solides enrobés dans des scories vitrifiées et la diminution de la longévité des maçonneries.

3. — Les conclusions qualitatives de cette première partie sont :

Une augmentation de la puissance de l'appareil de chauffage, puisque l'on retient dans les récepteurs une plus grande partie de l'énergie disponible dans l'état initial du système, sans que soit à redouter ici la diminution de l'énergie utilisable, puisque l'irréversibilité, qui caractérise la transmission, comme tous les phénomènes naturels, n'est pas à redouter dans le cas étudié, l'énergie que l'on recherche étant de l'énergie calorifique.

Le rendement de l'appareil de chauffage sera amélioré, puisque, dans l'unité de temps, la chaleur transmise sera plus grande, sans qu'il soit fait appel à une source d'énergie extérieure au système.

Ces considérations conduiraient à rechercher des températures élevées du réchauffage de l'air, mais la conservation du briquetage et du foyer, et la considération du point de fusion des cendres imposent une limite.

« Les essais que nous avons faits, dit M. Roszak, nous conduisent à penser que l'air pourra être porté sans inconvénient à des températures beaucoup plus élevées que celles qui ont été tentées jusqu'ici. »

Une étude quantitative complète l'étude qualitative et fournit l'équation calorifique de l'échange de chaleur entre le courant de chauffage et les récepteurs calorifiques.

Puis est recherchée la relation analytique entre le réchauffage de l'air de la combustion et l'accroissement du facteur d'intensité de la chaleur : sa température.

En appelant x le préchauffage de l'air ; y, le relèvement de la température de combustion ; τ, la température de combustion à l'air froid ; a et b, des coefficients, la relation analytique est la suivante :

$$x = (4a\tau^3 + b)\,y + 6a\tau^2 y^2.$$

On voit de suite que, τ étant un paramètre, on a affaire à une famille de paraboles d'axe parallèle à l'axe des abscisses et de concavité tournée vers les x positifs. Leur sommet, pour les valeurs usuelles de τ, est très éloigné de l'origine (par exemple pour $\tau = 1300°$, on a $\frac{dx}{dy} = 0$ pour $y = 710°$) ; la partie de la courbe, très éloignée du sommet, doit être très voisine d'une droite.

Cette relation permet d'énoncer deux lois qui sont les suivantes :

Première loi. — Pour une température de combustion donnée, lorsque le préchauffage de l'air augmente, le rapport entre la température de l'air et la température de combustion décroît, mais faiblement ; le relèvement de la température de combustion n'est pas tout à fait aussi rapide que l'accroissement de la température de l'air.

Deuxième loi. — Aux fortes températures de combustion, le rapport précité est plus faible qu'aux basses températures ; pour obtenir une augmentation de toute la température de combustion, il faudra réchauffer l'air notamment plus aux hautes températures de combustion qu'aux basses températures de combustion.

M. Roszak indique l'allure des courbes dans un cas particulier qui a fait l'objet d'essais répétés ; l'allure de ces courbes recoupe évidemment les lois énoncées ci-dessus.

Les échanges de chaleur font ensuite l'objet d'une représentation graphique, mettant en lumière le bénéfice énergétique ; celui-ci n'a pas pour mesure la chaleur qui a passé à travers le réchauffeur d'air, mais bien la différence de la

chaleur sensible emportée par les produits de la combustion, sans et avec réchauffeur d'air.

Les gaz sortent plus chauds de la chaudière s'il y a réchauffeur d'air, mais ils quittent le réchauffeur d'air plus froids qu'ils n'auraient quitté la chaudière seule, et c'est ce qui fait apparaitre le bénéfice énergétique.

Dans l'établissement du bilan thermique, on peut charger chacun des membres de l'équation calorifique, de la chaleur déplacée par le réchauffeur d'air, ou n'en tenir compte dans aucun des deux membres.

4. — Cette étude se termine par une vue d'ensemble des avantages et des inconvénients du procédé, que l'on peut énoncer comme suit :

Création d'une allure plus chaude du courant de chauffage, c'est à dire augmentation du facteur d'intensité de l'énergie calorifique, d'où conséquence immédiate d'une augmentation de la puissance de la chaudière et d'une augmentation du rendement de l'appareil de chauffage ;

Accélération des combinaisons chimiques de la combustion, d'où comme conséquences immédiates : raccourcissement des flammes, réduction possible des chambres de combustion, amélioration de la combustion, réduction des imbrûlés, fumivorité ;

Facilité accrue du démarrage de la combustion, d'où, comme conséquences immédiates : facilité d'emploi des combustibles maigres et humides et réduction des voûtes d'allumage ;

Introduction de résistances au mouvement de l'air et des fumées, entrainant un accroissement de la puissance des appareils de tirage ;

Risque de fusion des cendres et des parois pouvant entrainer des inclusions de coke dans les mâchefers, des dégradations aux parois, un encrassage et une usure des grilles ;

Investissement d'un capital supplémentaire, d'où un accroissement de l'amortissement.

M. Roszak conclut en pensant que, dans la majorité des cas, la balance est nettement à l'avantage du préchauffage de l'air.

Des essais sont, à l'heure actuelle, réalisés dans tous les pays et la France parait avoir, à cet égard, une légère avance.

M. Roszak signale qu'en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis où il vient de faire deux voyages d'études, cette question est à l'ordre du jour et y est étudiée avec la plus grande activité.

Progrès récents en télégraphie sans fil à grande vitesse (1).

La principale difficulté des radiocommunications réside toujours dans l'élimination des parasites ; de nombreux appareils antiparasites ont été inventés, mais il n'en est aucun qui résolve complètement le problème. Parmi les progrès réalisés dans cet ordre d'idées, signalons ceux qui ont trait :

1° Au développement des antennes réceptives à propriétés directionnelles ;

2° A l'application scientifique de la résonance (filtres de bande, etc.) ;

3° A l'obtention d'un émetteur à ondes entretenues rayonnant une onde de fréquence constante ;

4° A l'évolution de circuits possédant certaines caractéristiques spéciales.

Une des armes les plus puissantes que nous ayons contre les parasites est celle fournie par les systèmes récepteurs directionnels. Considérons, par exemple, le cas de la réception, en Angleterre, de signaux émis à New-York. La direction suivant laquelle arrivent les signaux est approximativement Ouest ; d'autre part, la direction prédominante des parasites en Angleterre se trouve entre le Sud et le Sud-Est. Tout système d'antenne possédant des propriétés directionnelles, permettra de s'affranchir, dans une certaine mesure, des parasites, pendant l'écoute des signaux de New-York.

La réception directionnelle a été très étudiée en Angleterre, et C.-S. Franklin a réalisé un système de cadres espacés qui jouit de propriétés directionnelles bien définies. Dans ce système, l'effet directionnel est obtenu du fait que les forces électromotrices induites dans deux antennes écartées d'une fraction de longueur d'onde, et placées géographiquement dans la direction de la station émettrice, diffèrent en phase. En combinant les courants dus à ces forces électromotrices dans un circuit commun, on obtient une grande variété de courbes polaires. La figure 1 représente un

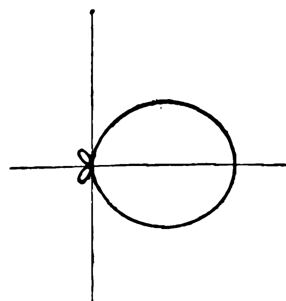


Fig. 1. — Diagramme polaire de l'intensité des signaux reçus dans un azimuth variant de 0° à 360°.

diagramme caractéristique obtenu de cette façon. On remarquera qu'il existe trois points de réception nulle à 90°, 180° et 270° de la direction de réception maximum. Cette courbe de réception affaiblit considérablement l'effet des parasites quand on reçoit en Angleterre les signaux américains, du fait que la grande différence d'azimut qui existe entre les signaux à recevoir et les parasites les plus importants.

En Amérique, Beverage a imaginé un type d'antenne qui

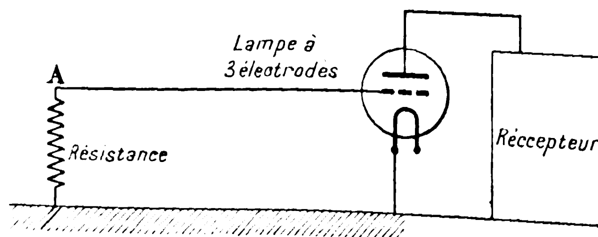


Fig. 2. — Schéma d'une antenne directionnelle Beverage connectée à un triode.

utilise les phénomènes de réception directionnelle de façon toute nouvelle. L'antenne consiste en un fil horizontal placé à une faible hauteur et dans la direction des ondes incidentes ; cette antenne est mise à la terre par l'intermédiaire

(1) G.-M. Wright. *Year Book of Wireless Telegraphy and Telephony*, 1923, p. 3-8, 2400 mots, 4 fig.

d'une résistance, à l'extrémité la plus proche de la station d'émission. Cette résistance est de valeur telle qu'il ne peut se produire le long du fil aucune réflexion d'une onde électrique sur la partie mise à la terre. L'antenne est très longue et a, en général, un développement égal à la longueur d'onde du signal à recevoir. Considérons, sur la figure 2, une onde incidente se dirigeant du triode vers A. Une faible force électromotrice est créée au voisinage du tube par le champ électrique horizontal, et cette force électromotrice va en croissant jusqu'en A. Par suite de la présence de la résistance, aucune réflexion ne peut se produire. L'extrémité de l'antenne étant connectée à la grille d'une lampe à trois électrodes, les variations de son potentiel réagiront sur le circuit de plaque et on pourra actionner un appareil récepteur; mais pour les ondes dirigées du triode vers A, le potentiel est constant, donc il n'aura aucune influence sur la réception; il en sera tout autrement quand l'onde sera dirigée dans le sens opposé. Le diagramme polaire de ce système d'antenne est représenté figure 3.

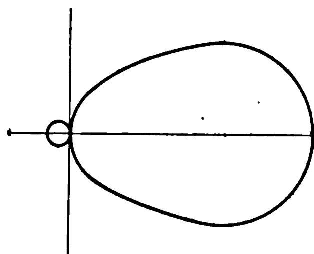


Fig. 3. — Diagramme polaire de l'intensité des signaux radiotélégraphiques reçus sur une antenne Beverage dans un azimuth variant de 0° à 360°.

La cardoïde (fig. 4) donnée par la combinaison d'un cadre et d'une antenne est également très utile pour éliminer les parasites. Dans la méthode moderne employée, le réglage des phases des courants circulant dans le cadre et dans l'antenne est obtenu par l'emploi d'un radiogoniomètre « apériodique », et l'antenne verticale est très amortie par une résistance ajoutée en série.

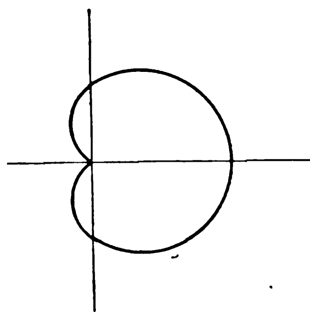


Fig. 4. — Diagramme polaire caractérisant la réception par une combinaison de cadre et d'antenne aérienne.

La seconde méthode de réduction des parasites consiste dans l'emploi de circuits-filtres. Si un signal est émis au moyen d'une onde entretenue de fréquence parfaitement stable, il est théoriquement possible d'éliminer tous les parasites en rétrécissant l'intervalle de fréquences couvert par la courbe de résonance du système récepteur, jusqu'à ce que toutes les fréquences, sauf celles de l'émetteur, soient éliminées. Bien qu'il soit possible de s'approcher, en pratique, de cette condition idéale, un tel récepteur serait tout à fait inutile, puisque la vitesse d'émission deviendrait nulle, comme le montre l'auteur. Il est important de noter qu'il n'y a pas de différence fondamentale dans le résultat obtenu, que le filtrage se produise avant ou après hétérodynage. Mais le succès de tout système de filtre dépend entièrement de l'émission d'une onde de fréquence très constante par la station émettrice. Le problème a été très étudié : il présente des difficultés considérables dans le cas des alternateurs à haute fréquence. Par exemple, il est nécessaire de régler la vitesse d'une machine donnant une une longueur d'onde de 15 000 m. de telle sorte qu'il ne puisse pas se produire de variation de fréquence supérieure à 0,1 pour 100. Le problème, résolu pour les alternateurs, a été encore simplifié par le développement des émetteurs à lampes. Le type le plus simple d'émetteur de ce genre consiste en un ensemble de lampes à trois électrodes réglant l'énergie fournie à une antenne accordée, par une source à haute tension. Dans ce cas, la fréquence des pulsations appliquées à l'antenne est gouvernée par la fréquence de l'antenne elle-même, puisque l'on utilise le courant dans l'antenne pour appliquer la tension de réglage à haute fréquence sur les grilles des lampes émettrices. Par suite, toute variation dans la période naturelle du circuit d'antenne se traduira par des variations correspondantes dans la longueur des ondes émises. Si, cependant, la tension à haute fréquence sur les grilles est réglée au moyen d'un oscillateur, et non plus par le courant dans l'antenne, les variations de la période naturelle du circuit d'antenne ne peuvent pas affecter la fréquence de l'onde émise. De cette façon, la longueur d'onde peut être entièrement réglée par les oscillations dans un circuit fermé, oscillations de fréquence absolument constante.

La question de la manipulation a également été étudiée avec soin. En Amérique, on a simplifié le problème par l'emploi de l'amplificateur magnétique qui, combiné aux alternateurs à haute fréquence, a entraîné une grande réduction des dimensions et une augmentation de la sécurité de fonctionnement des appareils de manipulation. On peut encore faire usage d'un oscillateur pour régler un émetteur à lampes à grande puissance; dans ce cas, la manipulation peut se faire sur l'oscillateur dont la puissance est relativement faible. De cette façon, le réglage de la puissance rayonnée par une station transatlantique est assuré par un petit relais du même genre que ceux employés sur les lignes télégraphiques ordinaires. — L. M.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 DÉCEMBRE 1923.

L'exercice 1922-1923 s'est déroulé sous un régime climatérique généralement favorable, marqué notamment par des pluies abondantes pendant l'été 1922, et par une température très douce pendant l'hiver dernier, circonstances propices à la production des usines hydroélectriques, aussi bien dans le Massif Central que dans les Alpes. La consommation de combustible de la société s'est donc très notablement abaissée.

Grâce aux mêmes circonstances, les ventes de courant saisonnier et les fournitures intermittentes en énergie de nuit ont pu être développées, en même temps, d'ailleurs, que l'essor régulier de la clientèle entrainait de son côté une augmentation sensible des ventes ordinaires.

Aussi les résultats de cet exercice sont-ils particulièrement satisfaisants.

La production et la distribution d'énergie électrique dont la société a assumé la charge n'ont donné lieu, pendant l'exercice, à aucun incident digne d'être signalé.

La bonne tenue des usines hydroélectriques a permis de parfaire la revision et la mise au point des unités thermiques.

Dans le secteur de Saint-Etienne, la mise en œuvre du contrat de secours et d'échange, passé avec la Société anonyme des Mines de la Loire, après quelques tâtonnements de début, s'est développée conformément aux prévisions, et a donné lieu à une coopération intéressante. Une entente du même genre a été conclue avec une autre compagnie minière importante du même bassin, la Société des Houillères de Saint-Etienne.

Dans le secteur de Montluçon, des contrats analogues avec la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons, et avec les Houillères du Centre, à Saint-Eloy et à Noyant, ont donné lieu également à des échanges d'énergie d'une certaine importance.

Par ces accords et par d'autres ventes intermittentes ainsi que par des essais de placement d'appareils domestiques restituant en chauffage de jour l'énergie accumulée la nuit, la société s'est efforcée de tirer parti au mieux de toutes les sources d'énergie dont elle dispose.

Les efforts se sont portés aussi, dans les différents secteurs, vers la recherche systématique des causes d'incidents de lignes, de façon à y remédier méthodiquement, pour améliorer sans cesse la distribution.

Au cours du dernier exercice, la société a régularisé le renouvellement, pour une nouvelle durée de trente ans, des concessions d'éclairage et de force motrice, dans quatorze communes du département de la Loire. Elle est en négociations pour le renouvellement de quelques autres traités de concession.

D'autre part, pour aider au développement de l'électricité dans les campagnes, elle étudie avec les administrations compétentes l'organisation de distributions nouvelles dans des régions voisines de ses réseaux et non encore desservies.

L'activité industrielle qui, d'une manière générale, a régné pendant l'exercice, dans les régions desservies par la société, a entrainé la signature de contrats nouveaux en grand nombre; les abonnements d'éclairage se sont également beaucoup développés.

Le nombre d'abonnés est de 66 287, le nombre de lampes réduites en unités de 35 w est de 319 342, la force motrice desservie est de 64 956 ch.

Dans le secteur de Saint-Etienne, les travaux ont été poursuivis pour l'arrivée du courant de la Basse-Isère. Le réseau de ceinture à haute tension entourant Saint-Etienne a été complété. De nombreux postes transformateurs de quartiers ont été créés au sein de cette cité industrielle, pour répondre aux besoins de puissance toujours croissants; des réseaux secondaires et de très nombreux embranchements d'abonnés ont été créés en même temps. L'aménagement de la chute de Monistrol-d'Allier, sur « l'Ance du Sud », a été poursuivi conformément au programme arrêté

Dans le secteur de Roanne, la ligne Montagny-Tarare, jusqu'ici à 20 000 v, a été mise à 30 000 v, ce qui renforce son pouvoir de transmission, améliore la distribution et augmente l'importance des échanges avec l'Union électrique, par Villefranche-sur-Saône. Plusieurs postes de distribution ont été créés pour l'alimentation de clients nouveaux et notamment pour le raccordement de deux îlots de Roanne dans lesquels la société a repris elle-même le service de distribution. Enfin, de nombreux branchements d'abonnés ont été créés sur tout ce réseau.

Dans le secteur de Montluçon, en dehors des branchements d'abonnés nouveaux, ce secteur a donné lieu seulement à quelques améliorations apportées à l'usine thermique de Montluçon et à quelques renforcements de lignes existantes. Cependant, depuis peu, a été entreprise la construction d'une ligne à 20 000 v, qui doit relier directement l'usine de Teillet-Argenty aux centres de Commentry et de Doyet.

Le Conseil rend compte de la situation des sociétés dans lesquelles la compagnie est intéressée.

Union électrique. — Les recettes de cette société pendant l'exercice 1922-1923 ont été de 7 871 524,70 fr contre 6 955 181,80 fr pour l'exercice précédent; les dépenses d'exploitation ont été de 4 270 729,84 fr contre 5 148 584,45 fr, ce qui laisse, tenu compte de revenus divers, un produit brut de 3 620 145,26 fr, qui a permis à cette société, tout en faisant face à ses frais généraux et à ses charges financières, d'apurer sensiblement sa situation vis-à-vis de ses créanciers en argent suisse, de faire une dotation à son « fonds de gros entretien et renouvellement » et de constituer la provision nécessaire pour l'amortissement ajourné de ses obligations.

Energie électrique de la Basse-Isère. — Cette société a

mis en service progressivement les sept groupes générateurs dont se compose son usine hydroélectrique de Beaumont-Monteux. Elle a mis en service également la deuxième ligne à 120000 v qui va de cette usine à Saint-Etienne.

La Société de la Haute-Isère a poussé très activement l'aménagement de la chute de Viclaire qui, dès ses débuts, c'est-à-dire dès l'été 1924, sera capable de produire 24000 ch. dont 1/3 destiné tant à la filiale l'Union électrique qu'au secteur du Roannais, sera amené à Lyon, puis à Villefranche-sur-Saône, à 120000 v, par la Société des Transports d'Energie des Alpes; cette dernière société travaille activement à la construction de ses lignes de transmission et à l'aménagement des postes correspondants.

Enfin, la Société de Transports d'Energie du Centre, aujourd'hui titulaire d'une concession d'Etat, avec déclaration d'utilité publique, procède, avec l'aide financière provisoire de la société à la construction de la ligne à 120000 v qui, du Poste de la Rivière à l'Usine du Coteau, doit prolonger la ligne de la Basse-Isère et assurer ainsi une liaison puissante entre les secteurs stéphanois et roannais.

La consommation d'énergie des trois secteurs de la société n'a cessé de s'accroître régulièrement; la production totale a été de 181046287 kw-h contre 153575907 kw-h pour l'exercice 1921-1922.

Le montant des recettes d'exploitation s'est élevé à 35631200,50 fr contre 30472871,35 fr l'an dernier; les dépenses d'exploitation ont été de 19661,045,64 fr contre 23350724,61 fr, ce qui laisse un reliquat de 15270154,86 fr contre 7122146,75 fr pour l'exercice 1922-1922; cette augmentation importante de 8848008,11 fr reflète l'amélioration très sensible qui s'est produite dans les conditions d'exploitation.

Ce reliquat devrait être considéré comme encore conditionnel, mais l'arrêté du Conseil de Préfecture dans l'instance engagée vis-à-vis de la Ville de Saint-Etienne permet aujourd'hui de lui enlever ce caractère.

Par cette décision, le tribunal administratif, statuant sur une première expertise ordonnée par arrêté du 26 janvier 1923, attribue à la société, à titre définitif, le montant total des recettes provenant des majorations de tarifs qu'elle a perçues dans la Ville de Saint-Etienne depuis le 1er juillet 1920 jusqu'au 30 juin 1923, sauf en ce qui concerne une somme de 632000 fr, qui restera provisionnelle jusqu'à ce qu'il soit statué à son sujet en fin d'instance, et une somme de 2881000 fr qui restera provisionnelle jusqu'à ce que l'assemblée ait rendu définitive l'attribution de pareille somme, pour l'ensemble des trois exercices antérieurs, et pour ce qui concerne spécialement le secteur de la Ville de Saint-Etienne, au compte fonds de gros entretien et de renouvellement.

Le Conseil propose donc de porter au débit du compte de profits et pertes au 30 juin 1923 une attribution au fonds de gros entretien et de renouvellement de 6800000 fr, dont 2881000 fr concernant plus spécialement le secteur de la Ville de Saint-Etienne. Cette attribution reste encore inférieure à celle qu'indique une juste appréciation des charges réelles qui, aux conditions économiques d'après guerre, pèsent sur ce chapitre; pour l'ensemble des trois derniers exercices, cette insuffisance demande à être compensée, autant que faire se pourra, par des attributions ultérieures qui seront faites à ce même fonds, au fur et à mesure que seront libérées certaines recettes restant provisionnelles à la date du 30 juin dernier et notamment des recettes perçues dans certaines communes autres que Saint-Etienne.

Les bénéfices s'élèvent à 11696471 fr auxquels s'ajoute le report de l'exercice 1919-1920, 155419,61 fr.

Après prélèvement des amortissements des obligations, le solde à répartir atteint 10163318,39 fr.

Il est prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale, 9 pour 100 de dividende aux actions. Il reste 6055152,48 fr.

Par suite de la renonciation faite par les administrateurs (à titre exceptionnel, en raison des circonstances spéciales, notamment par suite des conséquences de la guerre) sur la part des bénéfices leur revenant pour les trois exercices considérés, il n'est prélevé que 200000 fr pour le Conseil.

Le surplus, soit 5855152,48 fr, joint au solde des exercices antérieurs de 155419,61 fr, donne un total de 6 millions 010572,09 fr, sur lequel est prélevé un dividende complémentaire de 10 pour 100.

Le report à nouveau est de 10572,09 fr.

Le dividende soit 40 fr par action, pour les actions numérotées de 1 à 240000, sous déduction de l'acompte de 15 fr net, mis en paiement à partir du 5 décembre 1923, est payable, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 17 ou estampillage des certificats, à partir du 7 janvier 1924, chez les banquiers de la société à raison de 21 fr net pour les actions nominatives de 17,62 fr net pour les actions au porteur.

BILAN AU 30 JUIN 1923.

Actif.	fr
Apports, frais de constitution et premier amortissement	pour mémoire.
Mobilier, outillage, chevaux, voitures et automobiles	1 »
Acquisitions et dépenses en vue de projets nouveaux	1 »
Immobilisations, secteur de Saint-Etienne	79 677 561,14
Immobilisations, secteur de Roanne	13 266 642,12
Immobilisations, secteur de Montluçon	12 461 084,30
Appareils en location	4 370 888,72
Terrains, droits de riveraineté et divers	765 388,06
Primes de remboursement et frais d'émission des obligations et des bons	6 513 866,22
En caisse	648 068,21
En banque	6 644 412,37
Report au Parquet	906 175 »
Bons de la Défense nationale	4 000 000 »
Abonnés et clients	8 956 896,06
Impôts et droits à recouvrer	592 676,02
Cautionnements	121 322,05
Débiteurs divers	24 391 931,41
Portefeuille et participations	20 057 748,10
Marchandises en magasin et dans les dépôts	4 760 160,71
	188 114 621,07

Passif.	fr
Capital :	
240 000 actions de 250 fr	60 000 000 »
Obligations Loire à 4.5 pour 100, émission 1904	82 000 »
Obligations à 4,5 pour 100 1re émission 1909	1 698 500 »
Obligations Loire à 4,5 pour 100 2e émission 1909	1 403 500 »
Obligations Loire et Centre à 5 pour 100, série A	13 414 500 »
Obligations Loire et Centre à 5 pour 100, série B	9 179 500 »
Obligations Loire et Centre à 6 pour 100, émission 1917	14 865 500 »
Obligations Loire et Centre, émission 1920	19 820 500 »
Obligations Loire et Centre à 6 pour 100, émission 1922	20 000 000 »
Bons Loire et Centre à 6 pour 100	3 000 000 »
Réserve légale	1 004 656,19
Réserve générale pour amortissements	6 197 000 »
Provisions pour travaux de gros entretien et de renouvellement	8 800 000 »
Coupons restant à payer sur actions et obligations	762 453,01
Obligations à rembourser	180 220,50
Créanciers divers	15 854 396,97
Reliquats des exercices antérieurs au 1er juillet 1920	155 419,81
Bénéfices	11 696 471,59
	188 114 621,07

SECTION DE LÉGISLATION

Un programme français de revision des grandes conventions internationales sur la protection de la propriété industrielle

L'auteur examine les divers projets élaborés par la Chambre de Commerce internationale et la Section économique de la Société des Nations en vue de la révision de la Convention générale d'Union assurant la protection de la propriété industrielle; il les analyse et les critique et expose le programme de révision élaboré par le Groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle.

I. **Généralités.** — Nous avons analysé, dans ces mêmes colonnes [1], les délibérations du Congrès tenu à Rome par la Chambre de Commerce internationale et donné le texte des résolutions adoptées et des amendements proposés au texte des grandes conventions internationales qui assurent, depuis la Conférence de Paris en 1883 et en dernier lieu depuis la Conférence de Washington en 1911, la protection des droits de propriété industrielle (brevets d'invention, marques et modèles) ainsi que des sanctions contre la concurrence déloyale et les fraudes sur l'origine et la provenance des marchandises.

Ce travail a été élaboré en vue de préparer la conférence diplomatique de revision périodique, qui doit avoir lieu en 1924, ou plus probablement en 1925, à La Haye. Les propositions actuelles seront l'objet de nouveaux examens au cours des divers congrès que doivent tenir, d'ici là le groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle, la Chambre de Commerce internationale et la Société des Nations, ces organismes devant, dans l'intervalle, recevoir les observations critiques que leur feront parvenir les groupements intéressés et les délégations des gouvernements.

Ce sont ces critiques, complétées par l'exposé d'un programme positif, mûrement étudié par le Groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle et qui a reçu, en principe, l'agrément de la Chambre de Commerce internationale (section française) que nous avons l'intention d'invoquer ici, afin de montrer aux intéressés le danger de certaines propositions faites par la Société des Nations et la nécessité, pour assurer le perfectionnement rationnel des grandes conventions, d'y apporter certains tempéraments et d'y substituer même complètement d'autres propositions.

[1] *Revue générale de l'Électricité*, 21 juillet 1923 et 6 octobre 1923, t. XIV, p. 105-108 et 513-517.

En effet, le but envisagé par les pays adhérents à la Convention générale d'Union a été et demeure l'unification progressive des législations particulières en vue de réprimer les atteintes portées dans le monde entier aux droits des inventeurs, des titulaires de marques de fabrique et de commerce aux détenteurs de dessins et de modèles et, d'une façon générale, de défendre l'industrie et le commerce contre les formes multiples de la concurrence déloyale.

La question a donc une importance considérable, elle intéresse tous ceux qui tirent de leur activité des profits légitimes et qui ont un besoin impérieux d'être défendus contre ceux, si nombreux, qui les pillent à l'abri des frontières et des conflits de législations.

Le Groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle, qui n'a cessé de lutter depuis une vingtaine d'années contre ces abus et s'est efforcé d'assurer une protection de plus en plus efficace des droits industriels, était certainement le plus qualifié pour entreprendre cet effort, que tous les industriels et commerçants de France devraient connaitre, afin qu'ils le puissent éventuellement soutenir, dans leur propre intérêt.

Le programme, en cours d'élaboration, du Groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle, indépendamment de sa valeur propre, a d'autant plus de chance d'être examiné avec bienveillance par la Chambre de Commerce internationale et la Société des Nations, que certains membres de ce groupe font partie à la fois de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle et du Comité spécial de la Chambre de Commerce internationale et qu'ils pourront être délégués par elles à titre d'experts à la Commission économique de la Société des Nations.

II. **Examen critique des propositions de la Société des Nations et du Comité de la Chambre de Commerce internationale.** — D'abord et essentiel-

lement préoccupée d'assurer la répression de la concurrence déloyale, la Section économique de la Société des Nations, composée de gens de bonne volonté, mais insuffisamment au courant de cette législation spéciale, et des tractations qui depuis quarante ans en ont permis le difficile perfectionnement, a rédigé un texte long et confus, à l'instar des plus détestables rédactions insérées dans le Traité de Versailles, qui ne saurait à cause des contradictions qu'il contient et, en tous cas, de son manque de précision, servir même de base à une discussion.

Cette détestable rédaction, d'inspiration anglaise, paraît-il, concerne : 1° l'adjonction à la convention internationale d'une clause permettant à un particulier d'intenter des poursuites criminelles dans un pays étranger dans l'intérêt général du commerce ; 2° l'établissement d'une liste d'agissements qualifiés d'actes de concurrence déloyale ; 3° l'organisation d'une règlementation commune assurant la répression de la diffamation commerciale.

Ces dispositions, indépendamment de leur rédaction défectueuse, ne font en général que répéter, et beaucoup moins nettement, certaines dispositions déjà inscrites dans la convention en vigueur dont elles ne pourraient par suite que diminuer la portée. Il faut excepter, toutefois, la résolution concernant la répression des fausses indications d'origine, qui, s'inspirant d'une proposition débattue depuis de nombreuses années dans les Congrès de la Propriété industrielle, tendrait à étendre la portée des dispositions actuelles.

Le Comité économique de la Société des Nations s'est aussi demandé si le principe de l'assimilation de l'étranger au national devait être maintenu dans la convention, ou s'il convenait s'y substituer le principe du traitement réciproque, qui lui paraît plus équitable. C'est une bien grave question qui, si elle était soulevée à la Conférence de revision et surtout si elle était admise, risquerait de mettre par terre toute l'économie des grandes conventions basées précisément sur l'assimilation de l'étranger au national sans condition de réciprocité.

Nous verrons, dans une section suivante, la proposition du Groupe français de l'Association internationale concernant ces différentes questions.

La Commission économique de la Société des Nations a élaboré une série de dispositions destinées à modifier les articles correspondants de la convention en vigueur concernant les brevets d'invention.

Ces résolutions, inspirées du même esprit, combattues d'après les renseignements fournis par les bureaux internationaux de Berne, par la plupart des groupements des principaux pays, ne paraissent pas soutenables à la conférence de revision et doivent être, par suite, rejetées.

Elles portent, en effet, atteinte directement au système particulier de chaque pays ; elles soulèvent notamment la question des conditions de délivrance des brevets, et ce serait vouloir naufrager la conférence de revision, que de les maintenir à son ordre du jour. D'une façon générale, les propositions élaborées par la Commission économique de la Société des Nations sont à rejeter ; loin de perfectionner les conventions internationales elles risqueraient ou de les anéantir ou de consacrer une inutile régression.

Par contre, parmi les propositions émises par la Chambre de Commerce internationale, certaines paraissent mériter un examen attentif et sont même à recommander, notamment celle concernant l'insertion dans la convention de clauses uniformes visant l'emploi des inventions sur les navires, auxquels ont pourrait ajouter les machines volantes.

Mais il faudrait rejeter la proposition admettant les adhésions conditionnelles, ou avec réserves, aux conventions qui tendraient à rendre la convention inapplicable dans la pratique.

Si intéressante que soit, d'autre part, la proposition concernant les inventions des salariés, il apparaît que, dans l'état actuel des législations particulières, il est impossible d'en soumettre l'examen à une conférence internationale, sinon sous la forme d'un vœu.

Il en est de même pour les propositions concernant la brevetabilité des produits chimiques définis, et des produits pharmaceutiques.

Par contre il y a lieu de retenir l'obligation proposée d'imposer à toutes les cessions, concessions d'exploitation ou nantissements de droits industriels, l'enregistrement et la publicité, afin de faire connaître aux intéressés dans quelles mains et dans quelles conditions se trouvent les brevets, marques, modèles etc... pour en tenir tel compte que de droit.

Quatre amendements positifs à des dispositions importantes des conventions en vigueur sont proposés par la Chambre de Commerce internationale.

Le premier vise l'article 6 de la Convention générale d'Union (protection à l'étranger de la marque, telle que déposée au pays d'origine) et tend à assurer cette protection pendant un délai déterminé (20 ans) ; c'est une excellente disposition à approuver.

Le second, rappelant l'engagement pris par les pays signataires à Washington d'assurer la protection et la règlementation des marques collectives et prescrit à chaque pays l'élaboration d'une loi sur les marques collectives ; c'est encore une disposition à approuver.

Mais le troisième, qui, sous une forme séduisante au premier abord, tend à compléter l'article 10 bis, lequel a pour le moins actuellement le mérite de la concision et de la clarté, est à écarter résolument.

Ce pathos, inspiré par des adversaires de la protection absolue des produits d'origine et notamment des produits viticoles français, cache en effet le désir de rendre sans application les articles précédents qui seuls, actuellement, assurent internationalement la répression des actes de concurrence déloyale et notamment des fraudes sur l'origine des marchandises. Il paraît avoir pour but — et en tout cas, il aurait pour effet — de rendre absolument inutile l'Arrangement de Madrid, si important pour les intérêts des producteurs français, au moment même où les vieilles résistances (grâce

aussi aux articles 274 et 275 du Traité de Versailles) disparaissent de la part de la Belgique, de l'Allemagne, de l'Autriche et d'autres pays.

Si certaines dispositions secondaires de cet amendement présentent un intérêt, les propositions du Groupe français de l'Association internationale y répondraient mieux encore.

Quant au quatrième amendement visant à instituer un dépôt central pour la communication au public des droits de propriété industrielle, il est à retenir, sous la réserve qu'une publication par les soins des bureaux internationaux de Berne serait suffisante.

Une série de résolutions émises par le Comité économique de la Chambre de Commerce internationale, visent des dispositions secondaires qu'il suffira de signaler. Faut-il supprimer pour les étrangers la caution judicatum solvi ? En fait, la question est sans grand intérêt pratique, en présence de la Convention de La Haye, qui en dispense déjà les ressortissants des pays adhérents.

Faut-il modifier l'article 7 de la Convention générale d'Union concernant l'enregistrement international des marques.

La réforme serait intéressante si elle pouvait se faire sans exiger l'emploi des nouvelles formalités, coûteuses que rendraient nécessaires cette résolution.

Parmi les autres résolutions émises, l'une vise le renvoi des litiges devant la Chambre d'Arbitrage de la Chambre de Commerce internationale; elle apparaît sans portée dans l'état actuel des législations particulières. A la différence des propositions de la Société des Nations, inapplicables ou dangereuses, et pour la plupart sans portée pratique, celles de la Chambre de Commerce internationale doivent retenir l'attention, et, si certaines ont à écarter, d'autres sont par contre à retenir, tout au moins dans leur principe.

III. Programme du Groupe français de l'Association internationale. — Le Groupe français de l'Association internationale, pour la protection de la Propriété industrielle, que la guerre a séparé des autres groupements étrangers qui, jadis collaboraient avec lui, et notamment du groupe allemand, s'est attaché depuis deux ans à préparer la conférence de revision de La Haye en vue d'y défendre non seulement les intérêts français, mais aussi en vue de faire franchir à la Convention générale d'Union un nouveau stade de perfectionnement, dans l'intérêt général du commerce et de l'industrie internationaux.

Composé de délégués des chambres de commerce, d'industriels et de techniciens avertis et de juristes spécialisés dans ce domaine si particulier, ce groupe a mis au service du pays et de la probité commerciale une bonne volonté inlassable ; il est parvenu à édifier un programme qui a obtenu l'agrément des organes qualifiés de l'industrie et du commerce français et qui constituera le programme même du Comité français de la Chambre de Commerce internationale.

Constatation intéressante à souligner, ce programme est sensiblement le même que celui du groupe allemand, qui a enfin abandonné, vraisemblablement à la suite de la pression constituée par certaines prescriptions du Traité de Versailles, certaines resistances et certaines dispositions, ce qui est assurément de nature à renforcer les chances d'adoption du programme français.

Ce programme du Groupe français n'est pas absolument définitif; des commissions travaillent, en présence des derniers travaux de la Chambre de Commerce internationale, à le perfectionner encore, en vue de la tenue d'un congrès qui se tiendra au moment même où paraîtront ces lignes et où seront adoptés les textes à soumettre à la délégation française ; mais les modifications ou les compléments envisagés sont de peu d'importance et il y a trop d'intérêt à faire connaître ces résolutions pour en différer la publication qui pourra, au surplus, provoquer peut-être de judicieuses critiques avant la mise au point définitive.

1. Modifications aux dispositions générales de la Convention générale d'Union. — Le Groupe français émet le vœu : 1° Qu'il y a lieu de maintenir le principe consacré par les articles 2 et 3 de la Convention générale d'Union ;

2° Qu'il pourrait être toutefois recherché si un arrangement subsidiaire analogue aux arrangements conclus à Madrid, comportant le régime de la réciprocité étroite, et limite, d'autre part, à la solution de certaines questions (durée minimum des brevets, fixation de la taxe maximum, suppression de certaines clauses de déchéance) aurait chance d'être conclu entre certains pays, étant entendu que la co-existence de cet arrangement avec la Convention générale d'Union ne saurait porter atteinte au principe même de celle-ci.

2. Modifications a apporter a la Convention générale d'Union en ce qui concerne les brevets. — Le Groupe français, estime que :

A. — La Convention devrait prescrire un délai minimum obligatoire de trois mois par exemple, à partir du dépôt, pendant lequel celui qui voudrait se prévaloir de la priorité d'un dépôt antérieur pourrait valablement faire la déclaration indiquant la date et le pays de ce dépôt. Chaque pays resterait libre de fixer un délai plus long que le délai minimum obligatoire prévu dans la Convention.

B. — Comme conséquence naturelle de cette première disposition, la Convention devrait de même stipuler que les inventeurs auront un délai minimum de six mois à partir du dépôt de leur demande et sans aucune pénalité pour produire, à l'appui de leur déclaration de priorité, la copie certifiée de la demande antérieure et éventuellement la traduction de cette copie.

C. — Par contre, il serait désirable que la Convention stipulât que celui qui, dans un pays quelconque de l'Union, n'aurait pas invoqué la priorité d'un dépôt antérieur dans le délai de trois mois à partir de son dépôt dans le pays considéré ou dans le délai plus long que pourrait accorder la loi de ce pays, pour réclamer cette priorité, perdrait pour ledit pays son droit de priorité.

D. — Pour assurer une règle uniforme dans tous les pays de l'Union, concernant la computation des délais de priorité, la Convention devrait stipuler que chaque pays accordera le délai franc, c'est-à-dire que pour les brevets d'invention le jour anniversaire du dépôt antérieur sera compris dans le délai : par exemple, si le dépôt du brevet d'origine a été effectué le 15 mai 1922, les dépôts dans les autres pays unionistes pourront être valablement effectués sous le bénéfice de la Convention le 15 mai 1923.

En outre, si le dernier jour du délai est férié dans le pays où la protection est demandée, le délai sera prolongé jusques et y compris le premier jour ouvrable.

E. — La Convention devrait stipuler que dans chaque pays unioniste, la durée d'un brevet déposé sous le bénéfice de la convention se calculera comme s'il s'agissait d'un brevet d'origine, de sorte que cette durée ne partira jamais de la date de dépôt du brevet étranger antérieur dont la priorité sera réclamée.

F. — La Convention devrait stipuler que, lorsque la législation intérieure d'un pays comportera en matière de brevets la procédure de conflit ou d'interférence, les étrangers ressortissants de l'Union, qui seront engagés dans le conflit, auraient les mêmes droits et avantages que les nationaux et pourront notamment faire remonter, s'il y a lieu, leurs droits sur l'invention à une date antérieure à celle du dépôt de leur brevet d'origine si la loi du pays considéré donne cette faculté aux nationaux.

G. — En ce qui concerne les demandes de brevets invoquant des priorités multiples pour une même demande, la Convention devrait consacrer la règle suivante et l'imposer uniformément ; possibilité de déposer dans un pays quelconque de l'Union une demande unique basée sur des principes multiples, à la seule condition qu'il y ait unité d'invention au sens de la loi du pays, étant entendu que si l'examen révélait que la demande est complexe, le demandeur pourrait diviser la demande, en conservant comme date de chaque demande divisionnaire la date du dépôt initial et le bénéfice de la priorité.

H. — Finalement, la Convention devrait stipuler que dans les pays unionistes à examen préalable sur la nouveauté, aucune demande de brevet ne pourra être rejetée, pour défaut de nouveauté, sans que les antériorités aient été signalées à l'inventeur.

I. — La Convention devrait stipuler que les tiers ne pourront acquérir aucun droit valable ni de brevet, ni de possession personnelle, ni d'une forme quelconque, entre la date du dépôt du premier brevet dans le pays d'origine et celle du dépôt sous le bénéfice de la Convention dans le pays considéré.

J. — La Convention devrait stipuler à l'article 4 que si le dépôt invoqué pour jouir du droit de priorité a été précédé d'un certificat légal de protection temporaire délivré à l'occasion d'une exposition par l'administration du pays où a eu lieu ladite exposition, le délai de priorité remontera si l'intéressé en fait la demande, à la date à partir de laquelle le certificat de protection temporaire produira ses effets.

Les pays contractants pourront exiger de celui qui fera une telle déclaration de priorité une copie certifiée de la demande de certificat de protection temporaire en même temps qu'une copie certifiée du premier brevet basé sur ce certificat.

K. — La Convention devrait stipuler que, dans les pays qui maintiennent l'obligation d'exploiter les brevets, la sanction de la non-exploitation dans le délai légal ne pourra être la déchéance, mais seulement la licence obligatoire.

L. — Pour la classification uniforme des brevets dans les pays de l'Union, il est désirable que le Bureau international de Berne pour la protection de la Propriété industrielle convoque une conférence technique des représentants des administrations des divers pays.

3. Dessins et modèles. — Le Groupe français émet le vœu :

A. — Que partout et à tous points de vue, les dessins et modèles soient, quels que soient leur mérite et leur destination, même industrielle, assimilés aux autres œuvres des arts figuratifs et bénéficient en conséquence, des dispositions de la législation assurant la protection de celles-ci.

B. — Qu'en conséquence, les textes respectifs de la Convention internationale de Berne et de la Convention internationale de Paris reçoivent les remaniements nécessaires.

C. — Qu'il soit, d'autre part, conclu le plus rapidement possible un arrangement concernant l'enregistrement international des dessins et modèles, en s'inspirant de l'avant-projet élaboré par le Bureau international à la suite de la Conférence de Washington.

D. — Que, d'autre part encore et en attendant que puissent être obtenues ces réformes éminemment désirables, il soit d'urgence apporté, à la Convention internationale de Paris, les remaniements suivants :

a) Porter à un an, pour les dessins et modèles, le délai de priorité de quatre mois prévu par l'article 4.

b) Spécifier que dans tous les pays de l'Union où le dépôt des dessins et modèles est exigé par les dispositions nationales, ce dépôt ne pourra avoir aucun caractère attributif.

c) Spécifier de même que, dans aucun des pays de l'Union, la protection des dessins et modèles ne sera liée à une obligation quelconque de les exploiter et ne pourra encourir une déchéance quelconque du fait de l'introduction d'objets conformes à ceux protégés.

4. Marques de fabrique. — L'article 6 devrait être remplacé par la rédaction suivante :

Article 6. — Toute marque de fabrique ou de commerce, régulièrement déposée dans le pays d'origine, sera admise au dépôt et protégée telle quelle dans tous les autres pays de l'Union, même si par sa forme, elle ne satifait pas à la législation de ce pays.

... Toutefois, le dépôt pourra être refusé ou invalidé :

1° S'il est de nature à porter atteinte à des droits acquis par des tiers dans le pays d'importation ;

2° Si la marque, objet du dépôt, est considérée comme contraire à la morale et à l'ordre public : l'usage d'armoiries publiques, de décorations ou de signes et poinçons officiels de garantie adoptés par un pays unioniste peut être considéré comme contraire à l'ordre public ;

3° Si la marque n'est que la désignation nécessaire pour faire connaître, le genre, la qualité, le lieu d'origine, les conditions de vente de la marchandise, ou bien si elle est devenue usuelle dans le langage courant ou les habitudes locales et constantes du commerce.

Sera considéré comme pays d'origine de la marque le pays où le déposant a son principal établissement. Si ce principal établissement n'est point situé dans un pays de l'Union, sera considéré comme pays d'origine celui auquel appartient le déposant.

Le dépôt au pays d'origine n'est pas nécessaire, si la la marque est conforme à la législation du pays où la protection est demandée.

Le ressortissant de l'un des pays de l'Union qui, après avoir régulièrement déposé une marque au pays d'origine, aura le premier fait usage de cette marque dans l'un des autres pays unionistes, pourra toujours revendiquer dans ce pays le droit de propriété sur la marque, à condition qu'il l'ait déposée à son tour, et demandé la radiation de l'enregistrement précédent, dans le délai d'un an à partir de la date de la publication de cet enregistrement.

En tout cas, il pourra continuer à l'employer dans ce pays, nonobstant l'appropriation qu'un tiers en aurait effectuée.

Très subsidiairement et dans le cas où il paraîtrait impossible de faire accepter la rédaction proposée ci-dessus, l'article 6 pourrait être modifié en ces termes :

Toute marque de fabrique ou de commerce régulièrement enregistrée dans le pays d'origine sera admise au dépôt et protégée telle quelle dans les autres pays de l'Union.

Toutefois, pourront être refusées ou invalidées :

1° Les marques qui sont de nature à porter atteinte à des droits acquis par des tiers dans les pays où la protection est réclamée ;

2° Les marques dépourvues de tout caractère distinctif en *tant que composées exclusivement de signes ou d'indications qui, dans le pays où la protection est réclamée, sont devenus usuels dans le langage courant ou les habitudes loyales et constantes du commerce, pour désigner l'espèce, la qualité, la quantité, la destination, la valeur, le lieu d'origine des produits ou l'époque de la production.*

Unification de la classification des marques. — Le Groupe français estime qu'il importe avant tout d'obtenir que tous les pays de l'Union s'engagent à adopter une classification uniforme pour l'enregistrement des marques; que cette unification ne peut se produire que par la collaboration des délégués techniques des divers pays ; qu'en conséquence, il y aurait lieu d'insérer à La Haye, dans le protocole de clôture, la disposition suivante:

« Il est nécessaire d'avoir dans les pays de l'Union une classification uniforme pour l'enregistrement des marques; le Bureau international de la Propriété industrielle devra, à cet effet, réunir les représentants de tous les pays unionistes pour établir cette classification. »

5° Concurrence déloyale. — L'article 10 *bis* de la Convention générale d'Union devrait être complété par la disposition suivante :

Dans tous les Etats de l'Union les ressortissants de la Convention auront droit de demander, à leur profit, l'application des dispositions législatives destinées à réprimer les faits généralement désignés sous le nom d'actes de concurrence déloyale, et qui comprennent ;

1° Toute réclame abusive, sous quelque forme qu'elle se présente :

2° Tout dénigrement relatif à la personne du commerçant ou de l'industriel ou à la nature des produits par lui offerts au public ;

3° Tout débauchage ou toute tentative de débauchage, tout moyen de se procurer des renseignements de nature à porter frauduleusement atteinte au libre jeu des efforts commerciaux individuels ;

4° Tout usage d'un nom, d'une marque de commerce, ou d'une enseigne appartenant déjà à autrui, dans les limites où cet usage sera reconnu susceptible de porter atteinte à des droits existants, ou sera employé dans le but évident de nuire.

6° Appellations d'origine. — Le Groupe français émet le vœu :

1° Que le texte de l'article 10 de la Convention générale d'Union ne soit pas modifié ;

2° Que le texte de l'article 4 de l'Arrangement de Madrid sur les fausses indications d'origine soit maintenu, à moins que d'autres pays ne réclament l'assimilation aux produits vinicoles des produits tirant du sol ou du climat leurs qualités substantielles; en ce cas, il y aurait lieu de s'associer à cette proposition ;

3° Que le texte de l'article premier de l'Arrangement de Madrid soit ainsi complété :

A défaut de législation spéciale assurant la protection des appellations d'origine ou de provenance, les sanctions prévues par les dispositions correspondantes des lois sur les marques et les noms commerciaux seront applicables :

4° Que la proposition présentée par la Délégation française à Washington soit reprise pour introduire dans l'article 4 de l'Arrangement de Madrid concernant la répression des fausses indications de provenance, l'obligation pour les Etats, de notifier, par l'intermédiaire du Bureau international de Genève, les appellations régionales qu'ils entendent revendiquer en précisant leur portée.

IV. **Conclusions.** — Tel est l'important travail élaboré par le groupe français de l'Association internationale pour la protection de la Propriété industrielle

qui, sauf des modifications peu importantes et certains compléments, envisagés déjà, constituera le programme français à présenter à la Conférence de Revision de La Haye.

Il est de nature à susciter l'intérêt de tous ceux, si nombreux, que la défense des droits industriels, commerciaux, artistiques, préoccupe, et si son exposé a pu paraître ingrat, en raison de la nécessité de le réduire à une analyse succincte, la gravité des préoccupations qu'il met en jeu doit appeler sur lui l'attention de tous.

FERNAND-JACQ,
Avocat à la Cour de Paris,
Docteur en Droit.

Législation, jurisprudence, réglementation

Circulaire concernant l'approbation des projets d'exécution des réseaux de distribution construits par les communes préalablement à l'adoption d'un régime d'exploitation.

Voici le texte de cette circulaire, en date du 14 janvier 1924, adressée aux préfets des départements et signée du ministre des Travaux publics, du ministre de l'Intérieur et du ministre de l'Agriculture.

Dans les communes de faible importance et à population peu dense, l'installation d'une distribution d'énergie électrique est devenue, pour les concessionnaires éventuels, en raison des conditions économiques consécutives à la guerre, une charge souvent trop lourde eu égard aux recettes à envisager.

Aussi, les municipalités qui désirent obtenir la distribution de l'énergie électrique dans leur commune sont-elles de plus en plus amenées, soit à participer aux dépenses de premier établissement soit à construire elles-mêmes, à leurs frais, les réseaux, pour les donner ultérieurement en location à un concessionnaire, suivant les dispositions insérées à l'article 5 du cahier des charges type du 17 mai 1908-28 juin 1921.

Dans ce dernier cas, la régularité de l'installation, au regard de la loi du 15 juin 1906, n'est pas observée.

Aux termes de ladite loi et du décret du 3 avril 1908, l'établissement de canalisations électriques est, en effet, subordonné à l'approbation préalable du projet d'exécution par l'ingénieur en chef du Contrôle, qui ne peut autoriser l'exécution dudit projet que si le réseau a fait l'objet, soit d'une permission de voirie, soit d'une concession ou soit d'une autorisation d'exploitation en régie.

Or, il est manifeste que le réseau qu'une commune se propose d'établir, pour le donner ensuite en location à l'exploitant de la distribution, ne peut être considéré comme rentrant dans les catégories susvisées.

Dans ces conditions, la stricte application des règlements ne permet pas à l'ingénieur en chef d'approuver les projets d'exécution conformément aux prescriptinos de l'article 34 du décret du 3 avril 1908.

Pourtant, il importe, pour la diffusion de l'énergie sur le territoire et notamment pour son utilisation dans les régions agricoles, de laisser aux communes la faculté de procéder elles-mêmes à l'installation de leurs réseaux. Il convient donc d'examiner dans quelles conditions une telle installation peut être légalement réalisée, sans engager la responsabilité des communes d'une manière inconsidérée.

Une première observation s'impose, dans l'intérêt même des finances communales : si le procédé de construction directe des réseaux par les communes est, en effet, susceptible de procurer de notables avantages à ces collectivités il engage, par contre, obligatoirement et prématurément leurs ressources financières; il ne doit, pour cette raison, être employé qu'avec la plus grande circonspection.

On ne saurait admettre, en particulier, qu'une commune s'imposât la charge de la construction d'un réseau avant de s'être assuré les moyens de l'alimenter et de l'exploiter. En procédant autrement, elle risquerait ou d'entreprendre une opération sans issue si elle ne trouvait pas d'exploitant ou de se mettre à la merci de fournisseurs de courant ou d'exploitants dont elle n'aurait plus pouvoir de modérer les exigences.

Il est donc du devoir des autorités administratives chargées de la tutelle des communes, de veiller avec soin à ce qu'elles n'entrent pas inconsidérément dans une voie qui peut être dangereuse et notamment à ce que toutes précisions et garanties soient fournies dès l'origine sur le mode d'alimentation et le mode d'exploitation envisagés pour le futur réseau.

Ces observations faites, il reste à déterminer comment il est possible de concilier les dispositions réglementaires et le procédé de construction par les communes en ce qui concerne l'approbation des projets.

Il résulte de l'article 33 du décret du 3 avril 1908 que l'approbation des projets définitifs doit être notifiée à *l'entrepreneur de la distribution*; c'est donc à celui-ci qu'il appartient de les soumettre aux Services du Contrôle.

Or, par entrepreneur, il faut entendre soit le permissionnaire ou le concessionnaire futur lorsque le réseau est établi par lui, soit la commune elle-même, quand celle-ci procède aux travaux d'établissement. C'est donc, dans ce dernier cas, à la commune, c'est-à-dire au maire, autorisé par délibération du conseil municipal, qu'il incombe de présenter les projets d'exécution. Toutefois, tant pour s'assurer que le mode d'exploitation futur est dûment prévu, que pour prévenir toute difficulté au moment de la remise du réseau à l'exploitant, il sera indispensable que lesdits projets soient toujours contresignés par l'exploitant, dont le concours aura été préalablement assuré à la commune.

En tout état de cause, la distribution construite à ses frais par une commune doit toujours, avant la mise en exploitation, être soumise à l'un des régimes légaux, notamment celui de la concession (dont le cahier des charges type prévoit, précisément en son article 5, la faculté pour les communes de payer les frais de premier établissement de leur réseau) ou celui de la régie.

Vous voudrez bien donner connaissance aux municipalités des présentes instructions dont j'adresse un exemplaire à M. l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique de votre département.

Paris, le 14 janvier 1924.

8e Année — Tome XV — N° 10 — 8 Mars 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr

Voir page XXXIX
notre annonce *MATÉRIEL*

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 10. 8 MARS 1924.

Société française des Electriciens : Séance du 1er mars 1924. — Cette séance eut lieu, contrairement à l'habitude, dans l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne, elle fut consacrée à l'audition d'une communication des plus intéressante, faite par M. LANGEVIN sur *les ondes ultra-sonores et la piézoélectricité*.

M. Langevin exposa tout d'abord la théorie des ondes ultra-sonores dont la transmission se fait avec beaucoup plus de facilité dans l'eau que dans l'air, la viscosité n'intervenant pas dans l'eau. Ainsi, une onde de 1 cm est absorbée sur 2 km dans l'eau, tandis qu'elle le serait sur 20 m dans l'air. On peut donc dire qu'à fréquence égale l'absorption dans l'eau est 2 000 fois plus petite que dans l'air.

Si on veut transmettre à 10 km dans l'eau, il suffira d'une longueur d'onde supérieure à 2,2 cm, c'est-à dire une fréquence inférieure à 70 000 p : s. Il est, d'ailleurs, à signaler que les basses fréquences ont l'inconvénient de ne pas permettre une émission et une réception dirigées.

Si d est le diamètre de l'appareil émetteur, l'émission se fait avec le maximum d'intensité dans la direction de la normale à l'émetteur ; le rayonnement se trouve d'ailleurs concentré dans un cône dont l'ouverture α est définie par la relation $\sin \alpha = 1{,}2 \frac{\lambda}{d}$, λ étant la longueur d'onde. Réciproquement, l'appareil récepteur aura son maximum de sensibilité pour une onde dirigée normalement à sa surface. L'ouverture du cône ne doit pas être trop grande, car, alors, on n'aurait pas l'effet de direction ; d'autre part, si on donnait à l'ouverture une valeur trop petite, on aurait à faire trop de tâtonnements ; d'une façon générale, une bonne ouverture correspond à $\sin \alpha = \frac{1}{5}$ d'où $\lambda = \frac{d}{6}$. On est ainsi limité supérieurement pour la longueur d'onde à choisir par le diamètre de la source des ondes ultra sonores : d'autre part, les conditions d'absorption dans l'eau limitent la fréquence à 40 000 p : s. Les conditions dans lesquelles on doit opérer sont donc ainsi fixées.

Dès 1912, M. Richardson tenta d'employer les ondes ultra-sonores pour la détection de signaux ou la recherche d'obstacles ; il dirigea ses recherches du côté d'appareils uniquement mécaniques et n'obtint pas de résultats pratiques. M. Langevin pensa utiliser les ondes électriques pour la production des ondes ultra-sonores et pour leur détection au poste récepteur et il fit appel au phénomène piézoélectrique découvert par M. Pierre Curie. Si on découpe une lame dans un métal de quartz perpendiculairement à un axe de symétrie binaire, cette lame se polarise électriquement si on la soumet à une pression ; inversement, si on produit un champ électrique dans le quartz, il se contracte et se dilate dans le sens du champ ; α étant la quantité dont se contracte ou se dilate le quartz, n étant la différence de potentiel, on a : $\alpha = \delta U$.

M. Langevin eut donc l'idée de placer une telle lame de quartz dans l'eau, en soumettant les faces à des variations

de potentiel de fréquence égale à celle des ondes ultra-sonores qu'on voulait émettre : le quartz se mettait à vibrer et produisait dans l'eau les ondes ultra-sonores désirées. Pour émettre, dans ces conditions, avec des amplitudes suffisantes, il faudrait une différence de potentiel de l'ordre de 150 000 volts ; c'est une différence de potentiel qu'il serait très difficile d'utiliser en pratique. Nous verrons plus loin comment M. Langevin a tourné la difficulté. Pour la réception, le même quartz sert à transformer les ondes ultra-sonores perçues en ondes électriques.

Un poste est donc constitué par un circuit oscillant analogue à un circuit de radiocommunication, dont l'antenne est remplacée par un condensateur à quartz. Pour la réception on utilise un amplificateur de radiocommunication. Le condensateur à quartz est en contact avec l'eau par une seule de ses faces, qui émet les ondes ultra-sonores. M. Langevin donna un certain nombre de schémas d'appareils et, en particulier, d'appareils servant au sondage en mer; il indiqua divers procédés de mesure du temps écoulé entre le signal et son écho, temps qui sert à déterminer la distance des obstacles au poste émetteur. Parmi les procédés décrits, nous signalerons un procédé employant un oscillographe, un autre, la bascule à lampes et, enfin, un procédé d'enregistrement graphique qui indique directement sur le tambour de l'enregistreur la profondeur du fond.

Nous avons dit plus haut que la quantité dont se dilate ou se contracte le quart est reliée à la différence de potentiel sur ses faces par la formule $\alpha = \delta u$. La lame de quartz a une période de vibration propre; si on l'excite avec la fréquence correspondante, il y aura résonance et, par suite, amplification de l'amplitude et la relation ci-dessus deviendra $\alpha = \frac{2m_1}{\pi}\delta u$, m_1, étant un facteur qui dépend du milieu. On peut obtenir, par ce procédé, $\frac{2m_1}{\pi} = 5$. D'où une amplification cinq fois plus grande. Bien plus, si au lieu d'employer une simple lame de quartz on utilise une mosaïque constituée par de petites lames et placées entre deux plaques métalliques, on obtient dans le cas de plaques d'acier une amplification 25 fois plus grande et l'énergie émise est 625 fois plus grande que s'il n'y avait pas de plaques métalliques; on peut donc se contenter d'une tension de 6000 v sur les faces de la lame au lieu d'une tension de 150000 v, ce qui a permis au procédé d'entrer dans le domaine de la pratique. Cette disposition permet également de recevoir des énergies de l'ordre de 1/100000 erg.

Nous rappellerons, pour terminer, que les dispositifs imaginés par M. Langevin ont rendu des services inestimables pendant la guerre et ont permis de découvrir les sous-marins en plongée. Ils servent actuellement au service hydrographique de la marine pour opérer des sondages et tracer les cartes de fond. — H. C.

Syndicat professionnel des Industries électriques. — L'assemblée générale ordinaire aura lieu le vendredi 28 mars 1924, à 15 h 30.

Une assemblée générale extraordinaire aura lieu le même jour à 16 h 15, au siège de la Fédération de la Mécanique, 94, rue d'Amsterdam.

Les membres actifs sont instamment priés d'assister à ces deux assemblées.

Bibliographie : Calcul pratique des conducteurs dans les installations électriques, par P. Maurer, ingénieur à la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, professeur à l'Ecole d'Electricité Bréguet et à l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles de Paris [1].

La détermination des sections des conducteurs pour les installations électriques est négligée dans la majorité des ouvrages techniques, parce qu'elle correspond à des calculs très simples; elle n'est pas développée non plus dans les ouvrages spéciaux, car les auteurs préfèrent s'étendre principalement sur le calcul des lignes de transmission ou sur celui des grands réseaux. L'auteur a pensé combler cette lacune en réunissant dans un volume les éléments qui sont nécessaires à ces calculs.

On trouvera dans ce travail, en plus de l'exposé des principes du calcul des conducteurs, des tableaux donnant les différentes caractéristiques des fils et câbles, les densités de courant admissibles suivant les sections et un certain nombre d'abaques se rapportant à ces questions.

L'auteur expose également le calcul des canalisations à dérivations multiples, dans lequel rentrent les colonnes montantes, ainsi que le calcul des tronçons communs à plusieurs dérivations.

L'ouvrage se termine par quelques considérations sur la simplification des formules pour l'application aux réseaux publics. — Y. G.

Bibliographie : Appareils de mesures électriques, par M. Chirol, ingénieur E. S E. [2]. — Ce livre fait partie de la bibliothèque professionnelle publiée sous la direction de M. René Dhommée, inspecteur général de l'Enseignement technique. Il a été rédigé pour donner aux ouvriers qui construisent des appareils de mesures les connaissances techniques suffisantes pour leur permettre de comprendre leur travail, par suite de le faire mieux et plus vite. Son second but est d'expliquer à tous ceux qui utilisent les appareils de mesures, et ceux-ci sont plus nombreux que ceux-là, le fonctionnement, les conditions d'emploi les meilleures pour chaque appareil et les précautions qu'il faut prendre pour se servir d'un appareil de mesure.

Pour arriver à ce résultat, l'auteur a divisé son livre en trois parties.

La première, théorique, mais aussi simplifiée que possible, traite des lois essentielles de l'électricité dont les appareils de mesures sont les applications.

Dans la deuxième, on décrit les appareils de mesures les plus généralement rencontrés dans l'industrie et on indique les méthodes les plus simples et les plus rapides pour déterminer les grandeurs électriques les plus courantes. Un grand nombre de schémas et de photographies facilitent la compréhension du texte.

Dans la troisième partie l'auteur donne quelques conseils sur le choix des matières à employer et la façon de les utiliser pour réaliser de bons appareils. — B. C.

[1] Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 56 pages, avec 3 figures dans le texte et 10 abaques hors texte, édité par la librairie Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 5 fr.

[2] Un volume, format 16 cm × 11 cm, de 332 pages avec 206 figures dans le texte, édité par la librairie J.-B. Baillère et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris (VIe). Prix : cartonné, 12 fr.

Albert Turpain

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE POITIERS

Parmi les nominations dans l'Ordre national de la Légion d'Honneur, faites par le Ministre de l'Instruction publique à l'occasion du centenaire de Pasteur, se trouvait, ainsi, que nous le signalions dans notre numéro du 13 octobre 1923, celle de M. Albert Turpain, l'un des plus anciens et des plus actifs collaborateurs de cette Revue et de celles dont elle est issue. Dans les lignes qui suivent, on s'est proposé de donner un court aperçu de la vie et de l'œuvre de cet infatigable travailleur intellectuel qui, dès ses premiers travaux, mérita l'attention du monde scientifique.

M. A. Turpain est né à La Rochelle en 1867. Très jeune encore, il eut la douleur de perdre son père, et, pour subvenir à ses besoins et à ceux de sa mère, il dut abandonner ses études et entrer, en 1884, dans l'Administration des Postes où il resta pendant près de trois années.

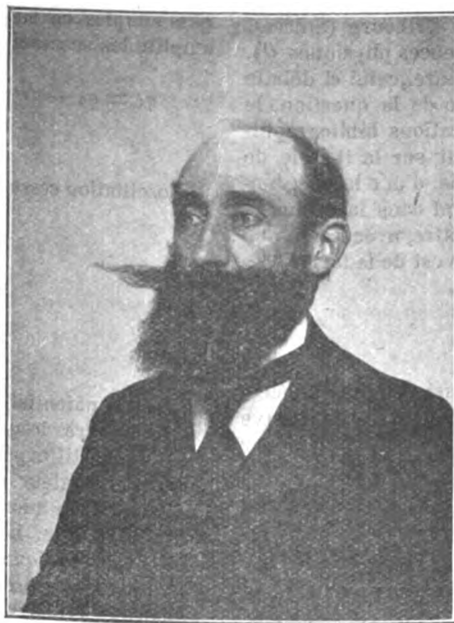
C'est pendant les rares loisirs que lui laissaient ses occupations professionnelles qu'il prépara le baccalauréat ès sciences, puis le concours pour l'obtention d'une bourse de licence à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Dès 1887, il était reçu à l'examen de la licence ès sciences physiques et, en 1891, à celui de la licence ès sciences mathématiques. En 1894, c'est-à-dire deux ans avant les expériences de Marconi, il répétait les expériences de Hertz et entreprit, à cette occasion, des recherches très intéressantes de télégraphie sans fil, parvenant, au moyen du résonateur à coupure, à recevoir des signaux Morse à 25 m de distance, en faisant d'ailleurs la première application du téléphone à la réception de ces signaux.

Une grave maladie, au développement de laquelle n'était pas étranger le surmenage cérébral causé par des études poursuivies dans des conditions matérielles précaires, recula jusqu'à 1899 le moment où il passait avec succès les épreuves du doctorat ès sciences en présentant une thèse remarquable sur les oscillations électriques.

A l'époque de ces travaux, M. Turpain était préparateur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Il fut bientôt appelé à la Faculté des Sciences de Poitiers comme maître de Conférences (1901) et, quelques années plus tard (1907), une chaire était créée pour lui dans cette même faculté.

Dans le domaine des ondes hertziennes et de la télégraphie sans fil, en dehors des expériences dont nous avons parlé plus haut, M. Turpain étudia un certain nombre de problème importants, comme celui de la propagation des ondes électriques, le fonctionnement des cohéreurs associés, l'influence des éclipses sur la propagation des ondes, l'inscription des signaux radiotélégraphiques au moyen de galvanomètres très sensibles. En ce qui concerne cette dernière question, les expériences qui furent faites conduisirent à réaliser, d'une part, des appareils énergiques destinés à commander des relais en vue, par exemple, du réglage des horloges et, d'autre part, des dispositifs extrêmement sensibles utilisables pour des mesures géodésiques de haute précision.



Albert TURPAIN
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Nous devons signaler également les études portant sur la création et sur les propriétés d'un champ d'ondes interférent et conduisant à celle des ondes hertziennes dirigées, ainsi que des essais exécutés à Toulon sur la possibilité de communication par télégraphie sans fil avec des sous-marins en plongée.

L'utilisation des ondes électriques pour l'observation et la prévision des orages fit aussi l'objet de travaux poursuivis de 1901 à 1912 et ayant eu pour résultat la mise au point d'un appareil enregistreur, construit par la maison Richard et utilisé dans les observatoires météorologiques.

Enfin, une question assez voisine de la télégraphie sans fil et très à l'ordre du jour à notre époque, l'utilisation des ondes électriques à la solution du problème de multicommunication en télégraphie et en téléphonie, intéressa tout particulièrement M. Turpain, dont les premiers travaux sur ce sujet remontent à l'année 1898. Nous rappelons qu'il a lui-même exposé cette question et résumé ses propres travaux en ce qui la concerne dans une note parue dans ces colonnes (*Revue générale de l'Electricité*, 24 septembre 1921, t. x, p. 394).

A côté de toutes ces recherches de laboratoire et de

plusieurs autres sur les antennes, sur la mesure des courants à haute fréquence, sur les propriétés magnétiques du fer au rouge, pour ne citer que les principales, on doit à M. Turpain un certain nombre de publications parmi lesquelles des ouvrages d'enseignement : Leçons de physique, Manipulations de physique, Manipulations électrotechniques ; et des livres scientifiques ou de vulgarisation : La Lumière, La Télégraphie, La Téléphonie, La Télégraphie sans fil et les applications des ondes électriques, etc.

En raison de sa haute compétence sur les sujets se rapportant aux radiocommunications, M. Turpain a été désigné pour siéger dans un certain nombre de commissions techniques, notamment les Commissions de Radiotélégraphie du Ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones et de l'Académie des Sciences; il est membre, d'autre part, du Comité de la Société française de Physique et de celui de l'Association française pour l'Avancement des Sciences qui le choisit, à deux reprises, pour président de la Section de Physique, à ses Congrès d'Angers (1903) et de Montpellier (1922). Il nous est agréable de signaler, par ailleurs, qu'il est un des plus anciens collaborateurs de la « Revue générale de l'Electricité » et des revues qui la précédèrent.

On voit, par ce rapide aperçu, que la nomination de M. Turpain au grade de chevalier de la Légion d'honneur est une distinction bien méritée qui vient récompenser l'activité de cet infatigable travailleur.

Bibliographie : Contribution à l'étude de l'étincelle oscillante, par Witold Moronski, thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg (Suisse), pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques [1]. — Comme tous les ouvrages de ce genre, celui-ci débute par un exposé historique et didactique de la question, le tout accompagné de nombreuses indications bibliographiques. L'auteur s'étend particulièrement sur la théorie de Heydweiller qui rend assez bien compte, d'une façon générale, des phénomènes qui se manifestent dans la décharge oscillante. Cette théorie consiste à admettre, avec Koch, que la caractéristique de l'étincelle oscillante est de la forme

$$a = v + \frac{b}{i},$$

où a et b sont des constantes ; v, la tension entre les électrodes et i, l'intensité du courant dans le circuit. On trouve alors que l'énergie w de l'étincelle est donnée par l'expression

$$w = \int_0^{t_1} v i \, dt = aq + b t_1,$$

q_1 étant la quantité d'électricité qui traverse le circuit et t_1, la durée de la décharge.

L'équation Kirchhoff-Thomson devient, dans ce cas,

$$l \frac{dq}{dt} \frac{d^2 q}{dt^2} + r \left(\frac{dq}{dt}\right)^2 + \left(\frac{q}{c} - a\right) \frac{dq}{dt} + b = 0$$

qui ne peut s'intégrer que dans l'hypothèse $b = 0$ et si, de plus, on suppose que la condition $\frac{4l}{r^2 c} > 1$ est remplie, on obtient une décharge oscillante, dont la durée d'oscillation est

$$T = 2\pi \sqrt{lc},$$

et dont la valeur q est donnée par la relation

$$q = ac + (q_0 - ac)\, e^{-\frac{rT}{2l}} \cos \frac{t}{\sqrt{lc}}$$

par conséquent, les amplitudes successives sont faciles à calculer et l'auteur se place dans des conditions encore plus simples en supposant que r est nul, en sorte que les amplitudes successives sont :

$$q_0, \quad q_1 = q_0 - 2ac, \quad q_2 = q_1 - 2ac = q_0 - 4ac, \; \ldots\ldots$$
$$q_n = q_0 - 2nac.$$

Si l'oscillation cesse quand l'amplitude est égale à zéro, on a

$$q_0 - 2nac = 0,$$

ou

$$a = \frac{v_0}{2n},$$

v_0 étant le potentiel maximum ; n représente le nombre d'oscillations après lesquelles v_0 devient nul.

Le dispositif expérimental comprenait un circuit à étincelle avec éclateur dont le déplacement des électrodes était mesuré par un micromètre, un circuit secondaire et un circuit de mesure. Les condensateurs étaient du type Wien dont le diélectrique est constitué par un gaz à haute pression : CO^2 à la pression de 20 atmosphères; ils pouvaient supporter 35 000 v par élément, dans les expériences de l'auteur. Le courant était produit par une bobine d'induction alimentée par le courant alternatif de la ville à 50 p : s. Pour le réglage et l'étude des propriétés du circuit, l'auteur s'est servi de l'ampèremètre à haute fréquence, du circuit secondaire et d'un compteur d'étincelles Fleming. Celui-ci consiste en un tube rempli de néon dont les deux électrodes sont réunies aux bornes de l'éclateur (pour les étincelles de 1 cm à 4 cm, une électrode était mise à la terre) et qui est monté sur un disque tournant auquel on imprime une vitesse telle que l'on observe un tableau lumineux immobile. Le nombre de traits lumineux observés, multiplié par le nombre de tours, donne le nombre d'étincelles par seconde. Il est très curieux de constater que l'image correspondant à une étincelle par alternance n'est pas simple ; il y a une raie très brillante, précédée et suivie d'un certain nombre d'autres raies moins lumineuses. L'auteur attribue ces raies aux décharges du circuit formé par la capacité et la self-induction du secondaire de la bobine.

On trouvera dans les résultats et les conclusions quelques constatations inédites. — B. C.

[1] Une brochure, format 23 cm × 14 cm, de 51 pages avec 5 figures dans le texte, éditée par Albert Kundig, à Genève.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur quelques propriétés générales des réseaux parcourus par des courants alternatifs en régime permanent

Dans cet article, qui fait suite à celui publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 27 octobre 1923, t. XIV, p. 613-618 (1), l'auteur montre comment on peut déterminer expérimentalement les divers coefficients de la fonction caractéristique des intensités. Il met en évidence l'existence d'une fonction caractéristique des potentiels également déterminable par l'expérience et qu'il appelle fonction caractéristique adjointe. L'examen de la singularité la plus simple de chacune de ces deux fonctions caractéristiques (annulement du hessien) conduit à la détermination de pulsations de résonance du réseau, pour lesquelles celui-ci peut accuser à ses bornes des surtensions ou des surintensités qui doivent lui être imputées à lui-même.

I. Détermination expérimentale de la fonction caractéristique. — Les coefficients de la fonction caractéristique H peuvent être calculés, si on connaît le schéma du réseau et les constantes électriques de ses divers éléments. On peut les obtenir, par exemple, bien qu'au prix de calculs assez longs, en suivant la marche même qui nous a servi pour établir l'existence de la fonction caractéristique.

Sur un réseau existant, les coefficients de la fonction caractéristique peuvent être mesurés directement.

Pour traiter la question sous sa forme la plus générale, nous considérons un réseau à $s+g$ pôles groupés d'une façon connue, mais arbitraire, en g groupes.

Nous supposons qu'on a choisi, dans chaque groupe, un pôle de référence, les pôles de référence des divers groupes n'ayant pas d'autre liaison électrique entre eux que celle constituée par le réseau lui-même. Nous avons vu que, dans ce cas, la fonction caractéristique est une fonction des s courants qui traversent les $(s+g)-g$ ou s pôles qui ne sont pas pôles de référence ; la demi-dérivée de la fonction caractéristique par rapport à un des courants qui y figurent fait connaître la différence de potentiel entre le pôle correspondant au courant choisi et le pôle de référence du groupe auquel il appartient.

Ces diverses différences de potentiel sont ainsi données par des équations, dites équations de liaison, de la forme :

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = a_1^1 i_1 + a_1^2 i_2 + \ldots + a_1^x i_x + \ldots + a_1^y i_y + \ldots + a_1^s i_s \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ v_x = a_x^1 i_1 + a_x^2 i_2 + \ldots + a_x^x i_x + \ldots + a_x^y i_y + \ldots + a_x^s i_s \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ v_y = a_y^1 i_1 + a_y^2 i_2 + \ldots + a_y^x i_x + \ldots + a_y^y i_y + \ldots + a_y^s i_s \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ v_s = a_s^1 i_1 + a_s^2 i_2 + \ldots + a_s^x i_x + \ldots + a_s^y i_y + \ldots + a_s^s i_s \end{array}\right\} \quad (15)$$

Supposons que nous appliquions, entre le pôle P_x, par exemple, et le pôle de référence de son groupe, une force électromotrice E_x dont l'impédance intérieure est Z_x ; nous devrons écrire, vu les sens positifs choisis, la relation complémentaire

$$v_x = E_x - Z_x i_x, \quad (16)$$

c'est-à-dire que nous pourrons substituer, à celle des équations (15) qui donne v_x, une équation liant E_x aux divers courants et qui se déduira de l'équation en v_x du tableau (15) par la simple substitution, au terme $a_x^x\, i_x$, du terme $(a_x^x + Z_x)\, i_x$, en même temps qu'on remplace v_x par E_x.

(1) A propos de cet article (*R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 613-618), il y a lieu de faire les rectifications suivantes :

P. 613, 2e colonne, ligne 4, à partir du bas : au lieu de sommes $S_?$, lire sommets $S_?$;

P. 614, 2e colonne, lignes 28 et 30, au lieu de $j\omega\Sigma_{\lambda'}(M_{\lambda\lambda'} j_{\lambda'})$, lire $\omega\Sigma_{\lambda'}(M_{\lambda\lambda'} j_{\lambda'})$;

Ligne 34 : au lieu de $j\omega M_{\lambda x}$, lire $\omega M_{\lambda x}$;

P. 615, 2e colonne, tableau (6) :

ligne 2, au lieu de a_1', β_1', β_2^2, lire a_1^1, β_1^1, β_1^2,
id 3, id. a_2', β_2', a_2^1, β_2^1,
id. 5, id. a_p', β_p', a_p^1, β_p^1,
id. 6, id. α_1', α_1^1
id. 7, id. α_2', α_2^1,
id. 9, id α_s', α_s^1 ;

P. 615, 2e colonne, ligne 11 : lire i_s, au lieu de i_0 et supprimer la référence (7) de l'égalité ;

P. 615, 2e colonne, déterminant (7) : supprimer z ;

P. 616, équations (9) : au lieu de

$$\Delta u_1 = \frac{1}{2}\frac{\partial H_1}{\partial i_s} \quad \text{et} \quad \Delta u_2 = \frac{1}{2}\frac{\partial H_2}{\partial i_s},$$

lire

$$\Delta u_1 = \frac{1}{2}\frac{\partial H_1}{\partial i_1} \quad \text{et} \quad \Delta u_2 = \frac{1}{2}\frac{\partial H_2}{\partial i_2}.$$

P. 617, 2e colonne, ligne 24 : au lieu de pôle S_8, lire pôle S_6.

En particulier, si l'on se contente de relier le pôle P_y à son pôle de référence par une impédance extérieure Z_y, sans application d'aucune force électromotrice, on devra écrire la relation

$$v_y = - Z_y i_y, \qquad (16\ bis)$$

qui conduit à une relation, entre les courants, de la forme

$$o = a_y^1 i_1 + \ldots + a_y^x i_x + \ldots + (a_y^y + Z_y) i_y + \ldots + a_y^s i_s.$$

Ceci étant, relions chaque pôle P_y à son pôle de référence par une impédance Z_y, mais faisons en sorte qu'il n'y ait de force électromotrice qu'entre le pôle P_x et son pôle de référence. On déduira du tableau (15) le tableau suivant :

$$\left.\begin{array}{l} o = (a_1^1 + Z_1) i_1 + \ldots + a_1^x i_x + \ldots + a_1^y i^y + \ldots + a_1^s i^s, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ E_x = a_x^1 i_1 + \ldots + (a_x^x + Z_x) i_x + \ldots + a_x^y i_y + \ldots + a_x^s i_s, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ o = a_y^1 i_1 + \ldots + a_y^x i_x + \ldots + (a_y^y + Z_y) i_y + \ldots + a_y^s i_s, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ o = a_s^1 i_1 + \ldots + a_s^x i_x + \ldots + a_s^y i_y + \ldots + a_s^s i_s + Z_s, \end{array}\right\} \qquad (17)$$

qui nous sera utile plus tard.

Désignons alors par Θ le déterminant des coefficients des i dans le second membre,

$$\Theta = \begin{vmatrix} a_1^1 + Z_1 & \ldots & a_1^x & \ldots & a_1^y & \ldots & a_1^s \\ \ldots & & \ldots & & \ldots & & \ldots \\ a_x^1 & \ldots & (a_x^x + Z_x) & \ldots & a_x^y & \ldots & a_x^s \\ \ldots & & \ldots & & \ldots & & \ldots \\ a_y^1 & \ldots & a_y^x & \ldots & (a_y^y + Z_y) & \ldots & a_y^s \\ \ldots & & \ldots & & \ldots & & \ldots \\ a_s^1 & \ldots & a_s^x & \ldots & a_s^y & \ldots & (a_s^s + Z_s) \end{vmatrix} \qquad (18)$$

et appelons Θ_x^y le coefficient du terme à l'intersection de la ligne x et de la colonne y dans le développement de Θ. On tire immédiatement, des équations (17), la relation

$$\Theta i_x = E_x \Theta_x^x. \qquad (19)$$

C'est-à-dire qu'entre le pôle P_x et le pôle de référence auquel P_x est rattaché, le réseau fonctionne comme une impédance Y_x avec la relation

$$Y_x = \frac{\Theta}{\Theta_x^x} - Z_x = \frac{\Theta - Z_x \Theta_x^x}{\Theta_x^x}. \qquad (20)$$

Cette impédance Y_x est facile à mesurer en grandeur et en phase par la méthode du pont de Wheatstone appliqué aux courants alternatifs.

Cas particuliers. — On pourrait chercher à développer, à partir de l'équation (20), une théorie générale. Nous nous contenterons d'examiner les cas particuliers simples suivants.

Premier cas. — Supposons que tous les pôles, sauf P_x, soient isolés $\left(\frac{1}{Z_y} = o\right)$. On voit alors que le tableau des équations (15) se réduit à

$$v_1 = a_1^x i_x,$$
$$\ldots\ldots$$
$$v_x = a_x^x i_x,$$
$$\ldots\ldots$$
$$v_y = a_y^x i_x,$$
$$\ldots\ldots$$
$$v_s = a_s^x i_x.$$

On a, en particulier, $\frac{v_x}{i_x} = a_x^x$, c'est-à-dire que, si l'on mesure l'impédance apparente Y_x entre le pôle P_x et le pôle de référence de son groupe, on trouve

$$Y_x = a_x^x. \qquad (21)$$

On vérifie aisément que cette formule est d'accord avec la formule (20) dans le cas particulier envisagé.

Ainsi, si on mesure l'impédance apparente du réseau entre un pôle et son pôle de référence, tous autres pôles isolés, et si on fait cette mesure pour les s pôles qui ne sont pas de référence, on détermine tous les termes de la diagonale principale du hessien de la forme H.

Deuxième cas. — Supposons que tous les pôles, sauf P_x et un autre pôle P_y, restent isolés, mais que P_y soit court-circuité avec son pôle de référence et qu'on fasse la mesure d'impédance apparente entre le pôle P_x et son pôle de référence.

Le tableau des équations (15) se réduit alors à

$$v_1 = a_1^x i_x + a_1^y i_y,$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$v_x = a_x^x i_x + a_x^y i_y,$$

$$o = v_y = a_y^x i_x + a_y^y i_y,$$

$$\cdots\cdots$$

$$v_s = a_s^x i_x + a_s^y i_y.$$

Eliminant i_y entre l'équation qui donne v_x et celle qui donne v_y (celui-ci étant nul à cause du court-circuit), on a

$$\frac{v_x}{i_x} = Y'_{xy} = a_x^x - \frac{(a_x^y)^2}{a_y^y};$$

on tire de là

$$(a_x^y)^2 = (a_x^x - Y'_{xy})\, a_y^y, \qquad (22)$$

ce qui détermine a_x^y, puisque les éléments diagonaux a_x^x et déjà a_y^y sont connus.

En prenant tous les couples $x\,y$ possibles au nombre de $\frac{s(s-1)}{2}$, on déterminera ainsi les $\frac{s(s-1)}{2}$ coefficients restants du hessien. La fonction caractéristique H sera donc expérimentalement établie au moyen de $s + \frac{s(s-1)}{2}$, soit $\frac{s(s+1)}{2}$ mesures, comme il est naturel, puisqu'elle comporte $\frac{s(s+1)}{2}$ coefficients.

On devra naturellement prendre les précautions nécessaires pour que les constantes électriques ou magnétiques (en particulier les perméabilités) ne varient pas trop sensiblement dans les divers organes du réseau au cours de ces mesures.

On vérifie encore que la valeur donnée pour Y_{xy} concorde avec la formule (20).

Cette méthode de détermination expérimentale des coefficients de la fonction caractéristique H apparait comme la généralisation d'une méthode bien connue en téléphonie pour la détermination de l'impédance caractéristique et du coefficient de propagation d'un circuit téléphonique.

II. Détermination de la fonction caractéristique adjointe. — Revenons maintenant au cas général (*R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 615).

Les équations (7) expriment les potentiels u des pôles en fonction des courants de liaison de ces mêmes pôles. On peut aussi bien chercher à exprimer les courants de liaison i en fonction des potentiels u. Deux méthodes s'offrent qui conduisent nécessairement au même résultat.

Première méthode. — On peut résoudre les équations (7) par rapport aux i.

Dans ce cas, appelons T_1 le déterminant des coefficients des i dans les équations (7), ce qui donne

$$T_1 = \begin{vmatrix} B_{p+1}^{p+1} & \cdots & B_{p+s}^{p+1} \\ \cdot & \cdots & \cdot \\ B_{p+1}^{p+s} & \cdots & B_{p+s}^{p+s} \end{vmatrix} \qquad (23)$$

On sait, d'après la théorie générale des déterminants, que

$$T_1 = \Delta^{s-1} D, \qquad (24)$$

Δ étant le déterminant déjà considéré des coefficients des inconnues dans les équations (6) et D, le déterminant

$$D = \begin{vmatrix} a_1^1 & \cdots & a_1^p \\ \cdot & \cdots & \cdot \\ a_p^1 & \cdots & a_p^p \end{vmatrix}. \qquad (25)$$

des coefficients des courants intérieurs dans les p premières équations (6).

Appelons β_{p+x}^{p+y} le coefficient de B_{p+x}^{p+y} dans le développement de T_1; on tire immédiatement des équations (7) les équations

$$\left.\begin{aligned} T_1 i_1 &= \Delta \left\{ \beta_{p+1}^{p+1} u_1 + \cdots + \beta_{p+s}^{p+1} u_s \right\}, \\ &\cdots\cdots \\ T_s i_s &= \Delta \left\{ \beta_{p+1}^{p+s} u_1 + \cdots + \beta_{p+s}^{p+s} u_s \right\}, \end{aligned}\right\} \qquad (26)$$

D'autre part, on a, à cause de la même propriété générale des déterminants que celle qu'on vient d'invoquer,

$$\beta_{p+x}^{p+y} = \Delta^{s-2} D_{p+x}^{p+y}; \qquad (27)$$

D_{p+x}^{p+y} désignant le déterminant obtenu en bordant D avec les éléments de la colonne $p+y$ et de la ligne $p+x$ de Δ. On peut ainsi substituer au tableau (26), en tenant compte des relations (24) et (27), le tableau équivalent

$$\left.\begin{aligned} D i_1 &= D_{p+1}^{p+1} u_1 + \cdots + D_{p+1}^{p+s} u_s, \\ &\cdots\cdots \\ D i_s &= D_{p+s}^{p+1} u_1 + \cdots + D_{p+s}^{p+s} u_s, \end{aligned}\right\} \qquad (28)$$

Deuxième méthode. — On peut remonter aux équations (6) et éliminer les j entre les p premières équations et chacune des s dernières équations, ce qui donnera s équations linéaires et homogènes entre les i et les u, dont chacune ne contiendra qu'un seul courant i; on aura ainsi les s équations cherchées.

Ces deux procédés permettent d'obtenir directement le tableau (28).

Remarque. — De la même manière, on peut obtenir le tableau des équations (7) de deux façons, soit en résolvant directement les équations (6) par rapport aux u en fonction des i, comme nous l'avons fait dès le début; soit en résolvant les équations (6) par rapport aux i, ce qui donne directement le tableau (28), puis en résolvant le tableau (28) par rapport aux u.

Appelons donc Θ_1 le déterminant

$$\Theta_1 = \begin{vmatrix} D_{p+1}^{p+1} & \dots & D_{p+1}^{p+s} \\ \dots & \dots & \dots \\ D_{p+s}^{p+1} & \dots & D_{p+s}^{p+s} \end{vmatrix} \qquad (29)$$

représentons par δ_{p+x}^{p+y} le coefficient de D_{p+x}^{p+y} dans le développement de Θ_1; on tire de (28) le tableau

$$\left.\begin{array}{l} \Theta_1 u_1 = D\,(\delta_{p+1}^{p+1} i_1 + \dots + \delta_{p+1}^{p+s} i_s), \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \Theta_1 u_s = D\,(\delta_{p+s}^{p+1} i_1 + \dots + \delta_{p+s}^{p+s} i_s). \end{array}\right\} \qquad (30)$$

Ce tableau est d'ailleurs identique au tableau (7).

En effet, le mineur complémentaire de D_{p+x}^{p+y} dans le déterminant complémentaire de Δ ne serait autre que le déterminant déduit de T_1 en y supprimant la $x^{\text{ième}}$ ligne et la $y^{\text{ième}}$ colonne; c'est pourquoi on a pu écrire l'équation (18).

Mais alors, si on désigne par τ le déterminant

$$\tau_1 = \begin{vmatrix} \beta_{p+1}^{p+1} & \dots & \beta_{p+1}^{p+s} \\ \dots & \dots & \dots \\ \beta_{p+s}^{p+1} & \dots & \beta_{p+s}^{p+s} \end{vmatrix}, \qquad (31)$$

on a

$$\tau_1 = \Delta^{s(s-2)}\,\Theta_1. \qquad (32)$$

D'autre part,

$$T_1 \tau_1 = T_1^s,$$

ou

$$\tau_1 = T_1^{(s-1)};$$

donc, comme

$$T_1 = \Delta^{s-1} D, \quad \text{on a} \quad \tau_1 = \Delta^{(s-1)^2} D^{s-1};$$

par suite, en revenant à l'équation (32), on voit que

$$\Theta_1 = \Delta\, D^{s-1}. \qquad (33)$$

De même, si ϖ_{p+x}^{p+y} désigne le coefficient de β_{p+x}^{p+y} dans le développement de τ_1, on a

$$\varpi_{p+x}^{p+y} = T_1^{s-2}\, B_{p+x}^{p+y}. \qquad (34)$$

D'un autre côté, à cause de (27),

$$\varpi_{p+x}^{p+y} = \Delta^{(s-2)(s-1)}\, \delta_{p+x}^{p+y};$$

donc

$$\delta_{p+x}^{p+y}\, \Delta^{(s-2)(s-1)} = B_{p+x}^{p+y}\, \Delta^{(s-1)(s-2)}\, D^{(s-2)},$$

ou enfin

$$\delta_{p+x}^{p+y} = B_{p+x}^{p+y}\, D^{(s-2)}, \qquad (35)$$

de sorte que les équations (30) finissent par reprendre la forme (7).

Fonction caractéristique adjointe. — Dans les équations (28), on a

$$D_{p+x}^{p+y} = D_{p+y}^{p+x},$$

à cause de la symétrie du déterminant Δ. Le tableau des coefficients des u dans les équations (28) est donc symétrique, c'est-à-dire qu'il existe une fonction quadratique des potentiels des divers pôles, rapportés à un pôle de référence unique, telle que la moitié de sa dérivée par rapport à l'un quelconque de ces potentiels fait connaître le courant de liaison qui traverse ce pôle. Nous appellerons cette fonction quadratique fonction caractéristique adjointe et nous la désignerons par K.

Les équations de liaison prennent ainsi la forme

$$\left.\begin{array}{l} i_1 = b_1^1 u_1 + \dots + b_1^x u_x + \dots + b_1^y u_y + \dots + b_1^s u_s, \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ i_x = b_x^1 u_1 + \dots + b_x^x u_x + \dots + b_x^y u_y + \dots + b_x^s u_s, \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ i_y = b_y^1 u_1 + \dots + b_y^x u_x + \dots + b_y^y u_y + \dots + b_y^s u_s, \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ i_s = b_s^1 u_1 + \dots + b_s^x u_x + \dots + b_s^y u_y + \dots + b_s^s u_s, \end{array}\right\} \qquad (36)$$

Détermination expérimentale des coefficients b. — Les coefficients b de la fonction K sont susceptibles de détermination expérimentale sur un réseau existant au même titre que les coefficients de la fonction H. Deux cas peuvent être envisagés.

Premier cas. — Supposons que tous les pôles soient mis au potentiel zéro, sauf le pôle P_x. Le tableau (36) donne

$$\begin{array}{l} i_1 = b_1^x u_x, \\ \dots \\ i_x = b_x^x u_x, \\ \dots \\ i_s = b_s^x u_x, \end{array} \qquad (37)$$

c'est-à-dire que, si X_x désigne l'impédance apparente du réseau ainsi connecté, mesurée entre le pôle P_x et le pôle de référence générale, on a

$$b_x^x = \frac{1}{X_x}. \qquad (38)$$

Deuxième cas. — Si, maintenant, faisant encore la mesure d'impédance entre P_x et le pôle de référence, on laisse à zéro tous les potentiels, sauf celui de P_x et celui de P_y, ce dernier pôle étant isolé, on relève, dans le tableau qu'on déduit de (36) en y faisant $i_y = 0$, les deux équations

$$i_x = b_x^x u_x + b_x^y u_y,$$
$$0 = i_y = b_y^x u_x + b_y^y u_y;$$

d'où

$$i_s = u_x \left\{ b_x{}^x - \frac{(b_x{}^y)^2}{b_y{}^y} \right\},$$

et, si X'_{xy} désigne l'impédance apparente mesurée en P_x, on a

$$\frac{1}{X'_{xy}} = b_x{}^x - \frac{(b_x{}^y)^2}{b_y{}^y}, \qquad (39)$$

équation qui fait connaître $b_x{}^y$ quand les termes diagonaux $b_x{}^x$ et $b_y{}^y$ sont connus.

Prenons tous les couples xy possibles ; nous aurons encore, à l'aide de $\frac{s(s+1)}{2}$ mesures, tous les coefficients b de la forme K.

Ces mesures sont sujettes aux mêmes réserves que celles indiquées pour la fonction caractéristique principale H. La fonction K se prête moins bien que la fonction H à l'étude du groupement éventuel des pôles en groupes indépendants les uns des autres.

III. Cas particuliers importants de la fonction caractéristique adjointe. — Nous avons dû, au cours de l'étude qui nous a conduits à envisager la fonction caractéristique H, réserver le cas où le déterminant Δ des équations (6) serait nul. Dans ce cas, en effet, on ne peut plus résoudre les équations (6) pour arriver aux équations (7), à moins que les i ne soient particulièrement bien choisis pour que les équations redeviennent compatibles, au prix d'une indétermination.

La même réserve doit être faite en ce qui concerne le déterminant D qui, s'il est nul, empêche de résoudre les équations (6) par rapport aux j et de poursuivre le calcul qui conduit à la forme caractéristique adjointe K. Ceci à moins que les potentiels u ne soient particulièrement bien choisis pour que la résolution des équations (6) de cette façon redevienne possible, au prix d'une indétermination.

Or, Δ et D ne sont pas nécessairement nuls en même temps. Si Δ est nul et si D n'est pas nul, on ne peut pas obtenir le tableau (7), mais on peut toujours obtenir le tableau (29). On ne pourra d'ailleurs pas tirer du tableau (28) les valeurs des u en fonction des i, car le déterminant Θ_1 des coefficients des u dans les équations (28) s'annule en même temps que Δ ; pour que la résolution fût possible, il faudrait que les u fussent particulièrement bien choisis.

De même, si D est nul et Δ n'est pas nul, on pourra écrire les équations (7) mais non les équations (29) et on ne pourra pas passer des unes aux autres, sauf dans le cas de valeurs particulièrement bien choisies des i, puisque T_1 s'annule en même temps que D. Examinons ces cas de plus près.

Premier cas. — $\Delta = 0$, $D \neq 0$. — On obtient les équations (28), mais on ne peut les résoudre par rapport aux u que si tous les déterminants d'ordre s déduits du tableau

$$\begin{Vmatrix} i_1\, D^{p+1}_{p+1} & \dots & D^{p+s}_{p+1} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ i_s\, D^{p+1}_{p+s} & \dots & D^{p+s}_{p+s} \end{Vmatrix}$$

sont nuls

Ceci revient à dire que toutes les fonctions linéaires du type

$$\delta^{p+x}_{p+1}\, i_1 + \dots + \delta^{p+x}_{p+s}\, i_s \quad (x = 1, 2 \dots s).$$

sont nulles, c'est-à-dire que, en vertu de (26), et puisque D n'est pas nul, les i doivent satisfaire aux relations

$$\left.\begin{array}{l} B^{p+1}_{p+1}\, i_1 + \dots + B^{p+s}_{p+1}\, i_s = 0, \\ \dots\dots\dots\dots \\ B^{p+1}_{p+s}\, i_1 + \dots + B^{p+s}_{p+s}\, i_s = 0. \end{array}\right\} \qquad (40)$$

On trouvera alors des valeurs proportionnelles pour les u avec une indétermination. Ceci naturellement à condition qu'il y ait au moins un mineur d'ordre $s - 1$ de Θ_1 qui soit différent de zéro, sans quoi il faudrait aller encore plus loin.

Deuxième cas. — $D = 0$, $\Delta \neq 0$. — On obtient les équations (7), mais on ne peut les résoudre par rapport aux i que si tous les déterminants d'ordre s déduits du tableau

$$\begin{Vmatrix} u_1\, B^{p+1}_{p+1} & \dots & B^{p+s}_{p+1} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ u_s\, B^{p+1}_{p+s} & \dots & B^{p+s}_{p+s} \end{Vmatrix}$$

sont nuls.

Ceci revient à dire que toutes les fonctions linéaires du type

$$\beta^{p+r}_{p+1}\, u_1 + \dots + \beta^{p+r}_{p+s}\, u_s \quad (r = 1, 2 \dots s),$$

sont nulles ou encore, en vertu de (28) et puisque Δ n'est pas nul, que les u satisfont aux conditions

$$\left.\begin{array}{l} D^{p+1}_{p+1}\, u_1 + \dots + D^{p+1}_{p+s}\, u_s = 0, \\ \dots\dots\dots\dots \\ D^{p+1}_{p+s}\, u_1 + \dots + D^{p+s}_{p+s}\, u_s = 0. \end{array}\right\} \qquad (41)$$

On trouvera alors des valeurs proportionnelles pour les i, si l'un au moins des mineurs d'ordre $s - 1$ de T_1 est différent de zéro, sans quoi il faudrait aller plus loin.

Or, la forme quadratique H des courants, à laquelle nous nous sommes arrêtés, a pour coefficients de ses

divers termes $\frac{1}{\Delta} B^{p+y}_{p+x}$. C'est-à-dire que son hessien a pour valeur $\frac{T_1}{\Delta^s}$ ou, comme $T_1 = \Delta^{s-1} D$, (41)

$$T = \text{hessien de H} = \frac{\Delta}{D}. \quad (42)$$

Quant à la fonction caractéristique adjointe K des potentiels, les divers coefficients sont $\frac{D^{p+y}_{p+x}}{D}$ et son hessien Θ a, par suite, la valeur

$$\Theta = \text{hessien de K} = \frac{\Delta}{D}. \quad (43)$$

On voit alors que les singularités de Δ ou de D, dont on vient de s'occuper, correspondent au cas où le hessien de H ou celui de K devient, soit nul, soit infini, c'est-à-dire que ces singularités correspondent à la singularité la plus simple des fonctions caractéristiques H ou K.

Troisième cas. — Il resterait à déterminer le cas où Δ et D seraient tous deux nuls, c'est-à-dire qu'aucune résolution des équations (6) ne serait possible, pas plus sous la forme des équations (7) que sous celle des équations (28).

IV. Relations entre Δ et *D*. — Revenons maintenant au déterminant Δ et développons-le par rapport aux éléments des s dernières lignes et des s dernières colonnes. Appelons

$$(\beta_{x_1}{}^1 \beta_{x_2}{}^2 \ldots\ldots \beta_{x_s}{}^s),$$

le déterminant formé avec les éléments des lignes x_1, x_2, ... x_s et des s dernières colonnes, en remarquant qu'il suffit de considérer ceux de ces déterminants pour lesquels les x sont tous différents, aucun n'étant supérieur à p, car tous les autres comportent au moins une ligne de zéros et s'annulent par conséquent.

Appelons de même

$$(\alpha_{y_1}{}^1 \alpha_{y_2}{}^2 \ldots\ldots \alpha_{y_s}{}^s);$$

le déterminant formé avec les éléments des s dernières lignes et des colonnes y_1, y_2, y_s de Δ.

Il suffit, comme pour les x_1, x_2, x_s, de ne considérer que les combinaisons des y formées avec les p premiers nombres entiers.

Remarquons enfin que le nombre p des ponts intérieurs est au moins égal à $s+g$, nombre total des pôles, pôles de référence compris ; on a donc toujours

$$p \geqq s + 1.$$

Enfin, p n'a pas de limite supérieure, car, vu la forme adoptée pour les coefficients de D, on a supposé implicitement que chaque pont ne contenait qu'une résistance, une self-induction et une capacité en série, de sorte que le réseau peut comporter divers ponts en parallèle entre deux mêmes sommets ; le nombre maximum des liaisons rectilignes possibles en joignant deux à deux les $s+g$ sommets (pôles de référence compris) ne saurait donc constituer une limite supérieure pour p.

Ceci étant, le déterminant Δ est d'ordre $p+s$ et on a

$$\Delta = \sum (\alpha^1{}_{y_1}\alpha^2{}_{y_2}\ldots\alpha_{y_s}{}^s)\times(\beta^1{}_{x_1}\beta^2{}_{x_2}\ldots\beta_{x_s}{}^s)\times A^{y_1 y_2 \ldots y_s}_{x_1 x_2 \ldots x_s}, \quad (44)$$

$A^{x_1 x_2 \ldots x_s}_{y_1 y_2 \ldots y_s}$ désignant le mineur d'ordre $p-s$ qu'on déduit de D en lui enlevant les s colonnes numérotées y_1, y_2, ... y_s et les s lignes numérotées x_1, x_2, ... x_s, ce mineur étant affecté du signe convenable.

Le signe Σ de l'équation (44) porte :

1° Sur toutes les combinaisons possibles x_1, x_2, x_s des p premiers nombres entiers s à s, en nombre

$$C_p{}^s = \frac{p(p-1)\ldots(p-s+1)}{1.2\ldots s};$$

2° Sur toutes les combinaisons possibles y_1, y_2, y_s analogues aux x_1, x_2, x_s ;

3° Sur tous les accouplements possibles d'une combinaison x_1, x_2, x_s avec une combinaison y_1, y_2, y_s.

Ceci donne, en fin de compte, un nombre de termes égal à $(C^s p)_1{}^2$, qui est bien le nombre de mineurs d'ordre $p-s$ qu'on peut déduire du déterminant D d'ordre p en effaçant s lignes et s colonnes.

Par suite de la symétrie de Δ, il y a des réductions. Enfin, certains des coefficients numériques.

$$(\alpha_{y_1}{}^1 \alpha_{y_2}{}^1 \ldots \alpha_{y_s}{}^1)(\beta_{x_1}{}^1 \beta_{x_2}{}^2 \ldots \beta_{x_s}{}^s),$$

peuvent être nuls.

Ces coefficients ne peuvent cependant pas être tous nuls, car, dans ce cas, les équations de non-accumulation relatives aux divers pôles, pôles de référence exclus, ne seraient plus distinctes, ce qui impliquerait une relation linéaire entre les courants de liaison qui traversent ces divers pôles ; ceci ne saurait se produire si les groupes de pôles sont correctement constitués. Donc, le déterminant Δ ne peut pas se trouver être nul (grâce à une coïncidence fortuite) quels que soient les termes du déterminant D. La nullité de Δ ne peut se produire que si les mineurs d'ordre $p-s$ du déterminant D satisfont à une équation linéaire et homogène dont les coefficients, qui ne sauraient être tous nuls, dépendent de la répartition en groupe des $s+g$ pôles du réseau.

Exemple. — Cas d'un réseau composé de trois impédances en triangle, P_1, P_2, P_3, les trois cotés ayant des impédances Z_1, Z_2, Z_3 et des coefficients de mutuelle induction M_{12}, M_{23}, M_{31}. Pôle de référence, P_3 (fig. 1).

On a les équations de liaison suivantes :

$$
\begin{array}{llllll}
Z_1 j_1 & + j\omega M_{12} j_2 & + j\omega M_{13} j_3 & o & - u_2 & = o, \\
j\omega M_{12} j_1 & + Z_2 j_2 & + j\omega M_{23} j_3 & + u_1 & o & = o, \\
j\omega M_{13} j_1 & + j\omega M_{23} j_2 & + Z_3 j_3 & - u_1 & - u_2 & = o, \\
o & + j_2 & - j_3 & o & o & = - i_1, \\
- j_1 & o & - j_3 & o & o & = - i_2,
\end{array}
$$

donc

$$
\Delta = \begin{vmatrix}
Z & j\omega M_{12} & j\omega M_{13} & o & -1 \\
j\omega M_{12} & Z_2 & j\omega M_{23} & 1 & o \\
j\omega M_{13} & j\omega M_{23} & Z_3 & -1 & +1 \\
o & 1 & -1 & o & o \\
-1 & o & -1 & o & o
\end{vmatrix}.
$$

On voit aisément que

$$\Delta = Z_1 + Z_2 + Z_3 + 2j\omega\,(M_{12} + M_{23} + M_{31}).$$

Ici, $s = p - 1$, les mineurs d'ordre $p - s$ se réduisent aux termes mêmes du tableau D :

$$
D = \begin{vmatrix}
Z_1 & j\omega M_{12} & j\omega M_{13} \\
j\omega M_{12} & Z_2 & j\omega M_{23} \\
j\omega M_{13} & j\omega M_{23} & Z_3
\end{vmatrix}.
$$

D'autre part, on a

$$C_p^s = \frac{3 \times 2}{2} = 3,$$

$$(C_p^s)^2 = 9,$$

et chacun des mineurs d'ordre $p - s$ est multiplié par

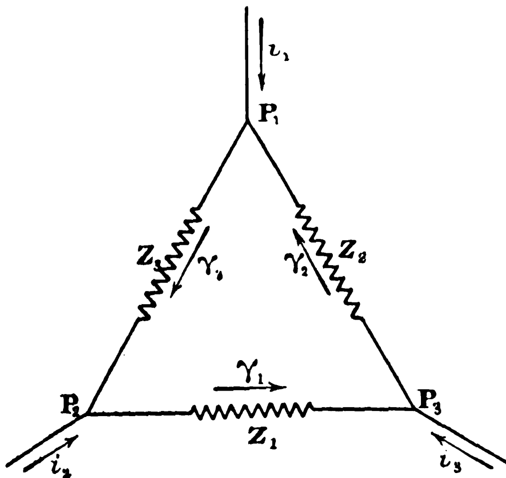


Fig. 1.

un coefficient égal à l'unité. Le coefficient 2 provient de la réduction de termes symétriques identiques.

V. **Etude de Δ et de *D* en fonction de la fréquence.** — Pour arriver à la notion de la fonction caractéristique H, nous avons dû supposer que le déterminant Δ n'est pas nul. Nous venons d'exprimer Δ en fonction des mineurs d'ordre $p - s$ de D. Or, les termes de la diagonale principale de D sont, dans le cas le plus général, de la forme

$$R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right),$$

c'est-à-dire que les mineurs d'ordre $p - s$ de Δ symétriques par rapport à la diagonale principale, comportent, sauf cas particuliers, chacun un terme en $\left(\frac{j}{\omega}\right)^{p-s}$, mais il n'y a pas, dans le développement des autres mineurs, c'est-à-dire dans le développement de Δ, de terme de degré supérieur à $p - s$ en $\frac{j}{\omega}$. De même, tous les mineurs comporteront, en général, des termes en $(j\omega)^{p-s}$, c'est-à-dire que Δ se présentera sous la forme d'un pylynôme entier en $j\omega$ et $\frac{1}{j\omega}$ de la forme

$$\Delta = \varepsilon_{p-s}\left(\frac{1}{j\omega}\right)^{p-s} + \ldots + \varepsilon_1 \frac{1}{j\omega} + \varepsilon_0 + \zeta_1 (j\omega) + \ldots + \zeta_{p-s} (j\omega)^{p-s}. \qquad (45)$$

Δ apparaît ainsi comme une fonction de $j\omega$. D'après le sens donné à ω, cette quantité est toujours réelle et positive. Les constantes électriques du réseau étant données, sous réserve de leurs variations en fonction de ω, on voit que Δ (expression 45) ne s'annulera, en général, que pour des valeurs déterminées de ω, qu'on obtiendra en égalant à zéro l'expression (45) et résolvant l'équation de degré $2(p - s)$ en $j\omega$, ainsi obtenue.

Or, dans l'expression (45) mise sous forme entière, les coefficients des puissances paires de ω sont réels, et les coefficients des puissances impaires de ω sont tous imaginaires purs, c'est-à-dire que l'équation $\Delta = o$ se met sous la forme

$$R + j\omega S = o, \qquad (46)$$

R et S étant des fonctions paires de ω. L'équation (46) ne peut avoir de racine réelle en ω que si cette quantité annule séparément R et S, c'est-à-dire si les équations en ω^2

$$R = o, \qquad S = o, \qquad (47)$$

ont une racine commune en ω^2 réelle et positive,

$$\omega^2 = h;$$

alors la racine carrée positive de h fera effectivement connaître une pulsation qui annule Δ.

Pour que les équations (47) aient une racine commune en ω^2, il faudra, en éliminant entre elles ω^2, que leur résultant soit nul ; c'est-à-dire que *les constantes électriques du réseau doivent satisfaire à une certaine*

condition qui est absolument indépendante de la fréquence; la fréquence qui annule Δ est alors bien définie. Il peut d'ailleurs y en avoir plusieurs.

Dans le cas du réseau en triangle étudié plus haut, Δ, étant égal à la somme des termes de D, se présente sous la forme

$$\Delta = \rho + j\left(\omega\lambda - \frac{1}{\gamma\omega}\right),$$

ρ étant la somme des parties réelles de Z_1, Z_2, Z_3; λ, la somme des self- et mutuelles inductions des trois côtés et γ, la capacité totale résultant de la mise en série des capacités en série dans chacun des trois bras $\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$.

L'équation $\Delta = 0$ sous forme entière s'écrit

$$-j\omega\rho + \left(\lambda\omega^2 - \frac{1}{\gamma}\right) = 0,$$

$$R = \lambda\omega^2 - \frac{1}{\gamma},$$

$$S = -\rho.$$

La condition pour que Δ ait une racine réelle est que $\rho = 0$, c'est-à-dire que la résistance effective du triangle doit être nulle; la valeur de ω qui annule Δ est alors

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{\lambda\gamma}};$$

c'est la *pulsation de résonance* du triangle.

D'autre part,

$$D = \begin{vmatrix} Z_1 & j\omega M_{12} & j\omega M_{13} \\ j\omega M_{12} & Z_2 & j\omega M_{23} \\ j\omega M_{13} & j\omega M_{23} & Z_3 \end{vmatrix}.$$

ou

$$D = Z_1 Z_2 Z_3 + \omega^2 [Z_1 M_{23}^2 + Z_2 M_{31}^2 + Z_3 M_{12}^2] - 2j\omega^3 M_{12} M_{23} M_{31},$$

Supposons que

$$Z_1 = R_1 + j\omega\left(L_1 - \frac{1}{C_1\omega^2}\right),$$

$$Z_2 = R_2 + j\omega\left(L_2 - \frac{1}{C_2\omega^2}\right),$$

$$Z_3 = R_3 + j\omega\left(L_3 - \frac{1}{C_3\omega^2}\right);$$

alors

$$D = P + j\omega Q,$$

$$P = R_1 R_2 R_3 - \omega^2 \left\{ R_1 \left(L_2 - \frac{1}{C_2\omega^2}\right)\left(L_3 - \frac{1}{C_3\omega^2}\right) + \dots \right\} + \omega^2 \left\{ R_1 M_{23}^2 + \dots \right\},$$

$$Q = \left[R_1 R_2 \left(L_3 - \frac{1}{C_3\omega^2}\right) \dots \right] - \omega^2 \left(L_1 - \frac{1}{C_1\omega^2}\right) \left(L_2 - \frac{1}{C_2\omega^2}\right)\left(L_3 - \frac{1}{C_3\omega^2}\right) + \omega^2 \left\{ M_{23}^2 \left(L_1 - \frac{1}{C_1\omega^2}\right) + \dots \right\} - 2\omega^2 M_{12} M_{23} M_{31},$$

et D ne peut s'annuler pour une valeur réelle et positive de ω que si les équations $P = 0$ et $Q = 0$ admettent une racine commune en ω^2, réelle et positive.

Les équations $P = 0$ et $Q = 0$ sont respectivement du deuxième et troisième degré en $\frac{1}{\omega^2}$ et D ne peut être nul que si elles ont au moins une solution commune.

Le problème est plus simple si tous les M sont nuls, c'est-à-dire si les trois côtés du triangle n'ont pas de mutuelle induction. Alors, en effet, D se réduit à $Z_1 Z_2 Z_3$ et s'annule pour la *pulsation de résonance* d'un quelconque des côtés du triangle, dont la résistance ohmique est supposée nulle.

VI. Généralisation de la théorie de la résonance. — Les phénomènes qui accompagnent la nullité de Δ ou de D et, par suite, celle de T_1, ou de Θ_1, paraissent ainsi apparentés aux effets de résonance.

Remontons aux équations (7) et supposons que ω varie de façon continue au voisinage d'une valeur ω_1 qui annule Δ, soit $\omega = \omega_1 + \varepsilon$.

$\Delta(\omega_1) = 0$, mais $\Delta(\omega_1 + \varepsilon)$ n'est pas nul.

On a

$$\Delta(\omega_1 + \varepsilon) = \varepsilon \left(\frac{\partial \Delta}{\partial \omega}\right)_{\omega = \omega_1},$$

si on suppose que ω_1 n'est qu'une racine simple de $\Delta = 0$.

Pour la pulsation $\omega = \omega_1 + \varepsilon$, on peut écrire les équations (7) ou les équations (44) indifféremment.

Si les connexions extérieures du réseau ne permettent pas à tous les seconds membres des équations (7) de tendre vers zéro en même temps que $\omega - \omega_1$, on voit que certains des potentiels u croissent indéfiniment à mesure que ω tend vers ω_1. Pendant ce temps, les équations (44) restent valables, même pour $\omega = \omega_1$. Mais il y a des surtensions en certains pôles.

De même, si D devient nul pour $\omega = \omega_2$ et si les connexions extérieures du réseau ne permettent pas aux seconds membres des équations (44) de s'annuler tous pour $\omega = \omega_2$, il y aura pour cette pulsation certains courants de liaison qui augmenteront indéfiniment, il y aura des surintensités en certains pôles.

Les racines réelles et positives, si elles existent, des équations $\Delta = 0$, $D = 0$ ont donc les caractères essentiels des pulsations de résonance et elles déterminent les pulsations pour lesquelles on peut rencontrer des surtensions ou des surintensités aux bornes du réseau, du fait du réseau lui-même.

Mais, d'après ce qui a été dit plus haut, l'équation

$\Delta = 0$ n'a de racine convenable que si les équations $R = 0$, $S = 0$, $\Delta = (R + j\omega S)$ ont une racine commune.

De même, $D = 0$ n'a de racine convenable que si les équations $P = 0$, $Q = 0$, $(D = P + j\omega Q)$ ont une racine commune.

C'est-à dire qu'il faut que les coefficients de la fonction caractéristique H, ou celle de la caractéristique adjointe K, satisfassent à des conditions déterminées (annulation du résultant de R et S ou de celui de P et Q) pour qu'il puisse y avoir de telles pulsations de résonance, les unes pouvant correspondre à des surtensions, les autres à des surintensilés aux bornes, si les organes raccordés aux pôles d'alimentation du réseau ne permettent pas les ajustements qui peuvent seuls les éviter.

D'après ce qui précède, on voit qu'il suffira de déterminer la fonction caractéristique H, ou l'adjointe K, du réseau, de chercher les zéros réels et positifs, s'il y en a, de son hessien et les directions asymptotiques réelles et positives, s'il y en a, de ce même hessien, pour connaître les pulsations dangereuses du réseau, capables de donner lieu à des surintensités aux bornes terminales du réseau. Les zéros du hessien de H sont les directions asymptotiques du hessien de K et réciproquement. Chacune de ces fonctions caractéristiques étant susceptible de détermination expérimentale, on peut, en étudiant expérimentalement les fonctions caractéristiques, déterminer les fréquences possibles de surtension ou de surintensité si le réseau en comporte.

Nous reviendrons plus tard sur les valeurs complexes de ω qui annulent soit Δ, soit D. Disons, dès maintenant, qu'elles correspondent à des pulsations de résonance, qui s'amortissent d'elles-mêmes plus ou moins vite, et qu'elles jouent un rôle essentiel lorsqu'on passe de l'étude des phénomènes en régime stable à celle des phénomènes en régime transitoire.

C. Ravut,
Secrétaire général de la Société industrielle des Téléphones.

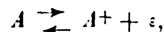
Revues, analyses et informations

Une théorie statique de la conduction électrique (1).

Dans les essais d'explication de la conductivité des bons et des mauvais conducteurs, la théorie électronique a dû subir deux modes de traitement tout à fait différents. Dans le cas des mauvais conducteurs, Kœnigsberger a établi une expression de la résistance spécifique, en se basant sur la dissociation chimique des atomes en ions et électrons, le courant étant en général transporté par les électrons Pour obtenir un accord satisfaisant avec l'expérience, il avait dû incorporer au résultat un facteur empirique de même forme que celui qui apparait sous l'effet d'une variation de température d'une résistance métallique.

Dans un récent travail sur la conductivité du sulfure de molybdène, substance qui manifeste tous les états intermédiaires entre les mauvais conducteurs et les métaux, l'auteur du présent mémoire avait essayé d'interpréter les propriétés de cette substance sur la base de la théorie de Kœnigsberger et il avait trouvé que l'énergie requise pour libérer un électron d'un atome intérieur à la substance diminuait en moyenne considérablement lorsque l'on s'approchait de l'état du conducteur métallique; observation qui le conduisit à entreprendre la présente recherche. Il semble que la meilleure théorie de la conduction métallique seule soit celle de Brigdman (1922), dans laquelle la conductivité est donnée par l'expression la plus simple de la théorie électronique, accompagnée d'hypothèses particulières vis-à-vis de la variation du libre parcours moyen des électrons, la concentration des électrons libres étant considérée comme constante. Le but du présent mémoire est de montrer que, par des moyens excessivement simples et naturels, il est possible d'expliquer la variation de conductivité en fonction de la température à la fois pour les bons et les mauvais conducteurs, par une seule et même hypothèse. La théorie ainsi proposée accepte l'expression de la conductivité donnée par la théorie électronique simple, mais elle suppose un libre parcours moyen constant ou presque et explique les variations de conductivité par des variations de la concentration des électrons libres. Comme la théorie de Kœnigsberger, elle est basée sur une dissociation chimique des atomes en ions et électrons libres.

On suppose d'abord que les électrons qui peuvent être libérés suivent les lois ordinaires de l'équilibre chimique au au cours de la dissociation qui leur donne naissance. Cela revient à admettre que l'atmosphère d'électrons libres se comporte comme un gaz parfait, c'est-à-dire que les effets électromagnétiques mutuels dus à leurs charges sont négligeables. Prenons la plus simple réaction possible



$$A \rightleftarrows A^+ + \varepsilon,$$

où A est l'atome neutre, A^+ l'ion métallique à une seule charge, et ε un électron, la loi d'action de masse donne :

$$\log \frac{C_+ \times C_\varepsilon}{C} = k,$$

où C, C_+, C_ε sont respectivement les concentrations des atomes neutres, des ions et des électrons en équilibre. Mais, en vertu de cette réaction, $C_+ = C_\varepsilon = n$, n étant le nombre d'électrons libres par unité de volume; et $C = N - n$, où N est le nombre total de noyaux présents par unité de volume. Il en résulte la relation

$$\log \frac{n^2}{N - n} = k.$$

(1) A.-T. Waterman. *Physical Review*, septembre 1923, t. XXII, p. 259-270, 4000 mots, 1 fig.

Et, en résolvant par rapport à n, il vient

$$n = \frac{1}{2} e^{k} \left(-1 \pm \sqrt{1 + 4Ne^{-k}}\right).$$

Par suite, si N est grand par rapport à e^k

$$n = N^{\frac{1}{2}} e^{\frac{k}{2}}. \qquad (1)$$

Cette condition parait être en général satisfaite, excepté pour le cas des bons conducteurs, pris au voisinage immédiat du zéro absolu.

On sait que la constante d'équilibre k obéit à la relation

$$\frac{\partial k}{\partial T} = \frac{q}{RT^2}, \qquad (2)$$

où q représente l'énergie moyenne requise pour produire la réaction (rapportée à un atome).

En se plaçant dans le cas d'un atome type occupant sa position dans la structure solide, supposons que le potentiel de l'électron dissociable soit V_1 lorsqu'il fait partie de l'atome, et V_2 lorsqu'il devient libre et qu'il prend part à la conduction. En gros, on peut considérer V_1 comme étant le potentiel à la périphérie d'un atome et V_2, le potentiel moyen de l'espace qui est le siège de la conduction. Alors $q = (V_1 - V_2)\varepsilon = \Phi - \psi$; Φ étant l'énergie requise pour enlever complètement un électron lié de la substance et V_1, le potentiel d'ionisation correspondant, que l'on peut présumer analogue au potentiel d'ionisation d'un gaz, sans d'ailleurs lui être forcément égal ; ψ étant l'énergie requise pour libérer un électron libre du solide, s'identifiant ainsi avec la fonction énergétique Φ qui s'introduit dans la théorie de l'émission thermoionique.

Par analogie avec la façon dont se comportent les atomes gazeux, il est naturel de supposer que le Φ de la présente théorie est pratiquement indépendant de la température. D'autre part, on doit s'attendre, par raisonnement thermodynamique, à ce que ψ soit lié à la température absolue par l'équation :

$$\psi = \psi_0 + \frac{3}{2} RT,$$

en négligeant un terme relativement petit, qui correspond à la chaleur spécifique de l'électricité.

On peut donc écrire

$$q = (\Phi_0 - \psi_0) - \frac{3}{2} RT.$$

Substituant cette valeur dans (2), et intégrant, on obtient :

$$k = -\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{RT} - \frac{3}{2} \log T + C^{te}, \qquad (3)$$

où Φ_0 et ψ_0 sont indépendants de la température, et caractéristiques de la substance et de sa structure.

L'équation (1) devient alors

$$n = AN^{\frac{1}{2}} T^{-\frac{3}{4}} e^{-\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{2RT}},$$

où n est le nombre d'électrons libres par unité de volume, dans l'état d'équilibre. Dans cette expression, on néglige la variation de N résultant de la dilatation thermique, car son effet sur n est relativement petit.

La conductivité électrique spécifique qui, d'après la théorie classique simple, est

$$\sigma = \frac{n\varepsilon^2\lambda}{2\sqrt{3mRT}},$$

devient

$$\sigma = A'NT^{-\frac{5}{4}} e^{-\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{2RT}},$$

où

$$A' = \frac{A\varepsilon^2\lambda}{2\sqrt{3mR}}.$$

La résistance spécifique sera donc :

$$\rho = CN^{-\frac{1}{2}} T^{\frac{5}{4}} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{2RT}}.$$

Dans le cas plus général où l'on suppose que l'équation de la réaction est de la forme

$$A \rightleftarrows A^{\nu +} + \nu\varepsilon,$$

où ν est la valence, on arrive, par un raisonnement analogue, et au moyen de la même approximation, à la relation suivante entre la concentration des électrons libres et la température :

$$\begin{aligned} n &= (\nu N)^{\frac{1}{(\nu+1)}} e^{\frac{k}{(\nu+1)}} \\ &= A(\nu N)^{\frac{1}{(\nu+1)}} T^{-\frac{3}{2(\nu+1)}} e^{-\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{(\nu+1)RT}}, \end{aligned} \qquad (4)$$

d'où il résulte que

$$\sigma = A'(\nu N)^{\frac{1}{(\nu+1)}} T^{-\frac{(\nu+4)}{2(\nu+1)}} e^{-\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{(\nu+1)RT}}, \qquad (5)$$

et

$$\rho = C(\nu N)^{-\frac{1}{(\nu+1)}} T^{\frac{(\nu+4)}{2(\nu+1)}} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{(\nu+1)RT}}, \qquad (6)$$

où

$$C = \frac{2\sqrt{3mR}}{A\varepsilon^2\lambda}.$$

L'une des conséquences de la théorie est, on le voit, que la valence d'un élément doit influencer sa conductivité. Ainsi, on a :

Métal monovalent $(\nu = 1)$, $\rho \neq T^{1,25} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{2RT}}$;

Métal divalent $(\nu = 2)$, $\rho \neq T^{1,00} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{3RT}}$;

Métal trivalent $(\nu = 3)$, $\rho \neq T^{0,875} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{4RT}}$;

Métal tétravalent $(\nu = 4)$, $\rho \neq T^{0,800} e^{\frac{(\Phi_0 - \psi_0)}{5RT}}$; etc

Dans tous les cas, la relation entre la résistance spécifique et la température est de la forme :

$$\rho = C T^a e^{\frac{b}{T}}, \qquad (7)$$

où C, a et b sont des constantes caractéristiques de la substance.

Or, un examen de nos connaissances sur la conductivité montre qu'en général la variation de la résistance spécifique en fonction de la température (à force électromotrice et pression constantes) pour tous les solides conducteurs (avec peut-être une exception pour les alliages) peut être représentée avec une très bonne approximation pour une équation du type de (7).

Pour les meilleurs conducteurs, c'est-à-dire les métaux, a est de l'ordre de grandeur de l'unité, et $\frac{b}{T}$ est petit aux températures ordinaires, de sorte que le facteur exponentiel est presque égal à 1. Aux basses températures, on obtient un meilleur accord si b est négatif, puisque la résistance spécifique tend alors exponentiellement vers zéro lorsque la température diminue. Dans l'expression théorique, on voit que l'exposant de T s'approche de l'unité pour toutes les valences ; quant à une valeur négative et petite de b, elle s'interprète par la supposition que Φ_0 est légèrement inférieur à ψ_0.

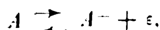
Pour les mauvais conducteurs, tels que le sélénium, le bore, et de nombreux composés, la constante b est grande et positive, de sorte que le facteur T^a n'a que peu d'influence, et la résistance spécifique de ces solides à toutes les températures utilisables décroît exponentiellement lorsque la température s'élève. Ainsi, pour de tels conducteurs, Φ_0 est beaucoup plus grand que ψ_0.

Pour les substances intermédiaires, comme le silicium et le germanium et quelques composés, qui manifestent une résistance minimum, précédée par les caractéristiques des mauvais conducteurs et suivie par la conduction métallique, $\Phi_0 - \psi_0$ a une valeur positive intermédiaire, et a est au voisinage de l'unité. En fait, l'expression théorique prévoit une résistance minimum, pour une température donnée par la relation.

$$T = \frac{2(\nu + 1)(\Phi_0 - \psi_0)}{(3\nu + 4) R}.$$

Ainsi, il n'y a pas de résistance minimum (excepté à 0°K) lorsque Φ_0 est inférieur à ψ_0, le cas des métaux. Pour les mauvais conducteurs où Φ_0 est beaucoup plus grand que ψ_0, la température de la résistance minimum serait très élevée, et supérieure au point de fusion. Les changements de structure, tels que les transformations polymorphes, impliquent un changement des constantes et n'offrent aucune difficulté.

L'auteur compare les prévisions de sa théorie avec les données expérimentales existantes, empruntées aux « Smithsonian physical Tables ». Pour les métaux alcalins, pour lesquels il y a tout lieu de supposer une réaction monovalente



$$A \rightleftarrows A^+ + \varepsilon,$$

la variation thermique de la résistance, déterminée expérimentalement, est en accord quantitatif frappant avec la théorie. Pour les métaux alcalino-terreux, qui sont divalents, les résultats sont aussi complètement conformes à la théorie, a étant juste égal à 1.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que la réaction de libération d'électrons par les atomes d'un corps solide ne saurait obéir de façon rigide à la valence usuelle que possède le métal dans les réactions chimiques, en exceptant toutefois le cas des métaux alcalins. Il semble plus vraisemblable qu'un atome se comporte, en quelque manière, comme à l'état gazeux, où l'ionisation peut croître progressivement, c'est-à-dire donner lieu aux réactions successives



$$A \rightarrow A^+ + \varepsilon; \quad A^+ \rightarrow A^{++} + \varepsilon, \text{ etc.},$$

etc., jusqu'à ce que le nombre possible des électrons libres ait quitté l'atome, état qui dépend de la valence maximum de l'atome considéré. Les potentiels d'ionisation seront, en général, différents pour chaque dissociation et caractéristiques de la structure atomique. Ainsi, on doit s'attendre, en général, à des valeurs de a intermédiaires à celles qui correspondent à des valences déterminées, et cette remarque s'applique toutes les fois que la valence chimique est supérieure à l'unité. Mais il paraît possible, d'autre part, qu'à l'état solide, un ou plusieurs des électrons extérieurs soient, dans certains cas, fortement retenus comme liaison entre atomes adjacents, ce qui empêche leur libération. Il faut ajouter que, réciproquement, la structure atomique peut se trouver altérée de façon à faciliter la libération d'électrons supplémentaires. Ainsi, deux facteurs apparaissent qui peuvent influer sur la dissociation électronique et qui sont : la structure de l'atome individuel et la structure interatomique ou moléculaire.

En tenant compte de ces considérations, on peut voir que l'accord est bon, au total, entre les données fournies par l'expérience et les prévisions de la théorie.

Sur la base de cette théorie, la supra-conductivité s'expliquerait par une transformation polymorphique, dont résulte d'ordinaire un changement de la différence $\Phi_0 - \psi_0$.

Il est intéressant de considérer l'interprétation physique des quantités Φ_0 et ψ_0. L'attitude des métaux à basse température s'explique, nous l'avons vu, par l'hypothèse que ψ_0 est légèrement supérieur à Φ_0. Ainsi, l'espace dans lequel les électrons de la conduction se déplacent dans les métaux est à un potentiel plus élevé que celui de leurs positions normales à l'intérieur de l'atome. Ceci conduit à la conclusion que, pour les métaux, les électrons de la conduction passent principalement par l'intérieur des atomes, plutôt que par un espace réel compris entre eux, et ce résultat concorde avec les idées de Bridgman pour la plupart des métaux. D'un autre côté, dans le cas des mauvais conducteurs, le fait que, pour ces substances, Φ_0 est supérieur à ψ_0, indiquerait que les électrons mobiles traverseraient principalement les espaces interatomiques.

La théorie reçoit une confirmation supplémentaire dans une direction entièrement différente. Comme on l'a vu, la fonction ψ_0 doit être identique avec la fonction thermoionique théorique, que l'on désigne d'ordinaire par Φ_0. Supposons que la fonction Φ_0 de l'expression de la conductivité soit identifiée avec la fonction énergétique correspondante Φ_0 de l'émission photoélectrique, cette interprétation équivaudrait à supposer que l'émission thermoionique ne met en jeu directement que les électrons libres, tandis que l'émission photoélectrique n'affecte directement que les électrons liés à l'atome. Bien que cette idée de l'émission photoélectrique soit encore débattue, c'est l'hypothèe la plus naturelle, et qui s'accorde avec le fait que l'émission photoélectrique semble indépendante de la température.

La théorie apporte aussi une explication naturelle de l'ac-

croissement de la conductivité sous l'influence de la lumière. L'explication généralement admise est que cet accroissement est dû, au moins en partie, à la présence de photoélectrons dans la substance. Cette explication rencontre des difficultés. Dans la théorie actuelle, on peut s'attendre à ce que l'énergie d'ionisation d'un atome soit affectée par absorption de radiations ayant la fréquence de résonance. Une telle absorption diminuerait donc la valeur moyenne de Φ_0, et, en conséquence, pour le cas des mauvais conducteurs où $\Phi_0 - \psi_0$ est positif et grand et où le facteur exponentiel a une importance prépondérante, la conductivité devrait s'accroître. Cette manière de voir a déjà été proposée par l'auteur pour expliquer la sensibilité de la molybdénite à la lumière. Pour les métaux, le facteur exponentiel étant presque négligeable à la température ordinaire, la conductivité ne doit pas être affectée sensiblement, à moins que la valeur de Φ_0 ne soit grandement modifiée Mais si l'hypothèse précédente est correcte, ainsi que l'explication proposée de la conductivité à basse température, il en résulterait que les métaux deviendraient sensibles à la lumière aux très basses températures. — L. B.

Piles photoélectriques aux métaux alcalins. Préparation et emploi en photométrie.

Sous ce titre, M. R. ROUGIER a fait à la Société française de Physique, dans la séance du 1er février 1924, une communication dont voici le résumé.

Pour obtenir des cellules photoélectriques utilisables en photométrie stellaire, il faut réaliser les conditions suivantes : sensibilité la plus grande possible, loi de proportionnalité rigoureuse de l'intensité du courant photoélectrique à l'énergie lumineuse incidente au moins pour des éclairements faibles, inertie et courant d'obscurité négligeables.

Les cellules préparées par l'auteur sont du type proposé par Hughes : cathode de potassium entourant l'anode. Ce dispositif est plus avantageux pour la sensibilité que celui de Ives : anode (argenture) entourant la cathode de potassium.

Pour la préparation, on a utilisé du potassium pur obtenu par la méthode d'Hackspill : réaction, dans le vide à 800° environ, du calcium sur le chlorure de potassium pur fondu et pulvérisé.

Le métal est introduit dans la cellule, préalablement chauffée, par distillation. Deux distillations successives suffisent, et une répartition satisfaisante du potassium sur les parois de l'ampoule est obtenue en agissant sur le pompage et la température.

En hydrurant la surface du métal par décharge électrique dans l'hydrogène pur, on obtient une couche superficielle vivement colorée en violet ou bleu paon qui favorise l'absorption de la lumière et assure une meilleure utilisation de l'effet sélectif. Au cours de l'opération, la pression baisse et la quantité d'hydrogène fixé est de l'ordre de 10^{-6} g.

Le gaz neutre (argon purifié) est introduit après élimination de l'hydrogène. L'ampoule est scellée à la pression qui, à l'essai, donne la sensibilité maximum. Cette valeur de la pression, de l'ordre du millimètre, varie avec le degré de pureté du gaz.

Quelques caractéristiques sont présentées pour montrer les progrès réalisés au point de vue de la sensibilité dans les préparations successives. La sensibilité nécessaire pour le but poursuivi est maintenant atteinte.

Pour vérifier si les cellules satisfaisaient à la loi de proportionnalité, on a utilisé une méthode de compensation (quartz piézoélectrique) pour la mesure du courant photoélectrique, et un coin de Tœpfer d'excellente qualité pour faire varier les éclairements. La loi de proportionnalité se vérifie aux erreurs d'expériences près : 5 pour 1000 pour des éclairements variant dans un rapport supérieur à celui de 100 à 1.

Sauf de très rares exceptions, le courant photoélectrique se fixe de suite à une valeur stable, lorsque la cellule est éclairée même faiblement.

Les cellules de verre donnent constamment un courant d'obscurité (courant qui se manifeste lorsque la cellule est plongée dans l'obscurité complète) de sens inverse au courant photoélectrique. Son intensité généralement comprise entre 10^{-13} et 10^{-12} A est très gênante pour les mesures électrométriques, et l'emploi du quartz s'impose pour le réduire à des valeurs beaucoup plus faibles.

L'auteur montre en séance l'établissement d'une courbe caractéristique par la méthode galvanométrique. Un potentiel accélérateur de — 6 v donne une légère déviation du spot qui reste pratiquement constante jusqu'à — 70 v. L'intensité croît ensuite de plus en plus vite à mesure qu'on augmente le potentiel. Au voisinage de — 130 v, on obtient des déviations importantes sur l'échelle en augmentant ou diminuant le potentiel de 2 v.

L'interposition d'un écran rouge ramène le spot au zéro comme un écran opaque.

A la suite de cette communication, M. SZILARD expose qu'il étudie depuis des années la construction des cellules photoélectriques dont la cathode est en mercure, cuivre, zinc ou cadmium. Ces cellules sont sensibles surtout aux radiations de grande fréquence. L'effet est tout à fait sélectif. Ainsi, alors que les cellules au potassium pur ont leur maximum de sensibilité vers la région de 4000 Å (80 pour 100 de l'effet total) et un effet nul vers 3500 Å, le cadmium donne un effet nul à 4000 Å, et son maximum se trouve vers 3500 Å (95 pour 100 de l'effet total).

Ces cellules construites en *quartz* sont très stables et bien appropriées pour l'actinométrie de l'ultraviolet. Le quartz à la place du verre présente, à part sa transparence pour les courtes longueurs d'onde, bien des avantages : il est bon isolant, donne des surfaces neutres et ne présente pas les phénomènes parasites dont le verre n'est jamais exempt. Cependant, le quartz doit toujours être essayé, au point de vue de ses qualités diélectriques, avant d'être utilisé pour la construction, car la plupart des spécimens contiennent des fondants qui les rendent impropres à la confection des cellules.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

V. — Matériel destiné à l'équipement des usines génératrices d'électricité, autre que le matériel électrique (1).

Cet article est consacré à la description des machines et appareils qui, bien que n'ayant aucun caractère électrique, concourent cependant à la production ou à la distribution de l'énergie électrique : chaudières et grilles, appareils accessoires des chaudières, compresseurs, appareils pour la purification des huiles, etc. Dans le premier groupe sont décrits les générateurs de vapeur J. et A. Niclausse ; dans le second, on trouvera la description des régulateurs automatiques d'alimentation des chaudières exposés par MM. J. et A. Niclausse et par la Société des Condenseurs Delas, ainsi que les condenseurs et divers autres appareils de cette dernière société. Le compresseur multitubulaire de M. L. Neu est mentionné ensuite. L'étude et la présentation des épurateurs d'huile pour graissage ou pour transformateurs de la Société des Appareils Sharples de la Maison Hignette forment la quatrième division. En terminant, l'auteur signale les appareils de la Société de Purification industrielle des Gaz, sur lesquels il se propose de revenir ultérieurement dans un autre article.

Bien que les appareils dont l'examen fait l'objet de ce chapitre soient indépendants de l'électricité, au point de vue du principe de leur fonctionnement et de leur rôle immédiat, c'est-à-dire qu'ils existent là même où l'électricité n'intervient sous aucune forme, ils touchent de près au domaine de l'électricien : ce sont, les uns, des éléments importants de ces organismes qui permettent de transformer l'énergie disponible dans la nature en énergie électrique et, les autres, des appareils, accessoires au point de vue purement électrique, mais indispensables au bon fonctionnement et à la sécurité de l'installation. Il est évident que les divers organes qui rentrent dans la constitution d'une usine génératrice d'électricité sont dépendants les uns des autres et que les progrès réalisés dans la conception et dans la construction de l'un d'eux entraînent nécessairement des perfectionnements pour les autres parties de l'ensemble. Aussi n'est-il pas prétentieux d'affirmer, en tant qu'électricien, que les machines motrices à vapeur, à gaz et hydrauliques, ainsi que tous les appareils nécessaires à leur fonctionnement, chaudières, condenseurs, etc., doivent leur développement en grande partie à celui des applications de l'électricité ; de même que, réciproquement, le concours des constructeurs de ces machines et appareils est fort précieux et indispensable à ceux qui tirent parti de l'énergie électrique.

L'Exposition de Physique et de T. S. F. était donc toute désignée pour grouper les techniciens, de spécialités différentes, qui collaborent, chacun dans sa partie, à cette œuvre d'application de nos connaissances sur le monde physique à nos besoins actuels.

Nous regrettons que tous les intéressés n'aient pas compris le sens de cette manifestation et n'aient pas tenu à montrer qu'eux aussi participaient à l'œuvre dont nous venons de parler, et nous nous excusons, auprès de nos lecteurs de n'avoir rien à mentionner sur les machines motrices mêmes, ni à vapeur, ni à gaz, ni hydrauliques. Il ne faut pas en conclure que les constructeurs français ont renoncé à apporter des perfectionnements à leur matériel ; cette conclusion, téméraire et sévère, serait d'ailleurs facile à réfuter ; il suffirait, à cet effet, de parcourir les revues techniques de ces dernières années pour y relever les descriptions de machines de cette catégorie d'un type tout à fait récent. Il est peut-être plus juste d'attribuer cette absence au fait que les intéressés considérant, à tort d'ailleurs, leur matériel comme étant plus du domaine de la mécanique que de la physique n'ont pas jugé opportun de le faire figurer à cette exposition.

Par contre, nous avons constaté que les chaudières et les condenseurs étaient heureusement représentés, ainsi qu'un certain nombre de ces appareils accessoires, mais indispensables, auxquels nous avons fait allusion plus haut et dont le fonctionnement est intéressant à étudier.

I. Chaudières et grilles. — MM. J. et A. Niclausse, constructeurs de chaudières, connus depuis de nombreuses années, en particulier, dans le monde des électriciens, ont exposé leur type de chaudière le plus moderne ainsi qu'un certain nombre d'accessoires,

(1) Voir les chapitres I, II, III et IV dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306 et 349-355.

Dans la légende de la figure 31, p. 304 du chapitre III, il y a lieu de faire les rectifications suivantes :

Au lieu de	1,	lire :	12,
id.	2 et 3,	id.	22 et 23,
id.	4,	id.	14,
id.	5,	id.	15,
id.	6,	id.	11,

notamment la grille mécanique dont nous étudierons les dispositions particulières dans ce paragraphe.

La chaudière, proprement dite, se compose d'un faisceau vaporisateur, d'un surchauffeur et d'un utilisateur.

Le faisceau tubulaire est composé d'un certain nombre d'organes vaporisateurs, comprenant chacun, comme on le sait, deux tubes, l'un dit le tube bouilleur et l'autre, le tube intérieur ou de circulation. Ces tubes, en acier, sans soudure, sont fixés dans des collecteurs par des joints constitués de la façon suivante : sur les deux faces du collecteur sont prévus des cônes métalliques sur lesquels viennent se placer les cônes dont sont pourvues les extrémités des tubes. Ces joints sont donc entièrement métalliques et ne nécessitent l'interposition d'aucune matière étrangère. Les tubes ainsi fixés sont interchangeables et amovibles, ce qui présente un grand intérêt au point de vue de la commodité de l'entretien de la chaudière.

Le faisceau vaporisateur est disposé de façon à permettre la meilleure utilisation possible de la quantité de chaleur fournie par les gaz de la combustion : au lieu d'être placés verticalement, les tubes sont légèrement inclinés sur l'horizontale, d'où résultent des échanges calorifiques faciles et productifs entre les gaz qui peuvent s'échapper verticalement sans retour de flammes et l'eau qui circule dans les tubes.

Au-dessus du faisceau vaporisateur est placé le surchauffeur. Cet organe est constitué par des tubes établis suivant le même principe que ceux du faisceau vaporisateur et qui ont, en particulier, la propriété d'être, comme les précédents, interchangeables et facilement démontables. On pouvait voir dans ce même stand (fig. 44) un utilisateur destiné à réchauffer l'eau d'alimentation avant son introduction dans le réservoir. Egalement formé de doubles tubes d'acier démontables, l'utilisateur est monté au-dessus du surchauffeur. L'eau d'alimentation est introduite d'abord dans le tube intérieur et n'arrive dans le tube extérieur qu'à une température déjà élevée. Cette disposition réduit les effets de corrosion dus notamment à la condensation des gaz dissous dans l'eau qui peut se produire en tous points où il y a une trop grande différence de température entre l'eau et la paroi du récipient. Or, lorsque l'eau entre en contact avec le tube extérieur, elle a subi un réchauffage préalable dans le tube intérieur qui diminue la différence des températures des corps en contact. Les corrosions ne sont donc à craindre que pour les tubes intérieurs dont les parois sont placées entre l'eau froide d'alimentation et celle qui circule dans le tube extérieur. Mais, si elles se produisent, le remplacement des tubes usés entraîne à des frais minimes, étant donné le prix relativement peu important de ces tubes; l'expérience a d'ailleurs montré que le pourcentage d'usure est absolument insignifiant et que l'utilisateur que construisent MM. J. et A. Niclausse constitue bien un réchauffeur d'un rendement élevé et d'un entretien facile et fort peu coûteux.

Nous croyons devoir insister sur ce dernier point intéressant tout particulièrement les électriciens qui assument la responsabilité de la direction d'une usine génératrice : qu'il s'agisse du faisceau vaporisateur, du surchauffeur ou de l'utilisateur, les tubes constitutifs amovibles sont faciles à démonter, d'abord, comme nous l'avons dit, grâce au type spécial de joint adopté et, ensuite, grâce à leur disposition rectiligne présentant sur les formes coudées des avantages incontestables.

La figure 45 représente la disposition de la chaudière dont nous venons d'examiner les divers organes, disposition en hauteur qui réduit au minimum l'encombrement du générateur et qui facilite le dégagement du gaz de la combustion, tout en en assurant la meilleure utilisation.

La grille mécanique qu'ont exposée MM. Niclausse et que l'on a pu voir en mouvement dans le stand en question (fig. 44) a été étudiée pour assurer une répartition convenable de l'air sous la grille. A cet effet, la partie inférieure de celle-ci est divisée en plusieurs compartiments (le modèle exposé en comportait quatre) parfaitement étanches et formant en même temps des trémies d'évacuation des cendres et mâchefers.

Dans le premier compartiment, ont lieu le séchage, l'allumage et la distillation du combustible. Le deuxième compartiment correspond au plein rendement de la combustion ; l'air y arrive avec son débit et sa pression maximum. Dans les autres compartiments, la combustion se poursuit méthodiquement jusqu'à la formation et l'évacuation des mâchefers. L'air est distribué dans chacune de ces zones au moyen de registres à volet commandés par un levier situé sur la façade de la grille. Le réglage de la distribution de l'air permet de ralentir ou d'augmenter l'activité de la combustion suivant l'allure de la chaudière et la nature du combustible.

La grille elle-même se compose de barreaux animés d'un mouvement alternatif qui produit, outre l'avancement du combustible, un brassage de la couche en ignition.

D'autre part, un mécanisme de commande à quatre vitesses permet d'agir sur la grille et sur le dispositif de distribution du charbon pour en régler l'allure suivant les besoins.

En résumé, la chaudière dont nous venons d'examiner les divers éléments constitue, avec la grille, un ensemble étudié de très près pour obtenir le meilleur rendement possible, avec les plus grandes facilités de manutention et d'entretien.

Nous nous permettons de poser ici une question dont la solution présente sans doute de très grandes difficultés, si même elle est possible : les réglages de l'allure de la grille et de la répartition de l'air sous la grille ne pourraient-ils pas être assurés automatiquement ? Il y a là un problème qui n'a certainement pas échappé aux constructeurs, mais qui n'a pas encore, à notre connaissance, reçu de solution pratique.

Nous devons ajouter que MM. Niclausse ont adapté leur générateur à l'utilisation du charbon pulvérisé et



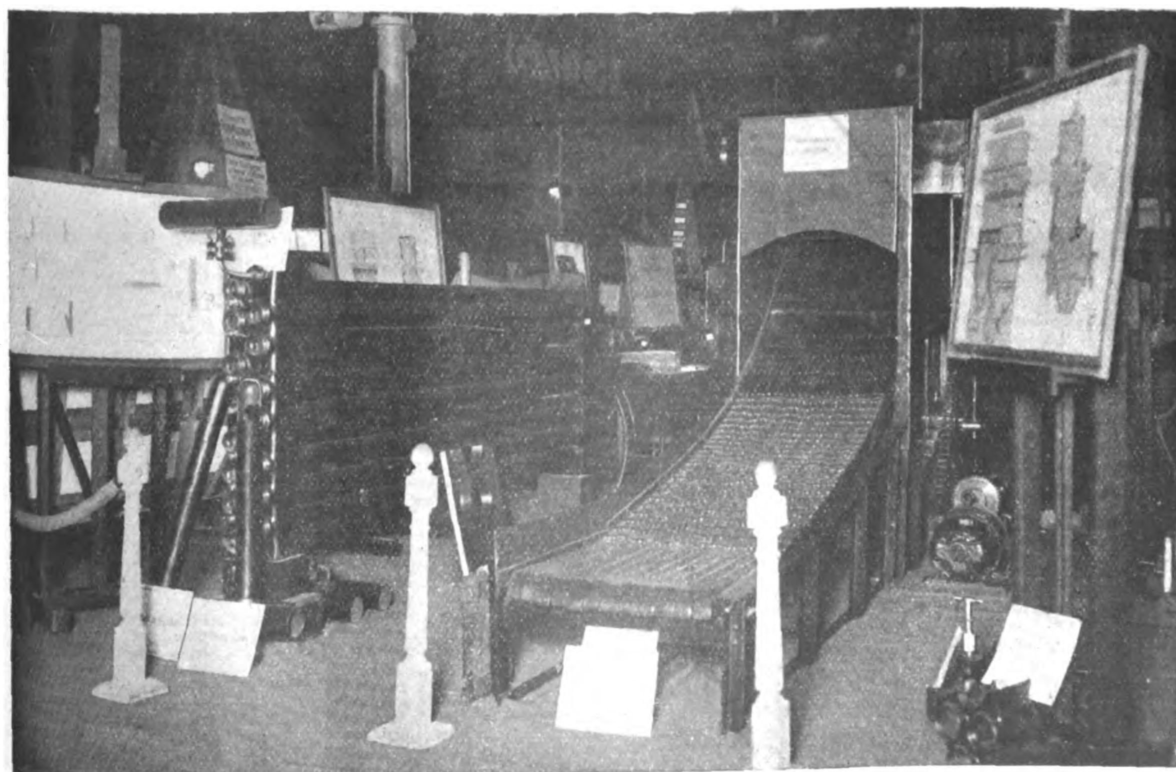


Fig. 44. — **Vues suivant deux aspects du stand de MM. J. et A. Niclausse, montrant la grille et les tubes.**

ème à celle des gaz de hauts fourneaux, d'incinération des gadoues, etc.

A ce propos, signalons la maquette de la chaudière multitubulaire pour chauffage au charbon pulvérisé, dans le stand de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

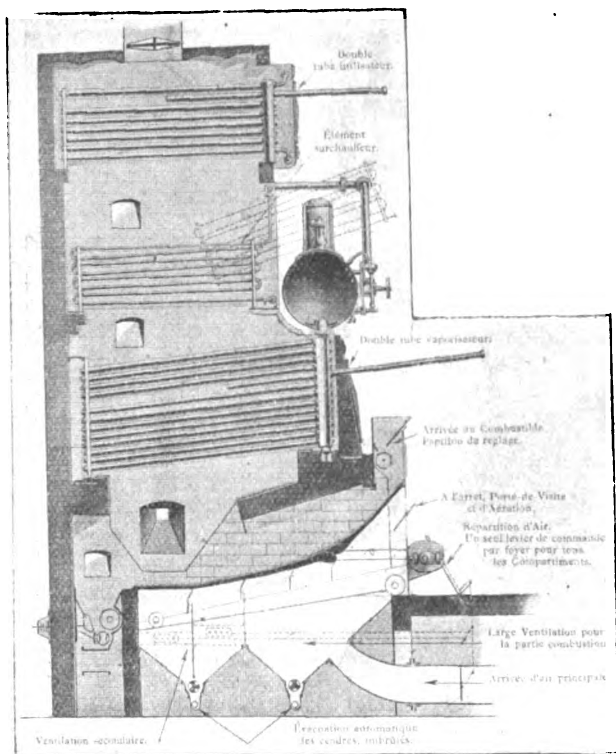


Fig. 45. — Schéma de la disposition générale d'un générateur Niclausse.

II. Appareils accessoires des chaudières. —

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES D'ALIMENTATION. — Ces appareils étaient représentés dans le stand de la Société des Condenseurs Delas et dans celui de MM. Niclausse. On sait leur importance, notamment dans les stations centrales dont l'allure est toujours si irrégulière. Encore est-il nécessaire qu'ils soient d'un fonctionnement absolument sûr ; sinon, il est préférable de ne pas en prévoir du tout pour éviter que le personnel de la chaufferie ne se fie à l'automaticité de l'alimentation et n'en néglige la surveillance.

Or la récente Exposition de Physique a permis de constater un réel progrès dans la conception de ces appareils. Le régulateur « Copes » que présentait la Société des Condenseurs Delas est basé sur un principe fort intéressant à étudier au point de vue physique et qui conduit à un appareil remarquable par sa simplicité. Il se compose d'un tube métallique AB (fig. 46) très sensible aux variations de la température, c'est-à-dire dont le coefficient de dilatation est très élevé, qui commande, par un système de tringles, la soupape montée sur le circuit d'alimentation. Nos lecteurs, des électriciens, reconnaîtront dans ce mécanisme celui que l'on trouve dans les appareils de mesure thermiques et qui permet de rendre sensibles les variations de la longueur du fil conducteur. L'organe essentiel est donc le tube dit de dilatation. Comment établit-on une relation entre la température de ce tube et le niveau de l'eau dans la bâche d'alimentation de la chau-

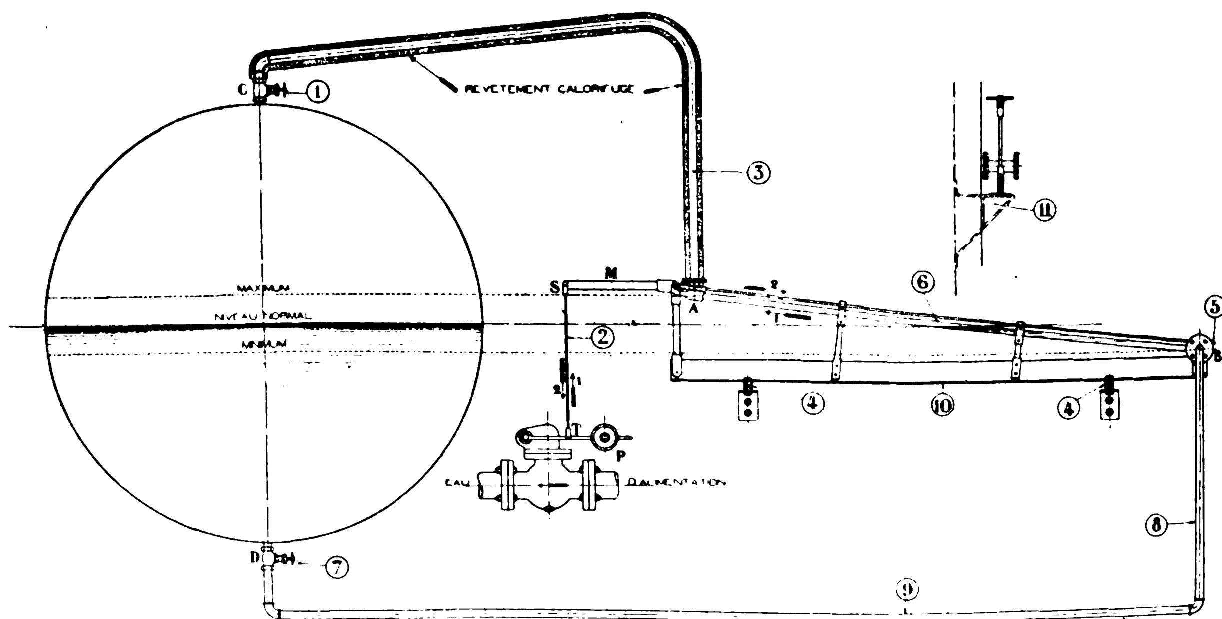


Fig. 46. — Schéma de montage du régulateur automatique Copes d'alimentation de chaudières, présenté par la Société des Condenseurs Delas.

1, robinet à soupape de prise de vapeur ; 2, tube-tringle, vertical ; 4, entretoise-support ; 5, écrou de réglage de l'ouverture de la soupape ; 6, tube dilatable (thermostat) ; 7, robinet à soupape de prise d'eau ; 10, support du thermostat ; 11, profils de supports.

dière? Le tube rectiligne est légèrement incliné sur l'horizontale, comme l'indique la figure 46 ; son point milieu est à la même cote que le niveau normal de l'eau dans la chaudière ; son inclinaison est telle que ses deux extrémités soient respectivement sur les mêmes plans horizontaux que ceux qui correspondent aux niveaux maximum et minimum de l'eau. De plus, le tube est relié, par son extrémité inférieure, à une prise d'eau en D et, par son extrémité supérieure, à une prise de vapeur C située près de la chaudière et avant le surchauffeur, s'il en existe. Lorsque le niveau d'eau est normal, le tube contient un volume égal d'eau et de vapeur, grâce à sa position que nous venons de définir. Si le niveau de l'eau baisse dans la chaudière, il en est de même dans le tube, tandis que le volume de vapeur augmente ; d'où résultent un accroissement de la température du tube et sa dilatation qui a pour effet d'augmenter l'ouverture de la soupape : le déplacement du mécanisme a lieu dans le sens de la flèche 1 de la figure. Si, au contraire, le niveau de l'eau s'élève, le volume de vapeur diminue et le tube subit une contraction qui réduit l'ouverture de la soupape (flèche 2 de la figure).

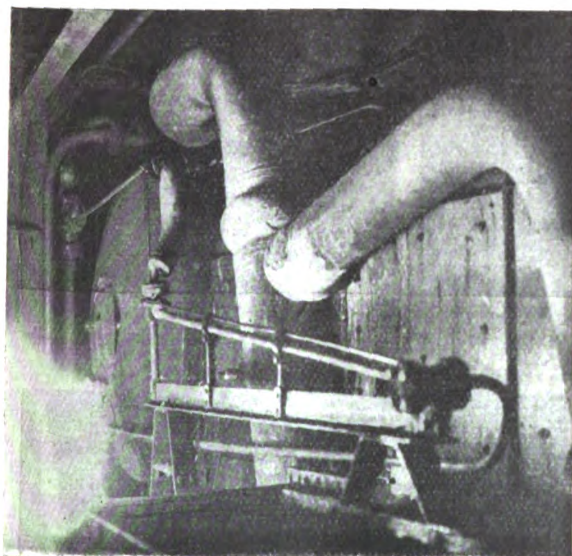


Fig. 47. — Régulateur automatique Copes d'alimentation de chaudières exposé par la Société des Condenseurs Delas.

Cet appareil, basé sur un principe fort simple, est de plus d'un fonctionnemant très sûr, puisqu'il n'est formé que de bielles et de tringles qui sont, comme on le sait, des organes beaucoup moins délicats que les ressorts trop fréquemment employés dans les appareils de réglage.

La difficulté, il faut l'avouer, réside dans son montage sur place et dans son réglage ; mais empressons-nous d'ajouter qu'il est muni d'écrous et de vis de réglage, convenablement placés, qui facilitent la mise au point lorsqu'il est installé. Ce qui importe, c'est que les pièces fixes et les supports soient montés de façon à ne pouvoir subir aucun déplacement, si petit soit-il. La figure 47 donne une vue de l'ensemble de cet appareil.

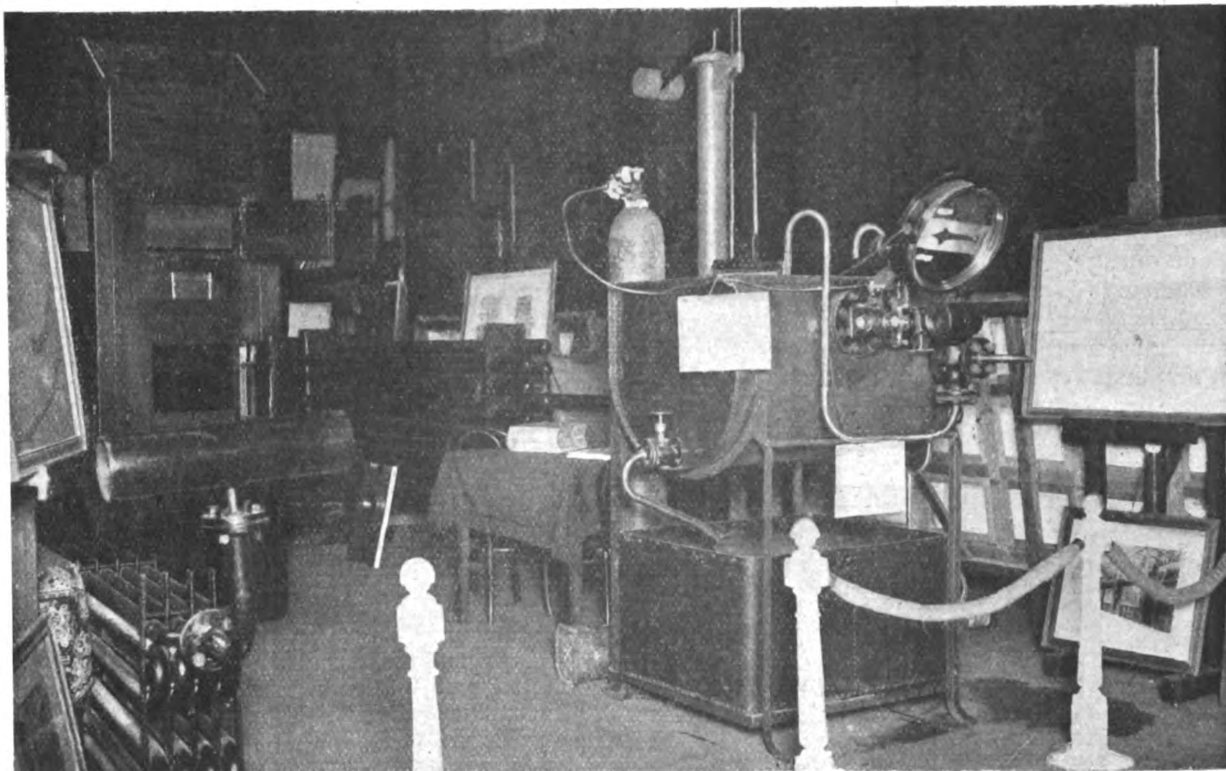
Ajoutons enfin que ce régulateur, qui constitue bien un appareil récent, est, de plus en plus, adopté dans les usines génératrices. La Société des Condenseurs Delas nous indique en particulier son utilisation par la Société d'Electricité de Paris, à Saint-Denis, l'Union d'Electricité, à Gennevilliers, l'Energie électrique du Nord de la France et l'Energie électrique du Littoral méditerranéen.

Le régulateur que présentaient MM. Niclausse, et que l'on peut distinguer sur les deux photographies du stand en question (figure 48), est constitué par un flotteur qui commande, par l'intermédiaire d'un bras de levier, une soupape équilibrée, montée elle-même sur la tuyauterie de refoulement de la pompe alimentaire En examinant la figure 49, on se rend aisément compte du fonctionnement de ce mécanisme. Le flotteur B est muni d'une tige G qui se fixe sur un arbre H ; celui-ci passe à travers un presse-étoupe et est relié à la soupape au moyen d'un deuxième arbre qui le prolonge. Ce même arbre H porte, à une de ses extrémités, un levier muni d'un contrepoids qui équilibre le flotteur. Nous avons rappelé ici le principe de cet appareil, employé d'une façon courante, pour attirer l'attention du lecteur sur le dispositif qui permet de régler la hauteur voulue du niveau de l'eau, en agissant précisément sur le contrepoids qui équilibre le flotteur.

Le régulateur est muni, de plus, d'un sifflet et d'un cadran lumineux qui avertissent le personnel de la chaufferie de l'arrêt ou de l'insuffisance de l'alimentation. Le cadran lumineux, dont l'allumage est commandé par des contacts électriques, indique toujours si le niveau est normal (lumière blanche), ou s'il est trop bas (lumière rouge), ou trop haut lumière bleue).

Dans ce même ordre d'idées, signalons le conducteur de chauffe, également dans le stand de MM. Niclausse, qui trouve son application dans les batteries de générateurs munies de foyers dont la charge n'est pas automatique. Cet appareil, constitué par un signal lumineux et un timbre avertisseur, prévient le chauffeur au moment où la charge du foyer doit être effectuée.

Nous devons mentionner encore, parmi les appareils touchant directement aux chaudières, l'évaporateur de la Société des Condenseurs Delas. Cet appareil est destiné à produire de l'eau distillée, en particulier pour l'alimentation des chaudières. Il se compose essentiellement d'un réchauffeur à faisceau tubulaire, dans les tubes duquel circule le liquide à évaporer, de l'évaporateur proprement dit, à l'intérieur duquel se trouve un dispositif de chicanes en tôle, d'une pompe de brassage et d'un ou plusieurs éjecteurs de compression. Le liquide qui passe dans les tubes du réchauffeur, eux-mêmes baignés dans la vapeur, est refoulé jusqu'à la chicane supérieure de l'évaporateur par la pompe de brassage. De là, il se déverse jusqu'à un niveau dé-



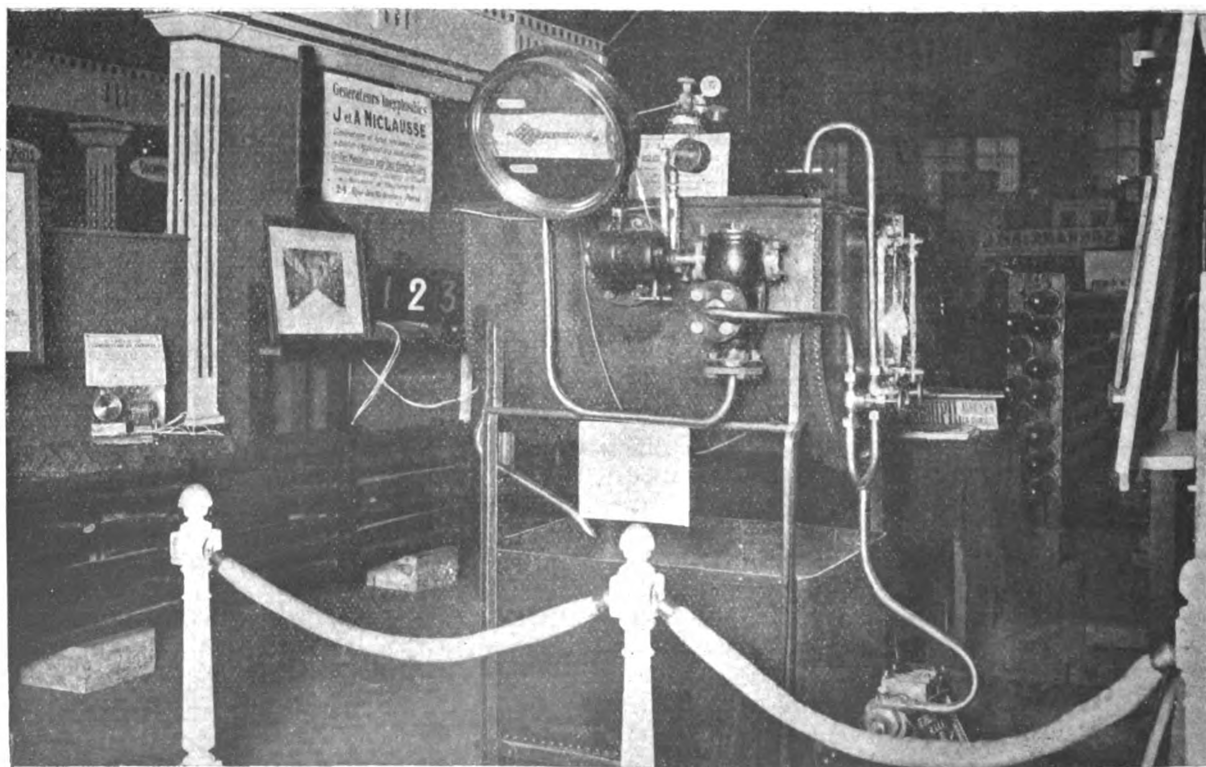


Fig. 48. — Autres vues suivant deux aspects du stand de MM. J. et A. Niclausse sur lesquelles on remarque en particulier le régulateur automatique d'alimentation de chaudières.

terminé en se vaporisant; puis, passe au compartiment suivant, et ainsi de suite jusqu'à la sortie de la

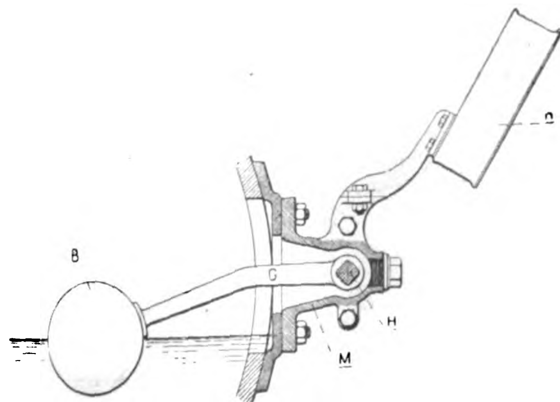


Fig. 49. — Schéma du régulateur automatique d'alimentation de chaudières de MM. J. et A. Niclausse.

B, flotteur; G, tige de support du flotteur; H, arbre; n, contrepoids équilibrant le flotteur.

dernière circulation. Il se dépose alors au fond de l'évaporateur où se font les extractions. La figure 50 donne une vue extérieure de cet appareil.

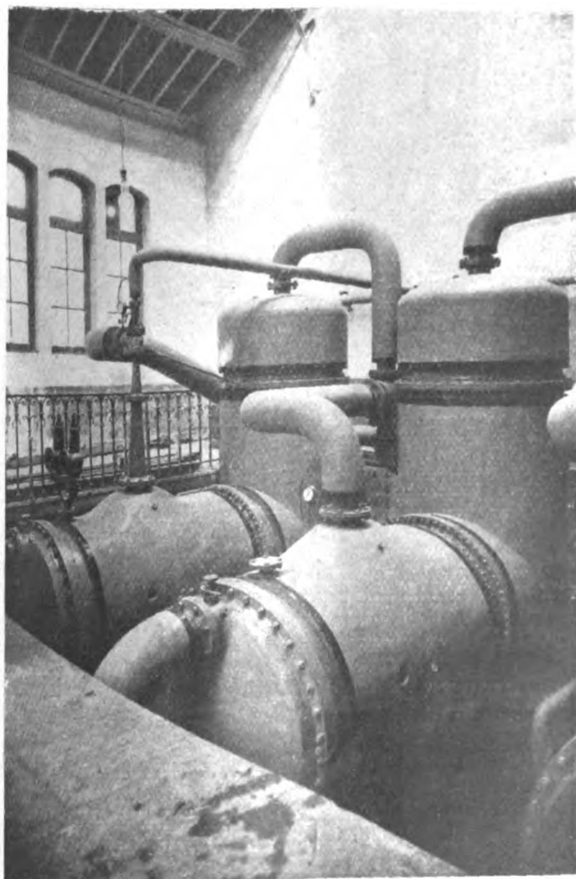


Fig. 50. — Evaporateur de la Société des Condenseurs Delas.

Condenseurs. — Le condenseur Delas, dans le stand de la société de ce nom, est un condenseur à surface, qui se caractérise par le tracé « Ginabat » des faisceaux tubulaires. M. Ginabat, mécanicien général de la Marine française, préconise la disposition en quinconce des tubes de circulation, et ceci pour réduire la surface des tubes exposée au ruissellement de l'eau de condensation sur les tubes. On sait que le liquide qui s'interpose entre la surface froide du tube et la vapeur à condenser a pour effet de réduire l'échange d'énergie calorifique dans le système vapeur-métal-eau; il tient lieu d'isolant peu favorable à cet échange que l'on veut réaliser à la plus grande intensité possible dans le condenseur. Dans la solution proposée par M. Ginabat et représentée schématiquement sur la figure 51, la surface du tube recouverte par l'eau de ruissellement n'est

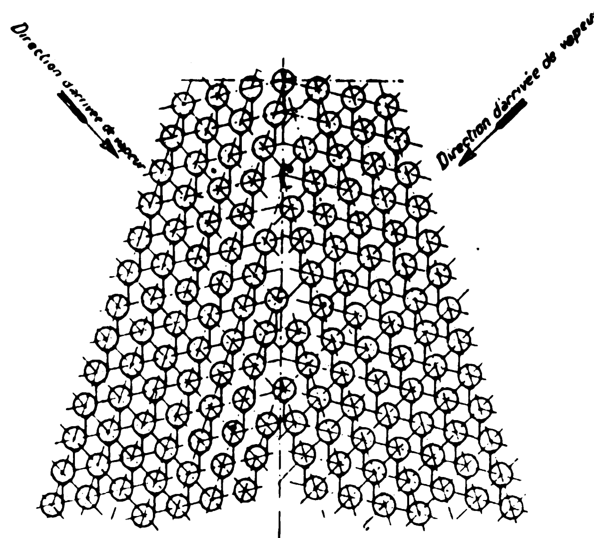


Fig. 51. — Schéma du tracé Ginabat adopté pour les faisceaux tubulaires des condenseurs à surface par la Société des Condenseurs Delas.

que le quart de la surface totale du tube, et ceci pour tous les tubes du faisceau (1).

Un autre dispositif intéressant, exposé également par la Société des Condenseurs Delas est son éjecteur d'air, à diffuseur convergent. On sait que l'organe essentiel des éjecteurs d'air destinés à faire le vide dans les condenseurs est un diffuseur qui, en général, se compose d'une tuyère à vapeur placée à une certaine distance d'une partie convergente raccordée à une partie divergente (fig. 52). Le vide est assuré par le jet de vapeur de la tuyère, qui, condensée, forme un joint étanche au point de raccordement des cônes convergent et divergent; il est facile de se rendre compte que le fonctionnement de ce dispositif ne peut être stable que si l'on prend des précautions particulières pour en éviter le désamorçage. Or, M. Delas a pu conclure des

(1) Centrale de Gennevilliers. *Chaleur et Industrie*, supplément au n° 25, de mai 1922.

expériences effectuées sur des appareils basés sur ce principe que le degré de vide obtenu est d'autant plus grand que la distance entre l'extrémité de la tuyère à vapeur et le point de raccordement des cônes convergents et divergents est elle-même plus grande, mais que, d'autre part, l'augmentation trop considérable de cette distance a pour effet d'augmenter la température du cône convergent et par conséquent d'accélérer le désamorçage de l'appareil; de là l'heureuse solution permettant de remédier à cet inconvénient et qui consiste à assurer le refroidissement du cône convergent par une circulation d'eau dans une boîte dite « boîte à eau », qui enveloppe ce cône. M. Delas a reconnu, d'autre part, que la forme divergente donnée en général à la

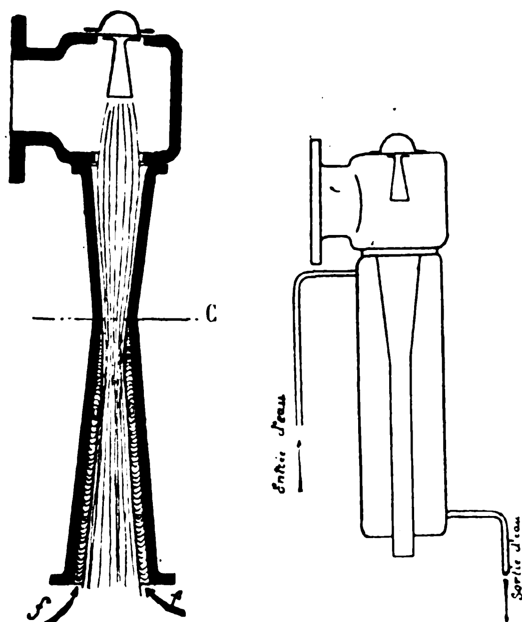


Fig. 52. — Disposition schématique des éjecteurs d'air.
Fig. 53. — Disposition schématique de l'éjecteur d'air de la Société des Condenseurs Delas, à refroidissement par circulation d'eau.

seconde partie du diffuseur est plutôt nuisible à son bon fonctionnement. Si, en effet, le col de la veine liquide qui se déplace ne coïncide pas avec le col matériel du diffuseur, il se crée, entre la veine et la paroi du tube divergent des vides dans lesquels se développent les anneaux tourbillons que l'on veut éviter. Aussi M. Delas a-t-il remplacé le tube conique par un simple tube cylindrique pour la seconde partie du diffuseur. Ce tube, comme l'indique la figure 53, est entièrement placé dans la boîte à eau.

Tel est le principe de cet ingénieux dispositif qui peut être prévu à un ou deux étages; dans ce second cas, on établit, entre les deux étages, un petit condenseur à mélange qui a pour but de condenser la vapeur qui a déjà travaillé dans le premier étage.

Ce matériel de condensation est celui qui a été installé notamment à l'usine thermoélectrique de l'Union d'Electricité, à Gennevilliers [1]; nous relevons encore dans la liste des principales installations qui comportent des condenseurs de ce système la station génératrice de la Compagnie centrale d'Energie électrique à Grand-Quevilly, celles de Sainte-Tulle et de la Lingostière, appartenant à l'Energie électrique du Littoral

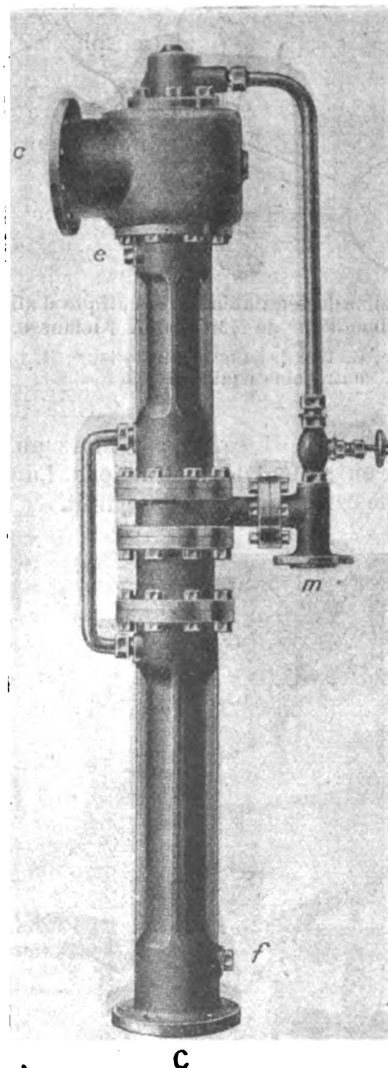


Fig. 54. — Vue d'une installation de condensation de la vapeur, comportant le matériel de la Société des Condenseurs Delas (Usine génératrice de Gennevilliers).

méditerranéen, celle de Comines [2], de l'Energie électrique du nord de la France, etc.

[1] Marcel Blondin; La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Extrait d'un article publié dans la *Revue générale de l'Electricité* des 24 février et 3 mars 1923, t. XIII, p. 283-302 et 349-369. Brochure de 40 pages, éditée par la *R. G. E.*

[2] J. Reyval; La grande usine thermoélectrique de Commines. Extrait d'un article publié dans la *Revue générale de l'Electricité* des 15 et 22 juillet 1922, t. XII, p. 55-68 et 93-105. Brochure de 30 pages, éditée par la *R. G. E.*

Voici d'ailleurs quelques chiffres qui mettent en évidence l'importance de ces installations et les résultats que donne le matériel que nous venons de décrire.

A l'usine de Gennevilliers, par exemple, les condenseurs étaient prévus pour un poids de vapeur à condenser de 160 000 kg, avec un vide de 96,5 pour 100, la température de l'eau de circulation devant être de 15°C. Les résultats obtenus en cours d'exploitation sont les suivants :

Le poids de vapeur à condenser étant de 166 500 kg, le vide réalisé s'élève à 96,6 pour 100, la température de l'eau de circulation à 15°5 C; pour un poids de vapeur de 109 620 kg, le vide atteint 98,2 pour 100, la température de l'eau de circulation étant de 5°6 C.

La figure 55 représente une des installations de condensation de cette station centrale.

III. Compresseur. — Le titre seul de ce paragraphe indique que nous nous proposons d'examiner ici le matériel destiné à l'équipement des usines génératrices dans lesquelles sont installés des moteurs thermiques à combustion interne et externe.

Nous avons déjà déploré plus haut l'absence, à l'Exposition de Physique, d'un grand nombre de constructeurs qui auraient certainement pu présenter les perfectionnements récents apportés à leur matériel; toutefois, en ce qui concerne le matériel des stations centrales à vapeur, nous avons pu signaler un certain nombre de dispositifs touchant les organes les plus importants de ces installations ; nous avons cherché à mettre en évidence d'une façon peut-être trop succincte et incomplète, dans les paragraphes qui précèdent, quelques-unes des heureuses solutions données à des problèmes dont l'importance n'échappe pas à des électriciens.

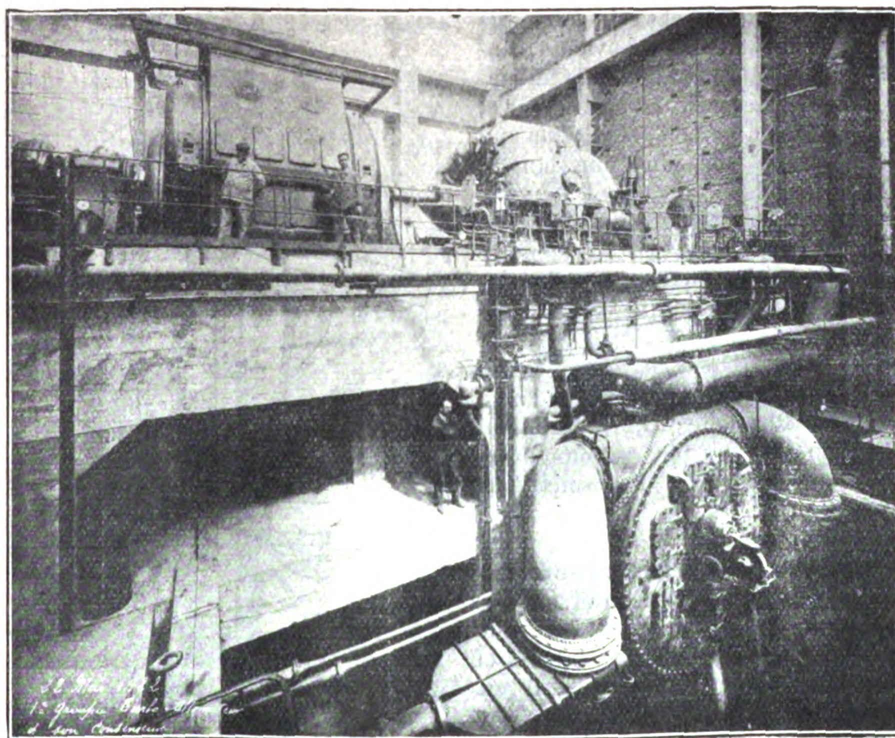


Fig. 55. — Vue extérieure d'un éjecteur d'air de la Société des Condenseurs Delas.

Dans cette seconde partie de notre étude, nous mentionnerons le compresseur multitubulaire isothermique que présentait M. L. Neu, ingénieur. Remarquons tout de suite que l'application de cet appareil aux moteurs à combustion interne ou externe n'est qu'une de ses nombreuses applications, mais elles sortent toutes, sauf la première que nous venons de signaler, du cadre de ce compte rendu; c'est ce qui justifie la place que nous lui réservons dans ce chapitre. M. L. Neu a cherché à réaliser un appareil assurant une compression isothermique ; on sait que ce mode de compression est celui qui permet d'obtenir le rendement le plus élevé. Dans les compresseurs usuels. on se rapproche de l'isothermie en les prévoyant à plusieurs étages, les étages successifs étant séparés par un réfrigérant. L'appareil que M. L. Neu a présenté est un compresseur à piston, constitué par un certain nombre de tubes de faible diamètre et de grande longueur et à chemise d'eau. Le faible diamètre des tubes a le double avantage de conduire à une grande surface de refroidissement par unité de poids d'air comprimé et d'assurer la réfrigération de toutes les molécules du gaz, y compris celles qui se trouvent sur l'axe du tube.

Dans une note relative à ce compresseur [1], M. L. Neu donne les résultats d'essais suivants :

« Un compresseur comportant un cylindre de 100 mm de diamètre et de 350 mm de course, à chemise d'eau, avec un piston avec cuir embouti fonctionnant à simple effet à une vitesse de 235 t : mn et pour une compression de 10 kg en un seul étage a donné un échauffement de l'air de 28°C. »

En ce qui concerne les applications de cet appareil, qui nous occupent ici, il semble tout indiqué pour l'alimentation en gaz comprimé des moteurs à combustions interne ou externe, ainsi que le propose son auteur qui fait remarquer qu'une importante fraction du travail développé par le piston du moteur est dépensée pendant la course de compression, et ceci, parce que cette compression se fait dans de très mauvaises conditions; en effet, elle a lieu dans un milieu dont la température est élevée. M. Neu préconise, en conséquence, une compression préalable du gaz d'alimentation qui serait encore réchauffé avant son admission dans le cylindre moteur.

Ce même appareil permettrait aussi de réaliser un moteur à air chaud ; mais nous nous écartons de notre sujet en soulevant des questions qui sont à l'étude, tandis que nous n'avons à noter ici que ce qui a été fait jusqu'à maintenant.

Le compresseur dont nous venons de parler rentre dans la catégorie de ces nombreux appareils que l'on a pu voir à l'Exposition de Physique et qui permettent d'espérer une utilisation toujours plus rationnelle et économique de l'énergie dont nous disposons sous tant de formes diverses.

IV. Appareils destinés à la purification des huiles.

— Qu'il s'agisse de l'huile pour le graissage des machines, et notamment des machines tournant à de grandes vitesses, ou de l'huile des transformateurs et des autres appareils des usines d'électricité, il est indispensable que, pour être de quelque efficacité, elle conserve les propriétés imposées par les divers cahiers des charges et qu'elle peut avoir lors de son achat. Aussi l'exploitant qui a soin de prévoir, dans la station centrale qu'il dirige, un appareil permettant de restituer leurs propriétés initiales aux huiles dont il se sert, réalise-t-il une économie incontestable; dans les stations importantes, étant donnée la grande quantité d'huile employée pour les divers usages que nous venons de rappeler, les appareils qui servent à la récupération des propriétés des huiles ne sont plus des appareils accessoires, mais rentrent bien dans l'équipement normal des installations de ce genre.

Il n'est donc pas surprenant qu'un certain nombre de constructeurs aient entrepris l'étude de cette question qui n'est plus d'ordre secondaire. Certains d'entre eux ont pu montrer, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., les intéressants résultats auxquels ils sont arrivés.

Voyons d'abord à quoi se ramène le problème de la purification des huiles dites usées. La température des huiles de graissage, comme celle, d'ailleurs, des huiles de transformateurs, atteint des valeurs élevées. Dans les transformateurs, par exemple, elle atteint de 55° à 90° C [1]; or, sous l'influence de cette chaleur, l'oxygène de l'air entre en contact avec l'huile et son action s'accroît encore dans les transformateurs par la

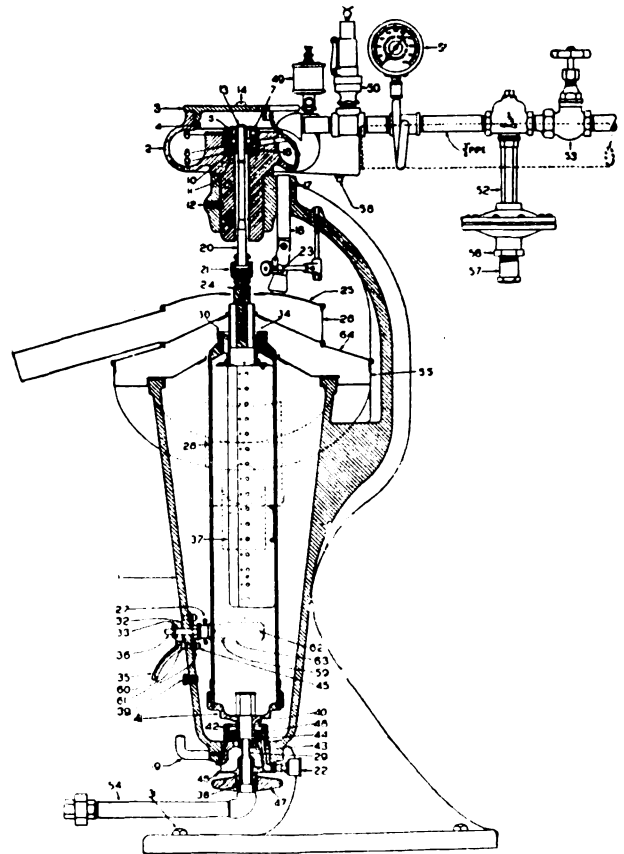


Fig. 56. — Schéma de la disposition générale du supercentrifuge Sharples, présenté par la Société des Appareils Sharples.

présence du cuivre qui joue le rôle d'un catalyseur.

Il en résulte des réactions qui donnent lieu à la formation d'un certain nombre d'impuretés, parmi lesquelles une certaine quantité d'eau. L'huile perd de ce fait ses propriétés, dont la plus importante est d'être bonne conductrice de la chaleur et, dans le cas des huiles de tranformateurs, d'avoir une rigidité diélectrique élevée.

Pour récupérer ces propriétés, il suffit de faire disparaitre ces corps étrangers qui rentrent dans la cons-

(1) L. Neu; Les compresseurs multitubulaires isothermiques et leurs applications. *Revue de l'Industrie minérale*, 15 septembre 1923.

(1) Huiles de transformateur et modifications de leurs propriétés sous l'action de la chaleur. *Revue B. B. C.*, août 1922.

titution de l'huile usée ; tel est le rôle des épurateurs que nous nous proposons d'examiner ici.

Dans les appareils filtres, ou plus exactement séparateurs, présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F., on utilise l'effet de la force centrifuge sur le liquide en mouvement, effet qui sera plus ou moins marqué suivant la densité des corps sur lesquels elle agit. L'efficacité de l'appareil sera d'autant plus grande que la force centrifuge par unité de masse sera elle-même plus élevée : car, dans ces conditions, pour une faible différence entre les densités des corps que l'on veut séparer, la différence des effets de la force centrifuge sera assez sensible pour que la séparation voulue ait réellement lieu, d'où le nom de filtres ou séparateurs supercentrifuges ou hypercentrifuges donnés à ces épurateurs.

Dans ces appareils, dont l'application et la purification des huiles n'est d'ailleurs qu'un cas particulier, l'huile constitue le liquide de plus faible densité, les impuretés qu'elle contient, poussières, eau, etc., étant en général plus lourdes qu'elle.

Le supercentrifuge Sharples, présenté par la Société des Appareils Sharples (fig. 56) est muni d'un bol (28), suspendu verticalement au moyen d'un axe flexible (20) qui comporte, à la partie supérieure, un tourillon conique (6) reposant sur un roulement à billes (8).

Au-dessous de la turbine est placée la roue de turbine (4) à vapeur. Le liquide à traiter, provenant d'un réservoir en charge au-dessus de l'appareil, entre dans le bol par sa base, sous forme de jet, à travers un tourillon creux (40) qui est lui-même simplement maintenu par un coussinet destiné à empêcher les oscillations autres que les oscillations verticales. Le jet est brisé par un petit écran horizontal, solidaire du fond du bol et le liquide est précipité par la force centrifuge le long de la paroi interne du bol. Quand il a atteint le niveau des orifices d'évacuation, le liquide s'écoule avec un débit égal à celui de l'introduction.

A l'intérieur du bol sont disposées des cloisons verticales (37) qui servent à entraîner le liquide pendant sa rotation. La vitesse de rotation de l'appareil est de 17 000 t : mn. Les corps de densités différentes seront séparés dans le bol suivant la disposition de la figure 57, les liquides les plus lourds forment une colonne cylindrique massée contre la paroi du bol et les liquides légers, une colonne intérieure concentrique. Des orifices de décharge D sont prévus au niveau de la surface libre de la couche intérieure du liquide léger, et d'autres orifices de décharge J permettent l'évacuation du liquide léger.

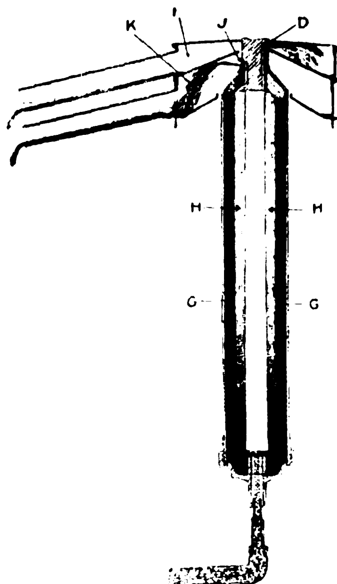
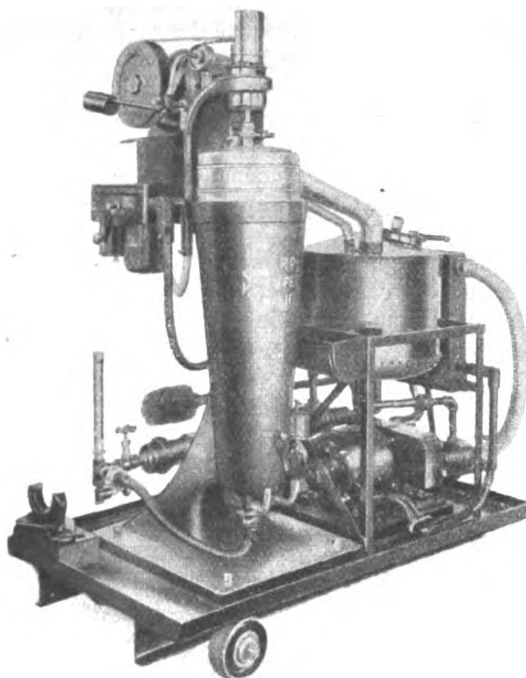


Fig. 57. — Principe de la séparation centrifuge dans le supercentrifuge Sharples (Société des Appareils Sharples).


Fig. 58. — Vue du groupe mobile pour l'épuration des huiles avec réchauffeur et pompes, présenté par la Société des Appareils Sharples.

Les supercentrifuges Sharples peuvent être aménagés pour être transportables. La figure 58 représente le groupe mobile que construit la Société des Appareils Sharples et dont l'acquisition permet d'éviter les frais d'installation de tuyauteries spéciales pour l'épuration de l'huile. Outre le séparateur proprement dit, ce groupe est muni d'un moteur électrique qui remplace la turbine à vapeur dont nous parlons plus haut ; de deux pompes, l'une pour l'aspiration de l'huile usée et l'autre pour le refoulement de l'huile purifiée, commandées toutes deux par un seul moteur électrique, et enfin d'un réchauffeur à résistances électriques destiné à

élever la température de l'huile à 35°C avant son introduction dans le bol du séparateur.

Le débit de passage de l'huile dans le supercentrifuge dépend de son état ; dans le modèle le plus grand que construit la Société des Appareils Sharples, le débit peut varier de 200 à 600 litres par heure, si l'huile est franchement sale, et de 600 à 1 600 litres par heure, pour de l'huile entretenue régulièrement.

Ajoutons enfin que la Société des Appareils Sharples a obtenu de très intéressants résultats avec ce séparateur ; elle a constaté, en particulier, qu'une huile sale, contenant 10 pour 100 d'eau, dans laquelle la tension d'éclatement était de 6 980 v, a résisté jusqu'à une tension de 57 000 v, pour la même distance d'éclatement, après son passage dans un appareil Sharples, à un débit de 2 000 litres par heure.

Un appareil également basé sur l'action de la force centrifuge ou hypercentrifuge est le séparateur qu'a présenté la Maison Hignette. A l'intérieur du bol (fig. 59) est prévu un jeu d'assiettes excessivement rapprochées les unes des autres, dont le rôle est de séparer le liquide en couches d'épaisseur en quelque sorte capillaire ; cette heureuse disposition augmente l'efficacité de l'action de la force centrifuge. La Maison Hignette nous signale que, pour obtenir avec un bol sans jeu d'assiettes, le même résultat que l'on obtient avec un bol muni de ce jeu et tournant à la vitesse de 6 500 t : mn, il faudrait adopter pour le premier une vitesse de 20000 t : mn.

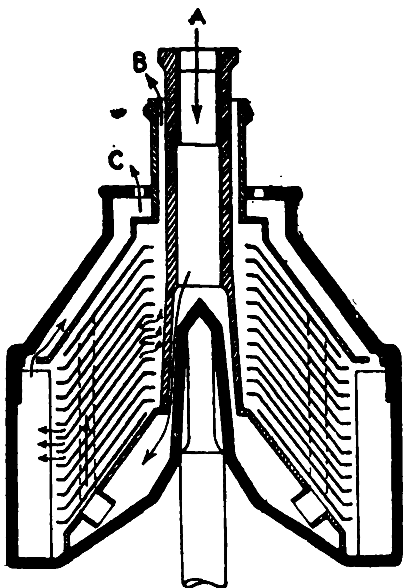


Fig. 59. — Vue de l'intérieur du bol de l'hypercentrifuge séparateur, présenté par la Maison Hignette.

A, entrée du liquide ; B, orifice d'évacuation du liquide le plus léger ; C, orifice d'évacuation du liquide le plus lourd.

Dans l'appareil en question, le liquide introduit en A descend dans le sens de la flèche, pénètre dans le jeu d'assiettes, au bas des colonnes verticales (figurées en pointillé) qui forment des trous prévus dans les assiettes. Il remonte dans le sens de la flèche et se sépare en ses éléments constitutifs sous l'action de la force centrifuge. Le liquide lourd est projeté vers la paroi et s'écoule par l'orifice C ; le liquide léger est évacué par l'orifice B.

On règle, au moyen d'une vis spéciale, la distance des orifices B et C qui dépend des différences des densités des liquides à séparer.

La figure 60 donne une vue extérieure de ce dispositif.

Parmi les installations qui comportent des filtres hypercentrifuges, destinés à la purification des huiles de graissage, la Maison Hignette mentionne une usine d'électricité qui comporte un turbo-alternateur de 24 000 kw.

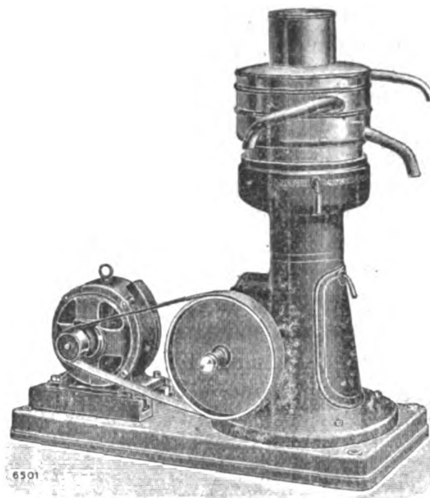


Fig. 60. — Vue de l'ensemble de l'hypercentrifuge séparateur présenté par la Maison Hignette.

Le volume total des réservoirs d'huile y est de 10 500 litres ; le débit de l'huile dans les paliers, de 950 litres par minute, et celui du servo-moteur, de 400 litres par minute.

Le débit des pompes est de 1 375 litres par minute, dont 1 350 pour les paliers et le servo-moteur et 25 pour l'hypercentrifuge séparateur. L'appareil assure ainsi une épuration continue qui conserve à l'huile ses propriétés et permet d'éviter son renouvellement.

A propos de la Maison Hignette, nous devons mentionner ici une application qu'elle a entreprise de l'action du champ électrique sur les matières colloïdales en suspension dans les liquides pour les séparer du liquide qui les contient. Dans les « électrocentrifuges » que construit cette maison, la séparation est due à cette action du champ combinée à celle de la force centrifuge.

Mais nous sortons du cadre de ce chapitre et nous nous réservons de revenir plus en détail sur le dispositif qu'a présenté ladite maison lorsque nous étudierons les diverses applications de l'électricité.

Divers. — Dans ce même ordre d'idées, nous devons signaler les applications, que fait la Société de Purification industrielle des Gaz, de l'action du champ électrique à la précipitation des poussières et des buées. Mais, bien que ces dispositifs puissent rentrer en particulier dans le matériel destiné à l'équipement des stations centrales, nous ne faisons que les mentionner. Ils étaient en effet présentés sous une forme intéressante et, pour ainsi dire, vivante, dans les expériences de M. Levèque. dont nous parlerons dans un autre chapitre, étant donné le caractère d'intérêt général que présentent ces démonstrations.

(*A suivre*),

A. CURCHOD,
Licencié ès-sciences, ingénieur E. S. E.

Isolement ou mise à la terre du neutre d'un système triphasé

Les propriétés des systèmes triphasés, principalement au point de vue des surtensions, varient considérablement suivant que le neutre est mis directement à la terre, parfaitement isolé du sol, ou relié à la terre par l'intermédiaire d'une résistance ou d'une inductance. L'auteur étudie seulement ici les deux premiers cas.

I. **Neutre mis directement à la terre.** — Dans la plupart des installations américaines à très haute tension, le neutre est mis à la terre, directement, tantôt à la station génératrice seulement, tantôt en plusieurs points du réseau.

Lorsque le neutre est mis directement à la terre, les potentiels des phases sont normalement fixés à la valeur des tensions étoilées qu'ils ne peuvent dépasser d'une façon permanente. De plus, les valeurs que ces potentiels peuvent prendre d'une façon transitoire sont également très réduites par rapport à ce qui se passe quand le neutre est isolé.

Sauf le cas de la coupure brusque du circuit, dans lequel l'onde stationnaire correspondante est quart d'onde avec fréquence faible et où les surtensions produites peuvent être très élevées, par suite de la libération d'une grande quantité d'énergie emmagasinée dans le champ magnétique et de la faible valeur de la capacité qui ne peut absorber cette énergie que sous de très hauts potentiels, dans toutes les autres variations de régime, l'oscillation qui prend naissance est du type demi-onde, à courants opposés aux deux extrémités et, par suite, de fréquence très élevée, donc très rapidement amortie et peu dangereuse.

Par contre, lorsque le neutre est mis à la terre, les surintensités importantes sont beaucoup plus à redouter. En effet, le contact d'une phase à la terre produit un court-circuit franc, qui provoque le déclenchement des disjoncteurs de protection et occasionne l'arrêt du fonctionnement de tout ou partie du réseau.

Pendant la durée du court-circuit, s'il existe auprès de la ligne d'énergie une ligne de signalisation, une force électromotrice d'induction magnétique très importante prend naissance dans cette ligne et provoque des dérangements télégraphiques ou téléphoniques, voire même, dans certains cas, des chocs acoustiques dangereux pour le personnel du service téléphonique.

La force électromotrice produite augmente avec le courant de court-circuit, la proximité des deux lignes et la longueur de parallélisme entre la ligne de signalisation et le tronçon de ligne d'énergie où circule le courant de court-circuit dans le même sens, avec retour par la terre également dans la même direction.

Le système, quelquefois adopté, de mettre à la terre divers points neutres du réseau à haute tension présente l'inconvénient bien connu de transformer la terre en un quatrième conducteur du système triphasé, et, par suite, de permettre la libre circulation des courants harmoniques trois provenant des tensions étoilées, alors que ces courants ne peuvent exister dans les systèmes à trois fils.

Dans les réseaux modernes alimentés par des turbo-alternateurs, les harmoniques provenant des générateurs eux-mêmes sont peu redoutables, car dans ce type de générateur la tension est toujours pratiquement sinusoïdale; mais des harmoniques trois et neuf très accentués prennent souvent naissance du fait de l'emploi de transformateurs très saturés, suivant une tendance assez marquée dans certaines installations.

Il semble, d'ailleurs, que cette tendance est défectueuse et qu'il serait préférable de n'employer que des transformateurs à saturation modérée.

Lorsqu'il existe plusieurs sources d'énergie dans un réseau, le fait de mettre à la terre les neutres de ces sources d'énergie et même de divers points intermédiaires a pour résultat de provoquer, en cas de mise à la terre d'un point d'une ligne, la naissance de courants de court-circuit circulant dans la ligne et dans la terre, en sens inverse des deux côtés du défaut. Les forces électromotrices induites dans une ligne de signalisation voisine par ces courants inverses sont elles-même de sens contraires et donnent, par suite, dans la plupart des cas, une résultante notablement affaiblie, spécialement lorsque le point de contact à la terre se trouve aux environs du milieu de l'intervalle entre deux points neutres reliés à la terre.

L'avantage est beaucoup moins important quand il n'y a qu'une usine génératrice, car, dans ce cas, les courants qui circulent dans la terre entre le défaut et les points neutres autres que celui de la station généra-

trice sont relativement faibles par rapport au courant revenant par la terre à ce dernier point neutre.

II. **Neutre isolé du sol.** — Lorsque le neutre est isolé du sol, le potentiel des divers fils de ligne n'est plus limité à la valeur des tensions étoilées correspondantes, mais dépend des capacités et des perditances des trois conducteurs. Dans le cas particulier où l'isolement du système est parfait (perditances nulles), le réseau entier peut être porté à un potentiel quelconque au-dessus du sol, lorsqu'il se trouve placé dans le champ électrique produit par un nuage orageux chargé à un potentiel élevé. Nous ne nous occuperons pas ici des actions extérieures au réseau.

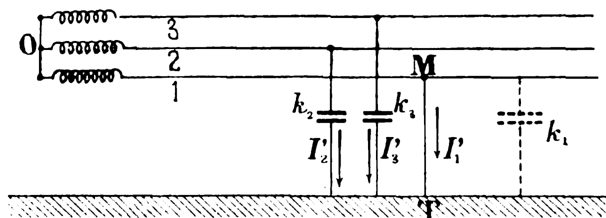


Fig. 1. — Mise à la terre d'un fil d'un réseau à neutre isolé.

En cas de contact à la terre d'un fil de ligne, par exemple au point M du fil 1 dans la figure 1, le point mis à la terre, en liaison supposée franche ou de résistance négligeable, prend le potentiel du sol et les deux autres fils 2 et 3 se trouvent portés respectivement aux potentiels des tensions composées $\overline{V_2}$ et $\overline{V_3}$, représentés par les vecteurs $\overline{AB}$ et $\overline{AC}$ dans la figure 2, où $\overline{OA}$, $\overline{OB}$, $\overline{OC}$ sont les tensions étoilées $\overline{E_1}$, $\overline{E_2}$ et $\overline{E_3}$.

Le neutre étant isolé, cette mise à la terre n'entraine pas de court-circuit comme dans le cas du neutre à la terre et l'installation peut continuer à fonctionner, pourvu que les isolements soient prévus partout pour la tension composée et non pour la tension étoilée, ce qui se fait en général dans les installations à neutre isolé.

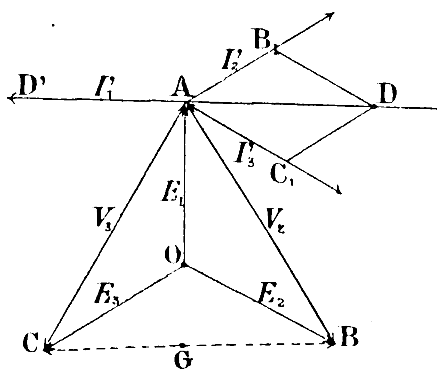


Fig. 2. — Diagramme du potentiel d'un réseau à neutre isolé avec un fil à la terre.

Le réseau à neutre isolé est donc sujet à beaucoup moins d'interruptions que le réseau à neutre mis à la terre. Mais cet avantage, valable d'ailleurs seulement pour des installations de puissance et de tension modérées, est compensé par de nombreux inconvénients.

En effet, remarquons d'abord que le réseau ne peut continuer à fonctionner, avec un fil à la terre, que si le courant qui passe à la terre du fait de la capacité des lignes ne dépasse pas certaines limites. Même en supposant les isolements parfaits, ou les perditances nulles, on a, en réalité, deux circuits constitués par les capacités k_2 et k_3 des deux fils 2 et 3, par rapport au sol, avec retour au fil 1 par le contact MT (fig. 1).

Le potentiel du fil 2 étant représenté par le vecteur $\overline{AB}$, de valeur efficace égale à la tension composée U, le courant dans la capacité k_2, que nous pouvons supposer placée au milieu de la ligne, sera en avance de $\frac{\pi}{2}$ sur AB, soit en $\overline{AB_1}$ (fig. 2) et sa valeur efficace sera

$$I'_2 = k_2 \omega U;$$

de même, le courant dans la capacité k_3 du fil 3 sera $\overline{AC_1}$, de valeur efficace

$$I'_3 = k_3 \omega U;$$

la résultante de ces deux courants, si on suppose $k_2 = k_3 = k$, est un vecteur AD, en retard d'un quart de période sur la tension $\overline{E_1}$ et dont la valeur efficace est

$$I'_1 = k\omega U\sqrt{3} = 3k\omega E; \qquad (1)$$

le courant I'_1, débité par le conducteur vers la terre, est de sens inverse, soit $\overline{AD'}$, en avance d'un quart de période sur la tension $\overline{E_1}$ et il est égal au courant que débiterait la tension $\overline{E_1}$ sur une capacité $3k$, c'est-à-dire sur la capacité totale du réseau, suivant la relation

$$\overline{I'_1} = j3k\omega\overline{E}. \qquad (1')$$

Pour une valeur suffisante de la tension E_1 ou de la capacité k, ce courant peut faire agir les relais de protection contre les surintensités et provoquer l'interruption du fonctionnement comme dans le cas du neutre à la terre.

Arcs à la terre et surtensions correspondantes. — L'inconvénient le plus grave de l'isolation du neutre réside dans le phénomène des arcs à la terre, qui engendre les surtensions les plus dangereuses dans les machines.

La mise à la terre ne s'établit pas généralement sous forme d'un contact franc, comme celui de deux pièces de métal pressées l'une sur l'autre, mais par l'intermédiaire d'un arc franchissant l'intervalle plus ou moins grand entre deux conducteurs reliés l'un à la terre et l'autre à la ligne (fil tombé à terre écarté du sol par des aspérités plus ou moins isolantes, décharge entre

un fil de ligne et la ferrure de l'isolateur à travers une fêlure de ce dernier ou par son pourtour, branche d'arbre humide venant périodiquement au contact d'une ligne sous l'action du vent, etc.)

Dans certains de ces cas, l'arc est intermittent de par la nature mécanique du contact (branche ou fil ballotté par le vent) et alors, à chaque contact, le potentiel du point touché tombe à la valeur zéro, tandis que le potentiel des autres fils atteint la tension composée. Cette modification se fait sous forme d'une onde de décharge qui parcourt le fil mis à la terre dans les deux sens à partir du point de contact, onde qui pénètre dans les machines situées aux extrémités de la ligne (généralement des transformateurs), avec des fronts plus ou moins raides et des dangers plus ou moins grands de percement d'isolants.

Examinons d'un peu plus près le mécanisme de la modification de potentiel. Soit (fig. 3) une ligne triphasée alimentée par un transformateur à neutre isolé; considérons l'instant où la tension étoilée E_1 est maximum et égale à E_0.

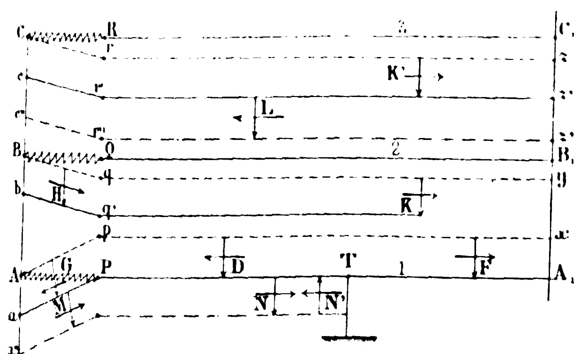


Fig. 3. — Ondes mobiles dans un réseau à neutre isolé, lors de la mise à la terre d'un fil de ligne.

A ce moment, le potentiel sur le fil 1 est représenté par la droite en trait pointillé px, telle que Pp soit égal à E_0, et sur les deux phases 2 et 3, par les lignes qy et rz avec $Qq = Rr = -\frac{E_0}{2}$.

Une terre se produit au point T du fil 1; le potentiel y tombe immédiatement à zéro; une onde de décharge parcourt la ligne dans les deux sens, amenant sur son passage le potentiel E_0 à zéro. Si la ligne est ouverte à son extrémité droite, l'onde de décharge à droite F se réfléchit avec son signe, c'est-à-dire porte ce tronçon de ligne au potentiel $-E_0$, etc., suivant le mécanisme de décharge bien connu.

L'onde de décharge à gauche D abaisse également à zéro le potentiel du fil 1 sur son parcours, puis pénètre en P dans le transformateur. Il se produit là une réflexion partielle avec élévation de la tension d'onde (tension négative), mais nous allons d'abord laisser de côté cette réflexion pour ne pas embrouiller l'étude; nous y reviendrons dans la suite.

L'onde de décharge G dans le transformateur abaisse le potentiel de E_0, c'est-à-dire de la valeur zéro à la sortie P à la valeur $Aa = -E_0$ au point neutre, qui se trouve ainsi porté au potentiel $-E_0$ qu'il doit avoir dans la nouvelle répartition due à la présence d'une terre sur le fil 1.

Du neutre, l'onde de décharge passe dans les deux enroulements des phases 2 et 3, avec baisse d'amplitude et réflexion négative dues à ce que l'impédance d'onde d'un enroulement est devenue deux fois plus faible pour deux enroulements en parallèle; négligeons encore ces deux phénomènes; l'onde continue, dans le fil 2, par exemple, en H, et K, abaissant progressivement le potentiel le long du fil de $Qq = -\frac{E_0}{2}$ à $Qq' = -\frac{3}{2}E_0$, soit sa valeur normale pour T au potentiel zéro. Sur une ligne indéfinie, le régime serait établi à sa valeur normale, représenté par les lignes en traits pleins, sur les trois fils [1].

Dans une ligne finie, à l'extrémité ouverte, A_1, B_1, C_1, l'onde K ou K' se réfléchit en gardant son signe, ce qui, sur le fil 3, par exemple, donne une onde réfléchie L, abaissant le potentiel de C_1z' à C_1z'', soit à $-\frac{5}{2}E_0$, sur le fil, et à $-2E_0$ au point neutre (en Cc''), puis à $-E_0$ sur le fil 1, ondes M et N. Le potentiel de régime est dépassé, mais l'onde N se réfléchit avec signe inverse en T et la nouvelle onde N' va détruire l'action de l'onde N et relever les potentiels, diminuant ainsi leur valeur absolue de la quantité dont l'onde L, M, N, l'avait accru, d'abord sur tout le parcours jusqu'à l'extrémité ouverte C_1 qui va être ramené au potentiel a c r', puis à nouveau d'une quantité supplémentaire égale à la précédente, après la réflexion en C_1 dans le retour vers T; c'est l'oscillation en quart d'onde sur les longueurs

$$TA \begin{cases} B - B_1 \\ C - C_1 \end{cases}$$

autour du régime normal indiqué, auquel elle aboutit par suite de l'amortissement des ondes successives.

Si la ligne, au lieu d'être ouverte en A_1, B_1, C_1, est connectée à un transformateur en étoile, l'onde F partant vers la droite donne naissance aux mêmes phénomènes que l'onde de gauche et quand elle débouche en C_1 à la sortie de ce transformateur, elle se superpose suivant z'z' à l'onde K', se comportant comme l'onde L qui provenait de la réflexion sur la ligne ouverte, ce qui donne des résultats analogues à ceux du premier cas.

Les réflexions partielles aux points de transition P,

[1] Sur la figure, outre la flèche horizontale qui indique le sens de marche de l'onde, nous avons mis une flèche verticale marquant le sommet de l'onde : il est d'ailleurs toujours en bas pour les ondes figurées, sauf pour l'onde N' provenant de la réflexion à la terre, à laquelle nous nous sommes arrêté pour ne pas encombrer trop la figure.

B ou C, Q ou R. donnent des ondes locales qui circulent entre ces points et les extrémités T et B_1 ou C_1, formant ainsi des oscillations qui se superposent à l'oscillation générale quart d'onde que nous venons d'étudier. Considérons seulement la première, celle qui se produit à l'entrée P du transformateur.

Soit (fig. 4) l'onde de décharge D, qui s'éloigne de la terre T et annule le potentiel le long de son parcours sur le fil. A l'entrée P du transformateur, dont l'impé-

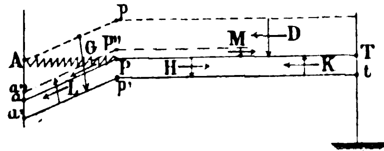


Fig. 4. — **Détail des réflexions entre le point de mise à la terre et le neutre du transformateur.**

dance d'onde est supérieure à celle de la ligne, la tension de l'onde augmente en valeur absolue et devient p p', au lieu de p P ; l'onde transmise G abaisse donc le potentiel du neutre à la valeur A a', supérieure en valeur absolue à E_0, tandis qu'une onde réfléchie H parcourt la ligne vers le point T, abaissant le potentiel du fil à la valeur négative P p'.

Quand cette onde arrive en T, le potentiel du fil est représenté par la droite T't.

Au point T l'onde se réfléchit avec inversion, et devient une onde positive K, qui à nouveau annule le potentiel le long de la ligne (la flèche mise en haut indique que l'onde K est positive). En arrivant en P, cette onde subit une augmentation d'amplitude, suivant p'p" ; l'onde L, d'amplitude p'p" pénètre dans le transformateur et le porte au potentiel de la ligne p"a" : le point neutre A se trouve ramené à un potentiel négatif A a", plus petit en valeur absolue que E_0 ; une onde réfléchie M, d'amplitude positive Pp", se dirige vers T, chargeant la ligne au potentiel positif P p" ; la réflexion au point T la transforme en une onde négative égale, etc., d'où finalement le régime de potentiel T P a.

Nous avons supposé que les ondes transmises G, L, etc., dans le transformateur, le quittent au point A pour entrer dans les enroulements B et C sans réflexion ; mais, en réalité, il y a une réflexion, d'où des ondes qui se superposent aux précédentes, etc.

De tout cet exposé, il résulte que la mise à la terre d'un point d'une ligne modifie les potentiels de l'installation, grâce à la production d'un ensemble d'ondes constituant une oscillation générale le long du réseau et des transformateurs d'alimentation, à laquelle se superposent des oscillations locales. Lorsque le contact cesse, le réseau revient à son état primitif, par l'intermédiaire d'un nouveau système d'ondes et d'oscillations. Si ces contacts sont intermittents, les isolants se trouvent soumis à des contraintes répétées, soit entre l'enroulement et la masse, soit entre spires, qui finissent par provoquer des percements.

Un phénomène important par ses conséquences vient se combiner avec ceux que nous venons d'étudier. En dehors des interruptions de contact provoquées mécaniquement, l'arc produit lui-même une interruption régulière à chaque demi-période ou alternance de la tension principale, s'éteignant quand le courant passe par zéro et se rallumant dès que la tension à ses bornes atteint une valeur convenable, suivant un mécanisme bien connu rencontré dans la théorie des interrupteurs dans l'huile. Ces extinctions et réallumages successifs produisent, chacun, l'ensemble des oscillations étudiées plus haut, dont la durée est d'ailleurs très courte par rapport à l'alternance principale par suite de leur amortissement énergique, et la répétition des contraintes instantanées correspondantes devient très dangereuse pour les isolants.

Mais, de plus, le fait que ces interruptions ont lieu synchroniquement avec les alternances du courant principal entraîne la production de surtensions, non plus instantanées, mais variant suivant une fréquence égale à la fréquence principale ou à un de ses multiples ou sous-multiples voisins.

Plusieurs tentatives d'explication de ces surtensions très destructives pour les isolants ont été données, mais aucune n'est encore absolument certaine. Il semble que la plus intéressante soit celle de MM. J. Peters et J. Slepian [1], dont nous allons exposer brièvement le principe, en prenant d'abord le cas d'une installation monophasée.

Soit (fig. 5), une installation monophasée, qui comprend un transformateur développant une force électro-

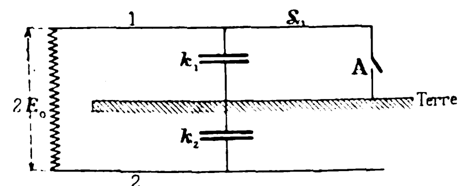


Fig. 5. — **Arc à la terre dans un réseau monophasé.**

motrice maximum $2E_0$, deux fils 1 et 2 symétriques par rapport à la terre, avec capacités correspondantes k_1 et k_2 supposées égales et placées au milieu de la ligne et un arc à la terre A, entre le fil 1 et le sol. Les phénomènes oscillatoires dépendent de la propriété caractéristique de l'arc de s'éteindre quand le courant s'annule et de se rallumer quand la tension à ses bornes présente une valeur suffisante. Pour avoir une limite extrême des surtensions possibles, l'auteur admet que l'arc s'éteint au zéro exact du courant et se rallume seulement lorsque la tension aux bornes du condensateur k_1 atteint sa valeur maximum.

Avant que l'arc A se produise, la force électromotrice $2E$ du générateur est répartie symétriquement sur les

[1] Tensions induites par les arcs à la terre ; J. Peters et J. Slepian. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, août 1923, t. XLIII, p. 781.

deux condensateurs et les différences de potentiel u_1 et u_2, par rapport à la terre, aux bornes de ces condensateurs, sont données par les deux sinusoïdes opposées de la figure 6, dont l'amplitude est E_0.

Supposons qu'à l'instant B_1, au maximum de ces tensions, l'arc A s'allume. La résistance de l'arc, étant très faible, peut être considérée comme un court-circuit;

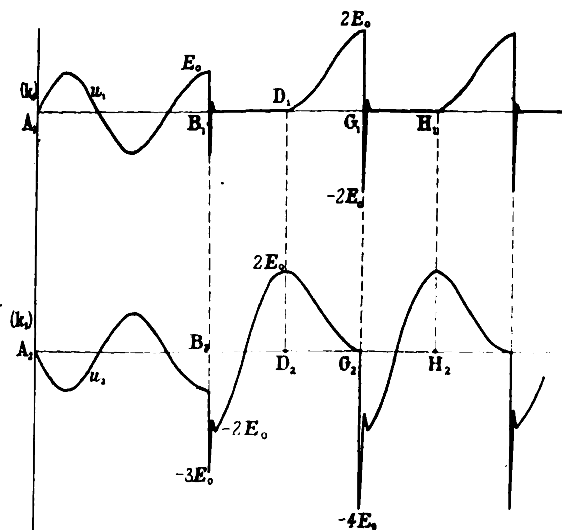


Fig. 6. — Surtensions dues à l'interruption périodique d'un arc à la terre d'un réseau monophasé.

la tension aux bornes du condensateur k_1 exécute une oscillation quart d'onde très amortie, d'amplitude E_0, de pulsation très grande correspondant à la présence en série de la capacité k_1 et de l'inductance $\mathcal{L}_1$ de la ligne; puis, après cette oscillation, la tension u_1 tombe à zéro et reste nulle pendant que l'arc subsiste.

Aux bornes du condensateur k_2 la tension u_2 égale à E_0 va prendre la valeur $-2E_0$, en exécutant une oscillation d'amplitude E_0 autour de la position finale; le potentiel du fil 2 atteint ainsi la valeur $-3E_0$. Cette oscillation est de fréquence beaucoup plus faible que celle du condensateur k_1, car l'onde qui la constitue parcourt le fil 2, l'enroulement du transformateur et le fil 1. La marche de cette onde a été étudiée plus haut, et c'est elle qui provoque une contrainte dangereuse dans les isolants, soit entre spires par son front raide d'amplitude E_0 majorée de la surtension de la réflexion dans l'entrée du transformateur, soit entre fils et masse par le potentiel $-3E_0$ atteint par les conducteurs.

L'oscillation du condensateur k_2 s'amortit assez rapidement, par suite des pertes dans le transformateur, bien qu'elle corresponde à l'inductance de fuites du transformateur ajoutée à celle de la ligne et qu'elle ait une fréquence plus faible. A ce moment, le courant dans le condensateur devient le courant de charge sous la tension $2e$, soit le double de la valeur normale quand les deux condensateurs k_1 et k_2 sont en série et, pendant l'alternance B_2D_2 qui suit l'instant B_2, la tension u_2 suit une loi sinusoïdale de $-2E_0$ à $+2E_0$, pendant que la tension u_1 reste nulle.

A la fin de l'alternance, à l'instant D_1, la tension u_2 étant maximum, le courant de charge s'annule et l'arc A s'éteint. Le courant de charge passe alors à travers les deux condensateurs en série, avec sa valeur normale, développant une tension égale aux bornes des deux capacités. Seulement, au moment de la rupture de l'arc, le condensateur k_2 est chargé à la tension $2E_0$ et, si l'on suppose qu'il n'y a pas de fuite appréciable à travers les isolants, les potentiels u_1 et u_2 sont élevés d'une quantité constante $+E_0$, u_1 variant pendant l'alternance D_1G_1 de zéro à $+2E_0$ tandis que u_2 décroît de $2E_0$ à zéro.

Lorsque la tension u_1 atteint son maximum $2E_0$, l'arc s'allume à nouveau; le condensateur k_1 subit une oscillation amortie d'amplitude $2E_0$, la tension u_1 devenant nulle; dans le condensateur k_2, le potentiel passe de la valeur zéro à la valeur $-2E_0$ par une oscillation d'amplitude $2E_0$, amenant ce potentiel à la valeur de pointe $-4E_0$. L'onde qui traverse l'enroulement est alors d'amplitude $2E_0$ et la contrainte des isolants est doublée de ce fait.

A partir de ce moment, le courant de charge de valeur double amène, en une alternance, le potentiel u_2 de $-2E_0$ à $+2E_0$; le courant s'interrompt, les potentiels varient : u_1, de zéro à $2E_0$ et u_2, de $2E_0$ à zéro et l'arc se rallume avec les mêmes oscillations que précédemment et le phénomène se reproduit indéfiniment, avec une oscillation d'amplitude $2E_0$ majorée de la surtension à l'entrée et une pointe de potentiel de $4E_0$ toutes les deux alternances, c'est-à-dire à chaque période de la tension principale.

La présence d'une charge $2kE_0$ sur la ligne isolée de la terre au moment de la rupture de l'arc entraîne donc une aggravation considérable des contraintes subies par les isolants, puisque l'onde dangereuse a son amplitude initiale doublée de ce fait et que le potentiel de pointe a sa valeur augmentée de $3E_0$ à $4E_0$.

Dans la pratique, ces valeurs sont des maxima, qui sont réduits par le fait que l'arc peut se rallumer avant le maximum de la tension u_1, ce qui diminue la charge restante sur le condensateur et, par suite, l'amplitude de l'oscillation qui se produit à ce moment.

Si la ligne, au lieu d'être ouverte à l'extrémité opposée au générateur, est connectée à un transformateur en étoile, les phénomènes sont analogues; seulement, l'oscillation du condensateur k_2, au lieu d'être constituée par une onde de décharge combinée avec une onde réfléchie à l'extrémité ouverte, est formée de la superposition des deux ondes partant du contact à la terre dans les deux sens l'une à travers le transformateur de départ, l'autre à travers le transformateur d'arrivée, comme il a été expliqué plus haut.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse de la mise en charge d'une capacité ponctuelle à travers une inductance ponctuelle ou de la mise en charge d'une ligne à inductance et capacité réparties, l'oscillation s'exécute symé-

triquement autour de la tension de régime, par suite avec une surtension (amortissement non compris) égale à l'écart entre la tension de départ et la tension de régime.

La surtension due à la réflexion de l'onde initiale à l'entrée d'une machine d'impédance d'onde plus grande que la ligne s'ajoute à l'amplitude de l'onde de pénétration et, par suite, à la contrainte entre spires, mais non généralement à la pointe de tension résultant de l'oscillation complète (car elle s'amortit pendant ce temps); elle n'agit donc guère sur la contrainte des isolants par rapport à la masse.

Nous pouvons maintenant passer au cas du courant triphasé.

Soit un réseau triphasé, à neutre isolé, ouvert à une extrémité, comme celui de la figure 1, dans lequel un arc à la terre s'établit entre le fil 1 et la terre, court-circuitant ainsi la capacité k_1 correspondante (en pointillé sur la figure). Supposons que cet arc de terre s'allume au moment du maximum de la force électromotrice e_1 et s'éteigne lorsque le courant qui le traverse s'annule pour se rallumer au moment où la tension u_1 entre la ligne et le sol, tension aux bornes de la capacité k_1, passera par son maximum.

Nous pouvons représenter l'allure du phénomène par les courbes de la figure 7, analogues à celles du réseau monophasé. Prenons comme origine des temps, le point

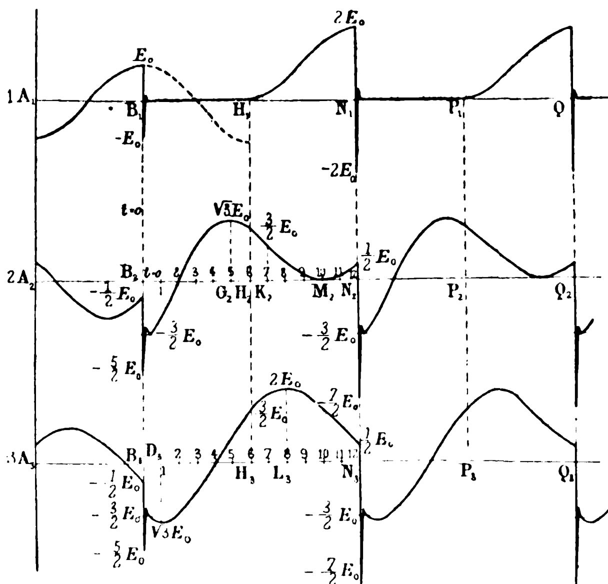


Fig. 7. — Surtensions dues à l'arc de mise à la terre en courant triphasé.

B où la force électromotrice étoilée e_1, d'amplitude E_0, est maximum et positive, et soit T la période principale. Le réseau étant supposé symétrique, avec des capacités à la terre k_1, k_2 et k_3 égales entre elles, le neutre est au potentiel du sol et les potentiels des trois lignes sont, à l'instant $t = 0$, $u_1 = E_0$; $u_2 = u_3 = -\frac{E_0}{2}$. Au moment de l'allumage de l'arc formant court-circuit, le potentiel u_1 tombe à zéro, après oscillation jusqu'à $-E_0$, et les potentiels u_2 et u_3 deviennent $-\frac{3}{2}E_0$, avec oscillation d'amplitude E_0 et pointe de $-\frac{5}{2}E_0$; l'amplitude initiale de l'onde de décharge est E_0.

Pendant l'alternance suivante, la tension u_1 reste nulle.

Les potentiels des deux autres fils u_2 et u_3, représentés par les vecteurs $\overline{AB}$ et $\overline{AC}$ de la figure 2, décrivent alors un demi-cycle d'amplitude $E_0\sqrt{3}$; pour le fil 2, le potentiel, supposé en retard de $\frac{2\pi}{3}$ sur celui du fil 1, s'annule au temps $t = \frac{2}{12}T$, devient maximum avec une valeur $\sqrt{3}E_0$ au temps $t = \frac{5}{12}T$ (point G_2) et, à la fin de l'alternance, il est égal à $\frac{3}{2}E_0$ (point H_2) ; pour le fil 3, le potentiel atteint le minimum $-\sqrt{3}E_0$ au temps $t = \frac{1}{12}T$ (point D_3), s'annule au temps $t = \frac{4}{12}T$ et, à la fin de l'alternance, il est, comme celui du fil 2, égal à $\frac{3}{2}E_0$ (point H_3). A ce moment, le *courant* dans *l'arc de terre*, courant égal à la somme des courants dans les deux capacités k_2 et k_3, représenté par le vecteur $\overline{AD}$ de la figure 2, en quadrature avec la force électromotrice e_1 s'annule, la force électromotrice e_1 étant minimum, comme le montre le tracé en pointillé entre B_1 et H_1. L'arc se rompt et le condensateur k_1 reprend sa place dans le circuit des trois capacités k_1, k_2 et k_3.

Les potentiels des trois fils décrivent, à partir de ce moment, des cycles d'amplitude E_0, mais comme, au moment de la rupture de l'arc, les condensateurs k_1 et k_2 sont chargés à la tension $\frac{3}{2}E_0$ (charge totale $3kE_0$), ces cycles de potentiel sont déportés de E_0 au-dessus du potentiel du sol. Pendant la seconde alternance H_1N_1, u_1 va de 0 à $2E_0$; le potentiel u_2, qui normalement serait nul au temps $t = \frac{7}{12}T$ (point K_2) prend, à ce moment, la valeur E_0 et s'annule au point M_2, au temps $t = \frac{10}{12}T$, pour avoir à la fin de l'alternance, en N_2, au temps $t = T$, la valeur $\frac{1}{2}E_0$ (au lieu de $-\frac{1}{2}E_0$, au commencement de la période) ; le potentiel u_3 atteint le maximum $2E_0$ en L_3 au temps $t = \frac{8}{12}T$ et, comme u_2, la valeur $\frac{1}{2}E_0$ au temps $t = T$.

A la fin de cette deuxième alternance, la tension étant maximum aux bornes du condensateur k_1, l'arc de terre se rallume ; sur le fil 1, le potentiel s'annule avec

une oscillation de $2 E_0$ à $-2 E_0$ et une onde de décharge d'amplitude initiale $2 E_0$; sur les deux autres fils, le potentiel passe de $\frac{1}{2} E_0$ à la valeur de régime $-\frac{3}{2} E_0$, avec oscillation dont la pointe atteint $-\frac{7}{2} E_0$, sous l'action de la même onde de décharge d'amplitude initiale $2 E_0$. A partir de là le phénomène se reproduit périodiquement.

En résumé, dans le cas d'un réseau triphasé avec neutre isolé, à l'allumage du premier arc de terre, les isolants sont soumis à une contrainte entre spires produite par une onde de décharge d'amplitude E_0, majorée de la surtension de réflexion, et à une contrainte à la masse d'après un potentiel de E_0 pour la phase à la terre et $2,5 E_0$ pour les autres phases. Aux réallumages suivants, ces contraintes sont augmentées d'autant plus que l'arc s'amorce plus près du maximum de tension, le maximum théorique atteint étant de $2 E_0$ pour l'amplitude de l'onde de décharge, non compris la surtension de réflexion, et un potentiel de $2 E_0$, pour la phase à la terre et, de $3,5 E_0$, pour les deux autres phases.

Si la ligne, au lieu d'être ouverte à l'extrémité réceptrice, est connectée à un transformateur en étoile, les conclusions sont les mêmes ; les phénomènes sont analogues, sauf la modification de la forme des ondes mobiles qui a été expliquée plus haut : la réflexion de l'onde de décharge à l'extrémité ouverte est remplacée par la superposition des deux ondes à sens de circulation inverses.

Lorsque l'un des transformateurs est connecté en triangle, par exemple, celui de l'extrémité réceptrice (fig. 8), le phénomène prend une allure particulière.

Supposons que la phase A, placée au milieu pour la

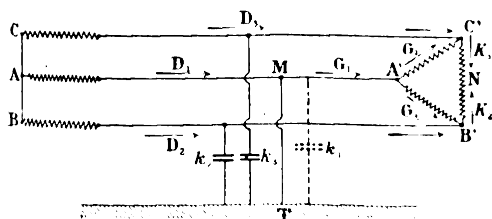


Fig. 8. — Surtensions dans un transformateur en triangle.

symétrie de la figure, soit mise à la terre par un arc MT, suivant le mécanisme déjà expliqué.

L'onde de décharge D_1 vers l'extrémité génératrice se divise, dans le transformateur en étoile, en deux ondes D_2 et D_3 se dirigeant vers l'extrémité réceptrice ; ces deux ondes se rencontrent respectivement aux points B' et C' avec les deux ondes G_2 et G_3 qui proviennent de la division de l'onde de droite G_1. En ces points B' et C', ces ondes se superposent en partie pour élever (en valeur absolue) le potentiel des conducteurs B et C, suivant le même mécanisme que dans les réseaux avec transformateurs en étoile ; mais, en même temps, deux ondes, chacune de tension égale à la tension ainsi développée sur les fils B et C, pénètrent dans la phase B'C' du transformateur en triangle en se dirigeant l'une vers l'autre et produisent dans l'enroulement, en commençant par le milieu, un potentiel double de celui qui a été développé sur les conducteurs, avec oscillation plus ou moins complexe en demi-onde dans cet enroulement. La valeur théorique maximum du potentiel ainsi atteint serait $7 E_0$, si la réflexion complexe en B' et C' doublait l'amplitude de l'onde mobile $2 E_0$ comme une réflexion sur une extrémité ouverte ; dans la pratique, elle sera sûrement moindre, mais encore très considérable.

A notre avis, ce phénomène doit être la cause d'un certain nombre de perforations entre conducteur et la masse au milieu de l'enroulement d'une phase, dans des transformateurs connectés en triangle.

Nous avons été consulté sur un cas qui nous paraît rentrer dans cette catégorie. Dans un réseau à la tension composée de 10 000 V et neutre isolé, des transformateurs monophasés, groupés en triangle, étaient installés dans une usine réceptrice. Un des transformateurs, ayant été perforé, fut remplacé par un transformateur de réserve qui subit bientôt le même sort. Le premier transformateur réparé fut mis en remplacement d'un autre dans une autre phase et ce dernier, substitué au transformateur avarié. Alors que ce transformateur déplacé n'avait pas encore eu d'accident, dès qu'il fut mis dans la phase dangereuse, il fut rapidement avarié.

Comme les disruptures avaient toutes eu lieu aux environs du milieu de l'enroulement, l'une entre spires et les autres, entre fil et masse (autant qu'on peut s'en rendre compte après destruction plus ou moins complète des galettes avariées) et que le milieu de l'enroulement se trouvait au bas des deux colonnes, il avait été admis que les accidents étaient dus à l'huile, insuffisamment déshydratée, surtout à la partie inférieure du transformateur où l'humidité s'amasse de préférence. Mais ceci n'expliquait toujours pas pourquoi la perforation se produisait uniquement sur une phase du réseau à haute tension et toujours sur la même. A notre avis, la cause devait résider en ce fait qu'un fil du réseau d'alimentation, par suite d'une circonstance, impossible d'ailleurs à vérifier longtemps après l'accident, et toujours ce même fil, avait eu des contacts à la terre fréquents pendant la période des accidents.

III. **Conclusion.** — La grande variabilité des potentiels dans un réseau triphasé à neutre isolé du sol, avec toutes les surtensions qui en découlent, notamment sous l'action des arcs à la terre, constitue un défaut beaucoup plus grave et plus important que tous ceux que peuvent présenter les réseaux à neutre mis directement à la terre, surtout quand ces derniers réseaux sont munis de relais judicieusement disposés pour la protection contre les surintensités. Les inconvénients du neutre isolé sont d'autant plus graves que la tension de fonctionnement est plus élevée et le ré-

seau plus développé. Aussi, pour les très hautes tensions, au delà de 60 000 à 80 000 v, le neutre est-il mis le plus généralement à la terre. Mais la mise directe à la terre est, à notre avis, préférable, au moins dans les lignes aériennes, même pour les réseaux à tension beaucoup plus faible, y compris la tension de 10 000 v et au-dessous.

A. MAUDUIT,
Professeur d'électrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Revues, analyses et informations

Recherches sur l'irrégularité de la réaction dans les turbines Francis [1].

Des essais ont été entrepris, au cours de ces derniers mois, à la Pacific Gas and Electric Co (Californie), en vue d'étudier les causes, tenant à certaines conditions hydrauliques de fonctionnement des machines, qui provoquent des vibrations dans quelques-unes des turbines du système Francis en service dans les usines de la compagnie. La méthode de recherche adoptée consiste à transformer les variations de pression, correspondant à ces vibrations, en impulsions électriques dont la fréquence et l'amplitude peuvent être observées à la vue ou enregistrées, au moyen d'un oscillographe.

Le dispositif imaginé dans ce but qui, sous la poussée des circonstances, a dû être construit d'une façon un peu précipitée avec des moyens de fortune, est représenté schématiquement en figure 1. A un raccord de tuyau d'un diamètre de

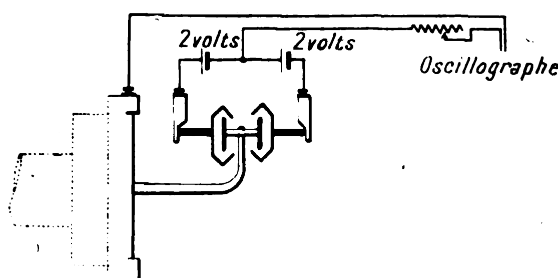


Fig. 1. — Combinaison de diaphragme et d'oscillographe permettant de déceler les vibrations dans les turbines.

38 mm, on a fixé un diaphragme en acier, formant ressort, et d'une épaisseur telle qu'à la pression maximum des expériences, l'affaissement qu'il subit reste encore proportionnel à la variation de pression. (Des indicateurs pour moteurs à explosion, bien connus, fonctionnent suivant ce principe et donnent des résultats satisfaisants). Au centre du diaphragme est assujetti un levier supportant, à son autre extrémité, les éléments centraux (plaquette et charbon) de deux microphones du type communément utilisé dans la télégraphie sans fil d'amateur. Les éléments extérieurs, ou cuvettes, de ces deux microphones, sont reliés, à demeure, au raccord par l'intermédiaire d'un corps isolant qui est utilisé pour recevoir les bornes serre-fils d'un circuit dans lequel sont insérés deux accumulateurs de 2 v. Une troisième borne, mise à la masse au raccord, établit la connexion électrique entre les éléments centraux des microphones et un point situé à égale distance des deux accumulateurs, par un fil de liaison passant par un oscillographe du type portatif. Le dispositif, ainsi qu'on le reconnaît à l'inspection du schéma, représente, au point de vue électrique, un pont ordinaire dans lequel l'oscillographe joue le rôle de détecteur. D'après les connexions indiquées dans la figure, les accumulateurs tendent à faire circuler dans l'oscillographe des courants de sens inverses; les mouvements du diaphragme se traduiront donc, dans cet instrument, par une courbe analogue à celle représentant un courant alternatif et donnant une image fidèle des variations de pression qui se produisent en arrière du diaphragme.

A noter que l'appareil décrit peut être installé en tout point où le branchement d'un manomètre apparaît praticable et que la connexion peut être réalisée, en conservant au dispositif une sensibilité suffisante, par un tuyau, choisi assez court et d'un diamètre de 12,5 mm seulement.

EXÉCUTION ET RÉSULTATS DES ESSAIS. — On sait que, dans l'étendue de la section de chacune des ouvertures d'admission de la roue d'une turbine, la pression varie de la base au sommet et de l'avant à l'arrière, en étroite dépendance avec les caractéristiques de construction suivant lesquelles cet organe est établi. Ce fait a été vérifié, quantitativement, au cours des essais, en faisant usage d'un tube de Pitot, tournant avec la couronne mobile, et dont une branche, ramenée vers l'axe du tube d'aspiration, était reliée, en cet endroit, par un joint approprié, à un tuyau transversal conduisant à un manomètre ou à l'appareil indicateur déjà décrit.

L'existence de différences de pression du genre mentionné étant établie, les variations de pression qui se produisent sur les parois de l'enveloppe spirale d'une turbine et de la conduite forcée qui l'alimente, s'expliquent par voie de conséquence; il est évident, en effet, que, dans les parties de la section d'une ouverture d'admission de la roue où règnent des pressions basses la vitesse de l'eau amenée par les aubes directrices est augmentée, tandis qu'elle est diminuée dans les parties où les pressions sont élevées et ces modifications de vitesse sont susceptibles, ainsi qu'on le verra plus loin, de se traduire, sous certaines conditions, par des surpressions de valeur appréciable.

Si l'on considère une turbine dans laquelle le nombre $(n-1)$ d'ouvertures d'admission de l'aubage mobile est inférieur d'une unité au nombre n d'ouvertures de l'aubage fixe, on voit que, dans l'intervalle de temps égal à $\frac{1}{n-1}$ tour de la roue, les ouvertures de cette dernière auront défilé, successivement devant les ouvertures de la couronne guide, sur tout le pourtour de l'enveloppe spirale, à la façon d'un vernier. Il en résultera la production de $n-1$ impulsions par tour ou encore, par seconde, d'un nombre d'impulsions égal au produit du nombre de tours par seconde par le nombre d'aubes de la roue.

[1] Roy WILKINS, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, novembre 1923, t. XLII, p. 1141-1144, 1500 mots, 14 fig.

En raisonnant d'une façon analogue, on trouve qu'une différence de 2 entre les nombres des aubes des couronnes fixes et mobiles donnera naissance à deux impulsions se déplaçant à demi-vitesse sur le pourtour de l'enveloppe spirale. Avec la combinaison 20-17, correspondant à une différence de nombres d'aubes égal à 3, les impulsions doivent, théoriquement, présenter un caractère irrégulier.

Les oscillogrammes représentés en figures 2 et 3 confirment l'exactitude des prévisions ci-dessus. Le premier donne la courbe de pression d'une turbine de 5 000 kw tournant à la vitessse de 450 t : mn, sous une pression de 15 kg : cm²;

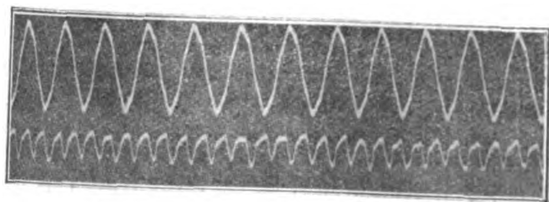


Fig. 2. — Oscillogramme des vibrations d'une turbine de 5 000 kw fonctionnant sous la pression de 15 kg : cm².

les nombres d'aubes respectifs sont de 20 pour la couronne directrice et de 19 pour la roue; la fréquence de l'onde, prise comme comparaison pour la mesure des temps, est de 60 p : s. La machine produit un bourdonnement caractérisé et détermine une vibration qui persiste, quoique avec une intensité décroissante, tout le long de la conduite forcée, sur une distance de 1 100 m, jusqu'à la chambre de mise en charge, endroit où elle devient à peu près imperceptible.

La figure 3 est relative à une machine de même puissance et de même vitesse, fonctionnant également sous la même pression; mais les nombres d'aubes sont ici de 20 pour la couronne fixe et de 17 pour la roue mobile. On n'a point

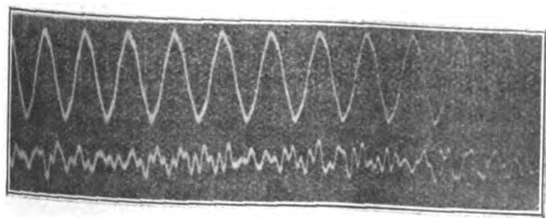


Fig. 3. — Oscillogramme d'une turbine de 5 000 kw fonctionnant sous la pression, pour laquelle on n'a constaté aucune vibration.

observé, dans ce second cas, de bourdonnement ni de vibration, et, cependant, la courbe de l'oscillographe révèle des variations de pression aussi importantes que dans le premier; mais ces variations, circonstance à noter, présentent un caractère nettement irrégulier.

L'article contient une dizaine d'autres oscillogrammes établis dans des conditions d'expérimentation assez différentes, pour ce qui a trait, notamment, à la puissance de la turbine (gamme comprise entre 3 240 et 22 500 kw), la charge, la hauteur de chute, le degré d'ouverture de la vanne. On y trouve, également, quelques précisions relatives au mode d'emploi de l'appareil (nécessité, en particulier, d'éviter l'emprisonnement d'air en arrière du diaphragme) et à son réglage; celui-ci s'effectue en déplaçant, d'une quantité convenable, la cuvette microphonique, par rapport à l'élément central correspondant, de manière à égaliser les déviations, à partir du o, produites, dans l'oscillographe, par chacun des microphones individuellement; on s'assure de ce fait en faisant fonctionner l'appareil, alternativement, avec l'un ou l'autre des microphones déconnecté.

En terminant, l'auteur insiste sur l'importance qu'il convient d'attribuer à la question des variations soudaines de la vitesse de l'eau en mouvement dans les turbines et qui parait, jusqu'ici, n'avoir pas retenu suffisamment l'attention des techniciens. Il remarque, qu'en se basant sur les formules ordinaires de l'hydraulique, une variation de vitesse de 0,012 m : s, est susceptible de déterminer une augmentation de pression de l'ordre de 7 kg : cm², dans le cas, il est vrai, d'une transformation intégrale de l'énergie. Dans la pratique, l'influence de l'élasticité de l'enveloppe spirale et de la conduite forcée, la présence de jeux importants entre les aubages directeur et moteur l'action propre exercée par des combinaisons judicieuses des nombres d'aubes des couronnes fixe et mobile, concourent, dans leur ensemble, à empêcher la variation de pression d'atteindre un chiffre élevé.

Au reste, dans certains modes de construction des turbines, la majeure part de l'énergie contenue dans l'eau, à l'entrée de la roue, s'y trouve sous la forme cinétique et ne peut, en conséquence, donner naissance à aucun des phénomènes étudiés. Dans d'autres systèmes, au contraire, où la réaction joue un rôle plus marqué, les pressions de fonctionnement prennent nécessairement des valeurs plus importantes; c'est principalement dans les machines de ce type qu'il conviendra d'apporter, à la détermination de l'angle d'entrée de l'eau et du jeu, une attention toute spéciale. — L. D.

Nouveaux instruments de mesure perfectionnés pour la mise en parallèle des machines [1].

Les instruments les plus employés sont le voltmètre de déviation nulle et le synchronoscope.

Voltmètre de déviation nulle — L'idée directrice est la suivante : porter au maximum la sensibilité au voisinage du o, et cela par un procédé tel, qu'en cas d'accident au mécanisme amplificateur l'appareil ne soit pas mis hors de service.

Sur le segment c (fig. 1), solidaire de l'axe de rotation de

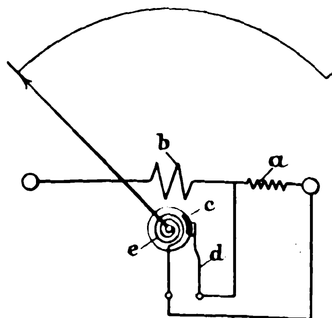


Fig. 1. — Schéma des connexions intérieures du voltmètre de déviation nulle.

la partie mobile, frotte le contact à ressort d. Grâce à cet artifice, la résistance a, montée en série sur la bobine b, se

(1) W. Gorgas, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 novembre 1923, t. XLIV, p. 1011-1013, 2000 mots, 6 fig.

trouve court-circuitée dans la première moitié de la course de l'aiguille. Les déviations sont, par suite, notablement plus fortes. La figure 2 nous indique que la première moitié de l'échelle correspond à environ 10 divisions au lieu de 110

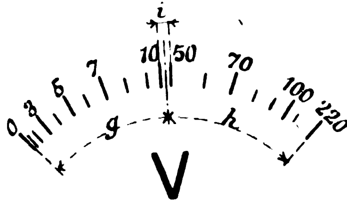


Fig. 2. — Graduation du cadran du voltmètre de déviation nulle.

dans un voltmètre normal ; soit une amplification de sensibilité d'environ 10 : 1.

Ceci posé, soit à coupler deux machines sous une tension de 110 v. Supposons, au début de l'opération, une différence de phase de 180°, se traduisant au voltmètre par l'indication 220 v. Nous diminuons cette différence entre les tensions en agissant d'une façon appropriée sur l'un des alternateurs; mais dès que la tension résultante atteint 50 v, la résistance est court-circuitée. A ce moment, le couple de rotation de l'aiguille augmente brusquement; celle-ci fait un saut dans la partie h ; la résistance est remise en circuit et immédiatement à nouveau court-circuitée. D'où une série d'oscillations qui se reproduisent jusqu'à ce que la tension soit descendue au-dessous de 10 v. A partir de ce moment, l'aiguille reviendra progressivement jusqu'au o.

Pratiquement, en vertu de l'inertie et de l'amortissement, les oscillations se limitent à la zone i, en sorte que l'on peut dire que le réglage comporte trois stades :

L'aiguille parcourt la zone h, se fixe dans la zone i et, vers la fin du réglage, parcourt la zone g pour arriver à o dès qu'il qu'il y a concordance de phase.

Le contact n'est pas sujet à détérioration, la puissance à couper étant très faible : de 2 à 3 V-A à 50 v, de 9 à 13 V-A à 220 v. Si, malgré cela, il lui survenait un accident, le voltmètre fonctionnerait comme voltmètre ordinaire avec résistance montée en série et resterait en état d'assurer la mise en parallèle. C'est un avantage sur les appareils analogues qui utilisent comme amplificateurs des lampes à filament métallique en atmosphère gazeuse et dont le fonctionnement est interrompu par le grillage du filament.

Synchronoscope. — Les appareils rotatifs présentent deux inconvénients : 1° il y a toujours des frottements assez sensibles qui s'accentuent au voisinage de la position de couplage et font que vers ce point l'aiguille progresse par saccades ; 2° pour des fréquences très différentes, la rotation de l'aiguille est trop rapide et le mécanicien éprouve quelque difficulté pour en apprécier le sens. Les constructeurs ont évité ces inconvénients en utilisant un indicateur oscillant, porté par un cadre mobile très léger à pivots montés sur rubis. L'appareil comporte, de plus, trois lampes, pour lesquelles il n'est pas besoin de transformateur de tension spécial. Deux ressorts spiraux empêchent la rotation de l'aiguille. Le couple est rendu proportionnel au produit $EJ \sin \varphi$, grâce à l'emploi d'un condensateur et ainsi on obtient le maximum de sensibilité pour des tensions presqu'en phase, c'est-à-dire vers la fin du réglage. Les lampes extrêmes sont branchées comme des voltmètres de déviation nulle, la lampe médiane étant montée en étoile sur les deux premières comme l'indique le schéma de la figure 3, sur lequel le synchronoscope est représenté en haut et au milieu.

Supposons réalisée l'égalité de phase et de fréquence. L'aiguille se trouve en regard de l'index médian du cadran, les lampes extrêmes sont éteintes, la lampe médiane allumée

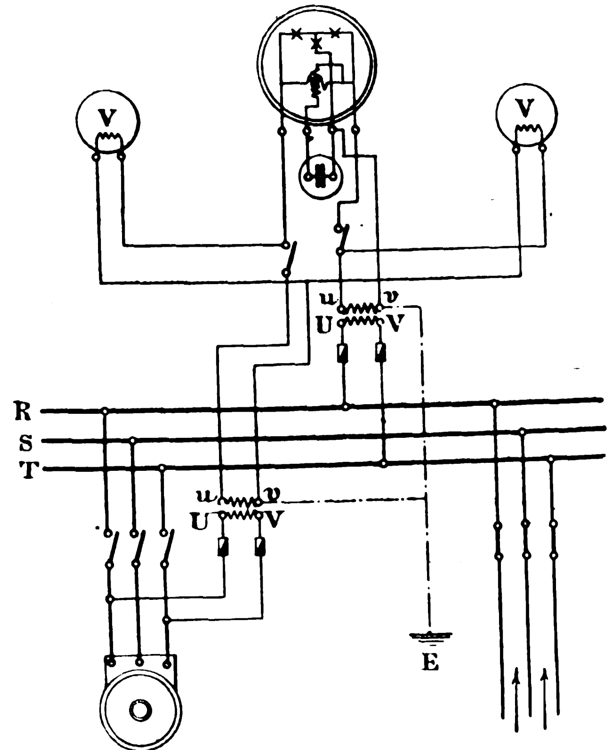


Fig. 3. — Schéma de montage du synchronoscope combiné à deux voltmètres.

(couplage obscur). Si, au contraire, il n'en est pas ainsi, l'aiguille oscille. Supposons qu'il faille ralentir la machine ; le mécanicien ne peut avoir alors aucune hésitation, car, dès que l'aiguille pénètre dans la zone « plus vite », la lampe correspondante s'éteint. Il ne peut voir l'aiguille que sur l'inscription valable pour le cas considéré, en l'espèce « moins vite ».

Supposons maintenant qu'il y ait égalité de fréquence, mais inégalité de phase. L'aiguille se fixe sur une position à droite ou à gauche de l'index, l'éclairage permet de reconnaître s'il s'agit de « moins vite » ou de « plus vite ». Il suffit de modifier la vitesse dans le sens indiqué.

A égalité de fréquence et différence de phases de 180°, l'aiguille se fixe devant l'index, mais la lampe médiane s'éteint.

Dans les appareils nouveaux, l'aiguille, au lieu de se déplacer derrière la glace, se déplace devant.

Synchronoscope combiné avec deux voltmètres portés par le même appareil. — C'est la disposition schématisée sur la figure 3. L'un des voltmètres est branché sur les barres de l'usine, l'autre sur la machine à coupler. — E. F.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Importations et exportations françaises pendant l'année 1923

I. Commerce extérieur total de la France.

Les évaluations que nous donnons ci-dessous, d'après les documents statistiques publiés par l'Administration des Douanes, sont faites, pour les marchandises importées, tant en 1923 qu'en 1922, d'après les déclarations des importateurs, contrôlées par le service des douanes en vue de la perception de l'impôt sur le chiffre d'affaires, et, pour les produits exportés, d'après les taux officiels arbitrés par la commission permanente des valeurs en douane pour l'année 1922.

Pour les exportations de 1923, toutefois, ces derniers taux ont été majorés d'un pourcentage égal à la hausse des prix que font ressortir d'une année à l'autre, les déclarations relatives aux affaires d'importation. On se rappelle qu'en avril dernier, quand fut adopté ce procédé de mise à jour des taux arbitrés, le pourcentage moyen de la hausse par rapport à 1922 avait été fixé aux environs de 11 pour 100. Or, en novembre 1923, la proportion correspondante ne dépassait guère 12 pour 100. Cela prouve que les évaluations faites par l'Administration des Douanes ont été extrêmement prudentes ; dès lors, il ne semble pas à craindre que les taux arrêtés pour les exportations donnent de celles-ci une estimation trop favorable.

Tableau I. — Commerce extérieur total.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES ANNÉES 1923, 1922 ET 1913. (Page 7 des documents officiels.)

Pages des documents officiels		Désignation	Quantités exprimées en tonnes métriques			Valeurs exprimées en milliers de francs		
			1923	1922	1913	1923	1922	1913
7	Importations	I. Objets d'alimentation	5 715 099	5 090 515	5 511 932	7 478 917	5 833 887	1 817 579
		II. Matières nécessaires à l'industrie	47 706 810	44 666 722	37 160 735	20 781 890	14 044 485	4 945 732
		III. Objets fabriqués	1 499 928	1 660 964	1 547 719	4 353 753	4 051 956	1 658 021
			54 921 837	51 418 201	44 220 386	32 614 560	23 930 328	8 421 332
7	Exportations	I. Objets d'alimentation	1 311 927	947 447	1 456 676	3 189 258	1 882 007	838 898
		II. Matières nécessaires à l'industrie	20 403 042	19 083 400	18 299 163	9 348 856	5 807 208	1 858 091
		III. Objets fabriqués	3 042 037	2 583 986	2 283 324	16 232 406	12 271 586	3 617 046
		IV. Colis postaux	32 024	28 024	35 350	1 660 990	1 418 142	566 182
			24 789 020	22 642 857	22 074 513	30 431 510	21 378 943	6 880 217

Pendant l'année 1923, la balance visible de notre commerce extérieur s'est traduite par un excédent d'importations s'élevant à 2 183 050 000 fr ; en 1922, les entrées avaient dépassé les sorties de 2 551 385 000 fr. Ces excédents, qui ne concernent que les échanges apparaissant dans les statistiques, se trouvent compensés largement par les exportations « sur place », en d'autres termes par les dépenses et achats qu'ont effectués en France les visiteurs étrangers.

La valeur des importations et exportations, pendant chacun des huit derniers mois de l'année 1923, sont les suivantes :

Mois de l'année 1923.	Importations. francs	Exportations. francs
Mai	2 596 881 000	2 675 045 000
Juin	2 558 336 000	2 479 391 000
Juillet	2 615 648 000	2 423 781 000
Août	2 633 217 000	2 542 820 000
Septembre	2 613 376 000	2 434 645 000
Octobre	3 068 974 000	2 813 539 000
Novembre	3 160 504 000	2 941 386 000
Décembre	3 863 382 000	3 113 874 000

La comparaison des chiffres de décembre 1923 avec ceux de novembre montre que les importations aussi bien que les exportations se sont fortement accrues d'un mois à l'autre. L'augmentation est toutefois beaucoup plus importante pour les entrées que pour les sorties : elle atteint 172,5 millions de francs pour celles-ci, tandis qu'elle dépasse 702 millions de francs pour les entrées. Le mois précédent les importations avaient progressé de 91,5 millions de francs et les exportations de 128 millions de francs en chiffres ronds.

L'augmentation des importations, par rapport à novembre 1923, porte principalement sur les entrées de matières premières : celles-ci ont dépassé, en décembre, de 525 millions de francs les entrées correspondantes du mois précédent. Les plus-values atteignent notamment : 204 millions de francs pour le coton, 122 millions de francs pour les laines, 47 millions de francs pour la houille.

La balance visible de nos échanges a fait ressortir, en décembre 1923, un excédent d'importation de près de 750 millions de francs ; les entrées avaient dépassé les sorties de près de 220 millions de francs le mois précédent, de 255,5 millions de francs en octobre et de 179 millions de francs en septembre.

Tableau A. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux en ce qui concerne le commerce spécial pour les années 1923 et 1922.*

Désignation	Supériorité en 1923 de l'importation sur l'exportation		Augmentation des importations de 1923 sur 1922		Diminution des importations de 1923 sur 1922		Supériorité en 1923 de l'exportation sur l'importation		Augmentation des exportations de 1923 sur 1922	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs	tonnes	milliers de francs
I. Objets d'alimentation...	4 403 172	4 289 659	624 584	1 645 030					364 480	1 307 251
II. Matières nécessaires à l'industrie...	27 303 768	11 433 034	3 040 088	6 737 405					1 319 642	3 541 648
III. Objets fabriqués........				301 797	161 036		1 542 109	11 878 653	458 051	3 960 820
IV. Colis postaux..									3 990	242 848
	31 706 940	15 722 693	3 664 672	8 684 232	161 036		1 542 109	11 878 653	2 146 163	9 052 567

Importations. — Le tableau I montre que les importations sont passées de 23 930 328 000 fr pour l'année 1922 à 32 614 560 000 fr pour l'année 1923, soit une augmentation de 8 684 232 000 fr, tandis qu'en poids, l'augmentation est faible, passant de 51 418 201 t, pour l'année 1922, à 54 921 837 t pendant l'année 1923, soit une différence de 3 503 636 t.

Comme pour les valeurs, les quantités de produits échangés en 1923 ont été, dans l'ensemble, plus élevées que pendant l'année précédente. Seules, les entrées d'objets fabriqués se présentent en recul de 161 036 t.

L'augmentation atteint 624 584 t, ou 12 pour 100, pour les entrées de denrées alimentaires et 3 040 088 t. ou 7 pour 100 pour les matières nécessaires à l'industrie.

Dans le total de nos importations de matières premières, la houille crue, carbonisée et agglomérée est entrée, pendant l'année 1923, pour 30 672 847 t, contre 28 987 108 t en 1922. Malgré les difficultés dues à l'occupation de la Ruhr, nous avons donc reçu de l'étranger environ 1 700 000 t de charbon de plus que l'année précédente. Mais l'augmentation de nos achats en Grande-Bretagne a entraîné une élévation notable des valeurs. Celles-ci atteignent, pour le charbon importé en 1923, 3 644 794 000 fr; le chiffre correspondant de 1922 avait été de 2 397 763 000 fr.

En comparaison des résultats de 1913, le total de nos importations en 1923 est en augmentation de 24 193 millions 228 000 fr et de 10 701 451 t. L'accroissement porte sur toutes les catégories de marchandises, sauf en ce qui concerne les quantités d'objets fabriqués qui sont en diminution de 47 791 t.

Exportations. — L'examen du tableau I montre que les exportations sont passées de 21 378 943 000 fr pour l'année 1922, à 30 431 510 000 fr pour l'année 1923, soit une augmentation de 9 052 567 000 fr. L'exportation en poids, qui était de 22 642 857 t pour l'année 1922, est

passée à 24 789 020 t pour l'année 1923, soit une augmentation de 2 146 163 t.

En comparaison avec les résultats de 1913, on voit que la valeur totale est passée de 6 880 217 000 fr à 30 431 510 000 fr, soit une augmentation de 23 551 millions 293 000 fr.

Si on considère maintenant que le poids des matières exportées est resté sensiblement le même, l'augmentation n'étant que de 2 714 507 t, on voit que le coefficient d'augmentation en valeur, qui est d'environ 5, est relativement plus élevé que celui du change dont la moyenne peut être approximativement fixée à 4 pendant l'année

Tableau II. — Répartition, suivant les principaux pays, du commerce total.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES ANNÉES 1923 ET 1922 (PAGES 196 ET 197 DES DOCUMENTS OFFICIELS)

DÉSIGNATION DES PUISSANCES	IMPORTATIONS (VALEURS DÉCLARÉES)				EXPORTATIONS (VALEURS ARBITRÉES)			
	1923	1922	augmentation des importations de 1923 sur 1922	diminution des importations de 1923 sur 1922	1923	1922	augmentation des exportations de 1923 sur 1922	diminution des exportations de 1923 sur 1922
	milliers de francs				milliers de francs			
Suède	424 318	389 177	35 141		128 540	65 643	62 897	
Norvège	166 037	132 476	33 561		68 913	41 203	27 708	
Grande-Bretagne	5 272 169	3 407 420	1 864 749		6 154 663	3 960 500	2 194 163	
Allemagne	1 048 331	1 297 018		249 187	1 085 566	1 969 828		884 262
Pays-Bas	1 002 288	700 475	301 813		630 551	395 752	234 799	
Union économique belgo-luxembourgeoise (A)	2 404 112	1 736 892	667 220		5 805 836	4 015 454	1 790 382	
Sarre	711 480	654 071	57 409		967 110	365 832	601 278	
Suisse	601 635	540 097	61 538		2 113 007	1 001 651	1 111 356	
Tchéco-Slovaquie	209 327	290 526		81 199	53 672	62 587		8 915
Italie	1 223 758	803 587	420 171		1 181 352	797 090	384 262	
Espagne	607 911	349 792	258 119		907 351	518 099	389 252	
Japon	308 850	406 500		197 650	176 337	100 527	75 810	
Etats-Unis	5 049 060	3 863 873	1 185 187		2 490 644	2 006 757	483 887	
Brésil	691 303	454 041	227 262		251 938	158 412	93 526	
République argentine	1 271 620	796 366	475 254		612 643	314 245	298 398	
Canada	371 716	164 844	206 872		182 017	111 112	70 905	
Autres pays étrangers	8 272 117	5 634 332	2 637 785		3 551 764	2 372 826	1 178 938	
TOTAUX des pays étrangers	29 536 032	21 631 987	8 432 081	528 036	26 361 904	18 257 520	8 997 561	893 177
Algérie	1 225 048	970 203	254 845		2 068 724	1 716 319	352 405	
Tunisie	301 428	199 525	101 903		426 439	265 627	160 812	
Maroc	122 063	78 732	43 331		486 217	487 801		1 584
Sénégal	275 627	202 557	73 070		194 839	94 834	100 005	
Madagascar	150 243	61 893	88 350		113 113	84 813	28 300	
Indo-Chine française	331 529	199 030	132 499		415 973	257 640	158 333	
Autres colonies et pays de protectorat	666 042	586 401	79 641		364 301	214 389	149 912	
TOTAUX des colonies françaises et pays de protectorat	3 071 980	2 298 341	773 639		4 069 606	3 121 423	949 767	1 584
TOTAUX GÉNÉRAUX	32 608 012	23 930 328	9 205 720	528 036	30 431 510	21 378 943	9 947 328	894 761
	AUGMENTATION pour l'année 1923.		8 677 684		AUGMENTATION pour l'année 1923.		9 052 567	

1923 par rapport à 1913 pour les pays où la valeur du franc est dépréciée. Or, la valeur des exportations pour ces pays entrent pour 20 milliards de francs sur les 30 milliards de francs d'exportation totale.

Dans ce chiffre de 20 milliards, nous ne faisons pas entrer celui de 6 milliards, qui concerne nos exportations en Algérie et dans nos colonies.

RÉPARTITION, SUIVANT LES PRINCIPAUX PAYS, DU COMMERCE TOTAL. — L'examen du tableau II montre que la provenance de nos importations et la direction de nos exportations ont subi des modifications notables durant l'année 1923. Nos importations de Grande-Bretagne ont beaucoup augmenté, passant de 3 407 millions de francs en 1922 à 5 272 millions de francs en 1923; mais, en

même temps, nos exportations se sont beaucoup accrues, passant de 3 960 millions de francs en 1922 à 6 154 millions de francs en 1923.

Nos transactions avec l'Espagne et l'Italie ont été plus actives en 1923 que durant l'année 1922, grâce aux accords commerciaux passés avec ces deux pays. Nos exportations dans les autres pays de l'Europe occidentale (Sarre, Suisse, Pays-Bas), ainsi que dans la plupart

Tableau III. — Matériel électrique.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES ANNÉES 1921, 1922 ET 1923.

Pages des documents officiels		Désignation	Quantités exprimées en quintaux métriques 1923	1922	1921	Valeurs exprimées en milliers de francs 1923	1922	1921
106	IMPORTATIONS	I. Machines dynamo-électriques, pesant 1 000 kg et plus	30 029	35 320	40 949	31 172	28 624	37 837
		— 50 kg et moins de 1 000 kg	6 700	7 244	18 246	8 374	7 772	23 383
		— moins de 50 kg	4 286	4 190	3 499	10 371	8 816	7 284
		II. Appareils électriques et électrotechniques, avec enroulement de fil métal. isolé	10 029	7 336	9 625	30 209	18 694	22 879
		sans enroulement	5 322	5 727	8 256	13 770	10 170	16 210
107		III. Bâtis et carcasses de dynamos et moteurs électriques	1 439	139	1 833	184	40	732
92		IV. Lampes électriques à incandescence, à filament de charbon, avec monture	45	18	46	231	118	371
		à filament métallique, id	3 580	3 130	2 524	29 896	28 432	20 094
		sans monture	48	37	25	824	477	319
107		V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	26	42	36	89	105	77
89		VI. Charbons préparés pour usages industriels	2 096	1 416	1 755	1 450	705	1 079
107		VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	2 904	1 146	4 168	5 035	1 607	6 733
		VIII. Induits de machines dynamo-électriques et pièces détachées pour appareils électriques	8 089	4 250	7 047	15 193	7 679	17 601
		IX. Aimants autres que les électroaimants	55	44	29	69	49	31
110		X. Accumulateurs et pièces détachées	3 955	5 229	4 276	2 318	1 813	1 090
		XI. Piles sèches	85	76	89	83	80	76
91		XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès, isolateurs et autres	10 248	8 667	19 967	4 931	2 857	7 108
92		b) Pièces en verre pour l'électricité	5	104	39	2	54	14
			88 941	84 115	122 409	154 201	118 092	163 518
		Exportation de matériel électrique fabriqué en France ou francisé après transformation.						
181	EXPORTATIONS	I. Dynamos et transformateurs	28 292	23 053	19 872	32 847	24 782	23 846
		II. Appareils électriques et électrotechniques	33 561	26 393	28 872	115 987	84 456	115 490
182		III. Bâtis et carcasses de dynamos et de moteurs électriques	195	138	646	74	48	258
166		IV. Lampes à incandescence	3 014	2 159	1 688	23 437	15 540	9 624
182		V. Lampes à arc et pièces détachées en fer ou en acier	106	57	145	183	91	207
163		VI. Charbons préparés pour usages industriels	35 048	14 563	16 492	31 999	12 321	13 952
182		VII. Fils et câbles isolés pour l'électricité	29 045	37 327	29 035	36 713	43 672	26 132
		VIII. Induits de dynamos et pièces pour appareils électriques	6 871	4 374	4 268	14 024	8 268	11 523
		IX. Aimants autres que les électro-aimants	128	36	129	159	41	116
184		X. Accumulateurs électriques et pièces détachées	5 996	6 883	4 341	2 560	2 721	1 661
		XI. Piles sèches	4 044	2 323	2 777	2 273	1 208	1 422
165		XII. a) Pièces pour l'électricité, en porcelaine, faïence, grès blanc ou de couleur, isolateurs et autres	12 811	8 728	10 498	5 329	3 361	6 452
166		b) Pièces en verre pour l'électricité	8 045	3 964	5 559	4 216	1 932	1 417
			167 156	129 998	124 322	269 801	198 441	212 100

de nos colonies (Algérie, Tunisie, Indo-Chine, etc.), se sont sensiblement accrues; elles ont progressé aussi à destination de l'Amérique (Etats-Unis, Canada, Brésil, Argentine); mais l'augmentation des importations en provenance de l'Amérique a été encore beaucoup plus considérable. En 1922, nous avions acheté aux Etats-Unis, au Canada, au Brésil, et à l'Argentine réunis pour 5 289 millions de francs et nous leur avions vendu pour 2 591 millions de francs; la balance commerciale se soldait donc déjà à notre désavantage par un déficit de 2 698 millions de francs. En 1923, nos importations de ces pays sont passées à 7 183 millions de francs et nos exportations ont atteint 3 537 millions de francs, laissant ainsi un déficit de 3 646 millions de francs.

Cette augmention considérable des importations est due, d'une part, à nos grands besoins de céréales au début de 1923, et, d'autre part, à la hausse du prix du coton, des laines brutes et du café; naturellement la baisse du franc a aggravé encore la situation.

II. Importations et exportations de matériel électrique.

Si, comme nous venons de le voir pour le commerce total, les importations pour l'année 1923 sont supérieures, en poids et en valeur, aux exportations, il est intéressant de faire remarquer, en tout premier lieu,

TABLEAU B. — *Indices de supériorité de quelques articles d'importation étrangère de matériel électrique sur l'exportation française pour l'année 1923.*

ARTICLES	SUPÉRIORITÉ DES IMPORTATIONS		OBSERVATIONS
	en valeur	en poids	
	francs	quintaux	
I	17 070 000	12 713	*Dynamos.* — D'une année sur l'autre, l'exportation a augmenté de 8 065 000 fr en valeur et de 5 239 quintaux métriques en poids. L'importation a diminué de 4 705 000 fr en valeur et de 5 749 quintaux métriques en poids.
III	10 000	1 244	*Bâtis et carcasses de dynamos.* — L'exportation a augmenté de 36 000 fr en valeur et de 57 quintaux en poids. L'importation a augmenté de 144 000 fr en valeur, et de 1 300 quintaux en poids.
IV	7 514 000	659	*Lampes à incandescence.* — Cet article a augmenté, d'une année sur l'autre, pour l'exportation, de 7 897 000 fr en valeur et de 855 quintaux métriques en poids. L'importation a augmenté de 1 924 000 fr en valeur et de 488 quintaux métriques en poids.
VIII	1 169 000	1 218	*Induits de dynamos.* — L'exportation a augmenté de 5 756 000 fr en valeur et de 2 497 quintaux métriques en poids. L'importation a augmenté de 7 514 000 fr en valeur et de 3 839 quintaux métriques en poids.
	25 863 000	15 834	Supériorité relative de l'importation.

TABLEAU C. — *Indices de supériorité de quelques articles d'exportation française de matériel électrique sur l'importation étrangère pour l'année 1923.*

ARTICLES	SUPÉRIORITÉ DES EXPORTATIONS		OBSERVATIONS
	en valeur	en poids	
	francs	quintaux	
II	72 008 000	18 210	*Appareils électriques et électrotechniques.* — L'augmentation de l'exportation, d'une année sur l'autre, a été importante. Elle s'est chiffrée par une valeur de 31 531 000 fr et par 7 168 quintaux métriques en poids. L'importation a augmenté de 15 115 000 fr en valeur et de 2 288 quintaux en poids.
V	94 000	80	*Lampes et pièces détachées en fer ou en acier.* — L'exportation a augmenté de 92 000 fr en valeur et de 855 quintaux en poids. L'importation a diminué de 16 000 fr en valeur et de 16 quintaux en poids.
VI	30 549 000	32 952	*Charbons.* — L'exportation a augmenté de 19 678 000 fr, pour une augmentation en poids de 20 485 quintaux. L'importation, bien que fort réduite, s'est accrue cependant de 745 000 fr en valeur et de 680 quintaux en poids.
VII	31 678 000	26 141	*Fils, câbles.* — L'exportation a diminué de 6 059 000 fr en valeur et de 8 282 quintaux en poids. Par contre, l'importation a augmenté de 3 428 000 fr en valeur et de 1 758 quintaux métriques.
IX	90 000	73	*Aimants autres que les électroaimants.* — L'exportation a augmenté de 118 000 fr en valeur et de 92 quintaux en poids. L'importation a augmenté de 20 000 fr en valeur, et de 11 quintaux en poids.
X	242 000	2 041	*Accumulateurs.* — L'exportation a diminué, en valeur, de 161 000 fr et, en poids, de 887 quintaux. L'importation s'est accrue de 505 000 fr en valeur et a diminué de 1 274 quintaux en poids.
XI	2 190 000	3 949	*Piles sèches.* — L'exportation s'est accrue de 1 065 000 fr en valeur et de 1 721 quintaux, en poids. L'importation, fort réduite d'ailleurs, a diminué d'une valeur de 3000 fr et d'un poids de 9 quintaux.
XII	4 612 000	10 603	*Céramique et verrerie.* — L'exportation s'est accrue de 4 252 000 fr en valeur et de 8 164 quintaux en poids. L'importation a augmenté de 2 022 000 fr en valeur et de 1 482 quintaux en poids.
	141 463 000	94 049	Supériorité relative de l'exportation.

que, en ce qui concerne l'industrie électrique, ce sont, au contraire, les exportations qui sont supérieures aux importations. Cela est dû, au point de vue du commerce général, à ce que pour certaines industries et, en particulier, pour l'industrie électrique, les progrès réalisés sont plus que compensés par les pertes subies par d'autres.

L'examen du tableau III, relatif au matériel électrique, montre que la supériorité de l'exportation française sur l'importation étrangère, pour l'année 1923, se chiffre, en poids, par 78 215 quintaux métriques et par 115 millions 600 000 fr en valeur. Pour l'année 1922, cette supériorité des exportations sur les importations n'avait été que de 45 883 quintaux métriques en ce qui concerne le poids et de 80 349 000 fr en ce qui concerne la valeur.

Si l'on compare maintenant les valeurs et les poids des importations pour les années 1923 et 1922, on constate qu'il y a eu augmentation en valeur (36 millions 109 000 fr) dans une proportion de 30 pour 100 tandis qu'il n'y a eu augmentation en poids (4 826 quintaux métriques) que dans une infime proportion de 5,7 pour 100.

Le coût des objets étrangers a donc augmenté dans une très grande proportion en raison de la dépréciation du franc.

La comparaison des exportations, pour les années 1923 et 1922, montre un accroissement de 71 360 000 fr, soit dans une proportion de 36 pour 100 en valeur, et de 37 158 quintaux métriques, soit dans une proportion de 28,6 pour 100, en poids.

L'activité de l'industrie électrique française a donc été importante au cours de l'année 1923.

Les tableaux B et C donnent le détail des supériorités, soit d'importation, soit d'exportation, en ce qui concerne le matériel électrique.

Tableau IV. — Produits électrométallurgiques et électrochimiques.

CHIFFRES EXTRAITS DE LA STATISTIQUE DOUANIÈRE FRANÇAISE CONCERNANT LE COMMERCE SPÉCIAL POUR LES ANNÉES 1923-1922-1921.

Pages des documents officiels		Désignation	Quantités exprimées en quintaux métriques			Valeurs exprimées en milliers de francs		
			1923	1922	1921	1923	1922	1921
70	IMPORTATIONS	I. Aluminium — en lingots ou déchets	12 419	3 108	2 143	5 913	2 187	1 564
		I. Aluminium — battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	2 014	1 133	1 868	4 623	2 111	3 123
70		II. Ferro-alliages — ferro-manganèse	44 954	12 424	25 604	5 127	1 005	4 582
		II. Ferro-alliages — ferro-silicium	5 456	6 417	2 382	715	463	208
		II. Ferro-alliages — autres	9 473	4 557	5 375	4 367	2 213	1 579
73		III. Carbure de calcium	26 313	40 477	23 361	3 317	2 613	1 774
85		IV. Nitrate de calcium et cyanamide calcique	251 693	78 874	73 727	18 371	4 691	3 556
			352 322	146 990	134 460	42 433	15 283	16 386
		Exportation de produits fabriqués en France ou francisés après transformation						
144	EXPORTATIONS	I. Aluminium — en lingots ou déchets	3 235	18 403	3 126	2 902	11 962	2 345
		I. Aluminium — battu, tiré, laminé, filé ou en poudre	9 033	2 133	2 816	13 712	2 346	2 675
144		II. Ferro-alliages — ferro-manganèse	139 908	47 764	25 600	17 349	4 299	3 392
		II. Ferro-alliages — ferro-silicium	66 813	34 485	29 980	5 078	1 897	3 748
		II. Ferro-alliages — autres	10 392	12 632	7 555	935	821	604
106		III. Carbure de calcium	105 834	69 376	58 502	6 244	3 833	4 724
147		IV. Nitrate de calcium et cyanamide calcique	17 865	53 798	1 904	1 411	3 927	169
			353 080	238 591	109 483	47 631	29 085	17 657

III. — Importations et exportations de produits électrométallurgiques et électrochimiques.

L'examen du tableau IV relatif aux produits électrométallurgiques et électrochimiques montre que, pour l'année 1923, l'exportation a été très légèrement supérieure à l'importation en valeur (5 198 000 fr) ; en ce qui concerne les poids, il y a équivalence.

Si l'on compare maintenant les valeurs et les poids des importations et des exporattions entre les années 1923 et 1922, on constate un accroissement considérable.

Pour les importations, cet accroissement a été de 27 150 000 fr en valeur et de 205 332 quintaux métriques en poids. Il a eu lieu principalement, pour le ferro-manganèse et le nitrate de calcium et la cyanamide calcique.

Tableau D. — *Indices du mouvement d'échanges internationaux des principales matières premières électrométallurgiques et électrochimiques pour les années 1923 et 1922.*

Désignation	Supériorité en 1923 de l'importation sur l'exportation		Augmentation des importations de 1923 sur 1922		Diminution des importations de 1923 sur 1922		Supériorité en 1923 de l'exportation sur l'importation		Augmentation des exportations de 1923 sur 1922		Diminution des exportations de 1923 sur 1922	
	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur	en poids	en valeur
	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs	quintaux	milliers de francs
I. *Aluminium :*												
a) en lingots.	9 184	3 011	9 311	3 726							15 168	9 060
b) demi-ouvré.			881	2 512			7 019	9 089	6 900	11 366		
II. a) *Ferro-manganèse*......			32 530	4 122			94 954	12 222	92 144	13 050		
b) *Ferro-silicium*				252	961		11 357	4 363	32 328	3 181		
c) *Autres ferro-alliages*.....		3 432	4 916	2 154			919			114	2 240	
III. *Carbure de calcium*.......				704	14 164		79 521	2 927	36 458	2 411		
IV. *Nitrate de calcium et cyanamide calcique*....	233 828	16 960	172 819	13 680							35 933	2 516
	243 012	23 403	220 457	27 150	15 125		193 770	28 601	167 830	30 122	53 341	11 576

A l'exportation, l'augmentation a été de 18 546 000 fr en valeur et de 114 489 quintaux métriques, en poids.

Le tableau D permettra de se rendre compte facilement de l'augmentation ou de la diminution, en poids ou en valeur, pour chacune des matières indiquées au tableau IV..

Marcel Blondin.

Assemblées générales

Union électrique.

Assemblée générale ordinaire du 28 décembre 1923.

L'exercice 1923, sur lequel le change suisse a encore lourdement pesé, a heureusement bénéficié d'une situation climatologique satisfaisante marquée par des pluies abondantes qui ont permis de réaliser, sur la consommation de combustible, une économie très sensible.

Grâce à la remise en état progressive des installations, et notamment des lignes à haute tension, que la guerre n'avait pas permis d'entretenir normalement, la société a pu fournir, pendant tout cet exercice, un service de distribution régulier qui, dans son ensemble a donné satisfaction à une clientèle sans cesse grandissante.

La consommation d'énergie des réseaux est passée, tant par suite d'abonnements nouveaux dans les distributions anciennes, que du fait de l'alimentation de communes nouvelles, de 26 400 919 kw-h à 30 404 527 kw-h.

Les relations de la société avec sa clientèle, avec les administrations et avec les communes de qui elle dépend, sont devenues des meilleures.

C'est ainsi, notamment, que, pour 7 communes du département de l'Ain, un arrangement amiable a mis fin à des litiges antérieurs,

Pendant l'exercice 1922-1923, la société, s'associant dans toute la mesure où elle peut le faire, au mouvement qui tend à développer l'électricité rurale, est devenue concessionnaire de plusieurs communes situées dans les départements de l'Ain, du Jura, de Saône-et-Loire et du Rhône.

Elle a été également choisie comme concessionnaire par le Syndicat de la vallée du Suran, qui comprend 8 communes de l'Ain ; par le Syndicat de la vallée d'Azergues, qui comprend 22 communes du département du Rhône, et par les Syndicats des communes des cantons d'Arinthod et de Poligny, qui groupent 35 communes du Jura.

Dans ce dernier département, la société, répondant avec empressement à une offre de collaboration technique du Conseil général, a mis sur pied un plan complet d'électrification, et elle en poursuit méthodiquement la réalisation, d'accord avec les communes intéressées et avec l'assemblée départementale.

Pour toutes ces extensions, les subventions des communes ou des syndicats viennent alléger très sensiblement la charge financière qu'exigeraient ces distributions nouvelles.

En prévision de ces extensions, le Conseil se préoccupe depuis longtemps de procurer à la société un appoint important d'énergie hydroélectrique.

C'est ainsi qu'il s'est assuré, grâce à l'appui de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, une puissance importante que doit produire la chute de Viclaire (Société de la Haute-Isère) et qui doit être transmise, jusqu'à Ville-

franche-sur-Saône, par la Société de Transport d'Energie des Alpes. Cette puissance sera livrée à la société dans le courant de l'année 1924, suivant un régime très favorable à la régularisation de ses chutes du Jura.

Des pourparlers sont en cours en vue d'autres achats d'énergie.

Les travaux ont été poursuivis dans les divers secteurs de la société.

Dans le secteur du Saut-Mortier, la station Diesel de Saint-Claude a donné lieu à des travaux de parachèvement. L'effort principal s'est porté sur les travaux destinés à l'alimentation des communes nouvelles dont la société est devenue concessionnaire : 3 communes du département de l'Ain, 24 communes du Jura ont déjà été raccordées au cours du dernier exercice. Ces extensions, ainsi que celles qui leur feront suite, ont rendu nécessaire la construction, à Lons-le-Saunier, d'un petit local servant de magasin.

Dans le secteur de Bourg, la société a également créé des réseaux pour l'alimentation de communes nouvelles; dans les départements de l'Ain et de Saône-et-Loire, 10 communes ont été raccordées.

De plus, les réseaux existants ont donné lieu aux extensions habituelles pour l'alimentation de clients nouveaux.

Les recettes d'électricité se sont élevées, pour l'exercice 1922-1923, à un total de 7433196 fr contre 6523371,15 fr pour l'exercice 1921-1922.

Les recettes de gaz ont été de 335052,35 fr contre 330844,95 fr.

Les recettes diverses ont été de 103276,35 fr contre 82965,70 fr.

Soit un total de 7871524,76 fr.

Les dépenses d'exploitation ont été de 4270739,84 fr contre 5148584,45 pour l'exercice précédent.

De sorte que les produits bruts de l'exploitation s'élèvent à 3600784,86 fr.

Il faut y ajouter le revenu du portefeuille et les intérêts divers, soit 19360,40 fr, ce qui donne 3620145,26 fr.

Enfin, si l'on en déduit les charges sociales comprenant : les frais généraux, les charges des emprunts, une attribution au fonds de renouvellement, le montant des obligations de la série A sorties au tirage et le montant de la provision à constituer pour l'amortissement ajourné des obligations des séries B et C, soit ensemble 3568357,56 fr, il reste un bénéfice net de 51787,70 fr.

Les résultats de l'exercice ont permis de réaliser un apurement sensible des engagements de la société en Suisse; elle a pu reprendre l'alimentation si indispensable du fonds de gros entretien et de renouvellement. Ce compte n'est autre que celui qui figurait dans le bilan de la société, au 1er juillet 1922, sous la rubrique : « Fonds d'amortissement des immobilisations », et auquel le Conseil a jugé préférable de donner, conformément aux usages, la dénomination ci-dessus qui répond mieux au rôle attribué à ce fonds spécial.

Ce compte s'élevait, au début de l'exercice, à 491750 fr; il a été porté à 991750 fr par l'attribution de 500000 fr que le Conseil a décidé de lui faire, en attendant qu'il soit possible de compenser les insuffisances dues à la période de la guerre, et de porter ce compte à un chiffre qui soit plus en rapport avec la situation économique actuelle.

Le Conseil a cherché un arrangement auprès des porteurs d'obligations des séries B et C.

Conformément à cet arrangement, le tirage annuel des obligations des séries B et C a été ajourné; malgré cela, il a fallu constituer une provision d'un montant égal à la valeur nominale des obligations qui, selon les tableaux d'amortissement, devaient être amorties pendant l'exercice écoulé, et qui sont au nombre de 433. Il a fallu, en même temps, amortir proportionnellement le compte qui représente, à l'actif, la « prime de remboursement des obligations 5 pour 100, série C ».

Le bénéfice de l'exercice 1922-1923 ressort à 51787,70 fr.

Il faut en déduire tout d'abord 5 pour 100 pour la réserve légale.

Le reste, 49198,32 fr, est reporté à nouveau.

Bilan au 30 juin 1923.

Actif.

		fr
Fonds de commerce, frais de constitution et de premier établissement		pour mémoire.
Secteur de Saint-Claude :		
Immeubles, ouvrages hydrauliques, usines, réseaux et divers		13 924 292,78
Secteur de Bourg :		
Immeubles, usines, réseaux et divers		7 848 081,59
Appareils en location		428 714,75
Mobilier, outillage et automobiles		224 530,70
Concessions, études, projets divers		52 545,70
Prime de remboursement, obligations 5 pour 100.		379 865,57
Caisses		102 805,62
Banques		264 557,80
Quittances à recouvrer		734 291,85
Clients divers		492 737,30
Cautionnements		5 473,50
Comptes d'ordre		207 850,10
Divers		765 760,70
Portefeuille et participations	1 566 837 »	
Titres à libérer	641 500 »	
		924 537 »
Matériel et marchandises en magasin		1 593 685,10
		27 939 730,06

Passif.

	fr
Capital représenté par 70 000 actions de 100 fr.	7 000 000 »
Obligations 4 pour 100, série A, 1898	410 500 »
Obligations 4,5 pour 100, série B, 1909	2 737 000 »
Obligations 5 pour 100, série C, 1914	4 976 500 »
Réserve légale	62 653,05
Réserve pour marche thermique	50 000 »
Réserve pour risque de change	730 000 »
Amortissement des obligations amorties en 1915-1922 à remboursement ajourné	1 300 500 »
Fonds de gros entretien et renouvellement	991 750 »
Coupons restant à payer sur actions et obligations	180 984,36
Obligations à rembourser	1 203 000 »
Créanciers divers	8 235 407,40
Solde bénéficiaire exercice 1922-1923	51 787,70
Reliquat des exercices antérieurs	9 647,05
	27 939 730,06

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur la déduction à la base prévue pour le calcul de l'impôt général sur le revenu.

Le « Journal officiel » du 9 janvier 1924 publie, page 7 des « Documents parlementaires, Chambre des Députés » la question et la réponse qui suivent :

19291. — M. Marcellot, député, expose à M. le ministre des Finances que l'article 8 de la loi du 30 novembre 1923 exempte de l'impôt général sur le revenu les personnes dont le revenu imposable n'excède pas la somme de 7000 fr; que le législateur a certainement voulu dire que les contribuables ne seraient taxés qu'à partir de 7000 fr et demande s'il est admissible de prétendre qu'une personne, ayant plus de 7000 fr de revenu, devrait continuer à être taxée à partir de 6000 fr pour l'impôt général sur le revenu.

Réponse. — L'article 8 de la loi du 25 juin 1920 fixe à 6000 fr la quotité de la déduction à la base prévue pour le calcul de l'impôt général sur le revenu n'ayant pas été modifié, il s'ensuit que, bien que l'article 8 de la loi du 30 mars 1923 ait affranchi de cet impôt les personnes dont le revenu global ne dépasse pas 7000 fr, celles qui y sont assujetties doivent continuer à être taxées, comme par le passé, sur la fraction de leur revenu qui excède 6000 fr. La fixation à 7000 fr de la limite d'exemption, en matière d'impôt général, a, d'ailleurs, eu pour unique but d'éviter que cet impôt n'atteignît des contribuables n'ayant d'autres revenus qu'un traitement ou un salaire inférieur à cette somme et exonérés de l'impôt sur les traitements et salaires, par application de l'article 6 de la loi du 30 mars 1923, qui a fixé à 6000, 6500 ou 7000 fr, selon la population des communes, la quotité des abattements à la base prévus pour le calcul de ce dernier impôt. Mais, il n'y avait pas la même raison de modifier, pour les contribuables jouissant d'un revenu supérieur à 7000 fr, la quotité de la déduction à la base applicable en matière d'impôt général. Les explications utiles ont été données à ce sujet dans l'exposé des motifs (p. 4) concernant le projet de loi n° 4938 d'où sont issues les dispositions des articles 6 à 8 de la loi du 30 mars 1923, et c'est dès lors en connaissance de cause que le législateur s'est prononcé.

Sur le calcul des bénéfices de guerre des sociétés détentrices de sommes déposées en compte courant.

Le « Journal officiel » du 11 janvier 1924 publie, page 15 des « Débats parlementaires, Sénat », la question et la réponse qui suivent :

6037. — M. Japy, sénateur, demande à M. le ministre des Finances si son Administration comprend dans les bénéfices imposables à la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre les intérêts des sommes déposées en compte courant dans les sociétés, soit par des tiers, soit par des associés, alors que ces sommes ne produisent qu'un intérêt normal, ne donnent droit à aucune part des bénéfices de la société et peuvent être retirées sur simple préavis donné par le déposant. (Question du 26 novembre 1923.)

Réponse. — Les sommes versées en compte courant à une société par des tiers non associés doivent être considérées, comme de simples prêts et les intérêts qui leur sont servis, constituant une charge de l'entreprise, doivent à ce titre, être déduits dans l'évaluation du produit net appelé à servir de base à la contribution extraordinaire.

Pour ce qui est des intérêts alloués aux comptes courants des associés, ils sont, conformément à l'article 6 de la loi du 31 juillet 1920, également admis en déduction, mais seulement dans la limite du taux des avances de la Banque de France et à condition que les sommes versées ne constituent pas un complément de l'apport social, qu'elles puissent être retirées moyennant un simple préavis, sans le consentement des autres associés et qu'elles ne soient pas rémunérées par une part supplémentaire dans les bénéfices.

Sur les stipulations de paiements suivant le cours des monnaies étrangères.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1022 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

20411. — M. François, député, demande à M. le ministre de la Justice : 1° si dans l'état actuel de la législation, il est permis à un prêteur d'argent ou à un vendeur de stipuler dans un contrat « que les payements devront toujours équivaloir au moins au cours actuel du franc français, selon la Bourse du jour à New-York » ; 2° dans le cas de l'affirmative, si le ministre compte prendre les mesures nécessaires pour faire défendre de pareilles clauses et les faire annuler si elles ont été faites. (Question du 30 janvier 1924.)

Réponse. — Sur le premier point : il n'appartient qu'à l'autorité judiciaire de statuer souverainement sur la validité, dans l'état actuel de la législation, de la stipulation tendant à faire varier le montant d'une somme, payable en monnaie française, suivant la valeur qu'aura cette monnaie sur un marché étranger à l'échéance du contrat. Sur le second point : le projet de loi que le Gouvernement a déposé, le 26 janvier 1924, sous le n° 7043, sur le bureau de la Chambre, en vue de prohiber les payements stipulés en monnaies autres que la monnaie légale, contient une disposition frappant expressément de nullité la stipulation ci-dessus analysée.

Sur le droit de timbre exigible sur les quittances constatant versement d'un acompte.

Le « Journal officiel » du 19 janvier 1924 publie, p. 181 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19482. — M. Charles Bernard, député, demande à M. le ministre des Finances, quel est le droit de timbre exigible sur quatre acomptes de 300 fr chacun donnés en payement d'une somme de 1 200 fr; s'il y a lieu, ainsi que le prétend l'Administration, d'apposer quatre timbres de 1 fr sur les quatre quittances partielles ou bien, si on ne doit apposer sur celles-ci que les timbres correspondant à la valeur de l'acompte, en l'espèces quatre timbres de 50 centimes. (Question du 4 décembre 1923.)

Réponse. — L'article 55 de la loi du 25 juin 1920 assujettit les titres, libératoires ou non, qui constatent des payements ou des versements de sommes, à un droit de timbre « fixé à 25 centimes, quand les sommes n'excèdent pas 100 fr, à 50 centimes, quand les sommes sommes sont comprises entre 100 et 1 000 fr, à 1 fr, quand les sommes excèdent 1 000 fr. ». Il résulte de ce texte que la quotité du droit de timbre applicable se détermine, non pas d'après l'importance des sommes dues, mais d'après le montant des sommes dont le payement ou le versement est constaté. En conséquence, lorsqu'une quittance constate un versement partiel et rappelle en outre des versements antérieurs, elle est passible du droit de timbre au tarif fixé pour la somme totale dont le créancier se reconnaît en possession (versement actuel et virements antérieurs réunis). Mais lorsqu'une quittance constate purement et simplement le versement d'un acompte, sans rappeler les sommes acquittées antérieurement, elle ne donne ouverture à l'impôt qu'au tarif fixé pour le montant de cet acompte. Si donc les quittances visées par l'honorable député ne constatent que des versements de 300 fr, sans rappeler les versements antérieurs, chacune d'elles n'est passible que d'un droit de timbre de 50 centimes.

Sur l'enregistrement des baux relatifs aux fonds de commerce.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1021 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

20445. — M. Paul Tapponnier, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si un fonds de commerce donné à bail avec un immeuble par nature et des immeubles par destination, pour une période de neuf années, avec dédite réciproque au bout des troisième et sixième années, doit être enregistré pour neuf ans malgré la réquisition d'enregistrement faite par les parties pour les trois premières années seulement; 2° si l'Administration peut émettre la prétention de percevoir sur les neuf années en prétendant que le fractionnement n'est pas applicable aux baux comprenant des biens meubles. (Question du 1er février 1924.)

Réponse. — Le payement du droit de bail par périodes triennales n'est autorisé que pour les baux d'immeubles, à l'exclusion des baux de biens mobiliers (Cass. civ., 20 février 1912, Dall. 1912, 1. 369.). Dans le cas visé par l'honorable député, les contractants doivent indiquer, par voie de déclaration estimative, la partie du prix global afférente aux biens mobiliers et la partie qui s'applique aux biens immeubles. Pour la première fraction, le droit d'enregistrement doit être immédiatement perçu sur toute la durée du bail, c'est-à-dire sur les neuf années. Seule la portion correspondant à la location immobilière peut bénéficier du fractionnement triennal de la perception.

Sur l'imposition des représentants de commerce soit au titre des bénéfices non commerciaux, soit au titre des traitements et salaires.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1021 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

20440. — M. Barthe, député, demande à M. le ministre des Finances si un représentant de commerce qui représente plusieurs maisons est imposable à l'impôt sur les salaires ou à l'impôt sur les bénéfices des professions non commerciales. (Question du 1er février 1924.)

Réponse. — S'il prête son entremise pour l'achat ou la vente de marchandises sans être lié par aucun engagement et s'il perçoit indifféremment une commission de l'acheteur ou du vendeur, ou si, opérant pour le compte des maisons qui l'emploient, il agit cependant en son nom et sous sa responsabilité, le contribuable en question exerce une profession commerciale et il est, par suite, passible de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. Par contre, si tout en conservant la liberté de ses agissements, l'intéressé opère sans s'engager lui-même et s'il est exclusivement rétribué par les maisons qui l'occupent, on doit le considérer comme exerçant une profession non commerciale et il se trouve dans le cas d'être soumis à l'impôt qui frappe les revenus de cette catégorie. Enfin, s'il est placé sous la dépendance étroite des maisons pour le compte desquelles il opère, le contribuable en cause n'est qu'un simple employé et doit être assujetti à l'impôt sur les traitements et salaires.

Sur les abatements à la base pour l'impôt cédulaire sur les pensions et sur les traitements.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1020 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

20399. — M. Lobet, député, signale à M. le ministre des Finances, que les contribuables, retraités d'administration, mis dans l'obligation par les exigences de la vie, leur retraite étant insuffisante, de chercher dans l'industrie privée un surcroît de revenus, sont imposés, au titre de l'impôt sur les salaires, en totalisant leur pension de retraite avec leur nouveau salaire, et demande au ministre s'il n'y a pas dans ce fait une fausse interprétation de l'article 6 de la loi du 30 mars 1923, exonérant de tous impôt les pensions n'excédant pas 6 000 fr, 6 500 fr ou 7 000 fr selon la localité. (Question du 30 janvier 1924.)

Réponse. — L'article 6 de la loi du 30 mars 1923 ayant supprimé la distinction établie par la législation antérieure pour l'assiette et le calcul de l'impôt entre les pensions et rentes viagères, d'une part, et les traitements et salaires, d'autre part, il s'ensuit que les revenus de l'une et l'autre catégorie dont bénéficie un même contribuable doivent être totalisés et faire l'objet d'une taxation unique, l'intéressé ne pouvant dès lors bénéficier qu'une seule fois des déductions à la base prévues par ledit article. L'Administration ne peut que s'en tenir à l'application de cette règle, qui résulte des termes mêmes de la loi.

Sur les abatements à la base pour l'impôt cédulaire sur les salaires et traitements.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1020 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés » la question et la réponse qui suivent :

20398. — M. Lobet, député, demande à M. le ministre des Finances si l'application de l'article 6 de la loi du 30 mars 1923, définissant le nouveau taux d'abatement à la base pour l'impôt sur les salaires et traitements, s'entend pour les revenus réalisés en 1922, ou seulement pour ceux réalisés en 1923, dont l'impôt est percevable en 1924. (Question du 30 janvier 1924.)

Réponse. — Le dernier alinéa de l'article 6 de la loi du 30 mars 1923, qui prévoit que les dispositions contenues dans ledit article sont applicables à partir du 1er janvier 1923, doit être interprété en ce sens que les dispositions dont il s'agit doivent recevoir leur première application pour l'établissement des cotisations dues au titre de l'année 1923 et portant sur les revenus de 1922.

8e Année Tome XV — N° 11. 15 Mars 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.



Compagnie Générale d'Electricité

Foire de Lyon

Groupe 3 — Stands 392 et 393
Groupe 9 — Stands 95 à 98
Groupe 32 – Stand 28

REG. COMM. SEINE Nº 21516

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

Directeur : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 11. 15 MARS 1924.

Nécrologie : Mrs Hertha Ayrton. — Au cours de l'année qui vient de s'écouler, la science anglaise a fait, en la personne de Mistress Hertha Ayrton, une perte qui frappe également le monde des électriciens en raison de la part importante prise par cette physicienne dans la découverte des lois si complexes qui régissent l'arc électrique.

En annonçant sa mort, survenue en août 1923, notre confrère « The Electrician » donnait sur la vie de Mrs Ayrton quelques renseignements que nous reproduisons ci-dessous, en nous excusant que diverses circonstances nous aient empêché de rendre plus tôt cet hommage à ses travaux.

Née à Portsea, la future savante s'était montrée de bonne heure très douée pour le travail scientifique. Sortie de l'école à l'âge de seize ans, elle dût donner des leçons pour vivre ; elle entra quelques années plus tard au Girton College où elle ne tarda pas à y conquérir des grades mathématiques. En même temps elle imaginait un sphygmographe destiné à enregistrer les battements du pouls, appareil auquel elle devait renoncer d'ailleurs plus tard, à cause d'une antériorité. A son retour à Londres, elle prit un brevet pour un autre dispositif, servant à diviser une ligne en un certain nombre de parties égales. En 1884 seulement, elle commença à s'adonner à l'électricité ; à l'automne de cette même année, elle entra au Finsburg College : c'est là qu'elle devait rencontrer le professeur Ayrton, qu'elle épousait l'année suivante. En 1893, pendant un voyage de son mari en Amérique, Mrs Ayrton fut amenée à exécuter sur l'arc électrique une série d'expériences importantes qu'elle relata dans l'« Electrician », en 1895 et 1896. Elle en exposa la suite devant la British Association en 1895, 1897 et 1898. Parmi ses travaux ultérieurs, citons un mémoire sur le sifflement de l'arc, présenté en 1899 devant The Institution of electrical Engineers, un autre sur la lumière de l'arc, présenté devant le Congrès international d'Electricité à Paris (1900) et un troisième sur le mécanisme de l'arc présenté devant la Royal Society (1901). Mrs Ayrton avait publié, en outre, dans un volume, un compte rendu général de ses travaux. — Toutes ces recherches du plus haut intérêt, qui aujourd'hui sont devenues classiques, ont valu à Mrs Ayrton de nombreuses récompenses. Elue membre de l'Association of electrical Engineers pour son mémoire sur le sifflement de l'arc électrique, elle partageait ensuite avec M. Blondel l'honneur d'une adresse de félicitations du Congrès international d'Electricité, pour son mémoire sur la lumière de l'arc. Proposée en 1902 pour la dignité de

fellowship à la Royal Society, elle ne fut cependant pas nommée, car les statuts de la Société interdisaient l'élection d'une femme. Par contre, en 1906, la Royal Society lui décernait la médaille Hughes. Pendant la grande guerre, Mrs Ayrton n'était pas restée inactive et elle avait mis généreusement sa science au service des besoins de l'heure. On lui doit une invention très ingénieuse et qu'on utilisa beaucoup, l'éventail Ayrton, dont le rôle était de purifier l'atmosphère des tranchées en chassant les gaz empoisonnés.

Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs. — Nous avons publié dans les numéros du 23 février et du 1er mars 1924 le rapport concernant les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec la collaboration de la Commission technique de l'Automobile-Club, du Laboratoire central d'Electricité et de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

L'intérêt des résultats de ces essais ont décidé l'Union des Syndicats de l'Electricité à préparer une nouvelle série d'épreuves qui aura lieu au mois de septembre prochain, suivant un programme analogue à celui qui avait été adopté en 1923.

Les constructeurs qui désireraient participer à ces épreuves sont priés de se faire connaître le plus tôt possible au secrétariat général de l'Union des Syndicats de l'Electricité, boulevard Malesherbes, 25, à Paris.

Index économique des matières déterminantes entrant dans la construction du matériel électrique. — Nous informons nos lecteurs que, pour permettre aux intéressés de connaître plus rapidement les fluctuations des cours des matières premières, l'Index économique établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques, qui paraissait jusqu'ici deux fois par mois dans le « Bulletin R. G. E. », sera dorénavant publié chaque semaine. Les prix indiqués dans l'Index seront ceux du samedi de la semaine précédant celle de la publication.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ; Séance du 23 février 1924. — L'ordre du jour de la séance annonçait, en premier lieu, une communication de M. Eugène Brillié, ingénieur des Arts et Manufactures, sur *la traction sur voie ferrée par moteurs à combustibles liquides.*

Dans les véhicules pour voies ferrées actionnés par des moteurs à combustibles liquides, la transmission de la puissance du moteur aux essieux s'effectue soit directement, par des organes purement mécaniques, soit indirectement, par l'intermédiaire d'un fluide liquide, de l'air comprimé ou encore de l'électricité. Dans le cas où les moteurs sont du type Diesel, la transmission indirecte de la puissance a été jusqu'ici uniquement employée et, comme, dans ce mode de transmission, il est le plus souvent fait usage de l'électricité systèmes électriques Crochat, Westinghouse, Sulzer, Polar-Deva, Lavizzari, systèmes électromécaniques Pieper, Thomas, etc.), le développement de la traction sur voie ferrée par moteurs à combustibles liquides ne saurait laisser indifférents les constructeurs électriciens.

Ce mode de traction présente d'ailleurs sur la traction à vapeur certains avantages économiques; l'économie peut, en effet, atteindre jusqu'à 50 pour 100, pour une même charge, lorsqu'on utilise le moteur Diesel avec transmission électrique de la puissance, comme l'ont montré les résultats de l'exploitation de plusieurs compagnies suédoises et des chemins de fer tunisiens: suivant le conférencier, 1 tonne d'huile brûlée dans un moteur Diesel remplace 7 à 8 tonnes de charbon brûlé dans un foyer de locomotive. L'économie serait plus importante encore si, comme l'expérience en a montré la possibilité, les huiles minérales que l'on utilise ordinairement pour l'alimentation des moteurs Diesel étaient remplacées par des huiles végétales, que nos colonies peuvent nous fournir en abondance et à bon compte.

La seconde communication portée à l'ordre du jour était celle de M. Jean Fieux, ingénieur des Arts et Métiers, conseil technique aux Etablissements Schneider, sur un *conjoncteur-disjoncteur à friction et son application aux véhicules auto-moteurs comme embrayage automatique.*

Nous ne ferons que signaler ce conjoncteur-disjoncteur, sa description ne pouvant guère être comprise sans figures à l'appui. Disons toutefois que cet appareil permet la transmission de la puissance motrice aux différents véhicules d'un convoi, avec tous les avantages de cette répartition de la puissance sur les différents essieux et qu'il constitue, en outre, un limiteur de couple précis, protégeant contre toute surcharge le moteur actionnant le véhicule ou le convoi. Ajoutons qu'il a subi l'épreuve de la pratique par son application sur une automotrice de la Compagnie des Chemins de fer de l'Etat qui a parcouru actuellement 25 000 km en service normal d'exploitation et que les résultats obtenus dans cet essai ont conduit à en faire l'application à dix autres automotrices semblables qui vont être mises en exploitation.

Bibliographie : **Manuel pratique du dessinateur électricien**, par H. de Graffigny, ingénieur civil [1]. — Etant donné le grand développement de la science électrique, la profession de dessinateur électrique est amenée à devenir importante. Or, elle exige deux choses essentielles : la connaissance des principes du dessin et aussi, à un degré moindre mais cependant notable, celle de la construction des machines et appareils électriques.

L'auteur a tenu compte de ces deux nécessités et il a divisé son ouvrage en deux parties. Il traite d'abord du matériel et de l'outillage du dessinateur, de l'exécution des tracés, des titres, etc. ; ceci fait l'objet des trois premiers chapitres. Le chapitre IV est consacré à la représentation des organes généraux tels que les vis, boulons, écrous, bornes, etc. ; les chapitres suivants constituent la deuxième partie et contiennent la description de l'appareillage électrique, des génératrices à courant continu et à courant alternatif, des transformateurs, des accumulateurs et, en dernier lieu, des réseaux et usines de distribution. Cette deuxième partie se rapproche beaucoup, d'ailleurs, des nombreux ouvrages de vulgarisation que l'auteur a écrits à propos de l'industrie électrique. — Y. G.

[1] Un volume, format 19 cm × 12 cm, de 196 pages, avec 78 figures dans le texte, édité par la librairie Desforges, 29 quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 7,50 fr ; franco, 8,25 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le système métrique en Extrême-Orient

Dans un précédent article [1], *l'auteur a exposé comment le système métrique, après s'être implanté peu à peu en Russie, était devenu d'un usage obligatoire dans ce grand pays. Dans l'article ci-dessous, il montre que, dans trois pays de l'Extrême-Orient, la Chine, le Japon et le Siam l'introduction du système métrique a passé par les mêmes phases préliminaires et que, si son usage n'y est pas encore rendu obligatoire, cela ne saurait tarder.*

Introduction. — Les deux grands empires d'Extrême-Orient, la Chine et le Japon, marchent rapidement vers le système métrique; et le Siam, beaucoup plus petit, envisage depuis longtemps la réforme, qui a commencé, chose digne de remarque, par l'action des ingénieurs australiens chargés du cadastre. Il ne s'agit plus aujourd'hui que d'une question de temps, et de peu de temps, pour voir le système devenir obligatoire dans tout l'est asiatique. Nous ne parlons pas, bien entendu, des colonies qui, comme l'Indo-Chine, suivent les lois de la métropole, avec un décalage nécessité par la diffusion des connaissances et la création d'un outillage particulier. Aux Philippines, le système métrique, implanté par les Espagnols, a été maintenu lorsque ces îles ont passé sous la domination américaine; enfin, l'on sait que la Hollande a adopté depuis plus d'un siècle le système métrique, ce qui en assure l'emploi dans les grandes îles qui bordent le Pacifique.

Nous allons voir quelle fut la marche de la législation au Japon, en Chine et au Siam.

I. Japon. — Le système métrique est mentionné, pour la première fois, dans la loi du 23 mars 1891 qui, en le déclarant légal au Japon, fixe, en fonction de ses unités fondamentales, les valeurs du *shaku* et du *kwan*, unités de la longueur et de la masse. Le shaku est en effet déclaré égal à 1/3,3 m et le kwan à 3,75 kg. Les unités locales se trouvaient ainsi arrondies de façon à rendre les transformations faciles.

Depuis lors, l'introduction du système métrique n'a cessé de faire des progrès. Une loi du 4 mars 1909, modifiée par la loi du mois d'avril 1919, les a consacrés et manifesté par là le ferme dessein de voir, dans un avenir plus ou moins éloigné, disparaitre les unités anciennes pour laisser le système métrique subsister seul.

C'est ainsi que le gouvernement de l'Empire a inséré, il y a déjà une quinzaine d'années, dans le programme d'études des écoles primaires, des notions relatives aux poids et mesures du système métrique; de même, dans l'armée, parmi les médecins et les pharmaciens, dans l'industrie électrique, le système est presque exclusivement employé; dans les publications relatives à la physique et à la chimie, son application est évidente; enfin, la nouvelle loi sur les douanes a basé ses tarifs sur le système métrique, à l'exception de quelques articles.

Une loi imposant l'emploi du système métrique a été votée par le Parlement japonais le 25 mars 1921; elle a été promulguée au mois d'avril de la même année sous le numéro 71. En voici les dispositions principales :

Article premier. — L'unité de longueur est le mètre e celle de la masse est le kilogramme.

Le mètre est la longueur représentée par le mètre prototype international à la température de l'eau pure à l'état de glace fondante.

Le kilogramme est la masse du prototype international du kilogramme.

Art. 2. — Le mètre et le kilogramme seront représentés en fonction du mètre prototype et du kilogramme prototype, attribués au Japon par la première Conférence générale des Poids et Mesures.

L'article 3 donne, conformément à la nomenclature métrique, les dénominations des multiples et sous-multiples des unités de longueur, de superficie, de volume et de masse et poursuit :

Quant aux dénominations, aussi bien des poids et mesures stipulés par les articles précédents, que celles de leurs mulples ou sous-multiples, qui doivent être employés pour mesurer la terre ou peser les liquides, ainsi que pour d'autres cas spéciaux, elles seront fixées ultérieurement par décret impérial.

Cette loi est suivie de dispositions transitoires dont voici la teneur :

Art. 5 bis. — Tous poids et mesures ainsi que toutes unités des poids et mesures autres que ceux établis par la présente loi ou par les décrets se rapportant à ladite loi sont frappés de l'interdiction d'usage, soit pour les transactions, soit pour la constatation, hormis les cas stipulés par décret impérial.

La date de la mise en vigueur de la presente loi sera fixée par décret impérial.

[1] Le système métrique en Russie: Ch.-Ed. Guillaume. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. xv, p. 205-206.

L'emploi des poids et des mesures actuellement en usage, conformément aux dispositions du décret impérial demeure provisoirement toléré.

La loi serait de nul effet, si le décret impérial n'était pas rendu; mais nous avons tout lieu de bien augurer des dispositions de la couronne à l'égard du système métrique. En effet, lorsque Son Altesse le prince Hirohito, aujourd'hui régent de l'Empire, élabora le plan de son voyage en Europe, il y inscrivit : *voir le mètre*. En temps ordinaire, étant donnés les règlements auxquels est soumise l'ouverture du caveau des prototypes, il n'eût pas été possible de déférer au vœu du prince. La visite, exceptionnellement, put avoir lieu, grâce au fait que le Comité international des Poids et Mesures avait décidé que, dans l'année 1921, des comparaisons seraient exécutées dans lesquelles interviendrait le mètre international. Avec les formalités prescrites, le caveau des prototypes fut ouvert et le prince et sa suite furent admis à voir les étalons fondamentaux du mètre et du kilogramme.

II. **Chine**. — Au moment même où siégeait la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, en septembre 1907, se répandit la nouvelle que le Gouvernement chinois avait décidé d'unifier ses poids et mesures, demeurés variables suivant les provinces ou les négoces. Chaque dynastie, en effet, avait modifié les unités fondamentales, et toutes les mesures ainsi adoptées successivement avaient laissé des traces dans la métrologie chinoise. Aussi, à l'est et à l'ouest de Pékin, on employait un *tch'e* (pied) différent, et celui dont se servaient les maçons n'était pas le même que le tch'e des charpentiers.

Vers la fin de la même année, Son Excellence Liou She-Shun, ministre plénipotentiaire de l'Empire chinois à Paris, s'étant enquis des conditions auxquelles le Bureau international des Poids et mesures se chargerait de déterminer les valeurs des étalons représentant les unités chinoises, des indications très circonstanciées sur l'organisation du Système métrique et sa situation actuelle dans le monde entier furent remises à la Légation de Chine, en même temps qu'une liste d'étalons et d'instruments de mesure, dont le Gouvernement chinois fit plus tard l'acquisition.

Cependant, 100 négociants anglais, parmi les plus importants de la Cité de Londres, firent une démarche collective auprès du Gouvernement chinois, et lui remirent un mémorandum dans lequel ils démontraient que, si les deux plus grands empires du monde avaient un même système de mesure, la prépondérance en serait assurée. Ils recommandaient donc ni plus ni moins que l'adoption du système britannique par la Chine. Mais ils arrivaient un peu tard; le gouvernement chinois était entièrement renseigné déjà sur les avantages du système métrique, et la réforme qui fut inaugurée peu après lui faisait déjà une large place.

La loi porte la date du 29 août 1908. Le *tch'e* est régularisé à 32 cm exactement, et ses subdivisions sont décimales. Le *tchang* vaut 10 tch'e; le *lyi* fait exception; sa valeur est de 360 tch'e.

Les superficies participent du système décimal et du système sexagésimal, qu'on trouve partout en Extrême-Orient.

Pour les masses, l'unité est le *kin*, de 16 *leang*, ou 597 g; cette unité n'a rien de métrique, mais nous verrons comment elle se relie aux unités des pays voisins.

Peu après, la République fut installée à Pékin; ce fut le signal d'une nouvelle avance vers le système métrique. Ainsi, le Conseil des ministres soumit, en 1913, à l'approbation du pouvoir législatif, une loi dont l'article 1er est :

La République chinoise adopte, comme seul système légal des Poids et Mesures, le système métrique décimal.

Cette loi, qui a été suivie d'un plan d'extension prévoyant l'emploi obligatoire et intégral du système métrique dans un intervalle de dix années, ne semble pas avoir été approuvée dans son entier. Mais le 31 mars 1914, un décret fut promulgué, dont voici les articles principaux :

Article premier. — Les poids et mesures auront pour prototypes le mètre et le kilogramme en platine, institués par la Conférence internationale des Poids et Mesures.

Art. 2. — Les poids et mesures sont classés en deux catégories, comme il suit :

A. *Système du pied du service des Travaux publics et de la Balance du Trésor.* — — L'unité de longueur est, dans ce système, le pied du service des Travaux publics; l'unité de poids est le *taël* de la Balance du Trésor.

Un pied du service des Travaux publics est égal aux 32 centièmes du mètre étalon, mesurés entre le 0 et le 100, à la température de 0° du thermomètre centigrade. Un taël de la Balance du Trésor est égal aux 37301 millionièmes du poids du kilogramme étalon.

B. *Système international des poids et mesures en usage courant.* — L'unité de longueur est le mètre; l'unité de poids est le kilogramme.

Un mètre représente la longueur intégrale de l'étalon métrique, mesurée du 0 au 100, à la température de 0° du thermomètre centigrade.

Un kilogramme représente le poids de l'étalon kilogrammique.

L'article 3 donne la nomenclature complète des deux systèmes adoptés. La portée de la loi est précisée dans les articles 10 et 11, qui ont la teneur suivante :

Art. 10. — Chaque ministre pourra, par arrêté ministériel, décider que l'une des catégories de poids et mesures mentionnées à l'article 2 sera seule en usage dans les affaires de son service.

Art. 11. — Le ministre de l'Agriculture et du Commerce pourra, en cas de nécessité, restreindre, par voie d'arrêté ministériel, l'usage des poids et mesures de la catégorie A de l'article 2.

En résumé, les deux systèmes légaux en Chine reposent sur les prototypes internationaux, directement pour le second et, pour le premier, par l'intermédiaire de coefficients numériques. Le système métrique prend donc une prépondérance métrologique certaine. Un commencement d'exécution a eu lieu, car un décret a

imposé l'emploi du système métrique dans les chemins de fer dès le 1[er] janvier 1921.

III. **Siam.** — Le Gouvernement du Siam a procédé, à partir de l'année 1889, à l'introduction partielle du système métrique dans certains départements de l'État, et notamment dans les Travaux publics. Sa diffusion fut si rapide que le gouvernement britannique, voulant s'enquérir en 1899 de la situation du système métrique dans le monde, recueillit sur le Siam les indications ci-après :

Le système métrique est employé par le Département des Chemins de fer, depuis huit ans pour la construction et depuis trois ans pour le trafic, et son introduction n'a présenté aucun inconvénient ; le système donne satisfaction et il ne se manifeste aucun désir de retourner aux systèmes anciens...

Les ingénieurs britanniques, employés depuis quelques années par le Département des Travaux publics, ont accepté le système métrique et, après quelques mois, déclarent invariablement sa supériorité sur tout autre système [1].

Pour comprendre de quel point la réforme devait partir, il faut savoir qu'aucune vérification officielle n'était organisée; les poids en laiton, en forme d'oiseaux, étaient fabriqués dans des usines privées et librement répandus dans le public; même, pour les liquides, l'unité de mesure était simplement une demi-noix de coco; le volume assez vague qu'elle définissait était nommé *tanan*.

En 1897, Sa Majesté Chulalongkorn institua une commission royale chargée d'étudier la réforme complète des mesures siamoises; la question, reprise à diverses époques, aboutit d'abord à une réforme partielle consistant dans la fixation du *wah*, unité usuelle de longueur, à la valeur exacte de 2 m; d'un autre côté, le *tanan* avait été arrêté à 0,92 litre, et l'on envisageait déjà sa fixation à la valeur exacte de 1 litre; enfin, la petite unité de masse, le *baht* ou *sital* (en même temps unité monétaire) était réputé valoir 15 g, et le *tchang*, grande unité, 1 200 g.

Enfin, le 17 décembre 1923, une loi était promulguée, dont voici les articles principaux :

ART. 9. — L'unité fondamentale de longueur est le mètre, défini comme étant la distance, à la température de la glace fondante, des axes de deux traits tracés sur une barre de platine iridié, déposée au Bureau international des Poids et Mesures, et déclaré, par la Première Conférence des Poids et Mesures, être l'étalon prototype du mètre.

Pour le Siam, le mètre sera représenté par la longueur définie en fonction d'un étalon vérifié par le Bureau international des Poids et Mesures.

L'article 12 contient une définition semblable pour le kilogramme.

[1] *Reports from Her Majesty's Représentatives abroad*, part II.

Pour ménager la transition, chaque article donne d'abord la définition des unités métriques, et ensuite celle des unités locales adaptées à des mesures métriques. Ce sont le *wah* de 2 m, le *sen* de 4 m, le *sauk* de 1/2 m, le *keup* de 1/4 de mètre ; le *kwien* de 2 000 litres, le *ban* de 1 000 litres, le *sat* de 20 litres, le *tanan* de 1 litre ; le *picul* de 60 kg, le *catty* de 600 g, le *carat* de 20 centigrammes.

On peut donc dire que, à partir de maintenant, le système métrique est entièrement obligatoire au Siam, bien que plusieurs de ses unités doivent être désignées encore par des termes locaux. Le picul de 60 kg est une unité partout en usage dans l'Extrême-Orient ; il correspond à la charge d'un homme. Le catty est relié au picul par un rapport décimal ; il est très voisin du kin chinois. En somme, on admet encore des termes locaux qui, sans cela, deviendraient illégaux, mais seraient partout employés, comme en France, dans les halles et marchés, la livre est une abréviation usuelle pour un demi-kilogramme.

La nouvelle loi du Siam présente un grand intérêt, non parce qu'elle impose le système métrique à une nombreuse population — les Siamois sont à peu près sept millions, — mais parce qu'elle représente un modèle susceptible d'entraîner d'autres réformes en Extrême-Orient. Les Siamois sont arrivés rapidement à un haut degré de civilisation ; l'Inde est leur voisine ; cela encourage tous les espoirs.

Conclusion. — La Chine, le Japon et le Siam nous donnent un exemple d'une réforme marchant pas à pas, mais sûrement vers son achèvement. Dans ces trois États, la première étape a donné, à des mesures un peu disparates et en somme mal fixées, une valeur exprimée par des nombres simples en fonction des unités métriques, en même temps que le système métrique était rendu facultatif, et même obligatoire pour certaines applications ; enfin, après avoir créé une accoutumance et un outillage suffisants, on a placé le système métrique au premier rang. L'adoption intégrale du système métrique n'est plus, dès lors, qu'une question de temps. Si même quelques unités métriques portent encore des noms locaux, on ne saurait y voir un inconvénient. Le chinois, par exemple, diffère tant des langues européennes, que certains jugent impossible de prononcer le mot *mètre* dans la langue de Confucius, parce que l'r n'existe pas en chinois ; on a proposé dès lors de nommer le mètre *sin tch'e*, ce qui veut dire : nouveau tch'e. L'essentiel n'est pas dans le mot, mais dans la chose.

La réforme globale en Extrême-Orient, qui dotera du système métrique 500 millions d'humains, est dès maintenant virtuellement accomplie.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Revues, analyses et informations

Le calcul des inductances pour les circuits à haute fréquence [1].

L'auteur cherche les dimensions et les dispositions les meilleures en vue d'obtenir le minimum pour le rapport $\frac{R}{L}$ dans les inductances des circuits à haute fréquence. Il examine à la fois les fils pleins et les conducteurs toronnés.

I. Pertes de puissance dans une bobine constituée par un conducteur à plusieurs torons. — Si les torons sont convenablement disposés l'un par rapport à l'autre, ils seront tous traversés par des courants de même intensité et les pertes seront dues :

1° Aux pertes dans le conducteur, que nous supposerons être les mêmes qu'en courant continu ;

2° Aux pertes par courants de Foucault induits par le champ principal de la bobine d'inductance.

En appelant d_1 le diamètre des torons individuels; n, le nombre de torons par conducteur; λ, la longueur d'onde, en mètres; ρ, la résistivité, en ohms-centimètre, la résistance, par centimètre, de n torons en parallèle est

$$\frac{1,27\,\rho}{n\,d_1^2} \text{ ohms.}$$

Pour 1 cm de conducteur dont l'axe est perpendiculaire au flux magnétique alternatif $B_t = \sqrt{2}\,B \sin \omega t$, la perte par courants tourbillonnaires est

$$\frac{17,4\,d_1^4 B^2}{\rho\,\lambda^2} \text{ watts.}$$

Comme B varie tout le long de la bobine, il faut calculer la valeur moyenne de B^2. Or celle-ci est donnée par la relation

$$B^2 = \frac{K^2 I^2 N^2}{D^2},$$

où I représente le courant efficace par conducteur; N, le nombre de tours; D, le diamètre de la bobine, en centimètres; K, le coefficient de forme de la bobine. L'auteur arrive ainsi à la résistance totale suivante, par centimètre de conducteur câblé.

$$1,27\left(\frac{\rho}{n d_1^2}\right) + 17,4\left(\frac{n d_1^4}{\rho\lambda^2}\right)\left(\frac{K^2 N^2}{D^2}\right) \text{ohms,}$$

qui est minimum pour

$$n = 0,27\left(\frac{\rho\lambda}{d_1^3}\right)\left(\frac{D}{KN}\right)$$

On en déduit que le nombre total nN de torons auquel correspond la résistance minimum est tel que

$$nN = 0,27\left(\frac{\rho\lambda}{d_1^3}\right)\left(\frac{D}{K}\right)$$

et la résistance minimum par centimètre du conducteur ayant ce nombre de torons est

$$9,4\left(\frac{d_1}{\lambda}\right)\left(\frac{KN}{D}\right) \text{ ohms}$$

pour les matériaux dont la perméabilité est égale à l'unité.

II. Résistance d'une bobine constituée par un conducteur massif. — Dans ce cas, les pertes sont dues : *a*) à la distribution du courant principal sur la surface extérieure du conducteur; *b*) à la distribution superficielle des courants parasites produits par le flux principal, qui établissent un régime tel qu'aucun flux ne pénètre à l'intérieur. Pour les hautes fréquences et les gros conducteurs, la répartition à la surface du conducteur est pratiquement la même que sur une surface plane indéfinie, à savoir

$$j = j_0 e^{-mz} \sin(\omega t - mz);$$

j étant la densité de courant, en ampères par centimètre carré, à la profondeur z; j_0, la densité à la surface et

$$m = \sqrt{\frac{2\pi\omega}{\rho}\,10^{-9}}.$$

La résistance effective par centimètre de longueur d'une bande de 1 cm de longeur d'une telle surface est

$$\rho\,m = 3,44\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} \text{ ohms.}$$

On en déduit que la résistance d'un gros conducteur cylindrique de diamètre d_2 est

$$\frac{1,10}{d^2}\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} \text{ ohms (approximation de Rayleigh).}$$

Pour déterminer les pertes provenant des courants induits par le flux principal, on considérera que, si le courant est réparti sur la surface suivant une loi sinusoïdale, la densité de flux à l'intérieur du cylindre est constante. Si le courant est (voir fig. 1) $j' = j_{max} \sin \varphi$ (j' densité de courant à la surface correspondant à l'angle φ), le champ uniforme à l'intérieur est

$$B' = \left(\frac{2\pi}{10}\right) j'_{max}.$$

Pour contre-balancer le flux alternatif $B_t = \sqrt{2}\,B \sin \omega t$, le courant doit être

$$j = j_{max} \sin \omega t \sin \varphi, \text{ ou } \left(\frac{2\pi}{10}\right) j_{max} = \sqrt{2}\,B.$$

On en déduit, pour la valeur du courant efficace.

$$j_{eff} = \frac{j_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{2\pi}\,B.$$

Pour déterminer les pertes dues à la résistance, il faut

[1] C.-L. Fortescue. *J. I. E. E.*, août 1933, t. LXI, p. 933-939, 3 500 mots, 1 fig.

connaître la profondeur de pénétration des courants tourbillonnaires; or, étant donné que les conditions sont identiquement les mêmes que dans le cas d'une surface plane infiniment mince, il est raisonnable de supposer que la variation du courant avec la profondeur de pénétration dans

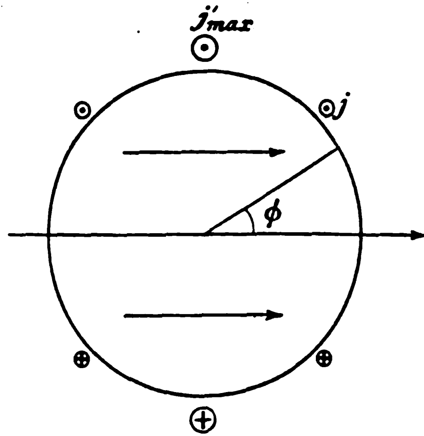


Fig. 1.

le conducteur sera la même. Avec cette hypothèse, on trouve que les pertes par centimètre sont

$$13,7\ d_2 \sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} . B^2 \text{ watts.}$$

La résistance totale par centimètre est donc

$$\frac{1,094}{d_2}\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} + 13,7\ d_2 \sqrt{\frac{\rho}{\lambda}}\ \frac{K^2 N^2}{D^2} \text{ ohms;}$$

elle est minimum

pour
$$d_2 = 0,286\left(\frac{D}{KN}\right).$$

et la résistance correspondante est

$$7,7\ \frac{KN}{D}\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}}.$$

III. Calcul du coefficient de forme K. — L'auteur a utilisé une méthode d'approximations successives et les valeurs qu'il a trouvées sont réunies dans le tableau I ci-dessous.

Tableau I. — *Coefficient de forme K.*
b, longueur axiale de la bobine; D, diamètre extérieur; t, épaisseur de l'enroulement.

$\frac{b}{D}$ =	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50
$\frac{t}{D}$ = 0,0	0,99	0,68	0,52	0,43	0,37
0,1	0,77	0,55	0,44	0,37	0,31
0,2	0,65	0,48	0,38	0,32	0,27
0,3	0,57	0,42	0,33	0,28	0,24
0,4	0,57	0,37	0,29	0,24	0,21

Étant donnée la complexité des calculs, on n'a pas poussé l'approximation au delà de deux décimales; il faut encore rappeler que l'on suppose le courant identique en tous les points de la bobine, en sorte que les résultats ne sont plus applicables au cas où l'on aurait affaire à des longueurs d'ondes voisines de la longueur d'onde propre de la bobine.

IV. Inductance de la bobine. — Pour une forme déterminée de bobine, on peut déduire son inductance L de la relation $L = L_0 N^2 D$, dans laquelle L_0 est une constante qui sera calculée avec une approximation suffisante pour un projet, en se servant des formules connues. Le tableau II contient quelques valeurs de L_0.

Tableau II. — *Valeurs de L_0.*

$\frac{b}{D}$	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50
$\frac{t}{D}$ = 0,0	0,01062	0,00824	0,00670	0,00567	0,00496
	0,00774	0,00618	0,00510	0,00435	0,00380
	0,00580	0,00459	0,00380	0,00423	0,00280
	0,00402	0,00325	0,00271	0,00235	0,00204
	0,00264	0,00218	0,00185	0,00160	0,00142

V. Valeur minimum du rapport $\frac{R}{L}$ pour une bobine. — La longueur du fil d'une bobine de N tours est

$$\lambda = \pi N (D - t),$$

t, étant l'épaisseur d'enroulement de la bobine. Pour un conducteur câblé ayant le meilleur nombre de fils, le rapport cherché de la résistance à l'inductance est

$$\frac{R}{L} = \frac{29,6}{D} \cdot \frac{d_1}{\lambda} \cdot \frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right) \text{ ohms par microhenry.}$$

Pour un fil massif ayant le meilleur diamètre, on a

$$\frac{R}{L} = \frac{24,3}{D}\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}} \times \frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right) \text{ ohms par microhenry.}$$

Les tableaux I et II donnent le coefficient de forme K et la valeur de L_0 pour diverses valeurs des rapports $\frac{t}{D}$ et $\frac{b}{D}$ (b, longueur de la bobine). On trouvera quelques valeurs du coefficient

$$\frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right).$$

dans le tableau III.

Tableau III. — *Valeurs du coefficient $\frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right)$.*

$\frac{b}{D}$	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5
$\frac{t}{D}$ = 0,0	93	82	78	76	75
0,1	90	80	78	76	73
0,2	98	83	80	79	77
0,3	99	90	85	83	82
0,4	118	102	94	90	89

L'auteur conclut que, puisque les variations du facteur

$$\frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right)$$

sont très faibles dans la région $\frac{b}{D} = 1{,}0$ à $1{,}5$ et $\frac{t}{D} = 0$ à $0{,}2$, il y a un choix considérable pour la forme de la bobine. Prenant 80 pour $\frac{K}{L_0}\left(1 - \frac{t}{D}\right)$, le rapport $\frac{R}{L}$, en ohms par microhenry, devient

$$\frac{2\,400}{D}\,\frac{d_1}{\lambda}$$

et

$$\frac{2\,000}{D}\sqrt{\frac{\rho}{\lambda}}$$

pour les conducteurs câblés et massifs. Le premier varie comme λ^{-1}, le deuxième comme

$$\lambda^{-\frac{1}{2}}.$$

Ainsi, pour n'importe quelles valeurs données de d_1 et ρ, il y a une longueur d'onde particulière pour laquelle les rapports sont égaux.

L'auteur termine par quelques considérations sur le facteur d'espace, c'est-à-dire sur le jeu qu'il convient de laisser entre les conducteurs pour éviter les étincelles latérales et il envisage successivement le conducteur à plusieurs torons câblés et le conducteur massif. — C. F.

Les rapports de l'énergie et de la masse d'après Ernest Solvay (1).

Pour comprendre comment Ernest Solvay a pu, dès 1858, arriver à attribuer une masse à l'énergie et à entreprendre plus tard une série d'expériences de vérification, il est nécessaire d'exposer brièvement quelles étaient ses idées à cette époque. Voulant introduire, autant que possible, l'élément géométrique dans l'interprétation de l'Univers, il concevait dans l'espace un cloisonnement, en très petit cubes égaux, tel qu'il se produit quand on imagine trois systèmes de plans, perpendiculaires entre eux. Il admettait, de plus, qu'il y a en quelque sorte deux entités différentes et opposées l'une à l'autre, pouvant être distinguées par les signes positif et négatif, parce qu'une juxtaposition immédiate ou une coïncidence de ces entités conduit à une neutralisation complète, ne laissant plus rien. Or Ernest Solvay affectait aux six faces de chaque maille cubique un même signe, et il admettait que, tant qu'il n'y a ni matière, ni rayonnement, le signe change régulièrement de cube à cube, de sorte qu'il y a partout neutralisation.

Il en devient autrement dès qu'il y a une particule matérielle, par exemple. Concevons d'abord une petite surface fermée et nommons intérieurs ou extérieurs les cubes dont les centres se trouvent au dedans ou au dehors de cette surface. Supposons ensuite que les signes de tous les cubes intérieurs soient invertis : il y aura toujours neutralisation à la face commune de deux cubes intérieurs ou de deux cubes extérieurs, mais les signes seront égaux à toutes les faces communes à un cube intérieur et un cube extérieur. Bien entendu, même dans le cas de la particule matérielle la plus petite, le nombre de cubes intérieurs est supposé être extrêmement grand, de sorte que la surface extérieure, seul lieu où se trouve quelque chose de « réel », se confond sensiblement, tout en comportant un grand nombre de petits plans carrés, disposés plus ou moins en escaliers, avec une surface fermée analogue à celle que nous avons imaginée. Selon Ernest Solvay, c'est précisément cette collision de signes égaux à la périphérie qui caractérise l'existence de la particule matérielle. Cette collision serait à la base de tous les phénomènes qu'on observe. On voit facilement que l'inversion de signes des cubes périphériques, extérieurs ou intérieurs, peut donner lieu à une augmentation ou une diminution de volume d'une particule; ces changements seraient accompagnés, dans ces idées, d'une absorption ou émission d'énergie.

Cet exposé succinct est suffisant pour faire comprendre une conséquence tirée par Ernest Solvay, et dont il a poursuivi la vérification expérimentale avec ténacité.

Dans la particule matérielle, se dit-il, masse et collision de signes ne font qu'un, pourquoi en serait-il autrement pour l'énergie rayonnante ou pour l'énergie fixée? C'est ainsi qu'il fut conduit à la conclusion que l'énergie possède une masse, inerte et pesante, comme la matière. Réfléchissant aux conditions propres à déceler cette propriété, jusqu'alors insoupçonnée, il pensa recourir à des réactions chimiques violentes, accompagnées de grands dégagements de chaleur, et à peser les corps avant et après : une perte de poids devait correspondre à la quantité de chaleur perdue. Une expérience faite dans ces conditions ne décela aucun changement de poids et de masse.

Ernest Solvay envisagea alors, dans le même ordre d'idées, d'employer un gyroscope au repos, puis en mouvement de rotation rapide, afin de voir s'il y avait, ou pas, variation de poids. Ces expériences, accompagnées de pesées très soignées avant et après la mise en rotation, ne donnèrent aucun résultat, mais Ernest Solvay ne désarma pas pour cela et tira la conclusion que la masse attachée aux énergies en jeu était si faible qu'elle tombait bien au-dessous de la sensibilité expérimentale.

On sait aujourd'hui qu'il avait raison : la masse n'est plus considérée comme un attribut indépendant et inaltérable de la matière, mais comme intimement liée à l'énergie, croissant et décroissant avec elle. On ne peut augmenter la vitesse d'un mobile, ni l'échauffer, sans lui communiquer de l'énergie, sans augmenter sa masse; mais le coefficient de transformation pour passer d'une quantité d'énergie, exprimée en unités mécaniques, à la masse correspondante, est l'inverse du carré de la vitesse de la lumière, c'est-à-dire, dans le système C. G. S., l'unité divisée par 9 suivi de vingt zéros : c'est bien le coefficient extrêmement petit prédit par Ernest Solvay. — M.-H. B.

(1) A. Lorentz et E. Herzen. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 12 novembre 1923, t. CLXXVII, p. 925-929, 1800 mots.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

VI. — Matériaux employés en électrotechnique (¹).

Deux classes de corps jouent un rôle prépondérant en électrotechnique. Ce sont, d'une part, les corps magnétiques, d'autre part, les corps isolants; les uns et les autres étaient largement représentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Parmi les matériaux de la première classe, on y remarquait : le fer électrolytique et les aciers à aimants des Aciéries et Forges de Firminy, divers alliages des Aciéries d'Imphy, les aciers et aimants des Etablissements Jacob Holtzer. Les matériaux isolants comprenaient : la bakélite de la Société La Bakélite, les toiles isolantes des Etablissements P. Barnier, les divers produits isolants fabriqués par la Compagnie générale d'Electricité, les pièces moulées en ébonite pour installations de radiocommunication de M. René Meyer, l'isolit de la Compagnie générale d'Entreprises électriques, les pièces en basalte de la Compagnie générale du Basalte, les pièces en silice de la Société Quartz et Silice, le quartz fondu de la Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston. Un autre matériau, le sélénium, dont l'emploi en électrotechnique résulte de la variation de sa conductibilité électrique sous l'influence de la lumière, était aussi présenté à l'Exposition par la Société des anciens Etablissements Louis Ancel.

I. Fers et aciers. — Il existe un lien si étroit entre la métallurgie et les diverses branches de la physique qu'il n'est pas surprenant de voir figurer, parmi les industriels qui ont tenu à présenter les produits de leur fabrication à l'Exposition de Physique et de T. S. F., d'importantes aciéries de France.

De ces détenteurs d'une matière première de toute importance dépendent à la fois les travaux délicats du laboratoire et le développement de la grosse industrie. Au fur et à mesure que se perfectionnent les moyens d'investigation, l'on devient plus exigeant sur les propriétés que doit avoir la matière employée et les conditions imposées à ceux qui la préparent sont de plus en plus sévères, d'une part, et variées, d'autre part. Une visite des stands où étaient exposés des échantillons de fers et d'aciers, permettait de constater la grande diversité de ces corps, jouissant de propriétés différentes et répondant tous à des besoins de la technique actuelle.

Si nous nous plaçons au point de vue des propriétés magnétiques et électriques des alliages à base d'acier, nous avons à mentionner les échantillons de fer électrolytique, d'alliage « nichrofy » et d'aciers divers pour aimants, qu'ont présentés les Aciéries et Forges de Firminy.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler une application du fer électrolytique aux câbles téléphoniques dits « Krarup » (²); mais, étant données ses intéressantes propriétés, nous croyons devoir les faire ressortir ici.

L'obtention du fer par électrolyse a été réalisée dès le milieu du XIXᵉ siècle; mais jusqu'en 1913, date à laquelle les Aciéries et Forges de Firminy firent l'acquisition de leurs usines hydroélectriques de Rioupéroux et entreprirent des recherches pour la fabrication électrolytique du fer, la seule application qui en était faite était celle de l'aciérage des planches de cuivre, en galvanoplastie. Il était impossible, avec les procédés employés, d'obtenir des plaques compactes de métal malléable et immédiatement utilisable par simple laminage et forgeage; les dépôts de fer étaient irréguliers et imprégnés d'oxyde.

Actuellement, le problème de l'électrolyse du fer est résolu. Bien que, lorsqu'il est brut d'électrolyse, le fer soit dur et cassant, il suffit de lui faire subir un traitement approprié pour le rendre malléable et lui donner les propriétés des aciers doux du commerce. Son analyse chimique montre qu'il contient moins de 0,03 pour 100 de carbone et de 0,01 pour 100 de phosphore et de soufre, que sa teneur en silicium est comprise entre 0,02 et 0,05 pour 100, et qu'il ne contient pas de manganèse.

Au point de vue mécanique, sa contrainte de rupture est de 29 à 32 kg : mm² et son allongement de 30 à 35 pour 100, ceci à l'état recuit, puis laminé ou forgé ou à l'état refondu et laminé.

Sa résistivité, à une température de 20° C, est de 10,3 à 10,7 microhms-cm : le coefficient de variation de sa résistance avec la température est compris entre 0,0041 et 0,0045.

Quant à ses propriétés magnétiques, qui en rendent l'emploi particulièrement intéressant, elles sont résu-

(¹) Voir les chapitres I, II, III, IV et V dans la *Revue générale de l'Electricité* des 9, 16, 23 février, 1ᵉʳ et 8 mars 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429.

(²) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., ch. II, fils et câbles. *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. XV, p. 255-256.

mées sur la courbe d'aimantation représentée sur la figure 61. Ces résultats, qui nous ont été communiqués par les Aciéries et Forges de Firminy, ont été relevés sur une éprouvette cylindrique de 6,02 mm de diamètre et de 250 mm de longueur, avec un perméamètre Siemens et Halske. L'induction maximum qui a été atteinte est de 19 400 unités C. G. S., avec un champ magnétisant d'intensité égale à 300 gauss.

La propriété essentielle que ces courbes mettent nettement en évidence est la faible importance de l'hystérésis dans ce fer, et ceci malgré la valeur élevée de de l'induction rémanente qui atteint 8000 unités C. G. S.

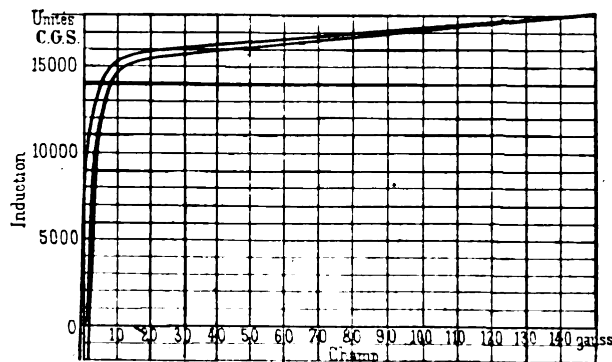


Fig. 61. — Courbe de première aimantation et cycle d'hystérésis du fer électrolytique (Aciéries et Forges de Firminy).

tandis que le champ coercitif a une intensité qui ne dépasse pas 0,9 gauss. On remarquera, de plus, les faibles valeurs de l'intensité du champ magnétique pour lesquelles l'induction devient appréciable ; pour 50 gauss, par exemple, la valeur de l'induction est déjà de 16000 unités C. G. S. environ et le métal est dans un état magnétique voisin de la saturation.

Grâce à ses propriétés magnétiques et grâce aussi à la facilité avec laquelle le fer électrolytique se travaille, ses applications sont nombreuses et toutes plus intéressantes les unes que les autres.

Il peut être laminé en tôles minces et son emploi est tout indiqué, sous cette forme, pour les machines dans lesquelles il est utile d'avoir un métal dont le coefficient de perméabilité soit élevé ; l'augmentation de ce coefficient conduit à une réduction de l'énergie nécessaire à l'excitation de la machine, d'où résulte une économie d'énergie qui rend l'emploi de ce fer très avantageux, notamment dans les moteurs à courant continu et à courants alternatifs fonctionnant sous une tension constante.

Pour la même raison, le fer électrolytique laminé peut servir à la constitution des noyaux des électroaimants, notamment dans le cas où ces appareils sont alimentés par des courants de haute fréquence ; l'hystérésis, comme nous venons de le faire remarquer, est, pour ainsi dire, négligeable et l'induction rémanente est très instable, grâce à la faible valeur du champ coercitif ; les variations de l'induction ou de l'aimantation du noyau suivent donc très fidèlement celles de l'intensité du courant dans la bobine de l'électroaimant, ce qui est d'une grande importance dans les relais divers où les intensités des courants mis en jeu sont très faibles.

Le fer électrolytique peut être tréfilé et rentre sous cette forme dans la constitution des câbles « Krarup », dont nous avons déjà parlé plus haut.

S'il est pulvérisé, il permet la réalisation des bobines de Pupin disposées sur les lignes téléphoniques pour y compenser, par leur self-induction, l'effet de la capacité. Là encore, les bobines doivent avoir un fort coefficient de self-induction, pour des courants de faible intensité, et les pertes par hystérésis et courants de Foucault doivent être réduites au minimum, malgré la fréquence élevée du régime : ces conditions sont bien réalisées par le fer électrolytique pulvérisé et aggloméré avec un isolant que nous croyons être la bakélite (isolant dont nous parlerons plus loin). La pulvérisation s'impose ici pour réduire les pertes par courants de Foucault. Les Aciéries et Forges de Firminy insistent, avec raison, sur l'importance qu'a cette application du fer électrolytique, au point de vue de l'industrie française qui est actuellement en mesure de livrer des agglomérés pour les bobines de Pupin remplissant toutes les conditions voulues ; nous sommes heureux de l'occasion que nous donne l'Exposition de Physique et de T. S. F. de mentionner ici ce progrès [1].

Enfin, cette société étudie actuellement les applications du fer électrolytique forgé ou moulé, sans perdre de vue, bien entendu, les perfectionnements qu'elle espère encore apporter à sa préparation pour les usages dont nous venons de citer quelques-uns.

Dans ce même stand, on remarquait des échantillons d'aciers pour aimants permanents ; nous signalons ici les principales marques :

L'acier « permanent WA » pour l'aimantation duquel un champ magnétique d'intensité égale à 500 gauss suffit, s'il est appliqué trois ou quatre fois pendant une seconde ; il atteint une induction de 15 000 unités C. G. S. environ ; l'induction rémanente est d'environ 8000 unités C. G. S., et son champ coercitif de 50 gauss ;

L'acier « cobalfy » qui s'aimante moins rapidement que le précédent, puisque l'intensité du champ magnétisant doit s'élever à 1 500 gauss, dans les mêmes conditions que celles indiquées ci-dessus ; l'induction rémanente est de 7 000 unités C. G. S. et son champ coercitif de 150 gauss ;

L'acier « soleil » qui, après avoir été aimanté dans un champ de 385 gauss, conserve une induction rémanente de 7 400 unités C. G. S., tandis que son champ coercitif est de 71 gauss ; sa résistivité est de 70 microhms-cm.

A côté de cela, se trouvait une série d'échantillons d'acier pour tous usages sur les propriétés desquels nous ne pouvons nous étendre ici. Mais, par contre, nous mentionnerons la grande diversité de fils d'acier,

[1] Nous signalons au lecteur que les Aciéries et Forges de Firminy préparent une notice relative à cette application du fer électrolytique.

notamment les fils pour ressorts et frettage d'induits, de diamètres variant de 0,2 mm à 7,5 mm et dont la contrainte de rupture atteint jusqu'à 170 kg : mm² et les fils dits « la résistine » en alliage « nichrofy ».

Cet alliage à haute teneur en nickel et chrome est destiné en particulier à la constitution des rhéostats.

Sa résistivité, de 85 microhms-cm, est huit fois plus grande que celle des aciers ordinaires, tandis que le coefficient de variation de sa résistance avec la température est huit fois plus faible, soit de 0,0007. De plus, il est inoxydable et se déforme peu à chaud ; il supporte sans détérioration des températures s'élevant jusqu'à 500° C; enfin, il est peu magnétique et a une conductibilité calorifique très faible, ce qui le rend particulièrement intéressant pour ses applications.

Les Aciéries d'Imphy (Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville) ont également tenu à participer à cette démonstration de la collaboration de la science et de l'industrie. Ces aciéries se sont fait une spécialité de la métallurgie de précision et ceci, depuis de nombreuses années.

Remarquons, à titre documentaire, qu'en 1722 déjà de Réaumur mentionne, dans « l'Art d'adoucir le fer fondu », « une des petites forges d'Imphy dans le Niverois. Gens, continue-t-il, sur l'exactitude de qui je puis me fier... ».

Ces dernières années, ce sont les Aciéries d'Imphy qui ont collaboré et qui collaborent encore avec les personnalités de la métallurgie. C'est au laboratoire d'Imphy que M. Dumas a entrepris, en 1896, l'étude des alliages au ferro-nickel, étude qui n'est d'ailleurs pas interrompue ; c'est également en étroite union avec ce laboratoire que M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, poursuit ses recherches sur les mêmes alliages et que M. P. Chévenard, professeur à l'Ecole nationale des Mines de Saint-Etienne, a réalisé des appareils bien connus en métallurgie.

Ce sont quelques-uns des résultats de ces recherches les plus importantes qu'ont présentés les Aciéries d'Imphy à l'Exposition de Physique et de T. S. F., non seulement sous la forme d'échantillons inertes, convenablement disposés sur des tables et dont l'aspect seul ne suffit pas toujours à les distinguer les uns des autres, mais dans leurs applications diverses.

Parmi les alliages à dilatation déterminée, nous signalerons avant tout l'acier au nickel, dit « invar », dont la teneur en nickel est de 36 pour 100, et qui est dû aux recherches déjà mentionnées de M. Ch.-Ed. Guillaume. Sa propriété caractéristique est, comme on le sait, d'avoir un coefficient de dilatation pratiquement nul.

Le « dilver » a un coefficient de dilatation égale à celle du verre, ce qui, en électrotechnique, est particulièrement intéressant pour la fabrication des lampes à incandescence ; il est tout indiqué pour constituer les conducteurs d'amenée de courant aux filaments. Remarquons que chaque sorte de verre a son « dilver » correspondant. Dans cette catégorie rentre le « platinor » à faible résistivité et dont la soudure avec le cristal est bonne.

On pouvait constater, dans une expérience significative, la grande sensibilité des « bilames Imphy » formées d'une lame d'invar et d'une lame de ferro-nickel appropriée aux conditions imposées. Dans l'expérience en question, les bilames commandent les circuits d'une sonnerie et d'une lampe qui sont mis périodiquement hors service et en service par suite de la déformation du système bilame, due à l'allongement de la lame en ferro-nickel, en raison de l'élévation de température, par effet Joule, dans cette dernière lame.

Parmi les alliages à module d'élasticité singulier, nous avons remarqué l' « élinvar » (1) dont le coefficient thermoélastique est nul entre — 50° et + 100° C. Son emploi est tout indiqué pour les ressorts spiraux, notamment en chronométrie, pour les suspensions unifilaires des galvanomètres thermocompensés, etc. Le « modulvar » a au contraire un module d'élasticité très variable avec la température : il augmente en même temps que celle-ci, d'où son intéressante application à la commande et à l'entretien du mouvement pendulaire d'un oscillateur.

Les Aciéries d'Imphy ont également présenté un certain nombre d'échantillons de leurs aciers de propriétés magnétiques spéciales. Nous devons noter, entre autres, l'alliage NMHG à coefficient de perméabilité très variable avec la température.

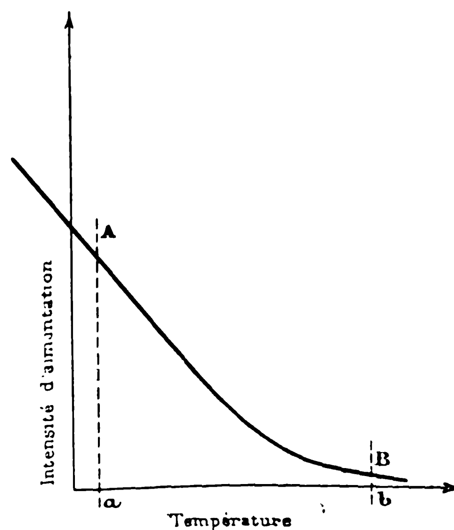


Fig. 62. — Courbe de variation du coefficient de perméabilité de l'alliage NMHG avec la température. (A 0° l'induction de saturation est d'environ 4000 gauss).

La courbe représentée sur la figure 62 représente la variation de ce coefficient de perméabilité, correspon-

(1) M. Ch-Ed. Guillaume. Les métaux « Invar » et « Elinvar », leurs propriétés, leurs applications. *Revue de l'Industrie minérale*, 15 octobre 1922.

dant à la saturation, en fonction de la température. On remarquera que l'intervalle de température est limité, et les Aciéries d'Imphy sont en mesure de faire varier ces limites. Ainsi pour les shunts de tachymètres d'aviation, ces limites sont — 10° C et + 10° C; si l'alliage est prévu pour des shunts de compteurs électriques, ces limites deviennent + 10° et + 60° C. L'intervalle des variations peut même être plus réduit. Son emploi est tout indiqué dans les dispositifs magnétiques très sensibles aux variations de la température, dans les galvanomètres, par exemple, les compteurs thermiques compensés par l'emploi de shunts magnétiques, etc.

Signalons aussi l'alliage que M. Marius Latour (1) a établi avec le concours des Aciéries d'Imphy, pour la construction des alternateurs à haute fréquence, et auquel il a donné le nom d'alliage γ. L'avantage que présente cet alliage sur les fers au silicium, employés d'une façon courante dans la construction des machines électriques, réside surtout dans sa résistivité élevée, qui est de 85 microhms-cm, au lieu de 45 microhms-cm, valeur qu'atteint la résistivité des tôles de fer au silicium. Rappelons que cette question de la résistivité des métaux qui rentrent dans la constitution des circuits magnétiques est de toute importance lorsqu'il s'agit de courants à haute fréquence, à cause des courants de Foucault. A ce propos, M. Marius Latour fait remarquer dans son étude, citée plus haut, de l'alliage γ que c'est à partir de la fréquence de 100 000 p : s que les pertes par courants de Foucault atteignent la valeur de celles par hystérésis, et ceci, lorsque l'induction correspond à la saturation.

Les alliages « anhyster » à base de nickel, méritent également d'être signalés à cause de la faible impor-

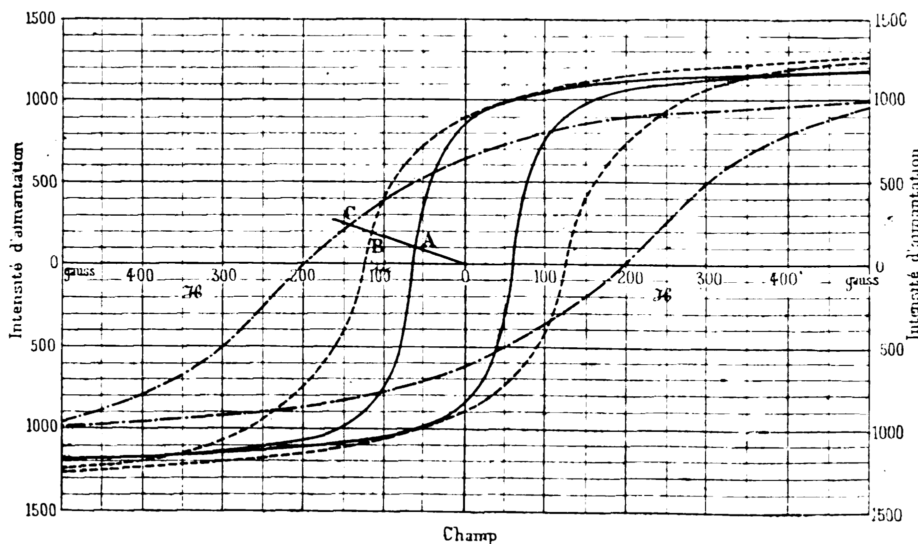


Fig. 63. — Courbes d'hystérésis des aciers à aimant. (Etablissements Jacob Holtzer).
Acier au tungstène (trait plein); acier au cobalt (nuance douce, trait ponctué); acier au cobalt (nuance dure, trait mixte).

tance de l'hystérésis et de la valeur élevée qu'atteint le coefficient de perméabilité dans les champs très faibles; d'où leur application dans les appareils de mesure à fer mobile. Suivant le type de l'alliage, l'inducteur a, à la saturation, des valeurs variables de 5 000 à 15 000 unités C. G. S. pour un champ magnétisant d'intensité égale à 160 gauss environ.

Comme autres alliages intéressant particulièrement l'électrotechnique, nous signalerons :

Les fils de résistance « RNC », à haute résistivité de 100 microhms-cm environ, à faible coefficient de variation de la résistance avec la température et inoxydable à des températures élevées;

Le « fixamper » dont la résistivité croît rapidement avec la température, ce qui en fait un conducteur indiqué pour une certaine catégorie de limiteurs d'intensité.

A côté de ces alliages caractérisés par leurs propriétés magnétiques et électriques, établis en vue de leur application à l'électrotechnique, les Aciéries d'Imphy ont montré des échantillons d'alliages qui remplacent l'acier dans les domaines divers, où les phénomènes de corrosion sous toutes leurs formes et les températures trop élevées ou trop basses le rendent inutilisable.

Mentionnons encore le stand des Etablissements Jacob Holtzer qui ont présenté, entre autres choses, une série d'échantillons d'aciers à aimant. Sur la figure 63 sont représentées les courbes d'aimantation de trois types d'alliages, à savoir : celle d'un acier au tungstène et celles de deux types d'acier au cobalt. Ces établissements ont étudié de très près cette question des aimants et de leur constitution, et l'on trouvera, dans un article publié récemment dans la « Revue générale de l'Elec-

(1) Marius Latour; Multiplicateur statique de fréquence pour l'obtention industrielle de très hautes fréquences en télégraphie sans fil. *Revue générale de l'Electricité*, 1er juillet 1922, t. XI, p. 961-963.

tricité » (1) un résumé des résultats obtenus; cette étude, ainsi d'ailleurs que l'examen des courbes de la figure 63, montre l'avantage des aciers au cobalt sur celui au tungstène pour les aimants permanents, grâce à la valeur élevée qu'y atteint l'intensité du champ coercitif.

Notons, en terminant, l'étroite collaboration des industriels de la métallurgie avec le laboratoire de métallurgie, mise en évidence à l'Exposition de Physique et de T.S.F. En effet, dans le stand réservé au « Laboratoire de Métallurgie » et organisé par M. L. Guillet, figuraient notamment un certain nombre d'appareils d'essais, conçus et construits dans les laboratoires industriels. C'est ainsi que les Aciéries d'Imphy y ont présenté le dilatomètre différentiel (2), le flexomètre différentiel et l'appareil pour l'étude de la trempe des fils d'acier (3), créés par M. Chevenard. La description détaillée de ces appareils sortirait du cadre de ce compte rendu et, bien plus encore, de ce chapitre. Aussi ne pouvons-nous que les mentionner ici, pour montrer que les industriels chargés de préparer la matière première indispensable à la construction des machines et appareils électriques disposent de moyens d'investigations et de mesures qu'ils perfectionnent au fur et à mesure que l'industrie en général se développe.

C'est grâce à ces améliorations apportées aux appareils de mesures employés dans les laboratoires de métallurgie que cette branche de l'activité humaine est parvenue aux intéressants résultats dont nous venons de donner un résumé sommaire. Il se dégage de cet examen rapide que la métallurgie actuelle est en mesure de répondre à toutes les demandes. A côté d'un métal de résistivité peu variable avec la température, par exemple, elle prépare un autre alliage, comme nous l'avons vu, au contraire très sensible aux variations de la température, tout en laissant à chacun des deux corps les propriétés essentielles identiques. Il est inutile d'insister davantage sur tout ce que permet d'espérer cette méthode de travail.

II. Isolants.— Dans ce domaine encore, l'Exposition de Physique et de T.S.F. a permis de se rendre compte des progrès réalisés. Il n'est pas étonnant que les applications les plus diverses de l'énergie électrique, qui la mettent souvent à la disposition d'un personnel incompétent et que, d'autre part, l'adoption de tensions de plus en plus élevées, aient attiré l'attention des techniciens sur la question des isolants, question de toute importance, intimement liée au développement de toute l'industrie électrique. Aussi a-t-on vu apparaître sur le marché, depuis quelques années, une grande variété d'isolants, chacun d'eux répondant à des conditions bien définies et résultant de combinaisons judicieuses de corps depuis longtemps connus et employés comme isolants, tels que la résine, le caoutchouc, etc. A côté de ces isolants synthétiques, viennent se placer les isolants que nous pourrions appeler naturels; ils sont constitués par des corps dont la composition naturelle, au point de vue chimique, n'est pas modifiée; la préparation qu'on peut avoir à leur faire subir a pour but de transformer seulement leurs propriétés physiques.

Parmi les isolants synthétiques que l'on pouvait voir à l'Exposition de Physique et de T.S.F., nous signalerons d'abord la bakélite, dans le stand de la Société La Bakélite. Bien que ce produit soit connu de tous les techniciens et que son emploi sous des formes diverses soit devenu courant, nous croyons utile d'en rappeler les propriétés, à cause précisément du succès qu'il remporte; nous donnerons toutefois un court résumé, laissant au lecteur le soin de se reporter à des études plus complètes, parmi lesquelles nous citerons celle de M. G. Kimpflin, qui a été publiée dans la « Revue générale de l'Électricité » (1).

La bakélite est une résine artificielle obtenue par l'action du formol sur le phénol. Dès 1872 déjà, un certain nombre de chimistes signalent la réaction qui se produit lorsqu'on met en présence du phénol et du formol; mais ce n'est qu'en 1909 que le Dr Léo H. Baekeland a mis au point d'une façon définitive et la fabrication de ce produit et ses applications industrielles.

Ses propriétés diffèrent suivant la durée de la condensation du phénol et du formol qui rentrent dans sa constitution. La Société « La Bakélite » distingue trois aspects de la bakélite, correspondant à trois stades de condensation, et elle a adopté pour chacune de ces formes les désignations du Dr L.-H. Baekeland lui-même.

La résine à l'état A est celle du premier stade; elle est liquide, mais devient rapidement solide si l'on pousse légèrement la condensation : on lui fait généralement subir cette dernière opération si l'on ne prévoit pas son utilisation directe en résine liquide. A l'état solide, elle est friable, fusible et soluble dans les alcools. Elle pourra donc être soit pulvérisée, soit coulée ou refondue, soit dissoute dans l'alcool, suivant l'usage auquel elle est destinée.

(1) A. Michel et L. Veyret : Étude de l'influence de la forme des aimants sur le magnétisme rémanent. *Revue générale de l'Électricité*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 43-52. La courbe 63 permet de comprendre plus facilement la construction indiquée à la page 52 de cet article et dont nous reproduisons le texte ci-dessous : « On peut facilement déterminer à priori, d'une façon approximative, le magnétisme rémanent d'un aimant au cobalt. Il suffit de déterminer au préalable l'intensité que l'on obtient avec un aimant de même forme en acier au tungstène (fer à cheval ou barreau droit). On marque le point correspondant A sur la courbe de l'acier au tungstène; en prolongeant la droite OA jusqu'à sa rencontre avec les courbes de l'acier au cobalt supposées connues, on détermine les points B et C qui correspondent aux deux nuances d'acier au cobalt ».

(2) P. Chevenard; Le dilatomètre différentiel enregistreur. *Revue de Métallurgie*, septembre-octobre 1917.

(3) Appareil pour l'étude de la trempe des fils. *Revue de Métallurgie*, 1919.

(1) M.-G. Kimpflin; Propriétés et applications industrielles de la bakélite. *Revue générale de l'Électricité*, 28 octobre 1922, t. xii, p. 637-641.

Au deuxième stade, la résine B est celle qui est obtenue en laissant transformer lentement la résine du premier stade, à une température peu élevée. Elle est alors solide et dure; elle se ramollit à chaud et se ressoude facilement à elle-même sous l'effet de la pression.

Enfin, l'action prolongée de la chaleur combinée avec des phénomènes de pression achève la transformation du produit en question et l'amène à son état final, l'état C. Cette résine a des propriétés toutes différentes des précédentes : elle est dure, infusible et résiste à l'action de la plupart des dissolvants.

Nous venons de voir les propriétés qui caractérisent et distinguent les trois formes de la bakélite. Mais quel que soit le stade auquel on la considère, elle répond à des conditions qui font de ce produit un isolant très intéressant et susceptible de nombreuses applications. Elle est mauvaise conductrice de la chaleur, ininflammable et peut supporter, sans décomposition ni détérioration, des températures s'élevant jusqu'à 250 ou 300°C; ce n'est qu'au delà de cette température qu'elle se carbonise. Elle n'est pas hygrométrique; elle est inattaquable par l'eau, les acides et les dissolvants organiques. Au point de vue électrique, son pouvoir inducteur spécifique est compris entre 5,6 et 8,85, tandis que celui du mica varie de 5,69 à 6,64, celui de l'ébonite de 2,55 à 3,15. Le gradient de potentiel provoquant l'éclatement d'un échantillon de bakélite pure est de 23000 v : mm, valeur variable, d'ailleurs, avec la nature de l'échatillon essayé : nous ne donnons ce chiffre qu'à titre d'indication.

En ce qui concerne les principales applications de la bakélite en électrotechnique, nous mentionnerons d'abord les vernis à la bakélite, dans la constitution desquels elle rentre à l'état A, après avoir été dissoute dans l'alcool. Sous cette forme, on s'en servira pour l'imprégnation des enroulements des machines et appareils; le coton, dont sont entourés les conducteurs, tient lieu de support à la bakélite et l'ensemble donne de la solidité à la bobine imprégnée.

Le papier bakélisé est également imprégné d'un vernis à la bakélite. A la surface du papier, après imprégnation, la bakélite doit être sèche et légèrement transformée à l'état B. Les feuilles de papier bakélisé peuvent être empilées en nombre suffisant pour faire des plaques comprimées à une pression de 50 kg : cm² et à une température d'environ 140° C. On obtient ainsi des blocs très durs pouvant tenir lieu de supports isolants dans les appareils, etc. Le papier bakélisé permet aussi de confectionner des tubes particulièrement destinés à la protection des conducteurs dans les traversées de murs, dans les locaux humides, ou à l'entrée des appareils et des machines (fig. 64).

Le mica en feuilles minces peut être recouvert d'un vernis de bakélite qui donne au mica une grande résistance mécanique et qui le rend inaltérable à la chaleur, tout en lui conservant et même en en augmentant les propriétés d'isolant.

Les vernis de bakélite s'appliquent également sur les métaux.

La même bakélite, à l'état A, peut être réduite en poudres qui seront moulées sous des formes très diverses, parmi lesquelles nous citerons notamment, sans sortir du cadre de ce compte rendu, les bacs d'accumulateurs, les carters d'appareils, les boîtes d'instruments de mesures, les bornes diverses, les pièces

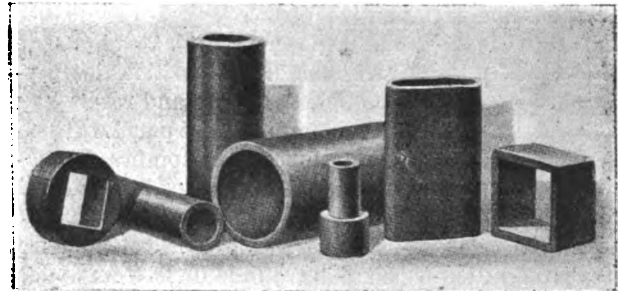


Fig. 64. — Tubes et pièces diverses en papier bakélisé. (Société La Bakélite).

isolantes destinées aux appareils de télégraphie et de téléphonie, etc. Dans les pièces moulées peuvent être facilement enrobées des pièces métalliques (fig. 65).

Telles sont quelques-unes des applications de ce produit et, comme on a pu le constater, nous n'avons mentionné que celles que l'on peut en faire dans le premier stade. L'emploi de la résine B et plus encore de la résine C est indiqué dans des cas particuliers. Cette

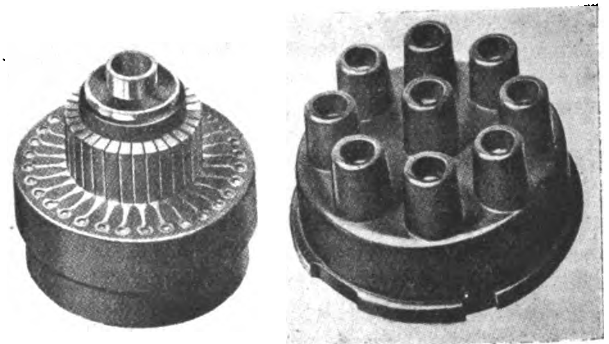


Fig. 65. — Pièces diverses en bakélite moulée. (Société La Bakélite).

dernière se distingue notamment des précédentes par sa forte résistance à la traction, à la pression et au choc; de plus, la résine C peut être travaillée comme un métal. On la préfèrera donc aux autres si la résistance mécanique est la condition essentielle imposée à la matière employée.

Dans ce rapide examen, nous avons cherché à mettre en évidence la grande diversité des applications de la bakélite, diversité due à ses aspects différents auxquels correspondent des propriétés spéciales et dans lesquels elle conserve néanmoins les propriétés essentielles de l'isolant. Nous terminerons cet exposé en citant la dernière phrase de l'article mentionné plus haut de M. G.

Kimpflin : « Cette résine synthétique, pour la fabrication de laquelle l'Amérique a été l'initiatrice, a gagné ses lettres de naturalisation en France depuis que l'industrie française en a entrepris avec succès la fabrication et que savants et techniciens français s'attachent à son étude, en vue d'étendre encore le champ si vaste de ses applications industrielles ». Aussi était-il tout indiqué que la Société La Bakélite présente son produit et en fasse ressortir les principales applications, à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Mais ce n'est pas là que s'arrête le récent développement de cette industrie en France. Dans ce même ordre d'idées, les Etablissements P. Barnier ont présenté les divers produits de leur usine de Valence, qui, créée en 1918, est la première en France dans laquelle la fabrication des toiles isolantes, caoutchoutées et chattertonnées, des papiers huilés, des vernis, etc., soit devenue une spécialité. On peut facilement concevoir les difficultés que l'on rencontre dans la mise au point de la préparation de ce matériel ; s'il s'agit de toiles isolantes, par exemple, il faut arriver à obtenir un produit de forte rigidité diélectrique et qui, tout en étant d'une grande souplesse et aussi mince que possible pour en réduire l'encombrement, doit avoir une résistance à la traction relativement élevée. Or, les Etablissements P. Barnier ont surmonté ces difficultés et ont pu montrer, à l'Exposition de Physique, des produits satisfaisant aux conditions imposées. Ils les ont présentés dans leur application, en exposant des induits et des enroulements de transformateurs en cours de fabrication.

Nous donnons ci-dessous quelques chiffres qu'ont bien voulu nous communiquer ces Etablissements et qui permettront au lecteur de se rendre compte que l'on a fait de réels efforts dans cette fabrication pour arriver à des résultats satisfaisants.

Les épaisseurs indiquées pour chaque type de corps de support sont les épaisseurs maxima et minima ; à chacune d'elles correspondent deux des valeurs déterminées de résistance à la traction et au déchirement et des rigidités diélectriques transversales et superficielles ; ces dernières valeurs sont aussi liées, bien entendu, à la nature des vernis employés, également fabriqués par les Etablissements P. Barnier, et sur lesquels nous reviendrons.

Dans les résultats que nous reproduisons dans le tableau ci-dessous, les charges de rupture indiquées en kilogrammes sont rapportées, non pas à l'unité de surface, mais à des bandes de 20 mm de largeur et d'épaisseur donnée dans le même tableau. Les bandes qui servent d'éprouvettes dans l'essai au déchirement sont elles-mêmes déchirées au milieu d'une bande de 60 mm de largeur.

De même, les chiffres indiqués pour les tensions de percement ne sont pas exactement des gradients de potentiel, mais la différence de potentiel qu'il faut appliquer entre les deux faces de la toile d'épaisseur donnée pour en provoquer l'éclatement ; à cet effet, l'éprouvette est placée entre deux disques de cuivre de 30 mm de diamètre et soumise à une pression de 100 gr : cm². On augmente progressivement la tension alternative de 200 en 200 v, après une durée d'application de 30 secondes.

Quant à la mesure de ce que l'on peut appeler la rigidité diélectrique superficielle, elle s'effectue en appliquant une différence de potentiel entre deux plaques de cuivre biseautées, placées sur l'éprouvette, à une distance de 10 mm. C'est la tension de l'amorçage de l'arc que nous indiquons.

Matières employées comme support.	Épaisseur.	Charge de rupture.		Tension de perforation. Transversale.	Tension d'amorçage de l'arc Superficielle.
	millimètres	A la traction. Kilogrammes	Au déchirement. kilogrammes	volts	volts
Soie	0.08	3.8		3 000	8 200
Soie	0.25	8		12 500	
Toiles noires et jaunes	0.15	18,5	1.3	3 900	8 100
	0.40	29	2.1	12 500-13 500	
Toiles P.B., n° 328.	0.10	20	0.9	3 500	
	0.17	20	0.9	5 500	

On peut conclure de ces indications que le gradient de potentiel qui provoque la perforation est compris entre 30000 et 35000 v : mm et est sensiblement le même, quelle que soit l'épaisseur dans les limites indiquées.

Nous avons cru devoir insister sur ces résultats intéressants qui sont obtenus, grâce, d'une part, à la qualité des toiles étudiées de très près aux Etablissements P. Barnier et grâce, aussi, aux vernis jaunes et noirs qu'ils sont parvenus à fabriquer. Outre la rigidité diélectrique élevée, dont nous venons de mettre en évidence l'heureuse application, ces vernis ont une acidité libre pratiquement nulle. D'un grand pouvoir d'imprégnation, ils ont une grande siccavité et sont à la fois plastiques, souples et d'une indissolubilité absolue à l'huile chaude, qualité particulièrement importante pour les enroulements de transformateurs et de tous autres appareils dans l'huile.

La Compagnie générale d'Electricité (figure 17, chapitre II) a exposé une grande diversité de pièces en matières isolantes et plastiques, et montre ainsi la variété de ces matières mêmes fabriquées dans ses ateliers d'Ivry-Port. Parmi ces produits, nous signalerons d'abord la « gummite », qui est à la fois un isolant thermique et électrique, inattaquable aux acides et aux alcalis, insoluble dans l'alcool. Ne contenant aucune trace de soufre, contrairement à l'ébonite, elle est inaltérable et présente ainsi une grande supériorité sur ce

dernier isolant. Une de ses principales qualités est de se souder à elle-même avec la même facilité que le plomb. Sa densité est de 1,6. Elle est donc tout indiquée pour être employée dans la constitution des bacs, cuves et, en particulier, des bacs d'accumulateurs transportables. Plus légère que le verre, plus facilement réparable que l'ébonite, d'une grande rigidité qui assure l'interchangeabilité des pièces dans la constitution desquelles elle rentre, la gummite semble devoir supplanter complètement les divers produits destinés jusqu'à maintenant à cet usage.

Une autre matière plastique à mentionner est la « roburine » se caractérisant notamment par sa forte résistance mécanique. Des roburines spéciales ont été étudiées en vue d'obtenir l'opacité aux rayons X. Une autre spécialité de roburine a pour propriété essentielle une grande résistance à la chaleur; elle conserve sa rigidité pour des températures s'élevant jusqu'à 100°C; elle a, de plus, une grande résistance mécanique.

La « cégéite » a également une grande résistance mécanique. La ternite, autre variété, ne se ramollit que lorsque la température dépasse 200° C. Ces deux produits sont inattaquables aux acides, aux alcalis, aux huiles et aux pétroles.

Comme autres variétés, nous signalerons encore la « lactolithe » et « l'infusite ». Ce dernier produit est particulièrement résistant à la chaleur et à l'arc électrique; comme son nom l'indique, elle est infusible et incombustible.

Toutes ces matières permettent, grâce au moulage sous pression, d'obtenir des pièces d'une extrême précision et rigoureusement interchangeables, ainsi d'ailleurs que l'on pouvait s'en rendre compte en examinant les divers spécimens exposés.

Dans les pièces moulées en matières plastiques nous devons mentionner encore celles présentées par M. René Meyer, pièces en ébonite pour la télégraphie sans fil et en « hardite », à grande résistance diélectrique, thermique et mécanique.

Enfin, avant d'aborder l'examen des applications relativement récentes des isolants que nous pourrions appeler naturels, nous signalerons un produit destiné à fixer les isolateurs sur leurs supports et, d'une façon générale, à cimenter toute pièce d'appareil, à joindre les isolateurs multiples, etc. Ce produit présenté par la Compagnie générale d'Entreprises électriques est l' « isolit ».

Ce corps remplace la litharge qui présente, comme on le sait, un certain nombre d'inconvénients, notamment d'être sensible aux variations de la température, de se détériorer et d'être conducteur. L'isolit, au contraire, ne subit aucune modification pour des températures variant de 15° à 100°C; il est de plus un isolant, ainsi que l'attestent les résultats d'essais suivants :

Pour une plaque d'isolit de 20 cm × 20 cm et d'épaisseur moyenne de 1,015 cm, la résistance d'isolement est de :

11,4 mégohms à la température de 15°C, le degré d'humidité étant de 58 pour 100;

12 800 mégohms à la température de 108°C.

La tension de perforation s'élève à 2 000 v : mm à chaud, et 600 v : mm, pour une plaque humide. En ce qui concerne la résistance mécanique à la pression, elle varie de 150 à 300 kg : cm².

L'isolit avant son usage est mélangé à l'eau pour constituer le mastic définitif dont on se servira; il faut compter 200 g d'isolit pour 80 à 90 g d'eau. La durée de son durcissement est de 12 à 24 heures suivant la température.

Grâce à ce nouveau produit, le problème si délicat du scellement des isolateurs paraît donc résolu et nous n'en trouvons de meilleure preuve que dans le succès qu'il a déjà remporté, en Suisse et en Italie d'abord, et, enfin, en France depuis que la Compagnie générale d'Entreprises électriques l'a mis à la disposition des industriels français.

Parmi les isolants naturels d'un usage de plus en plus courant depuis quelques années, nous signalerons le basalte dont les propriétés sont exploitées par la Compagnie générale du Basalte depuis 1913 et ont été mises en évidence dans son stand (fig. 66).

Le basalte est une pierre volcanique qu'on trouve en grande quantité en Auvergne, en Ecosse, en Prusse rhénane, aux Etats-Unis, etc. Elle est utilisée, dans les régions où on la rencontre, comme moellons, dalles, macadam, marches d'escalier, etc. Sa densité est très supérieure à celle du granit, d'où la difficulté de le tailler et de le travailler. Mais il fond à la température de 1 300° C et se prête alors au moulage : c'est ce qu'a montré le Dr Ribbe, en 1909, et c'est de cette époque que datent les recherches entreprises pour tirer un meilleur parti de ce corps que la nature met à notre disposition en grande quantité. La première substance obtenue était vitreuse et fragile et il fallut d'abord découvrir le traitement thermique à lui faire subir pour reconstituer la structure cristalline de la roche primitive : c'est encore au Dr Ribbe que l'on doit le procédé permettant d'arriver à ce résultat.

Dès lors, le basalte fondu est rentré dans la catégorie des isolants en quelque sorte classiques, grâce aux efforts que la Compagnie générale du Basalte a déployés pour en augmenter le nombre des applications industrielles.

Pour faire ressortir les propriétés de ce corps, nous ne pouvons mieux faire qu'en reproduisant quelques chiffres relevés dans le rapport sur les isolateurs présentés par M. L. Drin à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension de 1921.

« Une dalle en basalte destinée au pavage des routes, prélevée au hasard dans un lot de pièces semblables et ayant les dimensions suivantes : 160 mm × 160 mm, épaisseur 18 mm, a été percée dans l'huile à une tension de 59 300 v; ce qui donne une chute linéaire de potentiel à la rupture de 3284 v : mm.

» Une autre série de plaques de même épaisseur

essayées au Laboratoire central d'Electricité a fourni les résultats suivants :

» Percement :

» Première plaque, 47 000 v ; deuxième plaque, 59 000 v ; troisième plaque, 42 000 v ; quatrième plaque, 60 000 v.

» Moyenne : 54 500 v avec un champ de 6 185 v : mm.

» Le basalte fondu présente des propriétés précieuses en électrotechnique :

» 1° Il résiste parfaitement bien aux variations de température. C'est ainsi qu'une plaque de basalte de 8 mm d'épaisseur environ a été plongée à différentes reprises dans l'eau bouillante, puis dans l'eau froide, sans qu'on puisse relever la moindre fissure.

» 2° Au moment de la solidification du basalte fondu, on peut incorporer dans la masse en fusion des pièces de fer aussi volumineuses que l'on veut, ce qui remplace du même coup tous les scellements.



Fig. 66. — Vue du stand de la Compagnie générale du Basalte.

» 3° Lorsqu'un arc traverse le basalte, la matière fond puis se reconstitue, de sorte que les isolateurs en basalte ne sont pas détruits par le passage d'un courant intense.

» 4° Les isolateurs en basalte présentent une très grande résistance de fuite, par suite de la présence, à la surface des pièces, d'une sorte de « couverte » vitreuse qui va en s'atténuant de la périphérie à l'intérieur de la masse. »

Les propriétés mécaniques du basalte fondu sont également intéressantes à noter : sa résistance à la compression est de 3 000 kg : cm² ; quant à sa résistance à l'usure, on constate, dans un essai à la meule Doerry saupoudrée de grès, une usure de 0,6 mm après 1 000 tours.

Une visite au stand de la Compagnie générale du Basalte permettait de se rendre compte des divers stades de sa préparation à laquelle nous avons fait allusion plus haut et dont la figure 67 donne les aspects différents, puis des propriétés de cette roche, comparées à celles des autres roches, et résumées par des tableaux significatifs, et, enfin, des pièces faites en

basalte fondu. Nous citerons notamment une série d'isolateurs, des supports isolants pour les rails de contact, destinés aux principales Compagnies de Chemins de fer, des boules de trolet, capes et cônes qui sont une intéressante application de la propriété que possède le basalte de permettre l'incorporation directe des ferrures dans la masse, ainsi que l'a fait ressortir M. L. Drin dans le rapport cité ci-dessus.

Un autre isolant naturel est celui dont on pouvait constater les applications nombreuses dans le stand de la Société Quartz et Silice (fig. 68). Un certain nombre de pièces présentées n'avaient d'autre but que de donner une idée des résultats que l'on peut obtenir dans la fabrication des objets en quartz fondu. La photographie du stand donnera une idée au lecteur qui n'a pu visiter l'Exposition de Physique de la variété de ces pièces. Rappelons que le quartz est une forme cristalline de la silice et que la fusion du quartz le transforme en un corps vitreux, anhydre et amorphe.

Au point de vue purement électrique, la silice fondue est un isolant bien meilleur que le verre. Sa résistivité est de 2×10^8 mégohms-cm à 15° et a la même valeur à une température de 150°C; son pouvoir inducteur spécifique est de 3,5 et sa rigidité diélectrique, de 200 000 v : cm. Aussi peut-on en prévoir l'emploi pour la constitution des isolateurs. C'est ainsi que l'on pouvait voir, dans le stand en question, une borne de

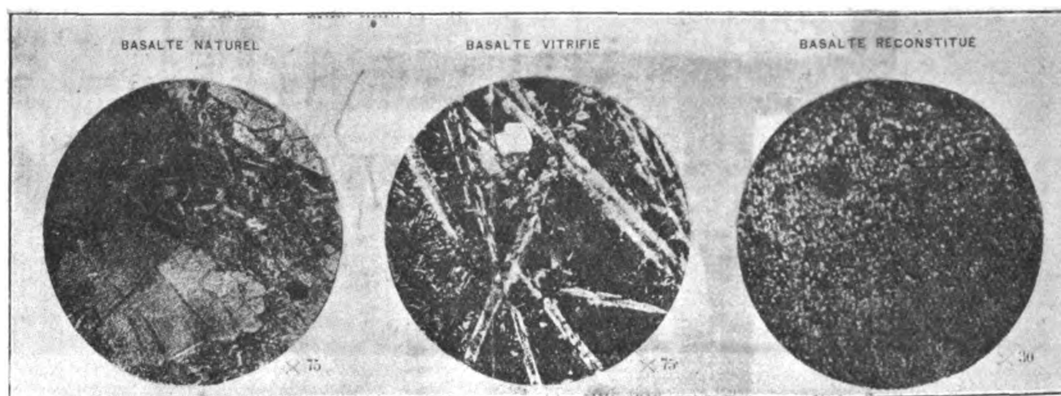


Fig. 67. — Aspects différents du basalte vu au microscope au cours de sa préparation.

transformateur établie pour une tension de service de 200 000 v et une tension d'essai de 300 000 v. Il est facile de concevoir la possibilité de fabriquer, sans difficulté, des tubes isolateurs, entrées de porte, etc., de formes très variées, en silice fondue.

Une des propriétés les plus importantes de cette matière réside dans la valeur élevée de sa température de fusion qui est de 1750°C. Aussi ses applications sont-elles nombreuses dans les industries nécessitant l'emploi d'appareils susceptibles de résister à la chaleur industries chimiques, industries thermiques et même les industries électriques ; nous voulons parler de celle des appareils de chauffage électrique. Les pièces en silice fondue sont toutes désignéee comme pièces isolantes entrant dans la fabrication de ces appareils (¹).

On se sert également du quartz fondu pour la fabrication des lampes à vapeur de mercure dont on veut utiliser les rayons ultraviolets, à cause de sa propriété de ne pas absorber ces rayons.

Les quelques spécimens des produits de sa fabrication, qu'a exposés la Société Quartz et Silice, laissent entrevoir de nouvelles et nombreuses applications que cette Société a pour but d'étudier et de développer.

Nous mentionnerons encore les échantillons de quartz fondu présentés par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, ainsi que des échantillons de pièces en quartz, tubes, cloches, etc.

La liste des isolants employés dans l'industrie, déjà longue il y a quelques années, s'est encore augmentée, ainsi qu'on a pu le constater à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Les corps qui sont venus s'ajouter à ceux qui figuraient sur cette liste sont appelés à en supplanter quelques-uns, grâce à leurs propriétés nettement plus intéressantes : ce sont ces perfectionnements que nous avons cherché à mettre en évidence dans ce paragraphe.

III. Divers. — Nous signalerons ici le sélénium dont la Société des Anciens Etablissements Louis Ancel présentait quelques cellules en en faisant ressortir la propriété essentielle qui est d'avoir une conductibilité électrique variable avec l'intensité de l'éclairement auquel elle est soumise. La cellule est placée près d'une lampe destinée à l'éclairer, en série avec une autre lampe sous une tension constante. En faisant varier la posi-

(¹) Règles de normalisation des appareils de chauffage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 1923, t. XIII, p. 537.

tion relative de la cellule de sélénium et de la lampe qui l'éclaire, on constate une variation de la résistance.

Cette propriété a permis à Graham Bell en 1880 de faire des essais de téléphotophonie, en utilisant le sélénium comme organe essentiel de l'appareil récepteur. La cellule de sélénium intercalée dans le circuit du téléphone était placée au foyer d'un miroir qu'éclai-



Fig. 68. — Vue du stand de la Société Quartz et Silice.

rait une lampe, elle-même soumise, par l'intermédiaire d'un premier miroir, à l'action des vibrations sonores.

Nous ne rappelons sommairement cette expérience que pour montrer le parti que l'on peut tirer de la propriété du sélénium, qui peut avoir des applications particulières intéressantes.

(*A suivre*).

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Enclenchement et déclenchement d'un câble à haute tension au moyen d'un interrupteur à contacts dans l'huile

Les très intéressantes expériences relatées dans cet article contribueront, avec beaucoup d'autres déjà, à infirmer, de plus en plus, les théories classiques admises jusqu'ici pour expliquer les phénomènes qui accompagnent la fermeture et la rupture d'un circuit. D'après l'analyse des oscillogrammes, il ne se manifesterait aucune surtension anormale ou, du moins, dangereuse dans le premier cas; dans le second, au contraire, on constate qu'aux toutes premières phases de la rupture, pendant 0,02 à 0,03 seconde, il se produit un arc qui engendre et entretient des oscillations de courant de haute fréquence; cet arc s'éteint au moment où le courant primaire passe par zéro et il est remplacé par une série de réamorçages d'arcs dans l'huile qui peuvent donner lieu à des surtensions dangereuses.

Introduction. — Si l'on se réfère à la théorie classique des régimes transitoires et si l'on calcule les surtensions qui peuvent se produire sur une ligne courte (1), de grande capacité, ouverte à l'arrivée, lorsqu'on la met brusquement sous tension ou lorsqu'on la déconnecte au départ, on est conduit aux conclusions suivantes :

1° A l'enclenchement (2) : le réseau est soumis à une surtension dont la valeur dépend de l'instant où s'est effectuée la fermeture du circuit; elle est très faible si la tension du réseau passe par zéro à l'instant de la fermeture; elle peut atteindre deux fois l'amplitude de la tension normale si celle-ci passe par un maximum à l'instant considéré.

2° Au déclenchement (3) : aucune surtension n'est à craindre, ni sur le tronçon détaché, ni sur le réseau proprement dit.

Or, l'expérience démontre au moins l'insuffisance de cette théorie, et, sur le réseau souterrain à haute tension de l'Union d'Electricité, par exemple, la mise hors circuit d'un câble à vide s'est montrée beaucoup plus redoutable que son enclenchement brusque.

Cette constatation ayant le plus plus grand intérêt pour l'exploitation de tous les réseaux à haute tension en général, nous avons été conduits à entreprendre une série d'expériences oscillographiques dont nous analysons ci-dessous les résultats.

Description de l'installation. — Le câble essayé figuré en F_1 (fig. 1) était un des feeders triphasés à 60 000 v issu de l'usine génératrice de Gennevilliers, et constitué par trois câbles unipolaires de 150 mm². (La capacité de ce câble est, par kilomètre, de 0,19 microfarad).

Il était relié aux barres B de l'usine par l'interrupteur à huile I et ouvert à l'autre extrémité.

L'interrupteur utilisé était un disjoncteur Thomson-Houston, type 60 000 v à grand pouvoir de rupture, muni de chambres d'explosion, sans résistance de choc.

(1) Ligne très courte par rapport à la ligne quart d'onde.

(2) STEINMETZ. *Théorie et calcul des phénomènes transitoires*, chap. VIII.

(3) SWYNGEDAUW. *Cours d'électrotechnique générale*, t. II, p. 451.

Les barres de l'usine étaient alimentées par les groupes alternateurs-transformateurs A-T (1), et débitaient sur des sous-stations par les feeders F_2, F_3.... F_n.

Un transformateur de potentiel 1 au rapport 60 000/110 était connecté entre la phase étudiée et la terre et alimentait, par son secondaire, un équipage de l'oscillographe.

Un second équipage oscillographique était alimenté

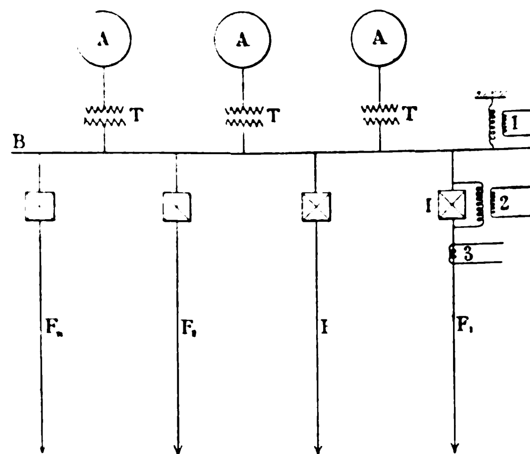


Fig. 1. — Schéma de l'installation ayant servi aux essais d'enclenchement et de déclenchement d'un câble à haute tension de l'Union d'Electricité.

par un transformateur de potentiel 2 branché entre l'entrée et la sortie de l'interrupteur.

Enfin, le troisième équipage disponible, alimenté par un réducteur d'intensité 3, enregistrait le courant de capacité.

Un dispositif très simple permettait de provoquer simultanément le fonctionnement de l'interrupteur I et le déroulement de la bande sensible de l'oscillographe.

Dans une première série d'essais, le câble F_1 avait 8,8 km de long. L'ensemble des câbles F_2..., F_n, dont la longueur totalisée atteignait 98 km, débitait environ 47 000 kw. La tension composée était de 50 000 v.

(1) Transformateurs en étoile avec point neutre à la terre du côté à haute tension.

L'expérience a été reprise, le câble F_1 ayant 16,6 km et l'ensemble du réseau 118 km. La puissance débitée était alors d'environ 77 000 kw et la tension composée, de 50 000 v.

L'allure générale des phénomènes observés n'a d'ailleurs pas changé avec la longueur du câble.

Résultats des essais. — Enclenchement du cable. — Les divers oscillogrammes que nous avons pu relever au moment de l'enclenchement du câble offrent tous le même aspect.

La figure 2 reproduit l'un d'eux. La courbe 1 représente la tension simple du réseau ; la courbe 2, la différence de potentiel entre les contacts du disjoncteur ; la courbe 3, l'intensité dans le câble [1]. Le sens de la flèche indique la succession des phénomènes.

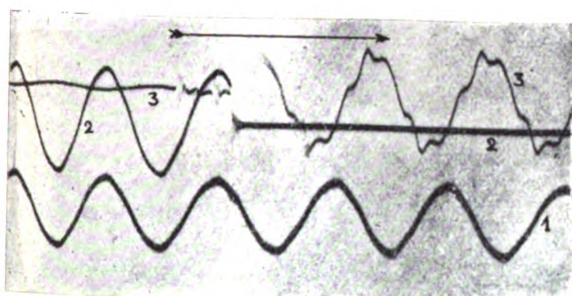


Fig. 2. — Oscillogrammes relevés à la mise sous tension du câble au moyen d'un interrupteur à contacts dans l'huile.

Lorsque les contacts mobiles de l'interrupteur arrivent au voisinage des contacts fixes, le circuit se ferme brusquement et le câble se charge au potentiel du réseau après une série d'oscillations rapides et très amorties dont il n'est malheureusement pas possible de mesurer l'amplitude exacte.

Néanmoins, le potentiel initial du câble étant nul, la tension sous laquelle s'effectue la charge du câble est au plus égale à l'amplitude de la tension du réseau (un peu inférieure dans le cas représenté en figure 2), et la surtension de fermeture ne dépasse certainement pas le double de cette amplitude.

Un peu avant la fermeture proprement dite du circuit, la courbe de courant montre que des arcs s'amorcent dans l'huile, mais ils sont très rapidement étouffés et ne laissent prendre au câble qu'une charge tout à fait insensible.

Déclenchement du cable. — Les oscillogrammes que nous avons relevés au moment du déclenchement nous ont révélé deux phénomènes dont le premier au moins était inattendu :

1° Au moment où les contacts de l'interrupteur s'écartent, un arc s'allume et le courant de capacité continue à circuler à travers cet arc pendant un temps qui varie de deux à trois centièmes de seconde.

Cet arc engendre et entretient des oscillations de courant de fréquence élevée qui se superposent au courant normal. On retrouve le phénomène bien connu de l'arc chantant, bien que le schéma du circuit (représenté fig. 3) diffère quelque peu du schéma normal d'un arc

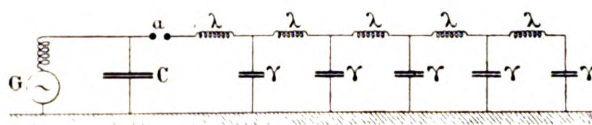


Fig. 3. — Schéma de la répartition de l'inductance et de la capacité du câble. G, groupes générateurs ; C, capacité du réseau ; λ et γ, self-inductances et capacités réparties du câble.

de Duddell : l'arc dans l'huile se trouve alimenté en courant alternatif à travers la capacité du circuit oscillant, au lieu d'être alimenté en dérivation par une source à potentiel continu.

Ce phénomène, visible sur tous les oscillogrammes, se manifeste avec une netteté toute particulière sur celui que nous avons reproduit (agrandi) sur la figure 4 [1].

Il est malheureusement impossible de déterminer, avec quelque exactitude, la valeur de la fréquence et de l'amplitude de ces oscillations. Un oscillographe à rayons cathodiques serait seul capable de les enregistrer complètement et fidèlement.

Néanmoins, le calcul conduit à la valeur 4 660 p : s pour la fréquence des oscillations libres quart d'onde du câble de 8,8 km et à 2 660 p : s pour celle du câble de 16,6 km. Les photographies originales permettent de vérifier tout au moins l'ordre de grandeur de ces nombres.

D'autre part, pour un câble donné, l'amplitude doit varier avec la longueur de l'arc et, toutes choses égales par ailleurs, elle est beaucoup plus grande pour le câble de 8,8 km, que pour celui de 16,6 km.

Il résulte de ces observations que la ligne se comporte, au moment de la coupure, comme une antenne de radiotélégraphie : aux oscillations de courant d'amplitude i_m engendrées par l'arc doivent correspondre des oscillations stationnaires de tensions dont l'amplitude est maximum à l'extrémité libre de la ligne, où elle a pour valeur.

$$\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}\, i_m,$$

$\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$ étant l'impédance naturelle de la ligne (voisine de 32 ohms).

Dans le cas d'une ligne aérienne, l'impédance naturelle est beaucoup plus élevée, et l'amplitude de la surtension doit être considérable dans certains cas.

[1] Cette numérotation a été conservée sur tous les oscillogrammes reproduits ici.

[1] Sur cette figure, ainsi que sur la figure 5, on a dû renforcer par des traits ponctués les tracés des oscillations de fréquence élevée qui, bien que nettement visibles sur les clichés photographiques, n'eussent pas apparu sur la reproduction de ces clichés.

2° L'arc mentionné ci-dessus s'éteint au moment où le courant passe par zéro et où, par conséquent, la tension est voisine d'un maximum : le câble reste d'abord chargé à cette tension.

Dans de nombreux cas, on constate alors des réamorçages d'arcs entre les contacts et des changements brusques de la valeur du potentiel du câble.

Nous avons reproduit ici (fig. 5) un oscillogramme

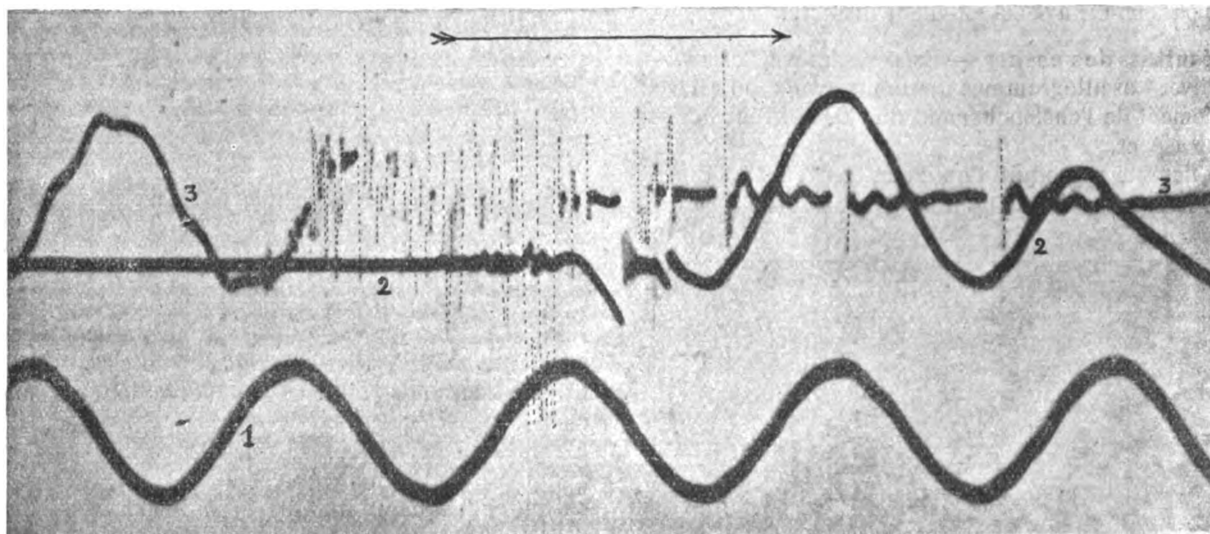


Fig. 4. — Oscillogramme montrant les oscillations dues à l'arc qui se produit aux premiers instants de la rupture, pendant 0,02 à 0,03 seconde.

où ces réallumages sont particulièrement nets, et nous en avons tiré un tracé schématique (fig. 6) qui va nous servir à l'analyse du phénomène :

Au temps A, la tension du réseau (et par suite celle du câble) passe par un maximum ; le courant est nul et l'arc s'éteint. Le câble reste chargé au potentiel maximum du réseau.

Quelques instants plus tard, la tension du réseau

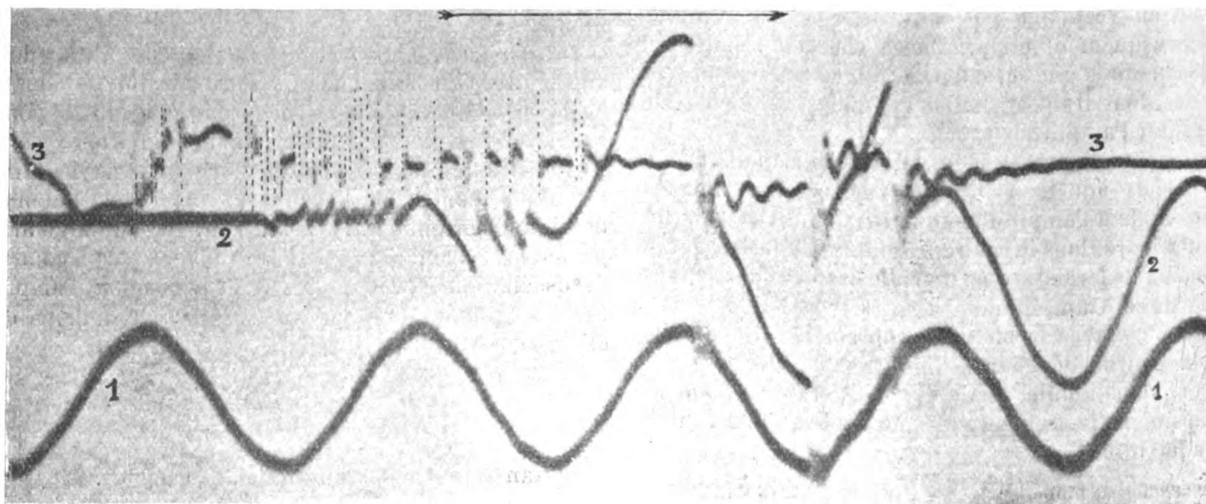


Fig. 5. — Oscillogramme montrant les réamorçages d'arcs dans l'huile et les variations de la tension aux bornes de l'interrupteur consécutifs au premier arc.

ayant diminué, la différence de potentiel entre les contacts prend une certaine valeur ab : un arc s'amorce et le câble tend à prendre la nouvelle valeur du réseau après une série d'oscillations rapidement amorties.

Puis, de nouveau, l'arc s'éteint, le câble garde son potentiel, la tension du réseau continue à décroître, donc la différence de potentiel entre les contacts continue à croître, et un nouvel arc s'amorce.

Ce phénomène de coupures et de charges successives se répète plusieurs fois pendant le quart de

période qui succède au temps A jusqu'au temps B.

Au temps B, l'arc se rompt au moment où la tension du réseau (et par suite celle du câble) va passer par un nouveau maximum. Cette fois-ci, la distance des contacts étant déjà considérable, l'arc reste coupé pendant une demi-période et le câble reste chargé jusqu'au temps C où, la tension du réseau passant par un maximum de signe contraire, la différence de potentiel entre les contacts est voisine du double de l'amplitude de la tension. Un arc s'amorce de nouveau, puis s'éteint, le câble se chargeant ainsi à la tension de signe contraire.

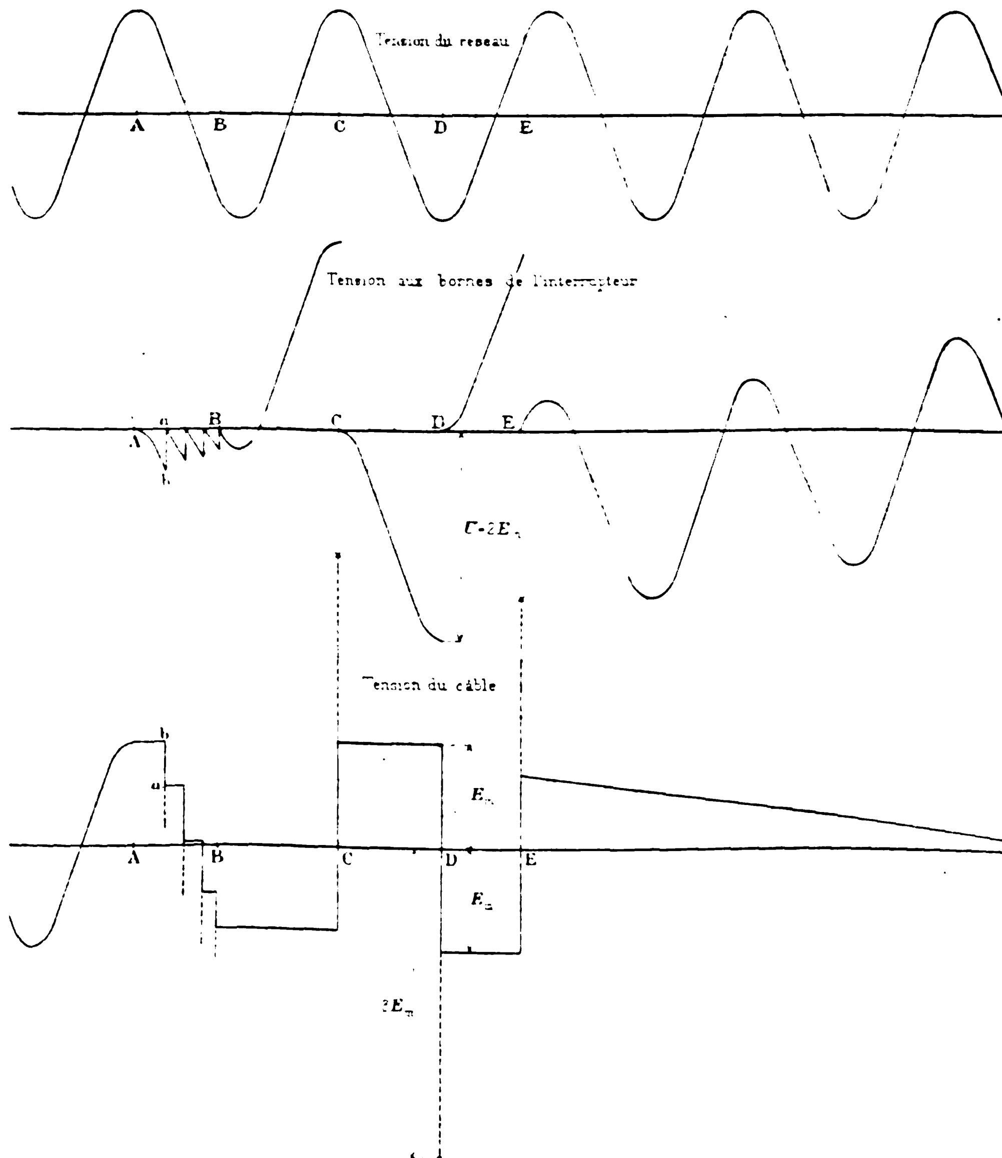


Fig. 6. — Dessin schématique de l'oscillogramme de la figure 5 permettant d'en donner une interprétation théorique.

Un phénomène identique se produit au temps D (où l'amorçage se produit sous une différence de potentiel égale au double de l'amplitude de tension) et, enfin, au temps E.

Au delà de E, les contacts se sont suffisamment ouverts pour que tout nouvel amorçage devienne impossible : le câble perd graduellement sa charge statique à travers les enroulements des transformateurs (voir fig. 1).

Chaque fois qu'un arc s'amorce sous une différence de potentiel U entre le réseau et le câble, il provoque donc la charge brusque de la capacité : cette charge est oscillatoire si la résistance du circuit est suffisamment faible, et la première amplitude double de cette oscillation peut atteindre $2U$.

Si donc, le câble étant chargé à la tension $+E_m$ ($E_m = \sqrt{2} \times$ tension simple), l'arc s'amorce au moment où la tension du réseau est $-E_m$ (c'est ce qui

se passe en particulier au temps C), l'amplitude de l'oscillation peut atteindre $2 E_m$ de part et d'autre de la tension du réseau : on doit craindre une surtension atteignant le *triple* de l'amplitude de la tension simple.

Ce phénomène étant très rapide et très amorti, il n'est pas possible de mesurer sur les oscillogrammes l'amplitude de la surtension. La courbe du courant de charge reproduit évidemment ces oscillations; elle permet de distinguer deux régimes d'oscillations : les premières, de très haute fréquence et très amorties, correspondent vraisemblablement aux oscillations libres du câble lui-même; les secondes, de fréquence beaucoup plus basse (470 p : s environ), correspondent au régime libre du réseau tout entier.

Conclusions. — Cette étude prouve toute l'importance que peuvent prendre les phénomènes parasites dont les arcs de coupure sont le siège et dont il est si difficile de tenir compte à priori dans les calculs des phénomènes transitoires.

Elle met en évidence deux phénomènes qui peuvent, au moins dans certains cas, devenir redoutables pour l'exploitation des lignes à haute tension : la production d'oscillations par l'arc de coupure, particulièrement dangereuse dans le cas des lignes aériennes, et les réamorçages d'arcs dans l'huile susceptibles d'engendrer des surtensions.

Enfin, elle milite en faveur de l'adjonction de résistances de choc à certains interrupteurs de manœuvre. Convenablement calibrées, ces résistances doivent s'opposer à la production des oscillations entretenues, rendre le circuit de charge complètement apériodique, et supprimer de la sorte les deux causes de surtensions au moment de la coupure.

Jean Fallou,
Chargé du Service technique électrique à l'Union d'Electricité.

Unification des dimensions des bases et dalles en marbre, ardoise ou autre matière isolante employées pour le gros appareillage électrique

Cette unification, que résume le tableau ci-dessous, a été arrêtée par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité, le 5 décembre 1923, sur étude de la 4e Commission de l'Union. Elle a été établie pour faciliter l'approvisionnement des bases et des dalles employées dans l'appareillage et, en particulier, dans la construction des tableaux de distribution. L'Union des Syndicats de l'Electricité recommande d'employer de préférence les bases ou dalles dont les largeurs sont indiquées en caractères gras dans le tableau et qui seules sont unifiées.

LONGUEURS EN MILLIMÈTRES	LARGEURS EN MILLIMÈTRES														EPAISSEURS EN MILLIMÈTRES	CHANFREINS EN MILLIMÈTRES
100											**100**	**80**		**50**	20	sans chanfrein. un arrondi de rayon ≤ 2
125										**125**	**100**	**80**		**50**		
160									**160**	**125**	**100**	**80**				
200								**200**	**160**	**125**	100	80				
250							**250**	**200**	**160**	125	100					
320						**320**	**250**	**200**	160	125						
400					**400**	**320**	**250**	200	160						25	5
500				**500**	**400**	**320**	250	200								
640			**640**	**500**	**400**	320	250									
800		**800**	**640**	**500**	400	320									32	10
1000	**1000**	**800**	**640**	500												
640			**640**												40	
800		**800**	**640**													
1000	**1000**	**800**	**640**													
640			640												50	
800		800	640													
1000	1000	800	640													

Fig. 1. — Tableau des dimensions unifiées des bases et dalles.

Unification des boites à bornes des compteurs d'énergie électrique à courant alternatif monophasé, à 2 fils, et à courant triphasé, à 2 et à 4 fils

Cette unification, que nous reproduisons ci-dessous, a été arrêtée par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 6 février 1924, sur étude de la 7e Commission de l'Union. Elle ne sera applicable qu'aux compteurs qui seront soumis à l'approbation du Ministère des Travaux publics postérieurement au 1er juillet 1924.

I. **Nombre de bornes.** — Le nombre de bornes sera déterminé par la règle suivante : pour les calibres jusqu'à 80 A inclus, tous les fils utilisés pour la mesure doivent pénétrer dans les compteurs.

II. **Schéma de branchement.** — Basse tension : *a*) Toutes les entrées seront à gauche et les sorties à droite;
b) L'ordre de sortie sera l'inverse de l'ordre d'entrée ;

Entrée 1-2-3-4
Sortie 4-3-2-1

c) Dans les compteurs triphasés 4 fils, le neutre se placera au centre avec son entrée et sa sortie ; il prendra la place du n° 4 dans l'exemple ci-dessus :

d) Les compteurs à basse tension alimentés par transformateurs d'intensité auront également leurs bornes d'entrée à gauche et leurs bornes de sortie à droite dans l'ordre inverse.

Le fil de tension commun sera au centre.

Haute tension. — Dans les compteurs triphasés à haute tension, les deux fils d'entrée seront à gauche et les deux fils de sortie à droite dans l'ordre inverse : puis, au centre, les trois fils de tension dans l'ordre numéroté des fils numérotés du courant.

III. **Trous de bornes.** — *a*) Les câbles seront fixés par deux vis de pression dans chaque borne ;

b) Le diamètre des trous des bornes sera déterminé par la formule suivante :

$$D \geq 1.3\sqrt{I}$$

c'est-à-dire 1,3 millimètre pour 1 ampère, ce qui correspond à une section de 1,3 millimètre carré par ampère ;

c) Pour les compteurs d'une intensité inférieure à 10 ampères, le diamètre des trous des bornes sera celui des compteurs de 10 ampères ;

d) Les trous des bornes seront percés à une profondeur telle que la distance du fond du trou à l'axe de la dernière vis, c'est-à-dire la plus rapprochée du fond, soit au moins égale au diamètre de l'alésage du trou.

IV. **Ecartement d'axe en axe des bornes.** — L'écartement d'axe en axe sera au minimum de 1,8 fois la valeur du trou d'alésage, tel qu'il est déterminé ci-dessus.

V. **Vis de fixation des câbles.** — Le diamètre des vis de serrage des câbles dans les bornes sera déterminé de la manière suivante :

$$d \geq \frac{6}{10} D,$$

formule dans laquelle D représente le diamètre d'alésage de la borne.

Il est bien entendu que les diamètres adoptés seront des diamètres normaux.

Cahier des charges pour la fourniture des poteaux en béton armé

Ce cahier des charges a été arrêté par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 6 juin 1923 et modifié le 6 février 1924 sur étude de la 23e Commission de l'Union. Le texte que nous reproduisons ci-dessous est le modèle définitif que les parties contractantes devront observer.

Dans le texte qui suit, la Société..... est désignée sous le nom « l'Acheteur » et la Société...... sous le nom « le Constructeur ».

Le présent cahier des charges s'applique à la fourniture complète de poteaux en béton armé destinés aux lignes de transmission d'énergie électrique à .... volts, de...... à.........dont l'acheteur entreprend la construction suivant le tracé approximatif ci-joint.

Pour l'exécution de ladite fourniture, le constructeur déclare se soumettre aux conditions particulières ci-après indiquées.

Il accepte, de plus, l'obligation de se conformer, en ce qui le concerne, aux prescriptions administratives relatives aux réseaux de distribution d'énergie électrique, ainsi qu'à la circulaire officielle du 20 octobre 1906 concernant l'emploi du béton armé émanant du Ministère des Travaux publics, en tout ce en quoi elle n'est pas contraire aux prescriptions ci-dessus.

Article premier — *Consistance de la fourniture.* — La fourniture comprend la construction, conformément aux meilleures règles de l'art, et la livraison .... (1) de .... poteaux devant répondre aux caractéristiques résumées dans le tableau I :

Tableau I.

Type des poteaux	Nombre	Hauteur totale des poteaux	Hauteur hors sol	Effort disponible au sommet	Charge de sécurité	Coefficient de sécurité

Par effort disponible au sommet, on entend l'effort utile qui peut y être appliqué, c'est-à-dire la charge de sécurité diminuée de l'action du vent sur le poteau, ramenée à la tête du poteau.

La distribution des quantités des poteaux de chaque type pourra, avant fabrication, être modifiée au gré de l'acheteur, dans la limite des aciers prévus.

Le nombre total de poteaux spécifié dans le tableau ci-dessus pourra, au gré de l'acheteur, varier au maximum de 5 pour 100 sans qu'il en résulte de modification dans les prix unitaires spécifiés à l'article 6.

Le constructeur déclare avoir eu connaissance de toutes les données nécessaires pour le calcul des poteaux ; il communiquera .... semaines après la commande pour approbation à l'acheteur, avant d'entreprendre la construction, une note détaillée de ces calculs, accompagnée de la nomenclature des aciers à mettre en œuvre et des plans d'exécution. Cette approbation ne réduira en quoi que ce soit la responsabilité du constructeur.

Les plans d'exécution donneront les dimensions extérieures, les évidements s'il y a lieu, ainsi que les détails de l'armature : ils devront prévoir, sur l'armature longitudinale, une couverture de béton d'au moins 15 millimètres : la note de calcul devra justifier les taux de travail de l'acier et du béton sous la charge de sécurité.

Le constructeur indiquera également le poids du poteau, le poids des fers et le cube du massif préconisé suivant la nature du terrain ; ces indications sont spécifiées dans le tableau II :

Tableau II.

Type des poteaux	Nombre	Poids du poteau	Poids des fers	Dimensions à la base	Dimensions au sommet	Cube du massif

(1) La livraison sera faite soit sur chantier, soit à pied-d'œuvre, soit encore plantée.

Toutes les fournitures ainsi que la main-d'œuvre nécessaire à la construction des poteaux seront à la charge du constructeur ainsi que les installations de chantier, l'outillage nécessaire et la location des terrains.

Il est spécifié que la surface de moulage devra être régulière et lisse, sans enduit, et qu'en aucune partie des poteaux l'armature longitudinale métallique ne devra se trouver à une distance de la surface inférieure à 10 millimètres (1). S'il y a lieu, les trous destinés à la fixation des ferrures seront réservés au moment de la construction (2).

Les aciers seront de première qualité ; leur charge de rupture à la traction ne devra pas être inférieure à ..... kilogrammes par millimètre carré et l'allongement à la rupture sera de ..... pour 100.

Les ligatures (ou soudures) devront être faites avec le plus grand soin, de telle sorte que la résistance de l'ensemble ne soit pas diminuée.

Le métal sera de texture parfaitement homogène, exempt de criques, soufflures, flaches ou autres défauts. Les armatures seront construites sur des gabarits spéciaux parfaitement calibrés de façon qu'au moulage l'épaisseur de ciment qui les recouvre soit uniforme.

Le *ciment* destiné au moulage sera du .... de toute première qualité.

Le *gravillon* devra passer à l'anneau de ..... millimètres et ne pas passer à l'anneau de ...... millimètres.

Le *sable* sera (de préférence) en provenance de rivière.

Le gravillon et le sable devront être exempts de matières terreuses ou capables de désagréger le béton.

Le *dosage* au mètre cube du béton destiné au moulage sera le suivant :

Gravillon	litres ;
Sable	—
Ciment	kilogrammes.

La charge de rupture du béton à la compression mesurée sur des cubes de .... centimètres de côté, ne devra pas être inférieure à .... kilogrammes par centimètre carré après un séchage de ...... jours.

Art. 2 — *Conditions d'exécution.* — Le constructeur sera tenu, avant d'entreprendre ses travaux, de faire connaître à l'acheteur l'emplacement de ses chantiers.

Si la livraison doit être faite sur chantiers spéciaux à cette livraison, ceux-ci seront établis, d'accord avec l'acheteur, à une distance aussi faible que possible de la ligne, de manière à réduire au minimum les transports du chantier aux points d'implantation. Il sera établi un chantier pour .... poteaux commandés ; l'acheteur ne pourra pas demander l'ouverture de nouveaux chantiers pour la construction de la fourniture complémentaire prévue ci-dessus.

Le constructeur s'engage à ne sous-traiter à des tiers aucune partie des travaux qui lui sont confiés, à moins d'un accord écrit de l'acheteur.

Le constructeur assurera son personnel conformément à la loi et garantira l'acheteur des suites de toute action dirigée contre lui pour tous dommages ou accidents survenus à son personnel ou à des tiers, pendant ou à l'occasion de l'exécution et de la réception des travaux faisant l'objet de la présente commande.

(1) Cette distance sera doublée s'il s'agit de ciments à prise rapide coulés très mous.

(2) L'acheteur pourra demander également la mise en place des plaques « danger de mort ».

Art. 3. — *Délais de livraison.* — La fourniture faisant l'objet du présent cahier des charges devra être exécutée et complètement livrée dans un délai de............ à partir de la signature du marché à intervenir. Les premières livraisons auront lieu le............... et elles se poursuivront à raison de........ poteaux par..........

L'acheteur se réserve le droit de différer l'enlèvement des poteaux, au cas où la conduite de l'entreprise l'exigerait. Le constructeur devra disposer d'emplacements suffisants pour entreposer les poteaux fabriqués..........................
....(1)

En cas de retard sur les dates de livraison indiquées ci-dessus, il sera appliqué une pénalité égale à ...... francs par mois entier de retard.

Ces pénalités seront suspendues lorsque les retards seront dus à l'acheteur ou auront été provoqués par des raisons reconnues juridiquement de force majeure et dûment signifiées à l'acheteur.

Art. 4. — *Surveillance et réception provisoire.* — Pendant toute la durée de la construction, les agents de l'acheteur accrédités à cet effet auront toutes facilités nécessaires pour exercer un contrôle sur les fournitures et sur les travaux, afin de se rendre compte s'ils répondent bien aux conditions imposées.

Les réceptions de poteaux seront faites par un ou plusieurs agents accrédités de l'acheteur dans le ou les chantiers, en présence du fournisseur ou de son représentant ; elles auront pour objet l'exécution de deux groupes d'essais : les essais de types et les essais de réception.

Les essais de types pourront être effectués sur un poteau de chaque type : ils comporteront les essais de travail, jusqu'à une charge égale à $\frac{k}{\sqrt{3}}$ fois la charge de sécurité, k étant le coefficient de sécurité, sans décollement du béton : durant l'essai, on relèvera les flèches à charges croissantes. Le poteau une fois déchargé lentement ne devra présenter ni déformation permanente supérieure à 2 pour 100 de la flèche maximum, ni décollement.

Les essais de réception seront effectués sur ..... pour 100 du nombre des poteaux soumis à la réception.

On appliquera aux poteaux la charge de sécurité, plus 10 pour 100. Les flèches devront montrer que les poteaux se comportent approximativement comme des solides d'égale résistance à la flexion. La déformation permanente qui pourrait subsister après enlèvement de la charge ne devra pas être supérieure à 2 pour 100 de la flèche sous cette charge.

Si les flèches d'un poteau essayé ne sont pas supérieures de plus de 1/10e à celle du poteau type, soumis aux mêmes conditions d'essais, le poteau est reconnu bon.

Si les flèches sont supérieures de plus de 1/10e à celle du poteau type, on poussera l'essai jusqu'à un effort égal à 1,5 fois l'effort correspondant à la charge de sécurité : s'il n'y a pas, après déchargement, de déformation permanente supérieure à 4 pour 100, le poteau est reconnu bon.

Les essais seront effectués sur chantier, d'après la méthode suivante..
....

(1) Compléter les conventions spéciales précisant la marche générale du chantier (fabrication et livraison). Ces conventions pourront notamment préciser que les arrêts momentanés d'enlèvement des poteaux ne devront pas avoir pour conséquence de retarder la fabrication, mais, par contre, que l'enlèvement devra être achevé à une date déterminée, au delà de laquelle les frais de location du terrain seront à la charge de l'acheteur.

En outre, les dimensions de tous les poteaux du lot à recevoir seront vérifiées. Une tolérance de 1 pour 100 en plus ou en moins sur les longueurs et de 5 pour 100 en plus sur les sections transversales pourra être admise. Si les poteaux ne sont pas symétriques par rapport à l'axe, leur sens de travail sera clairement indiqué à 4 mètres du pied.

Si les essais et les vérifications donnent satisfaction, le lot sera accepté ; s'ils ne donnent pas satisfaction, les poteaux seront rebutés et il sera procédé à deux séries de contre-essais dans les mêmes conditions. Si ces contre-essais donnent satisfaction, le lot sera accepté ; il sera refusé dans le cas contraire. Le constructeur aura toutefois la faculté d'essayer à ses frais, individuellement, tous les poteaux du lot rebuté pour éliminer les insuffisants et représenter le lot ainsi épuré.

Les essais et les remplacements ou réparations pouvant en résulter seront à la charge du constructeur, les poteaux réparés devant, en particulier, être essayés individuellement.

Cette réception provisoire ne diminuera point la responsabilité du constructeur, qui restera pleine et entière jusqu'à l'expiration des délais de garantie indiqués plus bas.

Art. 5. — *Réception définitive.* — La réception définitive des poteaux sera prononcée par lot de ...... éléments, un an après la livraison de chaque lot. Si, avant l'expiration de ce délai, il apparait des vices de matière ou des défectuosités de fabrication, le constructeur devra procéder, dans le plus bref délai, au remplacement ou à la réparation gratuits des poteaux défectueux par des poteaux en béton ou des poteaux métalliques équivalents. Au cas où il s'y refuserait, l'acheteur se réserve, après une mise en demeure qui ne pourrait se produire que soixante jours après que le constructeur aurait été invité, par lettre recommandée, au remplacement des poteaux dans les conditions du marché, de faire exécuter ces travaux aux frais du constructeur, sans préjudice des actions en dommage qu'il pourrait être fondé à introduire.

Art. 6. — *Prix et conditions de paiement.* — Les prix de la fourniture sont résumés dans le tableau III.

Tableau III.

Type	Nombre	Prix unitaire	Prix totaux
		Total......	

Ces prix s'entendent pour poteaux livrés dans les conditions fixées à l'article premier ; ils ont été calculés pour les prix de base suivants :

Aciers pour armatures : ..... francs les 100 kilogrammes, sur wagon destinataire.

Ciment : .... francs la tonne, sur wagon gare destinataire.

Gravier : .... francs la tonne en moyenne, sur wagon gare destinataire.

Sable : .... francs la tonne en moyenne, sur wagon gare destinataire.

Ces prix seront corrigés pour les adapter au cours des matériaux de la manière suivante : ....

....

La valeur absolue de la correction sera majorée de ..... pour 100 pour tenir compte des impôts et frais divers.

Les paiements se feront de la manière suivante.........

....

Art. 7. — *Garantie de propriété industrielle.* — Le constructeur déclare garantir l'acheteur contre toutes actions pouvant être exercées par des tiers, au sujet de la propriété industrielle des systèmes, procédés ou dispositifs adoptés pour la construction des poteaux.

Art. 8. — *Election de domicile.* — Pour l'exécution des présentes :

L'acheteur fait élection de domicile à...................

Le constructeur à..

Art. 9. — *Contestations.* — Au cas de contestations survenant dans l'interprétation ou dans l'exécution du présent cahier des charges ou de la lettre de commande, les parties s'engagent à tenter de régler le litige par arbitrage avant de s'adresser aux tribunaux compétents. Chacune des parties désignera un arbitre ; les invitations adressées à ceux-ci devront être signées par les deux parties.

Les deux arbitres ainsi désignés pourront, le cas échéant, en choisir un tiers ou troisième pour les départager. En cas d'impossibilité d'entente, le tiers arbitre ou troisième arbitre sera nommé d'office par...........................

....

Les droits fiscaux, doubles droits et amendes éventuellement perçus à l'occasion des présentes, seront à la charge de celle des parties qui succombera dans l'instance qui les aura occasionnés.

Revues, analyses et informations

Les progrès dans la construction des turboalternateurs en Allemagne [1].

1. Augmentation de la puissance des alternateurs pendant les dix dernières années. — En 1913, l'Aktien Elektrizitäts Gesellschaft (A. E. G.) pouvait construire un alternateur de 7500 kv-A à 3 000 t : mn ; on a réalisé aujourd'hui 30 000 kv-A (soit 4 fois plus fort) à cette même vitesse. D'autre part, l'Aktien Elektrizitäts Gesellschaft et les Ateliers Siemens-Schuckert ont construit chacun un alternateur de 60 000 kv-A à 1 000 t : mn. La limite des possibilités techniques n'est pourtant pas encore atteinte, semble-t-il, et la tendance s'affirme de plus en plus vers la construction d'alternateurs tournant à une vitesse de 3000 t : mn (1500 t : mn pour les unités de première importance) en vue, notamment, de l'économie de première installation qui atteint au moins 2 pour 100.

Pour la fréquence de 50 p : s, et en désignant par p le nombre de paires de pôles ; par A, le produit du nombre de barres, par centimètre, à la périphérie du stator, par l'intensité en ampères qui les traverse ; par $\mathcal{B}_m$, l'induction moyenne ; par D et L, le diamètre et la longueur du stator, en mètres, on a, pour l'expression de la puissance apparente P_a, la relation

$$P_a = \frac{10.5}{p} A \mathcal{B}_m D^2 L \text{ kilovolts-ampères.}$$

Le maximum de diamètre admissible, qui était 0.75 m il y a quelques années, est monté jusqu'à 1 m aujourd'hui, grâce à l'amélioration de la construction mécanique. Si on admet que la longueur est égale à 3 fois le diamètre, il résulte, du fait de cette seule augmentation du diamètre du rotor, une augmentation de 2,5 pour la puissance. Le reste correspond à une augmentation du facteur A.

Etant donné la difficulté de construire un rotor massif de 1 m de diamètre et 3 m de long, l'A. E. G. emploie, de préférence, des dents feuilletées et rapportées (fig. 1). On réalise ainsi un rotor de 900 mm de diamètre, avec un noyau coulé de 690 mm de diamètre, réalisable en acier, ayant une contrainte à la rupture de 60 à 65 kg : mm² et un allongement de 5 pour 100. Les tôles de la denture sont également de qualité supérieure au point de vue électrique et mécanique. En ce qui concerne la fixation des têtes de bobines, la con-

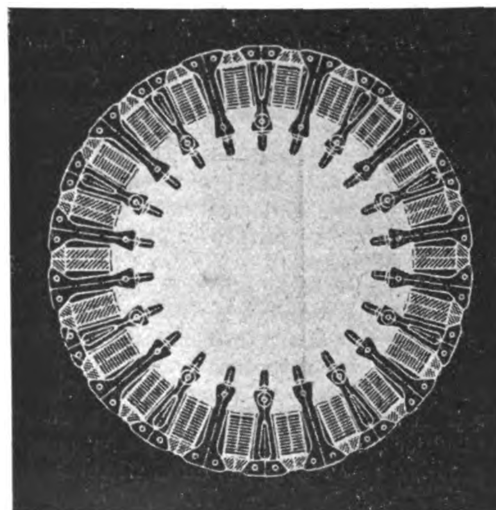


Fig. 1. — Coupe d'un rotor d'alternateur de l'A. E. G.

sidération de résistance mécanique a fait renoncer à l'emploi des matériaux non magnétiques : on a adopté les aciers ayant une contrainte de rupture de 50 et 60 kg : mm², et une contrainte limite d'élasticité de 50 kg : mm², avec un allongement de 4 pour 100, qui sont malheureusement magnétiques. Cependant, il ne faut pas s'exagérer le rôle de la dispersion magnétique dans les machines de grande longueur axiale. On a enfin réalisé la fixation des têtes de bobines par des bandages en acier d'une contrainte de rupture de 80 kg : mm². Bref, l'augmentation de puissance des machines à grande vitesse ne correspond nullement à une diminution de la sécurité. L'augmentation du produit du nombre de barres par centimètre par l'intensité n'est plus, depuis qu'on utilise des régulateurs de tension, qu'une ques-

[1] Rob. Pohl. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 2 et 9 août 1923, t. XLIV, p. 729-731 et 759-762. 7 500 mots, 15 figures.

tion de refroidissement. Les pertes dans les conducteurs massifs augmentant avec la quatrième puissance de leur hauteur; on arrive à les réduire par la division des conducteurs. Il faut signaler également une disposition nouvelle des conducteurs préconisée par l'A. E. G. (fig. 2). Les conducteurs partiels de la couche inférieure ne sont croisés qu'en quelques points dont le nombre et la position sont

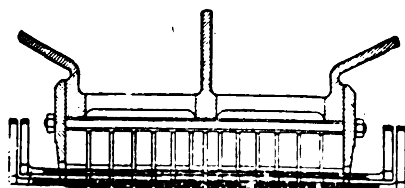


Fig. 2. — Enroulement à deux barres subdivisées en deux et quatre parties avec disposition des conducteurs dans une encoche.

déterminés par le calcul : cette méthode est due au docteur Hillebrand et a contribué au développement des turboalternateurs. Pour réduire, d'autre part, les pertes dans les pièces métalliques massives soumises aux champs de fuite par les têtes de bobines, on peut disposer un circuit en fer feuilleté parallèlement aux pièces à protéger. La figure 3 montre

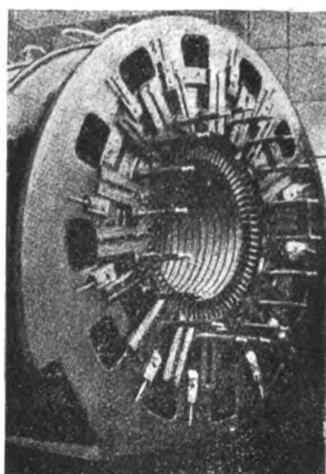


Fig. 3. — Stator d'un alternateur de 22 500 kv-A muni d'écrans magnétiques.

comment cet écran soustrait les pièces massives au passage des lignes de forces et aux pertes correspondantes ; l'expérience a confirmé l'efficacité de ce procédé. La nature des pièces massives entre aussi en ligne de compte dans la valeur des pertes par courants de Foucault : un isolant idéal, qui reste à trouver, et qui posséderait les propriétés mécaniques de l'acier, résoudrait parfaitement cette question. Sans entrer dans le détail des progrès réalisés en ce qui concerne la ventilation des machines, il convient de signaler que, dans celles de grande longueur axiale, ni l'une ni l'autre des méthodes de ventilation axiale ou radiale ne peut suffire à elle seule. Pour supprimer l'existence d'une zone plus chaude vers le centre de la machine, il convient de combiner l'un et l'autre procédés. On a pu, de la sorte, assurer aux alternateurs modernes une ventilation active et régulière de toute la masse de fer. La figure 4 donne le schéma d'un tel dispositif et la figure 5 montre un appareil ainsi combiné, en cours de montage. L'exprience a montré

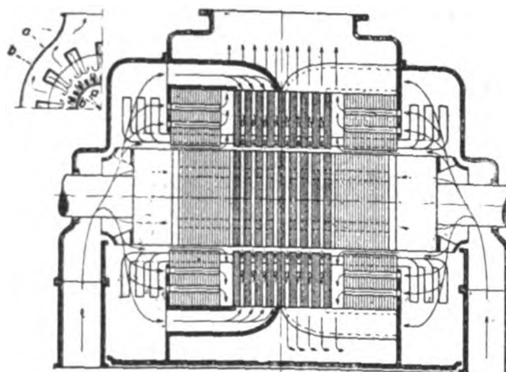


Fig. 4. — Schéma du refroidissement radial et axial combinés.

que la température demeurait constante sur toute la longueur de la machine. La mesure de température déduite de la résistance des enroulements donne, en général, des indications plus élevées que les détecteurs, introduits dans les encoches suivant les exigences américaines et qui, dans les machines à haute tension, ne peuvent être placés qu'au-dessus de l'isolation. Du reste, la construction allemande

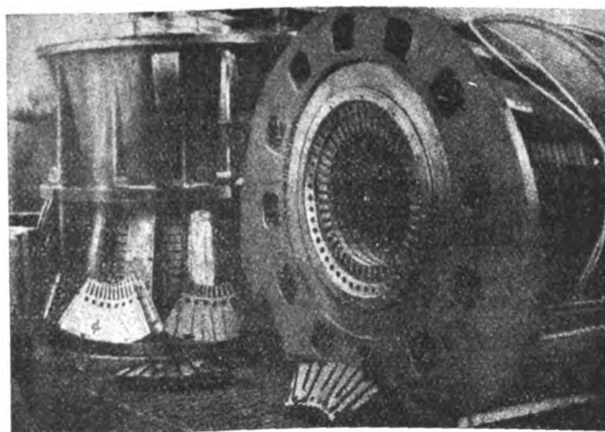


Fig. 5. — Stator construit pour le refroidissement radial et axial.

avec conducteurs artificiels à un faisceau unique par encoche ne permet de placer ces détecteurs que contre la paroi de l'encoche : or, la chute de température à travers les isolants des machines à haute tension peut atteindre 40° C.

2. Dispositifs de protection. — A. *Surintensités.* — Il convient de prévoir une intensité de court-circuit atteignant quinze fois l'intensité normale. L'auteur signale un dispositif de maintien des têtes de bobines qui supporte parfaitement les courts-circuits inévitables dans les usines génératrices. Les bobines de réactance ne sont donc plus exigibles pour la protection propre des nouveaux turboalternateurs.

B. *Surtensions.* — Dans les alternateurs, il n'est pas possible d'appliquer un isolement comparable à celui des transformateurs : il faut se limiter à une tension d'épreuve double

de la tension normale. Le seul remède consiste ici à réduire les causes du phénomène, et de sérieux progrès ont été accomplis dans ce sens. Provisoirement, il faut assurer à la machine une protection extérieure efficace. Il est recommandable, notamment, d'employer une protection spéciale contre les disruptions dans les transformateurs, surtout quand le rapport de transformation est élevé. Il faut noter, à ce point de vue, l'appareil de protection à électrodes sphériques avec résistances d'amortissement ou même mieux, sans

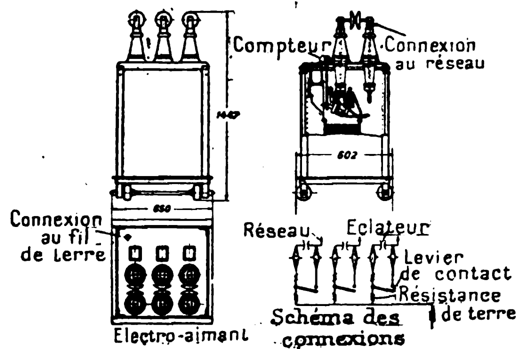


Fig. 6. — Interrupteur protégé par parafoudre à électrodes sphériques pour 12 kv et 10 A avec résistances d'amortissement.

résistance : ce dispositif est nettement supérieur aux parafoudres à cornes, car il permet d'écouler des quantités d'énergie beaucoup plus considérables et son fonctionnement immédiat évite le percement, toujours quelque peu retardé, de l'isolation de l'alternateur. La figure 6 donne le schéma d'un appareil de ce type dans lequel, suivant Bendmann, l'extinction s'effectue par court-circuitage dans l'huile. La figure 7 représente un autre appareil dépourvu de résistances

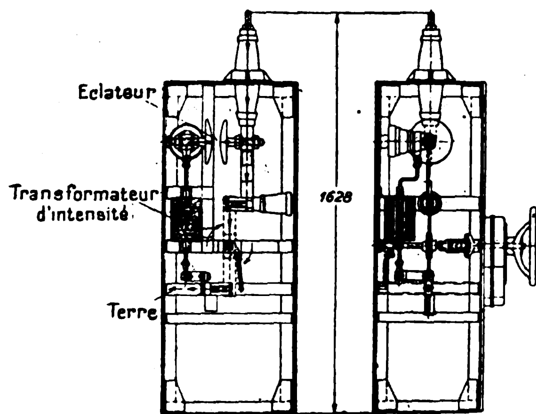


Fig. 7. — Interrupteur avec électrodes sphériques pour 20 000 kv-A (10 kv) sans résistance d'amortissement.

d'amortissement. Tandis que le premier laisse toujours l'alternateur en service, le deuxième ne constitue qu'une protection plus grossière : l'extinction s'obtient, dans ce cas, par shuntage des électrodes par un interrupteur dans l'air en même temps que s'effectuent la coupure de l'alternateur et la suppression de son excitation. Cette protection a donné des résultats d'autant plus satisfaisants que l'appareil se trouve toujours pouvoir être remis facilement en service dès qu'il a fonctionné.

Protection par relais. — L'emploi du relais à maximum ou inversion de courant a été longtemps considéré comme le dispositif de protection le plus efficace. L'expérience a montré qu'il faut préférer la protection différentielle surtout sous la forme préconisée par Merz-Price. La machine n'est coupée que si un courant anormal circule dans ses propres enroulements ; cette coupure est du reste instantanée. Dans

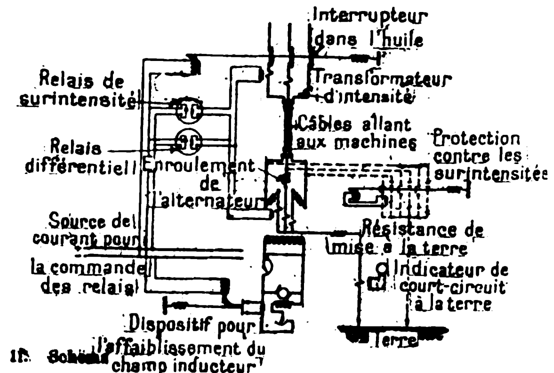


Fig. 8. — Schéma d'un alternateur avec protection contre les surtensions, système différentiel et affaiblissement automatique de l'excitation.

tout dispositif automatique de coupure, il faut prévoir une réduction de l'excitation de l'alternateur. Le schéma (fig. 8) montre du reste que cette protection, encore trop peu répandue, n'entraîne aucune complication gênante.

Protection contre les incendies. — Les dispositifs d'extinction sont encore inappliqués en Allemagne. Sans condamner le procédé, qui est le plus connu, et qui consiste à employer

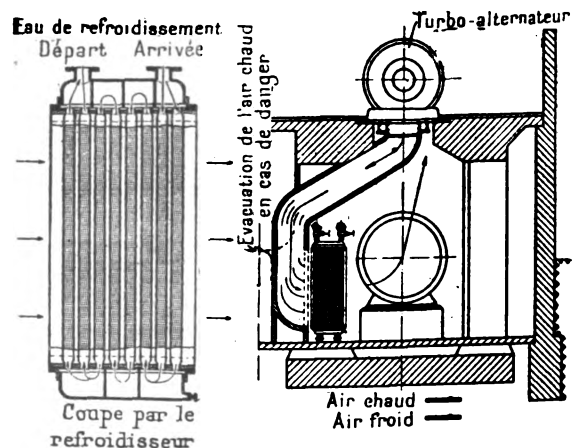


Fig. 9. — Refroidissement de l'air de circulation d'un turboalternateur suivant le système Happel.

de l'anhydride carbonique envoyé dans la machine en même temps que s'effectue la fermeture des registres de ventilation, l'auteur croit prévoir son insuffisance et signale sa préférence pour le procédé brutal, mais indiscutablement supérieur, qui emploie la vapeur. On a vu, par ce procédé, réaliser l'extinction d'un incendie, dans une machine, en quinze secondes, grâce à de la vapeur surchauffée à 290° C et sans aucun inconvénient ni aucune augmentation des dégâts.

Coup d'œil général sur l'avenir. — En ce qui concerne les matières premières utilisées dans la construction électrique, c'est surtout vers une amélioration des aciers et des fers, tant au point de vue mécanique que magnétique, que doivent tendre les efforts. Une nouveauté qui sera bientôt une réalité en Allemagne c'est le principe de la circulation en circuit fermé de l'air de refroidissement, ce qui supprime l'installation encombrante et trop peu efficace du filtrage de l'air et permet, outre la récupération de chaleur (qui correspond à une augmentation de 10 pour 100 du rendement de l'alternateur), l'emploi d'un gaz, mieux approprié que l'air, au rôle de refroidisseur.

Les américains ont réalisé le refroidissement de l'air de circulation par son mélange à de l'eau de refroidissement, suivi d'une séparation dans un appareil approprié avant le

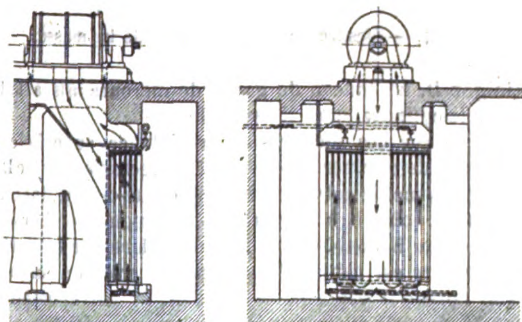


Fig. 10. — Alternateur AEG avec refroidissement circulaire.

retour de l'air à la machine. Les figures 9 et 10 donnent deux réalisations du même principe : dans la première (dispositif de la Gesellschaft fur Entstaubungsaulagen), l'eau circule dans une tuyauterie entourée de l'air de circulation ; dans la deuxième (procédé « Ringlauf » de la Deutschen Luftfilterbau Gesellschaft), c'est l'air lui-même qui traverse les tubes refroidis extérieurement par le contact de l'eau.

L'auteur prévoit enfin, dans un avenir assez rapproché, la possibilité d'augmenter encore les puissances et les vitesses : les alternateurs de 60 000 kv-A de Goldenberg construits à leur époque à 1 000 t : mn, le seraient aujourd'hui 1 500 t : mn et pourraient vraisemblablement l'être, d'ici quelques années, à 3 000 t : mn ; parallèlement à ces augmentations de puissance, on verra un accroissement considérable de la sécurité de fonctionnement. — F. B.

Méthodes de mesure des propriétés des substances électriquement isolantes [1]

I. Introduction. — Cette brochure contient un exposé des méthodes que le Bureau of Standards considère comme les plus pratiques pour faire les mesures des grandeurs caractérisant les propriétés essentielles des isolants électriques. Les propriétés pour lesquelles on indique ici des méthodes de mesure sont les suivantes : différence de phase et constante diélectrique aux radiofréquences, effets des différences de potentiel élevées aux radiofréquences, résistivité en volume, résistivité superficielle, densité, pouvoir hygroscopique, résistance à la rupture par extension, résistance à la rupture par flexion, dureté, résistance au choc, distorsion permanente, qualités mécaniques, dilatation thermique, et action des réactifs chimiques.

(1) J.-H. Dellinger et J.-L. Preston. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, mai 1923, n° 471, p. 39-72, 1 000 mots, 29 fig., 4 tab, *R. G. E.*, 1921, t. x, p. 159 et 190.

II. Différence de phase et constante diélectrique. — a) *Différence de phase*. — Une feuille de la substance à étudier est placée entre deux plaques métalliques, de sorte que l'ensemble constitue un condensateur. Le métal le plus commode pour la réalisation de ce dispositif est le mercure. La feuille de la substance flotte sur le mercure, dont une mince couche recouvire aussi la face supérieure convenablement bordée.

La différence de phase d'un isolant est

$$\psi = 90° - \theta \qquad (1)$$

où θ est l'angle de phase qui existe entre le courant qui passe et la différence de potentiel qui est appliquée aux armatures du condensateur, lorsque ces armatures sont séparées par l'isolant à étudier. La différence de potentiel E entre les

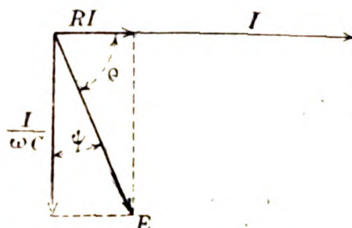


Fig. 1. — Relations entre la différence de phase, l'angle de phase, l'intensité de courant et la tension dans un condensateur.

armatures peut être considérée comme la somme géométrique d'une tension $\frac{I}{\omega C}$ agissant sur la capacité et d'une tension RI agissant sur une résistance en série avec la capacité (fig. 1).

Ainsi, en se plaçant au point de vue de la mesure, le condensateur peut être considéré comme équivalent à une pure capacité C accompagnée d'une résistance R en série avec elle (fig. 2). Cette résistance est appelée résistance effective



Fig. 2. — Capacité et résistance équivalentes au condenseur réel.

ou résistance équivalente du condensateur ou, en abrégé, simplement résistance du condensateur. Une telle résistance n'a rien de commun avec la résistance du condensateur en courant continu.

On calcul ψ au moyen de la relation

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{RI}{\frac{I}{\omega C}} = R\omega C. \qquad (2)$$

Pour de petits angles, on a plus simplement

$$\psi = R\omega C. \qquad (3)$$

Dans cette formule, ψ est donné en radians ; R, C, en ohms et en farads ; si l'on veut y introduire la longueur d'onde λ, en mètres, au lieu de ω, et exprimer ψ en degrés, R en ohms et C en microfarads, on obtient la relation

$$\psi = 0,1079 \frac{RC}{\lambda}. \quad (4)$$

On mesure les trois grandeurs du second membre de (4), au moyen de courants de radiofréquences, traversant un circuit formé du condensateur, dans la construction duquel entre l'isolant même à étudier. La longueur d'onde est obtenue au moyen d'un ondemètre placé au voisinage du circuit. On mesure la capacité par comparaison avec un condensateur étalon variable à air ; la résistance est mesurée en même temps.

b) *Constante diélectrique.* — Connaissant C, l'épaisseur e du diélectrique et l'aire S de la surface utile de l'une des armatures du condensateur, on obtient aisément la constante diélectrique au moyen de la formule

$$K = 11,3 \frac{Ce}{S} \quad (5)$$

où C est exprimée en microfarads ; e, en centimètres et S, en centimètres carrés.

III. Effets des tensions élevées aux radio-fréquences. — La méthode de mesure de ces effets consiste essentiellement à placer un échantillon de la substance, serré entre deux électrodes, en parallèle avec un condensateur dans un radio-circuit et de mesurer la tension requise pour faire jaillir une étincelle sur la surface, rompre l'isolant, ou produire d'autres effets.

IV. Résistivités électriques. — Pour mesurer la résistivité superficielle, on taille la substance en plaques de 10 cm². Les surfaces sont alors soigneusement nettoyées, pour en faire disparaître toute particule conductrice. On fixe ensuite à l'échantillon deux bandes métalliques, à 1 cm l'une de l'autre comme l'indique la figure 3. Pour déterminer l'influence

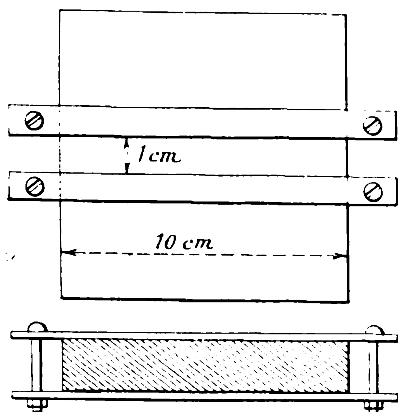


Fig. 3. — Echantillon disposé pour la mesure de la résistivité superficielle.

de l'humidité et de la température, les échantillons sont maintenus dans une enceinte, dont la température et l'état hygrométrique peuvent être maintenus constants et mesurés.

La figure 4 représente la méthode de mesure de la résistivité à la masse. F connecte la batterie avec le mercure sur lequel flotte l'échantillon à étudier. Le courant traverse l'échantillon jusqu'au mercure contenu dans une cuve cylindrique de section connue et connecté à D.

Pour éviter que le courant qui suit la surface du spécimen

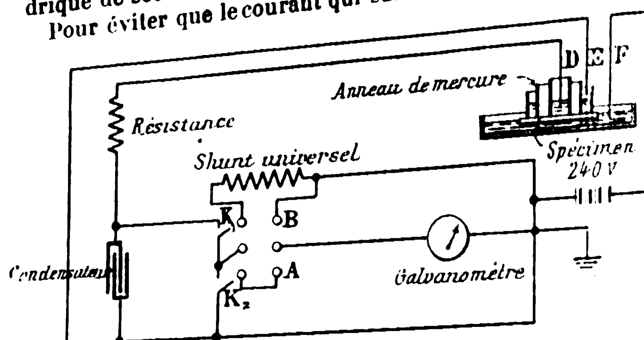


Fig. 4. — Mesure de la résistivité de la masse.

n'atteigne D, un anneau de garde de mercure mis à la terre entoure le cylindre, dont il est isolé.

Dans le cas des mesures de résistance superficielle, la résistance à déterminer est connectée directement entre D et F.

La clef K_2 met le galvanomètre en court-circuit, tandis que K_1 ferme le circuit à travers le galvanomètre. Lorsque le commutateur à double direction est placé sur le plot B, le galvanomètre est connecté en parallèle avec un shunt universel. Lorsqu'il est poussé vers A, le galvanomètre est connecté en série avec le spécimen, sans la résistance amortissante contenue dans le shunt universel. Si le courant est assez petit pour ne pas produire de déviation appréciable par la fermeture de K_1, on ouvre ce dernier de façon que le courant qui traverse le spécimen charge le condensateur. Au bout d'un temps t, la clef K_1 est à nouveau fermée et la charge emmagasinée est déchargée à travers le galvanomètre. Connaissant la constante balistique du galvanomètre, on peut calculer la résistance de l'échantillon au moyen de la relation :

$$R = \frac{Et}{Kd}$$

où t est la durée de charge du condensateur, en secondes ;
E, la force électromotrice appliquée ;
K, la constante balistique du galvanomètre ;
d, la déviation.

V. Propriétés mécaniques. — 1. *Densité et absorption d'humidité.* — Méthodes de pesée faciles à imaginer.

2. *Résistance à la traction.* — Essais à la machine Olsen.
3. *Résistance à la flexion.* — Dispositifs classiques.
4. *Dureté.* — Emploi de la bille de Brinell et du scléroscope.
5. *Résistance au choc.* — Essais au mouton-pendule.
6. *Distorsion permanente.* — On charge une barrette de la substance à étudier d'un poids connu, pendant 24 heures. Puis on l'abandonne à elle-même pendant le même temps. On admet que la déformation résiduelle représente la distorsion permanente ; on mesure par les procédés usuels cette déformation.
7. *Aptitude de la substance à se laisser travailler.*

VI. Dilatation thermique. — Mesures au comparateur.

VII. Effets des réactifs chimiques. — Essais aux acides et aux alcalis dans des conditions déterminées. Mesure de la variation de masse et du changement de dureté. — L. B.

L'écoulement de l'eau dans l'espace annulaire compris entre deux tuyaux cylindriques coaxiaux [1].

La figure 1 indique la forme de l'appareil employé au cours de ce travail. L'écoulement de l'eau provenant d'un réservoir est commandé par le robinet t, les petites variations étant obtenues au moyen du robinet latéral t'. Du robinet, l'eau passe dans la boite c, puis descend dans l'espace annulaire. Une pompe f enlève l'air de c lors de la mise en marche, et est, après cela, maintenue en activité. Les chevilles p et p' fixées au cylindre intérieur servent à le centrer vers le haut, et les vis réglables s, qui d'ailleurs n'apportent qu'une perturbation tout à fait petite à l'écoulement de l'eau, permettent de centrer le tube axial à sa partie inférieure, comme le montre la figure. Les vitesses d'écoulement de l'eau sont obtenues en la recueillant dans un réservoir gradué, pendant un temps connu. Les pressions en deux points du tube, permettant d'obtenir le gradient de la pression, sont mesurées avec des manomètres à eau g g'.

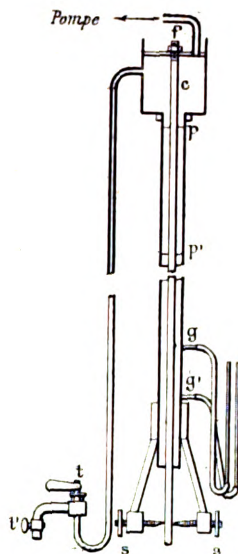


Fig. 1. — Appareil pour l'étude de l'écoulement de l'eau dans l'espace annulaire compris entre deux tuyaux cylindriques coaxiaux.

Stanton et Pannell ont remarqué que dans le cas de l'écoulement dans un tuyau, la longueur du tube d'arrivée que l'eau doit traverser pour que les irrégularités d'écoulement dues à l'entrée soient amorties varie de 90 à 140 d, d étant le diamètre du tube. Dans les présentes expériences, la distance entre les chevilles p' et le premier trou de jauge g était d'environ 100 $(b - a)$, où a et b sont les diamètres respectifs des cylindres. Les distances entre g et g' et entre g' et l'orifice du tube extérieur étaient d'environ 10 $(b - a)$. Le tableau I de la page 482 donne, en centimètres, les diamètres des cylindres en expérience. Les deux plus grands tubes extérieurs étaient en laiton étiré poli ; les plus petits, en cuivre étiré poli. Les cylindres intérieurs de 1,90 et 1,29 cm de diamètre étaient des tubes d'un alliage nickel-argent montés sur une tige d'acier doux, et le cylindre de 0,79 cm de diamètre était une tige de bronze phosphoreux étiré.

Pour éviter les courbures par flexion, l'appareil était orienté verticalement.

Les trous jauge étaient pratiqués dans le cylindre extérieur à la manière habituelle. La température de l'eau était observée au moyen d'un thermomètre placé dans l'eau à employer. Dans les expériences préliminaires, on n'a pas trouvé de différence effective entre cette température et celle de l'eau de la boîte c. Cette température ne variait pas de plus de 0,5° C au cours d'une série d'observations. Sur chaque système, on a fait une série de mesures sur la relation existant entre le gradient de la pression et la vitesse moyenne, et cela pour des vitesses croissantes et pour des vitesses décroissantes. Pendant les essais préliminaires, on a observé que, pour les faibles vitesses, de petites bulles d'air s'accumulaient sur les parois de l'espace annulaire. La vitesse de cette accumulation était petite, quoique suffisante pour produire un effet équivalant à un accroissement du diamètre du cylindre intérieur. Ceci paraît dû à la forme en siphon de l'appareil, et, pour obvier à cette difficulté, après chaque lecture, le robinet était ouvert en grand pour expulser tout l'air et était ensuite réajusté de façon à ramener les niveaux des manomètres à leur situation initiale. L'écoulement était alors accéléré ou ralenti, selon le sens des expériences et on faisait une nouvelle lecture. Enfin, il y a lieu de signaler une légère modification faite en vitesse d'écoulement croissante, lorsqu'on passe du régime non turbulent au régime turbulent. Au voisinage de la vitesse critique et après qu'une lecture avait été faite et que l'air avait été expulsé, on diminuait la vitesse d'écoulement jusqu'à ce que les jauges indiquent une vitesse située nettement dans la région non turbulente. L'écoulement était alors très soigneusement accru jusqu'à repasser par les niveaux manométriques précédents et l'on mesurait alors la vitesse d'écoulement correspondant à une nouvelle indication des manomètres. Cette précaution était prise afin de déceler une persistance possible de l'écoulement qui donnerait naissance à une vitesse critique analogue à la seconde vitesse critique d'Osborne Reynolds. Mais un tel effet n'a pu être observé.

Dans la région située juste au delà de la vitesse critique, région où les niveaux manométriques étaient très variables, on observait l'amplitude de leur mouvement et on prenait la moyenne comme mesure de la pression.

De ces mesures résultent la loi de variation du gradient de la pression avec la vitesse dans la région turbulente et une formule donnant la vitesse à laquelle commence le régime turbulent.

1° *Région turbulente.* — En portant en abscisses les logarithmes du gradient de la pression et en ordonnées la vitesse moyenne, on obtient, pour chaque système de tuyaux, les courbes de la figure 2. Sur ces courbes, les nombres entre parenthèses indiquent les diamètres effectifs, en centimètres, des cylindres intérieur et extérieur du système en expérience.

L'examen de ce graphique révèle ce fait que les courbes sont des droites, et que, d'après la pente de ces droites, si i est le gradient de la pression et v, la vitesse, on a entre ces grandeurs la relation $i = Cv^n$, où $n = 1,72$ et C est une constante pour un système donné. De plus, la figure 2 montre aussi que les courbes sont presque superposées dans les cas où b-a a presque la même valeur. Ce fait suggère que C contient en facteur une fonction de b-a. Une application de la méthode des dimensions conduit à l'expression

$$i = K\,(b - a)^{n-3}\mu^{2-n}\rho^{n-1}v^n,$$

[1] T. LONSDALE. *Philosophical Magazine*, juillet 1923, t. XLVI, p. 163-169, 2 200 mots, 3 fig.

où μ est la viscosité et ρ, la masse spécifique du liquide. Cette relation est de la forme usuelle relative à un tuyau ordinaire où le parcours du liquide n'est pas trop considérable, la seule différence étant que b-a remplace le diamètre du tuyau.

On trouvera au tableau I les valeurs de K calculées à partir de ces expériences pour $n = 1{,}72$. Des lectures ont

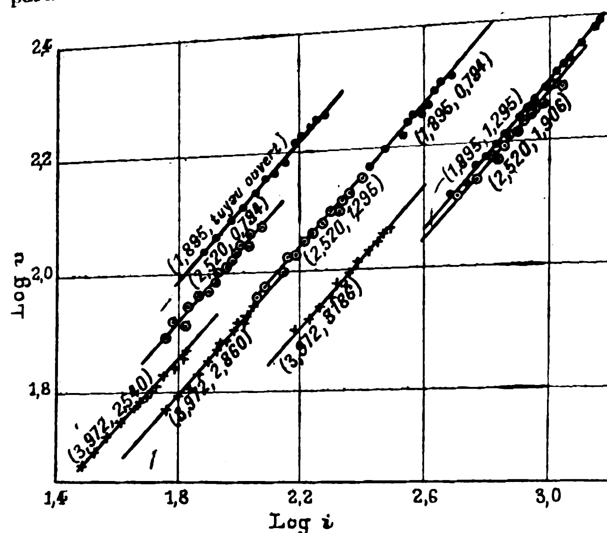


Fig. 2. — Résultat des expériences faites en régime turbulent.

aussi été faites sur le tuyau ordinaire de 1,79 cm de diamètre, afin de les comparer avec les résultats d'autres expérimentateurs. Les résultats entre crochets ont été calculés par comparaison avec les observations de Stanton et Pannell relatives à des tuyaux de laiton poli.

TABLEAU I.

ESPACE COMPRIS ENTRE DEUX TUYAUX CYLINDRIQUES COAXIAUX				TUYAU ORDINAIRE	
b (cm)	a (cm)	$b - a$ (cm)	K	b (cm)	K
1,895	1,295	0,60	0,2 2	1,895	0,197
1,895	0,794	1,101	0,206	[1,255]	[0,210]
1,895	0,019	1,876	0,199	[2,855]	[0,213]
2,520	1,906	0,614	0,228		
2,520	1,295	1,225	0,231		
2,5 0	0,794	1,726	0,225		
3,972	3,186	0,786	0,211		
3,972	2,860	1,112	0,197		
3,972	2,540	1,432	0,2 7		

On voit que K est plus grand pour les systèmes où $b = 2{,}52$ cm que dans les deux autres cas. Ce fait peut être dû à ce que le tuyau de 2,52 cm était légèrement moins bien poli que les deux autres tuyaux extérieurs. La formule proposée paraît représenter avec assez d'exactitude les résultats expérimentaux. La valeur moyenne de K est égale à 0,24 (en unités du système C. G. S). Les vitesses maxima obtenues dans ces expériences étaient de 2,5 m : s.

2° *Vitesse critique.* — En régime non turbulent, la relation entre la vitesse d'écoulement et le gradient de la pression est donnée par

$$v = \frac{1}{32\mu}\, i \left[b^2 + a^2 - \frac{b^2 - a^2}{\log \frac{b}{a}} \right]^{(1)}.$$

Comme l'indique cette formule, l'expérience montre que, en régime non turbulent, il y a bien une relation linéaire entre v et i; mais, lorsque l'on dépasse juste la vitesse critique, l'accroissement de i devient grand pour un petit accroissement de v, et la droite (i, v) s'infléchit suivant une courbe. La figure 3 montre le type des courbes obtenues.

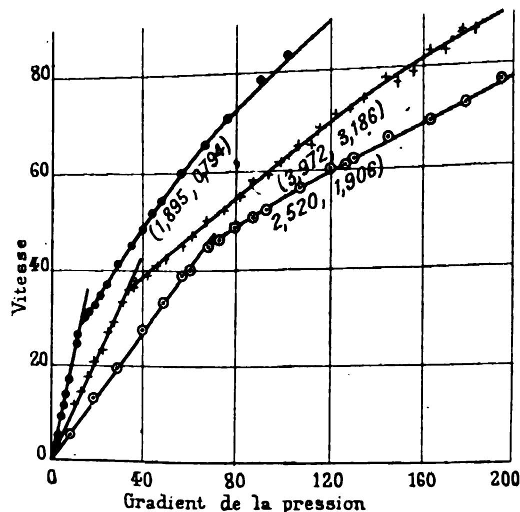


Fig. 3. — Relation entre la vitesse et le gradient de la pression en régime calme.

On voit que la vitesse critique peut y être déterminée très exactement. Dans le cas du tuyau ordinaire, cette vitesse v_c est donnée par $v_c = \frac{K\eta}{d}$, où η est la *viscosité cinématique* (quotient de la viscosité du fluide par sa masse spécifique); d est le diamètre et K, une constante. Cette constante varie d'ailleurs avec la nature des expériences, et avec la substance dont le tuyau est fait. Osborne Reynolds a obtenu $K = 2\,000$ pour des tuyaux de plomb étiré et, de leur côté, Stanton et Pannelle trouvent $K = 2\,500$ pour des tuyaux de laiton étiré.

Le principe de la similitude dynamique (voir Stanton et Pannelle) ne peut nous renseigner dans le cas de l'écoulement des liquides dans des espaces annulaires. Il est donc nécessaire de recourir à une relation purement empirique pour exprimer les variations de la vitesse critique avec les diamètres des cylindres de chaque système. On trouve que, pour un système quelconque, v_c varie proportionnellement à η, comme dans le cas d'un tuyau ordinaire. Il apparaît, d'autre part, qu'à la vitesse critique la *quantité* de liquide est, en gros, directement proportionnelle au diamètre extérieur du système et indépendant du diamètre intérieur. Ce qu'on peut exprimer par la relation $v_c = K\eta \frac{b}{b^2 - a^2}$, où K est une constante ayant une valeur voisine de 4 000. Le tableau II indique, pour chaque système, les valeurs expé-

(1) LAMB. *Hydrodynamics*, 3e édition, p. 579.

rimentales de $\frac{r_c}{r_i}$ comparées aux valeurs calculées au moyen de la formule précédente, en y faisant $K = 4\,000$.

TABLEAU II.

b	a	$\frac{r_c}{r_i}$ (expé.)	$\frac{r_c}{r_i}$ (formule)
1,895	1,295	3 230	3 970
1,895	0,794	2 650	2 560
2,520	1,906	3 970	3 700
2,520	1,295	2 210	2 160
2,520	0,794	1 620	1 760
3,972	3,186	2 650	2 820
3,972	2,860	1 780	2 090
3,972	2,540	1 840	1 700

Une seule divergence sérieuse se manifeste à la première ligne. Elle paraît s'expliquer par la petitesse des diamètres des cylindres, dont peut résulter un désaxement relatif beaucoup plus sensible que dans les autres cas. — L. B.

Transformateurs pour l'alimentation des commutatrices [1].

On prévoit en général, pour les commutatrices, une régulation de la tension voisine de 5 pour 100 qui est obtenue par le moyen de l'excitation compound combinée avec une réactance convenable du circuit d'alimentation. Cette réac-

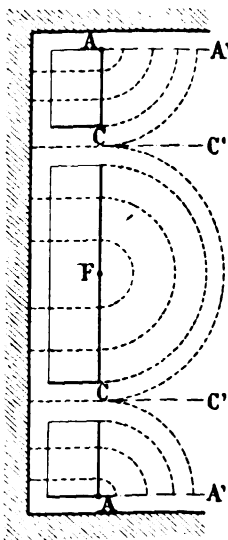


Fig. 1. — Représentation simplifiée des lignes de force d'un transformateur par des lignes droites, des quarts et des demi-circonférences.

tion peut être obtenue en intercalant des bobines de self-induction entre le transformateur et la commutatrice, mais il est plus économique d'établir le transformateur d'une manière spéciale lui permettant de créer cette réactance en fonction de la charge. Pour obtenir ce résultat, on peut employer différents moyens, notamment éloigner les enroulements primaire et secondaire, l'un de l'autre, par exemple, mais il en résulte une augmentation notable de l'encombrement et du prix; on peut aussi disposer des shunts magnétiques entre ces mêmes enroulements, l'espace est mieux utilisé; toutefois cette disposition a d'autres inconvénients. L'auteur propose de répartir les enroulements primaire et secondaire de telle manière que la dispersion soit aussi grande que possible; l'enroulement basse tension est séparé en deux parties occupant: la première, la partie inférieure au noyau; la seconde, la partie supérieure du même noyau, l'enroulement à haute tension occupant l'espace central entre les deux parties précédentes. Cette disposition est avantageuse à divers points de vue, mais le calcul de la dispersion qui la caractérise n'étant pas possible par les formules de Kapp ou d'Arnold, l'auteur a entrepris une étude systématique de la question et en donne les résultats dans l'article.

Un transformateur a été construit suivant le système indiqué et on a tracé le trajet des lignes de force dans l'air; la figure 1 en donne la représentation simplifiée et c'est d'après cette dernière que l'auteur établit ses formules. Considérons le flux de fuite de l'enroulement à basse tension dont un élément occupe la section EE' (fig. 2): cet élément est à une distance

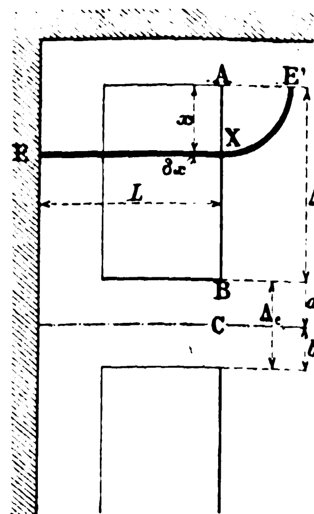


Fig. 2. — Exemple de calcul de la réactance de dispersion.

x de A et son épaisseur est δx, il forme un anneau courbé ayant une partie plate EX. On peut admettre que la longueur développée de l'anneau est égale à l_m, longueur de la circonférence moyenne de la bobine. La perméabilité radiale de l'anneau EE' est donnée par

$$P_{EE'} = \frac{l_m \, \delta x}{L + \frac{\pi}{2} x},$$

si on désigne pas t le nombre de spires par centimètre de hauteur et par i le courant dans ces spires, le nombre d'ampères-tours agissant sur l'élément EE' est itx et le flux élémentaire résultant est

$$\delta\Phi = \frac{0{,}4\,\pi\, i t x \, l_m \, \delta x}{L + \frac{\pi}{2} x};$$

[1] G. BRAG. *Electrician*, 16 novembre 1923, t. XCI, p. 538-541 3 700 mots, 5 fig., 1 tab.

pour obtenir le flux entre A et B, il faut intégrer cette expression entre Δ et x, Δ étant la hauteur de la bobine. On a

$$\Phi_{XB} = 0{,}4\pi i l l_m \frac{2}{\pi}\left[\Delta - x - \frac{2}{\pi}\left[\log_e\left(\frac{\pi}{2}\Delta + L\right) - \log_e\left(\frac{\pi}{2}x + L\right)\right]\right].$$

Dans cette expression, L est la distance moyenne entre le noyau et la surface extérieure cylindrique de la bobine. Le flux entre B et C est donné par la relation

$$\Phi_{BC} = \frac{0{,}4\pi i l l_m \Delta a}{L + \frac{\pi}{2}\Delta},$$

dans laquelle a est la distance entre l'extrémité de la bobine et le plan de séparation du flux comme le montre la figure 2. Le flux entre X et C est égal à

$$\Phi_{XC} = \Phi_{XB} + \Phi_{BC},$$

$$\Phi_{XC} = 0{,}4\pi i l l_m \left[\frac{\Delta a}{L + \frac{\pi}{2}\Delta} + \frac{2}{\pi}\left[\Delta - x - \frac{2}{\pi}L\left[\log_e\left(\frac{\pi}{2}\Delta + L\right) - \log_e\left(\frac{\pi}{2}x + L\right)\right]\right]\right].$$

Ce flux induit dans l'élément d'enroulement δx une force électromotrice

$$\delta e = 4{,}44 l \delta x f \Phi_{XC} 10^{-8} \text{ v},$$

ou

$$\delta e = 4{,}44 l f 10^{-8} 0{,}4\pi i l l_m \left[\frac{\Delta a}{L + \frac{\pi}{2}\Delta} + \frac{2}{\pi}\left[\Delta - x - \frac{2}{\pi}L\left[\log_e\left(\frac{\pi}{2}\Delta + L\right) - \log_e\left(\frac{\pi}{2}x + L\right)\right]\right]\right].$$

En intégrant entre o et Δ et en posant $k = 4{,}44 l f 0{,}4\pi i l l_m 10^{-8}$, on obtient

$$e_1 = K\left[\frac{\Delta^2 a}{L + \frac{\pi}{2}} + \frac{2}{\pi}\left[\frac{\Delta^2}{2} - \frac{2}{\pi}L\left[\Delta - \frac{2}{\pi}L\log_e\frac{\frac{\pi}{2}\Delta + L}{L}\right]\right]\right]$$

ou, en posant $c = \frac{L}{\Delta}$,

$$e_1 = K\Delta\left[\frac{a}{c + \frac{\pi}{2}} + \frac{2\Delta}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \frac{2}{\pi}c + \left(\frac{2}{\pi}c\right)^2\log_e\left[\frac{\pi}{2c} + 1\right]\right]\right].$$

D'autre part, on a

$$E_1 = 4{,}44 \Phi l \Delta f 10^{-8} \text{ v},$$

tension produite par le flux principal, ou, en introduisant les valeurs k,

$$E_1 = \frac{k\Delta\Phi}{10{,}4\pi i l l_m};$$

la tension de réactance en centièmes de la tension principale est par suite

$$e_x = 100\frac{e_1}{E_1} = \frac{100 \times 0{,}4\pi i l l_m}{\Phi}\left[\frac{a}{c + \frac{\pi}{2}} + \frac{2\Delta}{\pi}\left[\frac{1}{2} - \frac{2}{\pi}c + \left(\frac{2}{\pi}c\right)^2\log_e\left(\frac{\pi}{2c} + 1\right)\right]\right].$$

En faisant un calcul identique pour l'enroulement à haute tension, on arrive au même résultat; si on suppose, en outre, que les ampères-tours haute et basse tension sont égaux et opposés en phase, la réactance totale est alors

$$e_x = \frac{100 \times 0{,}4\pi i l l_m}{\Phi}\left[\frac{a + b}{c + \frac{\pi}{2}} + \frac{2\Delta}{\pi}\left[1 - \frac{4}{\pi}c + \frac{8c^2}{\pi^2}\log_e\left(\frac{\pi}{2c} + 1\right)\right]\right],$$

Si on pose $\Delta_c = a + b$, et qu'on représente par AT les ampères-tours haute tension par noyau, substituant $\frac{AT}{2\Delta}$ pour il, on obtient

$$e_x = \frac{100 \times 0{,}4\pi AT l_m}{\Phi 2\Delta}\left[\frac{\Delta_c}{c + \frac{\pi}{2}} + \frac{2\Delta}{\pi}\left[1 - \frac{4c}{\pi} + \frac{8c^2}{\pi^2}\log\left(\frac{\pi}{2c} + 1\right)\right]\right].$$

ou, en utilisant les logarithmes vulgaires et en introduisant une constante déduite de nombreux essais, on obtient

$$e_x = \frac{150 AT l_m}{\Phi\Delta}\left[\frac{\Delta_c}{c + 1{,}57} + \frac{\Delta}{1{,}57}\left[1 - 1{,}27c + 1{,}87c^2 \log_{10}\left(\frac{1{,}57}{c} + 1\right)\right]\right];$$

dans cette expression, AT représente le nombre d'ampères-tours haute tension par noyau; l_m, la longueur moyenne d'une spire en centimètres; Φ, le flux maximum en unités CGS; 2Δ, la hauteur de l'une des bobines d'extrémité plus la moitié de la hauteur de la bobine centrale, y compris les espaces entre bobines et isolants; Δ_c la distance entre les bobines à haute et à basse tension; L, la distance moyenne entre le noyau et la surface cylindrique extérieure de la bobine, en centimètres et enfin $c = \frac{L}{\Delta}$. — L'auteur donne un exemple de calcul fait pour un transformateur de 220 kv-A pour lequel on a $AT = 8\,540$, $\Delta = 9{,}1$, $L = 7{,}2$ $c = 0{,}79$, d'où $e_x = 17{,}1$, alors que la tension de réactance relative mesurée a été trouvée égale à 19 pour 100. Les calculs ont été faits pour toute une série de transformateurs de 200 à 650 kv-A; les résultats ont été tout à fait concordants avec les valeurs mesurées et l'écart n'a jamais dépassé 11 pour 100, mais il est en général beaucoup plus petit. — E. B.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 23 avril 1919 sur la journée de huit heures dans les entreprises de de production et de distribution d'énergie électrique des départements autres que ceux de Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne.

Voici le texte de ce décret, en date du 30 janvier 1924, publié au « Journal officiel » du 3 février 1923; pages 1219-1922. Signalons, pour ceux de nos lecteurs qui dirigent à la fois des entreprises de distribution d'énergie électrique et des entreprises de distribution de gaz, qu'à la suite de ce décret est publié un second décret du ministre du Travail « portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 23 avril 1919 sur la journée de huit heures dans l'industrie du gaz.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre du Travail,
Vu la loi du 23 avril 1919, notamment l'article premier ainsi conçu :
Article premier. — Le chapitre II (durée du travail) du titre Ier du livre II du Code du Travail et de la Prévoyance sociale est modifié comme il suit :

Chapitre II. — *Durée du travail.*

« *Art. 6.* — Dans les établissements industriels et commerciaux ou dans leurs dépendances, de quelque nature qu'ils soient, publics ou privés, laïques ou religieux, même s'ils ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance, la durée du travail effectif des ouvriers ou employés de l'un ou de l'autre sexe et de tout âge ne peut excéder soit huit heures par jour, soit quarante-huit heures par semaine, soit une limitation équivalente établie sur une période de temps autre que la semaine.

» *Art. 7.* — Des règlements d'administration publique déterminent par profession, par industrie, par commerce ou par catégorie professionnelle, pour l'ensemble du territoire ou pour une région, les délais et conditions d'application de l'article précédent.

» Ces règlements sont pris soit d'office, soit à la demande d'une ou plusieurs organisations patronales ou ouvrières, nationales ou régionales intéressées. Dans l'un et l'autre cas, les organisations patronales et ouvrières intéressées devront être consultées : elles devront donner leur avis dans le délai d'un mois. Ils sont revisés dans les mêmes formes.

» Ces règlements devront se référer, dans le cas où il en existera, aux accords intervenus entre les organisations patronales et ouvrières nationales ou régionales intéressées.

» Ils devront être obligatoirement revisés lorsque les délais et conditions qui y seront prévus seront contraires aux stipulations des conventions internationales sur la matière

» *Art. 8* — Les règlements d'administration publique prévus à l'article précédent détermineront notamment :

» 1° La répartition des heures de travail dans la semaine de quarante-huit heures afin de permettre le repos de l'après-midi du samedi ou tout autre modalité équivalente;

» 2° La répartition des heures de travail dans une période de temps autre que la semaine;

3° Les délai dans lesquels la durée actuellement pratiquée dans la profession, dans l'industrie, le commerce ou la catégorie professionnelle considérée sera ramenée en une ou plusieurs étapes aux limitations fixées à l'article 6;

» 4° Les dérogations permanentes qu'il y aura lieu d'admettre pour les travaux préparatoires ou complémentaires qui doivent être nécessairement exécutés en dehors de la limite assignée au travail général de l'établissement ou, pour certaines catégories d'agents, dont le travail est essentiellement intermittent;

» 5° Les dérogations temporaires qu'il y aura lieu d'admettre pour permettre aux entreprises de faire face à des surcroits de travail extraordinaires, à des nécessités d'ordre national ou à des accidents survenus ou imminents;

» 6° Les mesures de contrôle des heures de travail et de repos et de la durée du travail effectif, ainsi que la procédure suivant laquelle seront accordées ou utilisées les dérogations;

» 7° La région à laquelle ils sont applicables »;

Vu les demandes présentées par diverses organisations syndicales;

Vu l'avis inséré au « Journal officiel » du 18 avril 1920, page 6131, relatif à la consultation des organisations patronales et ouvrières des entreprises de production et de distribution d'énergie électrique de l'ensemble du territoire, en vue de l'élaboration du règlement d'administration publique concernant l'application de la loi du 23 avril 1919;

Vu les observations présentées par les organisations patronales et ouvrières de diverses régions;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Article premier. — Les dispositions du présent décret sont applicables aux établissements ou parties d'établissements où s'exercent les industries ci-après désignées, situés dans les départements autres que ceux de Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne.

Production et distribution d'énergie électrique (usines de production thermique et hydroélectriques, sous-stations, réseaux, canalisations.

Les dispositions du présent décret sont également applicables aux ouvriers et employés desdits établissements occupés dans les chantiers, magasins, ateliers de réparations de montage, d'entretien d'ouvrages d'art, bureaux en dépendant, même dans le cas où leurs professions ne ressortissent pas à cette industrie principale, lorsque le travail des ces ouvriers et employés a pour objet exclusif l'entretien ou le fonctionnement de ces établissements et de leurs dépendances.

Art. 2. — Les établissements ou parties d'établissements visés à l'article premier devront, pour l'application de la loi du 23 avril 1919, choisir l'un des modes ci-après :

1° Limitation du travail effectif à raison de huit heures par chaque jour ouvrable de la semaine;

2° Répartition inégale entre les jours ouvrables des quarante-huit heures de travail effectif de la semaine, avec maximum de neuf heures par jour, afin de permettre le repos d'une demi-journée par semaine.

En cas d'organisation du travail par équipes successives, le travail de chaque équipe doit être continu, sauf l'interruption pour les repas. Pour permettre l'alternance ou le roulement des équipes, la répartition des heures de travail pourra se faire sur une période de trois semaines consécutives.

L'organisation du travail par relais est interdite.

A la demande d'organisation patronales ou ouvrières de la profession, de la localité ou de la région, des arrêtés ministériels pourront, après consultation de toutes les organisations intéressées et en se référant, là où il en existe, aux accords intervlnus entre elles, autoriser, par dérogation aux régimes visés aux 1° et 2° du premier paragraphe et à titre provisoire, un régime équivalent basé sur une autre période de temps, à la condition que la durée du travail journalier ne dépasse pas dix heures. Ledit régime ne pourra être établi à titre définitif que par voie de règlement d'administration publique.

Si des organisatioes patronales ou ouvrières de la profession, dans une localité ou dans une région, demandent qu'il soit fixé un régime uniforme de répartition du travail pour tous les établissements de la profession, dans la localité ou dans la région, il sera statué sur la demande par décret portant règlement d'administration publique, après consultation de toutes les organisations intéressées et en se référant aux accords intervenus entre elles, s'il en existe.

Art. 3. — En cas d'interruption collective du travail résultant de causes accidentelles ou de force majeure (accidents survenus au matériel, interruption de force motrice, sinistres), une prolongation de la journée de travail pourra être pratiquée pour le personnel autre que celui qui travaille par équipes successives, à titre de compensation des heures de travail perdues, dans les conditions ci-après :

a) En cas d'interruption d'une journée au plus, la récupération pourra s'effectuer dans un délai maximum de quinze jours à dater du jour de la reprise du travail;

b) En cas d'interruption d'une semaine au plus, la récupération pourra s'effectuer dans un délai maximum de soixante jours, à dater du jour de la reprise du travail;

c) En cas d'interruption excédant une semaine, la récupération ne pourra s'effectuer au delà de la limite indiquée à l'alinéa précédent sans autorisation écrite de l'inspecteur départemental du travail, donnée après consultation des organisations patronales et ouvrières intéressées.

En cas d'interruption collective du travail un autre jour que celui du repos hebdomadaire, en raison de jours fériés légaux, fêtes locales ou autres événements locaux, la récupération des heures de travail perdues pourra être autorisée par l'inspecteur départemental du travail, après consultation des organisations patronales et ouvrières intéressées.

Dans les travaux de réseaux et de canalisations, la récupération des heures perdues pour cause d'intempéries pourra être pratiquée en prinoipe dans la semaine ou, en cas d'impossibilité, dans la quinzaine, sous la réserve que la durée du travail ne dépasse pas quarante-huit heures par semaine ou quatre-vingt-seize heures par quinzaine.

Dans les établissements où le régime hebdomadaire de travail comporte un repos d'une demi-journée par semaine, comme il est prévu au paragraphe premier de l'article 2, la récupération pourra se faire par suspension de ce repos d'une demi-journée.

Le chef d'entreprise qui veut faire usage des facultés de récupération prévues aux trois premiers paragraphes du présent article doit, soit dans l'avis, soit dans la demande d'autorisation qu'il devra adresser à l'inspecteur départemental du travail, indiquer la nature, la cause et la date de l'interruption collective de travail, le nombre d'heures de travail perdues, les modifications qu'il se propose d'apporter temporairement à l'horaire en vue de récupérer les heures perdues, ainsi que le nombre d'ouvriers auxquels s'applique cette modification.

Lorsque, dans le cas prévu au paragraphe 2 du présent article, l'autorisation de récupérer les heures perdues en raison de jours fériés légaux, fêtes locales ou autres événements locaux, aura été donnée pour toute l'année, les formalités édictées au paragraphe précédent pourront être remplacées, pour cette récupération, par d'autres formalités que l'autorisation spécifiera.

Dans les ateliers, chantiers et autres établissements où les intempéries entraînent normalement des interruptions collectives de travail, l'inspecteur départemental du travail, sur demande des employeurs ou des ouvriers, substituera aux modes de récupération prévus ci-dessus l'autorisation de prolonger la durée du travail pendant certaines périodes de l'année. Pour déterminer ces périodes, le nombre et la répartition des heures de prolongation autorisées à titre de récupération, ainsi que les établissements auxquels s'applique l'autorisation, l'inspecteur consultera les organisations patronales et ouvrières intéressées et se référera, là où il en existe, aux accords intervenus entre elles à ce sujet. Les conditions de récupération ainsi déterminées pourront être modifiées dans les mêmes formes.

L'autorisation accordée à un ou plusieurs établissements d'une localité ou d'une région sera, sans nouvelle consultation, étendue par l'inspecteur aux établissements de même nature de la localité ou de la région intéressée qui lui en feront la demande.

En aucun cas, la durée du travail effectif ne pourra être prolongée en vertu des dispositions du présent article de plus de deux heures par jour.

Art. 4. — Dans chaque établissement ou partie d'établissement, les ouvriers et employés ne pourront être occupés que conformément aux indications d'un horaire précisant la répartition des heures de travail pour chaque journée, et éventuellement pour chaque semaine, ou pour toute autre période de temps dans le cas d'application du paragraphe 4 de l'article 2.

Cet horaire, établi suivant l'heure légale, fixera les heures auxquelles commencera et finira chaque période de travail et en dehors desquelles aucun ouvrier ou employé ne pourra être occupé. Le total des heures comprises dans les périodes de travail ne devra pas excéder soit la limite fixée en conformité de l'article 2, soit, dans le cas où il aura été fait application des dispositions de l'article 3, relatives aux récupérations, la limite fixée par l'inspecteur départemental du travail.

Des heures différentes de travail et de repos pourront être prévues pour les catégories de travailleurs auxquelles s'appliquent les dérogations prévues par l'article 5 ci après.

Toute modification de la répartition des heures de travail devra donner lieu, avant sa mise en service, à une rectification de l'horaire ainsi établi.

Cet horaire, daté et signé par le chef d'entreprise, ou, sous la responsabilité de celui-ci, par la personne à laquelle il aura délégué ses pouvoirs à cet effet, sera affiché en caractères lisibles et apposé de façon apparente dans chacun des locaux de travail auxquels il s'applique ou, en cas de personnel occupé au dehors, dans l'établissement auquel le personnel intéressé est attaché.

Un double de l'horaire et des rectifications qui y seraient apportées éventuellement devra être préalablement adressé à l'inspecteur départemental du travail.

En cas d'organisation du travail par équipes, la composition nominative de chaque équipe sera indiquée soit par un tableau affiché, soit par un registre spécial constamment à jour et mis à la disposition du service de l'inspection du travail.

Lorsque des ouvriers feront partie de deux équipes, afin de renforcer ces équipes au moment des pointes, les heures de travail de ces ouvriers, à l'intérieur de chaque équipe, devront être indiquées, le total de ces heures ne pouvant dépasser la limite fixée à l'article 2.

Art. 5. — La durée du travail effectif journalier, pour les travaux désignés au tableau ci-dessous et conformément à ses indications, pourra être prolongée au delà des limites fixées conformément aux articles 2 et 3 du présent décret :

1° Travail des chauffeurs, mécaniciens, électriciens, spé-

cialement employés à la conduite des chaudières, au service de la force motrice, de l'éclairage du matériel de levage, de dragage, sous la condition que ce travail ait un caractère purement préparatoire ou complémentaire, et ne constitue pas un travail fondamental de l'établissement. — Une heure et demie au maximum ; deux heures le lendemain de chaque journée de chômage ;

2° Travail des ouvriers employés d'une façon courante ou exceptionnelle pendant l'arrêt de la production à l'entretien et au nettoyage des machines, fours et tous autres appareils que la connexité des travaux ne permettrait pas de mettre isolément au repos pendant la marche générale de l'établissement.

Travail des ouvriers chargés de l'exécution ou de l'entretien des branchements sur les canalisations électriques ou de l'entretien des postes de distribution, ces travaux ne pouvant être exécutés que pendant la réduction ou l'interruption de la fourniture d'énergie électrique. — Une heure et demie au maximum, avec faculté de faire travailler ces ouvriers douze heures les jours d'interruption de la production et les veilles desdits jours ;

3° Travail d'un chef d'équipe ou d'un ouvrier spécialiste dont la présence est indispensable à la marche d'un atelier ou au fonctionnement d'une équipe, dans le cas d'absence inattendue de son remplaçant et en attendant l'arrivée d'un autre remplaçant. — Durée d'absence du chef d'équipe ou de l'ouvrier spécialiste à remplacer ;

4° Travail d'un chef d'équipe ou d'un ouvrier spécialiste dont la présence est indispensable pour coordonner le travail de deux équipes qui se succèdent. — Une heure au maximum au delà de la limite assignée au travail général de l'équipe ;

5° Travail du personnel de maîtrise, des chefs d'équipe et des ouvriers et employés affectés spécialement aux études, aux essais, à la mise au point de nouveaux types et à la réception de tous appareils. — Deux heures au maximum ;

6° Travail des ouvriers spécialement employés aux services et travaux qui doivent rester nécessairement continus pendant plus d'une semaine. — *a*) Ou bien la durée de travail ou de présence pourra être prolongée d'un nombre d'heures égal au plus à la moitié de la durée normale, le jour où s'opère le décalage destiné à permettre l'alternance des équipes, cette alternance ne pouvant avoir lieu qu'à une semaine d'intervalle au moins.

b) Ou bien la durée hebdomadaire de travail pourra atteindre cinquante-six heures en sept postes, à la condition que la durée moyenne hebdomaire du travail ne dépasse pas quarante-huit-heures par période n'excédant pas dix semaines;

7° Travail des surveillants de personnel, gardiens, gardes-postes, préposés à la manœuvre des vannes, à la surveillance des barrages, aiguilleurs, personnel occupé au service des chemins de fer de l'établissement, conducteurs d'automobiles, charretiers, magasiniers, service d'incendie. — Quatre heures au maximum sans que l'usage de cette dérogation puisse avoir pour effet de réduire à moins de douze heures la durée du repos ininterrompu entre deux journées de travail ;

8° Personnel préposé au nettoyage des locaux ; préposés au service médical et autres institutions créées en faveur des ouvriers et employés de l'établissement et de leurs familles. — Deux heures au maximum ;

9° La durée de la présence des gardiens, concierges et agents similaires logés dans l'établissement dont ils ont la surveillance ou à proximité de cet établissement sera continue, sous réserve d'un repos de douze heures consécutives par semaine et d'un congé compensateur annuel de deux semaines.

Dans les établissements n'employant pas plus de deux ouvriers par poste à la conduite et à la surveillance des machines et appareils, en raison du caractère intermittent du travail, il est admis qu'une durée de présence de douze heures correspond à la durée maximum de travail effectif fixée à l'article 2, 1°. Si cette durée de présence est discontinue, il devra être assuré à chaque ouvrier un repos ininterrompu d'au moins neuf heures par vingt-quatre heures. Dans tous les cas, le nombre des postes ne devra pas dépasser six par semaine où la durée totale hebdomadaire de présence soixante-douze heures.

Les dérogations énumérées ci-dessus sont exclusives aux hommes adultes, à l'exception de celles visées aux alinéas 7, 8, 9, applicables au personnel adulte des deux sexes.

Art. 6. — La durée de travail effectif peut être, à titre temporaire, prolongée au delà des limites fixées, conformément aux articles 2 et 3 du présent décret, dans les conditions suivantes :

1° Travaux urgents dont l'exécution immédiate est nécessaire pour prévenir des accidents imminents, organiser des mesures de sauvetage ou réparer des accidents survenus soit au matériel, soit aux installations, soit aux bâtiments de l'établissement. — Faculté illimitée pendant un jour au choix de l'industriel ; les jours suivants, quatre heures au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement;

2° Travaux exécutés dans l'intérêt de la sûreté et de la défense nationales ou d'un service public, sur un ordre du Gouvernement constatant la nécessité de la dérogation. — Limite à fixer, dans chaque cas, de concert entre le ministre du Travail et le ministre qui ordonne les travaux ;

3° Travaux urgents (surcroît extraordinaire de travail). — Cent heures par an avec maximum de deux heures par jour.

Art. 7. — Le bénéfice des dérogations permanentes est acquis de plein droit au chef d'établissement, sous réserve d'accomplissement des formalités prévues à l'article 4 du présent décret.

Tout chef d'établissement qui veut user des facultés prévues à l'article 6 du présent décret est tenu d'adresser préalablement à l'inspecteur départemental du travail une déclaration datée spécifiant la nature et la cause de la dérogation, le nombre d'ouvriers (enfants, femmes, hommes) pour lesquels la durée du travail sera prolongée, les heures de travail et de repos prévues pour ces ouvriers, la durée évaluée en jours et en heures de la dérogation.

Le chef d'établissement doit, en outre, tenir à jour un tableau sur lequel seront inscrites, au fur et à mesure de l'envoi des avis à l'inspecteur du travail, les dates des jours où il sera fait usage de dérogations, avec indication de la durée de ces dérogations.

Ce tableau sera affiché dans l'établissement dans les conditions déterminées à l'article 4 du présent décret, au sujet de l'horaire, et il y restera apposé du 1er janvier de l'année courante au 15 janvier de l'année suivante.

Art. 8. — Les heures de travail effectuées par application des dérogations prévues au 3° de l'article 6 du présent décret sont considérées comme heures supplémentaires et payées conformément aux accords et usages en vigueur pour les heures de travail effectuées en dehors de la durée normale.

Art. 9. — Les dispositions du présent règlement entreront en vigueur quinze jours après sa publication au « Journal officiel. »

Art. 10. — Le ministre du Travail est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » de la République française et inséré au « Bulletin des lois. »

Fait à Paris, le 30 janvier 1924.

Décision ministérielle répondant à diverses questions posées par un service de contrôle local des distributions d'énergie électrique à propos des lignes de transmission à haute tension.

La Direction des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique, au Ministère des Travaux publics, nous transmet les questions et réponses qui suivent :

Questions. — 1° N'y aurait-il pas lieu, pour permettre que les lignes à haute tension entrent dans les concessions com-

munales, de modifier l'article 5 du cahier des charges-type?

2° Ne conviendrait-il pas de supprimer ou réduire les droits accordés au concessionnaire par l'article 3 du même cahier?

3° Lorsque la commune participe aux frais de premier établissement, est-il obligatoire de prévoir, en retour, une redevance annuelle?

4° Lorsqu'une commune donne en location un réseau qu'elle a construit elle-même, est-il obligatoire de prévoir en retour un loyer annuel?

5° Peut-il être admis, dans certains cas, qu'une commune verse au concessionnaire une subvention d'exploitation pour éviter des tarifs prohibitifs?

Réponses. — 1° L'article 5 du cahier des charges type n'empêche pas de comprendre dans une concession communale, des lignes à haute tension. Les lignes qui sont exclues de la concession sont les lignes de transmission depuis la source d'énergie jusqu'à chacun des postes centraux.

Il suffit donc de prévoir à l'origine des lignes à haute tension que l'on veut incorporer dans la concession, un poste central qui n'est pas forcément un poste de transformation et peut être un simple poste de sectionnement.

Bien entendu, on ne peut incorporer dans la concession communale que des canalisations comprises dans le territoire de la commune.

Il n'y a pas lieu, en tout cas, de modifier pour cela la rédaction de l'article 5 du cahier des charges-type, comme vous le suggérez, car on introduirait une dérogation dans le texte.

Pour bien marquer que certaines lignes à haute tension sont comprises dans la concession, il n'y a qu'à les représenter sur le plan prévu à l'article 6 du cahier des charges et à y figurer également le poste central prévu en tête de chacune de ces lignes. Une légende bien rédigée permettra aussi de donner toutes précisions nécessaires sur la consistance de la distribution.

On peut encore, dans le blanc ménagé à l'article 8 du cahier des charges, sous le titre « sous-stations et postes de transformation », mentionner les postes centraux à établir en tête des lignes à haute tension à incorporer dans la concession.

2° Il n'y a pas de raison pour modifier l'article 3 du cahier des charges-type, l'utilisation accessoire des ouvrages de la concession étant subordonnée à des réserves qui sauvegardent les intérêts du pouvoir concédant.

3° En cas de participation de la commune dans la dépense d'établissement, l'article 5 du type prévoit le paiement par le concessionnaire, d'une redevance spéciale dont l'importance est à déterminer, d'accord dans chaque cas particulier. Rien n'empêche, sinon de supprimer complètement cette redevance, d'en réduire tout au moins le chiffre à 1 fr par exemple, ce qui équivaut, en pratique, à la suppression de toute redevance.

4° Ou le réseau est établi avec une participation de la commune limitée au maximum aux 4/5 et, en ce cas, c'est le concessionnaire qui construit le réseau sur lequel il a les mêmes droits qu'un concessionnaire qui l'aurait établi entièrement à ses frais, ou le réseau est construit entièrement par la commune, à ses frais, et il fait l'objet d'une location qui cesse de plein droit en cas de rachat ou de déchéance. Il n'y a pas de minimum imposé pour le loyer annuel. C'est un chiffre à débattre, qui peut être réduit, s'il y a lieu, jusqu'à 1 fr par exemple.

Si l'accord se réalisait sur une participation de la commune dépassant les 4/5 sans atteindre la totalité, l'acte de concession comporterait une dérogation au type et son approbation ne pourrait être donnée que par décret délibéré en Conseil d'Etat.

5° Le cahier des charges type implique une exploitation aux frais, risques et périls du concessionnaire. Si, pour éviter des tarifs prohibitifs, une commune jugeait utile de verser au concessionnaire une subvention d'exploitation, on se trouverait encore en présence d'un acte de concession comportant dérogation aux dispositions du cahier des charges type et dont l'approbation ne pourrait être donnée que par décret. — J. R.

Sur l'imposition au titre des bénéfices de guerre au cas où le bénéfice d'un exercice est inférieur au bénéfice normal.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1019 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », a question et la réponse qui suivent :

20225. — M. René Nicod, député, demande à M. le ministre des Finances si un contribuable auquel le fisc réclame la taxe prévue par la loi du 1er juillet 1916 n'a pas droit à une détaxe, dans le cas où l'un de ses exercices commerciaux, compris entre le 1er août 1914 et le 30 juin 1920, accuse un bénéfice inférieur au bénéfice normal fixé par la commission du premier degré, ajoute qu'il serait utile dans le cas de l'affirmative, de connaître les formalités à remplir par ce contribuable pour bénéficier de ladite détaxe. (Question du 21 janvier 1924.)

Réponse. — Aux termes de l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916, modifié par l'article 17 de la loi du 25 juin 1920, les assujettis à la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre peuvent, en cas de déficit par rapport au bénéfice normal révélé par un des bilans de la période de guerre, obtenir une détaxe correspondant à l'importance de ce déficit, mais dont le montant ne peut excéder la moitié du total des impositions établies à leur nom. Pour être admis au bénéfice de ces dispositions, les contribuables devaient, aux termes mêmes de l'article 17 de la loi susvisée du 25 juin 1920, présenter à cet effet au directeur local des contributions directes une demande dans le délai fixé pour la production des déclarations relatives à la dernière période d'imposition, c'est-à-dire en principe dans les trois premiers mois de 1921. Il a toujours été admis que, lorsque leur bonne foi ne serait pas douteuse, les redevables qui n'auraient pas introduit leur demande en détaxe dans le délai légal pourraient néanmoins obtenir, sur avis favorable des commissions du premier degré, les dégrèvements auxquels ils auraient été en droit de prétendre s'ils s'étaient strictement conformés aux prescriptions de l'article 17 de la loi du 25 juin 1920. Il appartient en conséquence au contribuable visé dans la question, s'il désire bénéficier de la détaxe, de présenter une demande à cet effet et la commission du premier degré appréciera si elle lui est applicable.

Ce Numéro contient les Tables des Matières du TOME XIV.

8e Année. Tome XV — N° 12. 22 Mars 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
DES
TÉLÉPHONES

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES — CAOUTCHOUC — CABLES

CAPITAL 24 000 000 *FRANCS*

PARIS (2e) — 25, Rue du Quatre-Septembre, 25 — PARIS (2e)

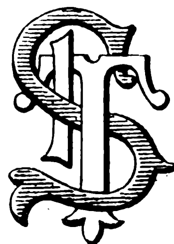
Adresse télégraphique :
TÉLÉPHONES - PARIS
Registre du Commerce : Seine n° 53 015



Téléphone :
CENTRAL 46-80, 46-81, 46-82
GUTENBERG 71-97, 71-98

FILS ÉMAILLÉS.

Qualité supérieure





Prix et Echantillons sur demande.

Voir notre annonce « **APPAREILLAGE** » page XLIII

DÉPOTS :

ALGER, BORDEAUX, GRENOBLE, LILLE, LYON, MARSEILLE, METZ, NANCY NANTES, NICE, STRASBOURG, TOULOUSE

Représentant pour la Belgique : **P. POLLIE**, *95, rue Royale-Sainte-Marie (Bruxelles)*

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. — TOME XV. — N° 12. — 22 MARS 1924.

Syndicat professionnel des Industries électriques. — Nous avons annoncé, dans notre numéro du 8 mars 1924, t. XV, p. 401, que MM. les membres actifs du Syndicat professionnel des Industries électriques étaient convoqués à l'Assemblée générale ordinaire annuelle, qui se tiendra au siège de la Fédération de la Mécanique, 94, rue d'Amsterdam, le vendredi 28 mars 1924, à 15 h 30, et à l'Assemblée générale extraordinaire, qui se tiendra le même jour, au même lieu, à 16 h 15.

Les ordres du jour de ces deux assemblées sont les suivants :

1° Assemblée générale ordinaire :

Rapport du Comité de Direction ;

Rapport du trésorier ;

Rapport des commissaires aux comptes ;

Approbation des comptes et du bilan de l'exercice 1923 ;

Fixation de la cotisation proportionnelle pour l'année 1924 ;

Membres supplémentaires à élire par l'Assemblée générale sur la proposition du Comité de Direction ;

Vérification des résultats des élections faites par les sections professionnelles pour le renouvellement partiel du Comité de Direction ;

Nomination des commissaires aux comptes.

2° Assemblée générale extraordinaire :

Approbation des modifications apportées aux articles 2, 9, 10, 17 des statuts actuels du Syndicat.

MM. les membres actifs sont instamment priés d'assister à ces assemblées.

Le vote par correspondance étant autorisé, un bulletin leur a été adressé, qu'ils voudront bien retourner tout de suite après l'avoir rempli, dans le cas où ils craindraient de ne pouvoir assister à ces réunions.

Il est rappelé qu'en vertu de l'article 20 des statuts, MM. les membres d'honneur et les membres associés peuvent assister aux assemblées générales.

Bibliographie : Comptes rendus du Congrès du Chauffage industriel 1923 [1]. — La revue « Chaleur et Industrie » vient de publier deux forts volumes, qui constituent deux numéros spéciaux de sa collection et qui sont consacrés aux comptes rendus du Congrès du Chauffage industriel qui s'est tenu à Paris, en juin 1923.

En raison de son intérêt de premier ordre pour les usines génératrices à vapeur, nous croyons utile de signaler à nos lecteurs la publication de cet important travail, dans lequel sont reproduites intégralement les très nombreuses communications qui ont été présentées par divers spécialistes en la matière.

Dans le premier volume, qui compte 440 pages, on trouvera toutes les communications relatives aux méthodes d'essais des combustibles ; aux questions se rapportant au pouvoir calorifique des combustibles (proposition d'unification, choix, mesures) ; aux chaleurs d'échauffement des gaz ; aux méthodes et appareils de mesures utilisés pour l'étude et

(1) Deux volumes, format 27 cm × 21 cm, de 440 et 326 pages, avec de nombreuses figures dans le texte, édités par *Chaleur et Industrie*, 5, rue Michel-Ange, à Paris. Prix, brochés, 25 fr chaque volume.

pour le contrôle de la chaux ; aux règles adopter dans les essais d'appareils de chauffage industriel et, en dernier lieu, une série de mémoires très documentés, donnant des résultats d'expériences sur les combustibles et les foyers. Cette dernière question fait d'ailleurs l'objet de quatre chapitres concernant respectivement les générateurs de vapeur' les gazogènes, les fours métallurgiques et les fours céramiques.

Le deuxième fascicule, de 326 pages, contient les travaux se rapportant à la constitution du charbon ; aux recherches sur l'agglomération des combustibles et aux essais ayant trait à cette fabrication ; à l'emploi du charbon sous forme pulvérisée, à la distillation du charbon à basse température. A la suite de ces mémoires, sont reportés ceux qui intéressent les matériaux réfractaires, puis diverses études parmi lesquelles nous noterons des recherches sur la combustion des mélanges gazeux, sur les huiles lourdes et le mazout, ainsi qu'une note succincte sur les piles électriques à éléments combustibles.

La seconde moitié de ce deuxième fascicule a trait à l'emploi méthodique de la chaleur dans l'industrie. Parmi les questions susceptibles d'intéresser plus particulièrement nos lecteurs, citons l'utilisation de la chaleur d'échappement des moteurs à gaz, les accumulateurs de vapeur, la fixation de l'azote par l'arc électrique pour l'utilisation de l'énergie disponible pendant les arrêts d'usines métallurgiques, les chaudières électriques, les économies de combustible provenant de grandes entreprises de production d'énergie électrique, le coût de la transmission de l'énergie par l'électricité, etc.

En dehors de ces études techniques, ce compte rendu contient, en outre, des renseignements relatifs au Congrès lui-même : comités de patronnage et d'organisation, règlement du Congrès, séance d'ouverture, placés en tête du premier fascicule et, d'autre part, les nombreux vœux émis par le Congrès, que l'on trouvera à la fin du second volume.

Plusieurs des sujets traités dans des communications présentées à ce Congrès ont fait l'objet d'articles dans la « Revue générale de l'Électricité » ; il n'est pas douteux que nos lecteurs aient avantage à compléter leur documentation sur ces points, en se reportant à l'ouvrage que nous leur signalons. — Y. G.

Bibliographie : L'énergie rayonnante. Tableaux synoptiques de l'échelle des longueurs d'onde et des principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique avec un résumé des théories actuelles, par A. Forestier, ingénieur des Arts et Manufactures ; préface de Marcel Boll, docteur ès sciences (1). — Cet ouvrage ne fait pas double emploi avec les recueils de constantes déjà existants dont il est plutôt un prolongement, puisqu'il ne contient que les résultats relatifs aux découvertes les plus récentes et qu'il est strictement limité aux données concernant les vibrations électromagnétiques. Toutefois, il en diffère par la forme ; car l'auteur ne s'est pas contenté de produire un ensemble de tableaux numériques, mais il a pensé qu'il y aurait intérêt à rappeler les théories et les formules les plus importantes qui serviraient en quelque sorte de canevas pour des études plus approfondies.

Après avoir retracé la genèse des théories électromagnétique et électronique de la lumière et indiqué les constantes physiques fondamentales, il nous présente ses différents tableaux : ondes hertziennes, réparties en 22 octaves connues, depuis $\lambda = 30\,000$ m jusqu'à $\lambda = 0{,}006$ m ; ondes infrarouges, 8 octaves, depuis $\lambda = 3\,140\,000$ angströms jusqu'à $\lambda = 8\,000$ angströms (de $\lambda = 6$ mm à $\lambda = 314\ \mu$, il y a un domaine inexploré de 5 octaves) ; ondes lumineuses, 1 octave, depuis $\lambda = 0{,}8\ \mu = 8\,000$ Å jusqu'à $\lambda = 3\,900$ Å ; ondes ultraviolettes, 5 octaves, depuis $\lambda = 3\,900$ Å jusqu'à $\lambda = 144$ Å : rayons X de Holweck, 4 octaves environ, depuis $\lambda = 144$ Å jusqu'à $\lambda = 12$ Å ; Rayons X de Röntgen, 8 octaves environ, depuis $\lambda = 12$ Å jusqu'à $\lambda = 0{,}057$ Å ; radioactivité, rayons gamma (γ) du radium et des radioéléments, 6 octaves, depuis $\lambda = 1$ Å jusqu'à $\lambda = 0{,}02$ Å ; enfin, un tableau est consacré à l'étude des spectres magnétiques de rayons β excités par voie secondaire dans quelques métaux lourds par un tube mince d'émanation de radium, d'après Ellis.

Dans la notice consacrée aux ondes infrarouges, lumineuses et ultraviolettes, on trouvera des indications intéressantes sur la formule de Plank, sur le phénomène de photoélectricité, sur les atomes de Rutherford et de Bohr, sur la loi de Moseley et sur la théorie de Sommerfeld pour expliquer la structure fine des raies spectrales.

Signalons que le trou resté béant dans l'échelle des longueurs d'ondes électriques de $\lambda = 6\,000\ \mu$ à $\lambda = 314\ \mu$, celle-ci étant l'onde la plus longue connue pour être émise par la matière aux hautes températures, vient d'être comblé par deux savants américains, E.-F. Nichols et J.-D. Tear, qui ont réalisé des ondes électriques descendant jusqu'à $\lambda = 220\ \mu$; ainsi donc l'échelle des longueurs d'ondes nettement identifiées s'étend aujourd'hui, sans interruption, de $\lambda = 30\,000$ m à $\lambda = 10^{-11}$ cm, soit, en unités angströms, de $\lambda = 3 \times 10^{14}$ à $\lambda = 0{,}001$. — B. C.

Bibliographie : Transformations de mouvement. Première partie (1). — La Société de Publications mécaniques a fait paraître un certain nombre de petits livres traitant chacun soit d'une machine-outil : tours, fraiseuses, poinçons de découpage, etc., soit d'un genre de travail mécanique, filetage, usinage, brochage, etc. Ces diverses brochures forment une sorte de manuel très résumé, bien présenté, contenant l'essentiel de la question étudiée dans chaque cas.

Dans celui-ci, on a rassemblé les considérations générales sur les diverses sortes de transformation de mouvement et sur les différentes manières de les réaliser. On a ainsi passé en revue les applications des leviers, les cordons, pantographes, cames, engrenages, lames flexibles, câbles et chaînes. Les changements de vitesse, les régulateurs à force centrifuge et les dispositifs de transformation réciproque de mouvements circulaires en mouvements rectilignes, qui sont exposés ensuite, sont étudiés avec quelques détails. De très bonnes figures illustrent cette brochure. — Y. G.

(1) Un volume, format 28 cm × 19 cm, de 50 pages, avec 12 figures et IV tableaux dans le texte, édité par la Librairie scientifique Albert Blanchard, 3 et 3 *bis*, place de la Sorbonne, Paris. Prix : cartonné, 14 fr.

(1) Une brochure, format 23 cm × 15 cm, de 48 pages, avec 30 figures dans le texte, éditée par la Société de Publications mécaniques, 121, rue Lafayette, à Paris. Prix, broché, 4,50 fr, franco, 5 fr.

François Borel

INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

L'industrie électrique vient de perdre un de ses pionniers en la personne de François Borel, décédé à Cortaillod (Suisse), le 17 janvier 1924, dans sa quatre-vingt et unième année.

Diplômé de l'Ecole polytechnique de Zurich, il s'occupa tout d'abord de travaux hydrauliques ; puis, de 1866 à 1876, il dirigea, à Saint-Aubin, une fabrique de tubes de papier asphalté pour conduites d'eau.

Il fut ainsi amené à reconnaître les propriétés isolantes du papier imprégné de goudron et à les utiliser pour isoler les lignes télégraphiques souterraines.

Les âmes de cuivre recouvertes de ficelle asphaltée et de rubans de papier goudronné étaient câblées ensemble, le tout était recouvert de papier asphalté, puis de rubans de fer ou de plomb disposés en spirale et enrobés d'asphalte.

L'usine de Saint-Aubin livra de ces câbles aux diverses entreprises de chemins de fer d'Europe : mais les débouchés se révélèrent d'autant plus restreints que l'enveloppe asphaltée, insuffisamment étanche, laissait à la longue pénétrer l'eau jusqu'aux conducteurs.



François BOREL
1844-1924

M. Borel, constatant la nécessité absolue d'assurer à l'enveloppe des câbles isolés par la cellulose une étanchéité complète et durable, eut l'idée de recourir à un revêtement métallique continu. La cellulose, pas plus que le caoutchouc, ne peut résister aux températures élevées ; on ne pouvait donc employer qu'un métal restant ductile à une température assez basse. Le plomb, malgré l'inconvénient de son poids considérable, se prêtait le mieux à cette application... M. Borel fit donc construire, en 1879, par les ateliers de la Coulevrenière, à Genève, la première presse à plomb revêtant d'un tuyau continu les conducteurs isolés.

Cette première presse fut installée à Charenton. A la suite d'un incendie survenu en 1881, l'atelier fut transporté à Grenelle où bientôt 6 presses fonctionnèrent, produisant environ 18 km de câbles par jour.

A l'Exposition d'Electricité de 1881, une presse semblable fonctionnait sous les yeux des visiteurs et des câbles fabriqués de cette manière alimentaient les bougies Jablockhoff placées le long de l'avenue des Champs-Elysées.

Le procédé de la presse était dès lors substitué à celui du tirage en tube employé pour les câbles sous caoutchouc, mais impraticable pour le revêtement des fragiles isolants à la cellulose.

Il devenait possible, en outre, d'obtenir des câbles en longueur de 150 à 1 000 m sans raccordement et surtout de produire sur l'isolant un serrage énergique supprimant les vacuoles internes. Les fabricants de câbles avaient entre les mains un instrument qui rendait possible l'imprégnation à cœur et, par suite, la réalisation des câbles à haute tension.

Jusque-là, en effet, pour obtenir la même rigidité et la même durée, il était nécessaire de recourir à l'isolement au para dont le prix était prohibitif pour les installations importantes.

En dehors de l'industrie des câbles, M. Borel sut appliquer son esprit inventif à la solution de divers problèmes d'électrotechnique.

En 1882, il monta la fabrication des condensateurs qui trouvèrent un emploi étendu dans l'application du système Van Rysselberghe de téléphonie et télégraphie simultanées.

En 1887, la Société électrique de Vevey-Montreux cherchait en vain, pour la distribution d'énergie par courants alternatifs qu'elle avait entreprise, un compteur satisfaisant. M. Borel construisit pour elle le premier compteur à champ tournant, proto-type de tous les compteurs actuellement en usage.

En reconnaissance des progrès que ses inventions avaient fait faire à l'industrie électrique, l'Université de Zurich décerna à M. Borel, en 1883, le titre de docteur honoris causa et, en 1911, l'Association suisse des Electriciens l'élut membre d'honneur. Il était membre correspondant pour la Suisse de la Société française des Electriciens. Malgré ses absorbantes occupations industrielles, M. Borel savait prodiguer, à tous ceux qui venaient le solliciter, les conseils techniques que lui dictait sa grande expérience.

Dès le début de sa carrière d'ingénieur, il avait consacré une partie de son temps à l'enseignement technique et, jusqu'à la fin de sa vie, il ne cessa de s'y intéresser.

Membre des commissions d'enseignement à tous les degrés, il continuait à faire passer des examens à l'Université et dans les écoles techniques de Neuchâtel.

Il a vécu assez longtemps pour voir magnifiquement prospère l'industrie des câbles qu'il avait créée et sa presse, plus ou moins perfectionnée, reproduite dans le monde entier.

Il fut donc un des trop rares chercheurs qui ont pu moissonner après avoir semé : juste récompense d'une longue vie de labeur.

J. G.

Bibliographie. — L'éclairage, solutions modernes des problèmes d'éclairage industriel par E. Darmois, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, préface de M. Blondel, membre de l'Institut (1). — Les problèmes relatifs à l'éclairage rationnel des locaux sont à l'étude depuis bien longtemps: ils ont reçu dans un grand nombre de cas des solutions très satisfaisantes que l'on commence à appliquer sérieusement sans doute, mais d'une façon qui n'est pas assez généralisée. Il ne semble pas, en effet, qu'on accorde encore, dans l'industrie, toute l'attention que ces problèmes mériteraient; quant à l'éclairage domestique, il est bien rare de trouver une distribution convenablement étudiée de la lumière.

L'électricité a permis de passer presque sans transition d'une répartition assez parcimonieuse des foyers lumineux au pétrole, au gaz, etc., relativement onéreux, à une profusion presque illimitée des lampes électriques, très économiques, et l'on a volontiers confondu les problèmes d'éclairage avec ceux de multiplication des sources lumineuses, infiniment plus faciles à résoudre que les premiers.

Les inconvénients qui n'ont pas tardé à se manifester à la suite de cette exagération de l'éclairage, comme l'éblouissement produit par les foyers trop intenses, les questions économiques et surtout les considérations d'esthétique font entrer, de nos jours, l'éclairage dans un troisième stade qui est celui de sa répartition judicieuse.

Aussi, comme le dit très justement M. Blondel au début de la préface de ce livre, l'ouvrage de M. Darmois répond à un besoin réel du monde industriel. Réunissant les qualités de très bonne documentation technique et de vulgarisation bien conçue, il apporte une excellente contribution à cette question importante de l'éclairage rationnel.

Les fabricants ayant des usines à équiper, les architectes et ingénieurs chargés d'installations d'éclairage le consulteront donc avec fruit. Il n'est pas, d'ailleurs, absolument limité à ce qui concerne les appareils électriques ; on trouvera également des renseignements intéressants sur les appareils d'éclairage par le gaz.

Ce travail est divisé en quatre parties principales dans lesquelles l'auteur envisage successivement :

1° Le rappel des notions sur le rayonnement, les unités et les mesures photométriques ;

2° La description des appareils d'éclairage (électricité et gaz) dans leur état actuel, avec des indications sur les perfectionnements les plus récents réalisés ;

3° L'étude du phénomène de la vision et des propriétés de l'œil, notamment en ce qui concerne l'éclairement et l'éclat des surfaces qui se trouvent dans le champ visuel, et aussi l'étude de ce qui se rapporte à la couleur des objets;

4° L'art de l'éclairage et son application aux problèmes pratiques relatifs à l'éclairage soit à l'intérieur (locaux industriels, bureaux, usines), soit à l'extérieur (chantiers, quais, rues).

Nous attirons d'autant plus volontiers l'attention de nos lecteurs sur cette question que nous savons qu'elle fait l'objet, à l'étranger, d'études et d'applications suivies et qu'il existe des publications importantes, en particulier les « Transactions of the illuminating engineering Society », qui y sont entièrement consacrées et dont les efforts conduisent à des résultats qui ne sont pas à négliger ; en France également, un grand pas a été fait dans cette voie, notamment par la Compagnie des Lampes dont l'exposition du mois de décembre dernier a fourni à M. Wetzel les éléments d'un article apprécié « L'établissement d'un projet d'éclairage », paru dans la « R.G.E. » des 22 et 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1027 et 1073. — B. E.

(1) Un volume, format 19 cm × 13 cm, de 276 pages avec 99 figures dans le texte, édité par la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins et Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, à Paris. Prix : broché, 15 fr.

Bibliographie : Le filetage. Première partie (1) — Ce petit ouvrage est écrit dans le but de faire connaître tous les modèles de vis qui sont en usage dans la construction mécanique et les nombreux procédés employés pour leur fabrication.

La vis est, en effet, la pièce de mécanique la plus répandue et, sous la pression de la nécessité, de très nombreux systèmes de filetage ont été créés. Malgré les efforts récents faits pour unifier tous ces types, beaucoup subsistent encore qu'il faut bien connaître. Il est donc indispensable de trouver réunis les caractéristiques détaillées de ces différents modèles couramment en usage.

D'autre part, s'il est peu pratique pour un atelier de chercher à fabriquer directement les vis d'assemblage qui entrent dans le montage des appareils, il est par contre peu de constructions qui ne réclament des filetages particuliers qu'il faut savoir réaliser. La brochure éditée par la Société des Publications mécaniques, bien documentée et très bien présentée, répond parfaitement à ces deux nécessités. — Y. G.

(1) Une brochure, format 23 cm × 15 cm, de 44 pages, avec 18 figures, éditée par la Société des Publications mécaniques, 121, rue Lafayette, à Paris. Prix, 4,50 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Méthode générale de calcul des redresseurs à vapeur de mercure

Dans cet article, l'auteur étudie le régime permanent le plus général d'un redresseur à vapeur de mercure à couplage magnétique symétrique entre anodes, débitant sur une force contre-électromotrice pure. Il établit les équations générales du courant redressé et déduit de celles-ci une méthode générale de calcul. Il établit ensuite, dans l'hypothèse d'une grande self-inductance de cathode, des formules approchées très simples, donnant, en particulier, la chute de tension du redresseur et l'oscillation du courant redressé, formules qui suffisent parfaitement à un calcul pratique.

I. **Introduction.** — La théorie des redresseurs à vapeur de mercure a fait l'objet d'un certain nombre de publications (¹); divers auteurs ont donné les équations du courant redressé dans des cas particuliers. Toutefois, aucun de ces travaux n'a fourni de méthode générale de calcul ni d'équation simple pour la caractéristique de tension d'un redresseur en fonction du débit.

Nous allons montrer qu'il est possible de reprendre la théorie du redresseur d'un point de vue plus élargi, qui conduit aux équations générales du courant redressé. En faisant certaines hypothèses, nous verrons qu'on peut obtenir l'équation de la caractéristique sous une forme très simple et parfaitement suffisante en pratique.

Nous considérons, dans nos calculs, un redresseur n phasé comprenant les organes suivants :

1° Un transformateur n phasé, à secondaire couplé en étoile, le point neutre étant sorti. Nous désignerons par V la valeur maximum de la tension entre neutre et phase ;

2° n bobines de self-induction L sur les n circuits de phase, deux quelconques d'entre elles ayant un coefficient de mutuelle induction M ;

3° Une bobine de self-induction λ sur le fil neutre ;

4° Une ampoule ou une cuve métallique munie de n anodes, d'une cathode en mercure et d'un circuit d'entretien de l'arc à la surface du mercure. Nous désignerons par η la chute de tension dans l'arc que nous supposerons constante, comme on peut s'en rendre compte sur le schéma de la figure 1. Dans ces condi-

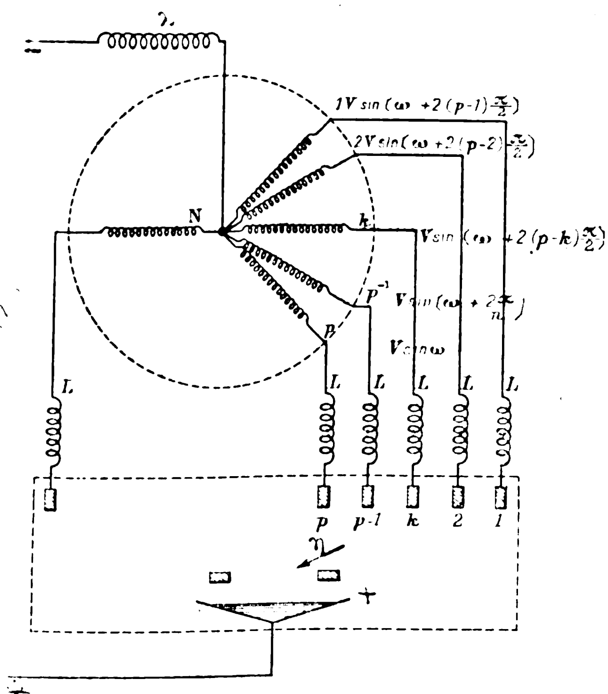


Fig. 1.

(¹) H. Giroz; Les redresseurs à vapeur de mercure à grand débit *R. G. E.*, 20 novembre 1920, t. VIII, p. 721-734.

V. Sylvestre; La transformation moderne des courants alternatifs en courants continus. Les redresseurs à vapeur de mercure. *La Houille blanche*, septembre-octobre, novembre-décembre 1923, t. XXII, p. 178-182 et 217-221 ; janvier-février 1924, t. XXIII.

Maurice Leblanc fils; Sur le convertisseur à vapeur de mercure. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 1913, 3e série, t. III, p. 11-31.

Maurice Leblanc fils; Les applications du redresseur à vapeur de moyenne puissance, en verre. *R. G. E.*, 26 novembre 1921, t. X, p. 765-770.

Charles Jotte; Les redresseurs à vapeur de mercure avec considération particulière du courant inverse. *R. G. E.*, 4 mars 1922, t. XI, p. 322-324.

Heinrich Jungmichl; Forme de la courbe du courant primaire et facteur de puissance dans les grands redresseurs à vapeur de mercure. *R. G. E.*, 11 août 1923, t. XIV, p. 182-189.

Nielsen Hans; Calcul des redresseurs à vapeur de mercure pour courant triphasé ; prédétermination des courbes du courant et de la tension. *R. G. E.*, 1er avril 1922, t. XI, p. 456-461.

Ch.-P. Steinmetz; *Phénomènes électriques de transition et oscillations.*

Fritz Kleeberg; Le redresseur à vapeur de mercure en verre; sa théorie et sa construction. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 19 et 26 février, 4 mars 1920, t. XLI, p. 146-147, 171-173 et 193-197.

tions, on sait que le pôle positif du redresseur est la cathode ; que son pôle négatif est la sortie de la bobine λ et que, si on réunit ces deux pôles aux bornes d'un voltmètre à courant continu, il indique une tension

$$E_v = V\frac{n}{\pi}\sin\frac{\pi}{n} - \eta,$$

qui est *la tension à vide du redresseur* ou encore *la valeur moyenne de la tension redressée à vide*.

Un voltmètre thermique ou électrodynamique donnerait *la valeur efficace* de la tension redressée, qui est un peu plus élevée.

Supposons maintenant qu'on réunisse aux bornes du redresseur un circuit d'utilisation. Le cas le plus général consisterait à y mettre à la fois une résistance, une inductance et une force contre-électromotrice constante.

La self-induction ne fait que s'ajouter à λ.

La force contre-électromotrice se présente dans le cas d'un débit sur accumulateurs, sur moteurs ou sur arcs à courant continu, c'est-à-dire dans les cas les plus intéressants de la pratique. Elle s'ajoute à η.

Quant à la résistance, sa présence introduit une complication inextricable dans le calcul ; son intérêt pratique est en outre plus faible. Nous la laisserons donc de côté.

Nous verrons d'ailleurs que les équations simplifiées des caractéristiques s'appliquent quel que soit le circuit d'utilisation.

Nous allons considérer un redresseur fermé sur une force contre-électromotrice E, qui ne sera pas autre chose que *la tension en charge du redresseur* et nous poserons $\eta + E = \varepsilon$.

Le régime permanent du débit du redresseur sera caractérisé par le fait qu'au bout d'un intervalle de phase $\frac{2\pi}{n}$ la distribution des courants dans les enroulements se déduit de la distribution initiale par permutation circulaire de un rang dans la suite des phases.

Cette simple considération suffit pour démontrer que, dans un redresseur n phasé, n régimes de débit sont possibles, dans lesquels on a, au cours d'un intervalle de phase $\frac{2\pi}{n}$, alternativement p et $p-1$ anodes débitant du courant, le nombre p pouvant varier de 1 à n. Par exemple, dans un redresseur triphasé, trois régimes sont possibles : le premier caractérisé par des débits séparés des trois anodes ; le second caractérisé, au cours de l'intervalle $\frac{2\pi}{n}$, par les débits successifs de deux anodes et une anode ; le troisième, par les débits successifs de trois anodes et deux anodes.

Il est également facile de voir que, dans un redresseur n phasé débitant au régime de p et $p-1$ anodes, chaque anode débite pendant un intervalle de phase supérieur à $p \times \frac{2\pi}{n}$.

Ces préliminaires posés, nous pouvons aborder la théorie générale relative au régime de p et $p-1$ anodes.

II. Théorie générale du redresseur n phasé. — Lorsque p anodes débitent, les courants et les forces électromotrices dans les redresseurs obéissent à certaines équations différentielles, ou encore à certaines équations renfermant des constantes arbitraires. De même pour $p-1$ anodes. Nous devons donc écrire les équations différentielles en question ainsi que leurs intégrales générales, qui renferment des constantes arbitraires ; nous fixerons les valeurs de celles-ci de façon à satisfaire aux conditions de régime permanent. Supposons donc que les anodes $1, 2, \ldots p$ débitent ; la tension de phase relative à l'anode de rang k étant

$$V\sin\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right].$$

Nous désignerons par i_k le courant anodique relatif à l'anode k, et nous écrirons que, pour son circuit, on a

$$V\sin\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] - \varepsilon = (M+\lambda)\frac{di_1}{dt} + (M+\lambda)\frac{di_2}{dt} + \ldots$$
$$+ (L+\lambda)\frac{di_k}{dt} + \ldots + (M+\lambda)\frac{di_p}{dt}. \qquad (1)$$

Nous obtenons ainsi un système de p équations linéaires entre les p dérivées $\frac{di_k}{dt}$.

Pour calculer ces dernières, il faut considérer le déterminant des coefficients des inconnues

$$\begin{vmatrix} L+\lambda & M+\lambda & \ldots & M+\lambda \\ M+\lambda & L+\lambda & \ldots & M+\lambda \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ M+\lambda & M+\lambda & \ldots & L+\lambda \end{vmatrix} = L^p \begin{vmatrix} 1+\alpha & \mu+\alpha & \ldots & \mu+\alpha \\ \mu+\alpha & 1+\alpha & \ldots & \mu+\alpha \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mu+\alpha & \mu+\alpha & \ldots & 1+\alpha \end{vmatrix} = L^p\Delta_p,$$

en posant

$$\alpha = \frac{\lambda}{L}, \quad \mu = \frac{M}{L}.$$

Or, on démontre facilement que

$$\Delta_p = (1-\mu)^{p-1}[1 + (p-1)\mu + p\alpha];$$

de plus, on a, pour les mineurs du déterminant Δ_p

$$\Delta_{p\,i}{}^{k} = (-1)^{i+k+1}(1-\mu)^{p-2}[\mu+\alpha], \quad \text{si } i \neq k.$$
$$\Delta_{p\,i}{}^{i} = \Delta_{p-1} = (1-\mu)^{p-2}[1 + (p-2)\mu + (p-1)\alpha], \quad \text{si } i = k.$$

En appliquant la règle de Cramer et en utilisant les

propriétés précédentes, on trouve, pour valeur de $\frac{di_k}{dt}$,

$$\frac{di_k}{dt} = \frac{V}{L(1-\mu)} \left\{ \sin\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\mu+\alpha}{1+(p-1)\mu+p\alpha} \sum_{i=1}^{i=p} \sin\left[\omega t + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\varepsilon}{V} \frac{1-\mu}{1+(p-1)\mu+p\alpha} \right\},$$

qui donne, par intégration, l'expression de i_k, à savoir

$$i_k = \frac{V}{\omega L(1-\mu)} \left\{ -\cos\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] + \frac{\mu+\alpha}{1+(p-1)\mu+p\alpha} \sum_{i=1}^{i=p} \cos\left[\omega t + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\varepsilon}{V} \frac{1-\mu}{1+(p-1)\mu+p\alpha}\,\omega t \right\} + A_k, \qquad (2)$$

l'indice k devant varier de 1 à p.

Le débit des p anodes en question va durer depuis la phase d'amorçage de l'anode p, que nous désignerons par ωt_0, jusqu'à celle de l'extinction de l'anode 1 que nous désignerons par ωt_1. A partir de ce moment, nous aurons un débit des $p-1$ anodes 2, 3... p seulement, débit qui durera de

$$\omega t_1 \quad \text{à} \quad \omega t_0 + \frac{2\pi}{n},$$

phase d'amorçage de l'électrode $p+1$. De

$$\omega t_1 \quad \text{à} \quad \omega t_0 + \frac{2\pi}{n},$$

d'autres équations différentielles seront applicables, qui se déduiront des précédentes en substituant la suite 2, 3... p, à la suite 1, 2... p. On aura donc, en désignant par i'_k le courant anodique relatif à l'anode de rang k,

$$i'_k = \frac{V}{\omega L(1-\mu)} \left\{ -\cos\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] + \frac{\mu+\alpha}{1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha} \sum_{i=2}^{i=p} \cos\left[\omega t + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\varepsilon}{V} \frac{1-\mu}{1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha}\,\omega t \right\} + B_k, \qquad (3)$$

l'indice k devant varier de 2 à p.

Les équations générales des courants anodiques obtenues renferment $2p-1$ constantes A_k et B_k. En y joignant ωt_0 et ωt_1, nous obtenons $2p+1$ inconnues qu'il nous faut déterminer de façon à satisfaire aux conditions de régime permanent. Ces conditions seront les suivantes :

1° Conditions d'amorçage de l'électrode p. Au moment où l'électrode p va s'amorcer, pour $\omega t = \omega t_0$, les anodes qui débitent sont 1, 2... $p-1$. On a alors, en désignant par i''_k les courants anodiques,

$$V \sin\left[\omega t_0 + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] - \varepsilon = (M+\lambda)\frac{di''_1}{dt} + \dots + (L+\lambda)\frac{di''_k}{dt} + \dots + (M+\lambda)\frac{di''_{p-1}}{dt}, \qquad (4)$$

l'indice k pouvant varier de 1 à $p-1$ et les valeurs des dérivées étant prises pour $\omega t = \omega t_0$.

L'anode p s'amorcera lorsque son potentiel par rapport au pôle négatif dépassera ε, c'est-à-dire lorsqu'on aura

$$V \sin \omega t_0 - \varepsilon = (M+\lambda)\frac{di''_1}{dt} + \dots + (M+\lambda)\frac{di''_k}{dt} + \dots + (M+\lambda)\frac{di''_{p-1}}{dt}. \qquad (5)$$

Nous obtenons ainsi un système de p équations entre les p inconnues $\frac{di_k}{dt}$ et ωt_0. Pour éliminer $\frac{di_k}{dt}$, nous écrivons que le déterminant complet du système des équations (4) et (5) est nul et nous avons ainsi l'équation en ωt_0, qui est, toutes les réductions ayant été effectuées,

$$[1+(p-1)\mu+p\alpha]\sin\omega t_0 - (\mu+\alpha)\sum_{k=1}^{k=p} \sin\left[\omega t_0 + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\varepsilon}{V}(1-\mu) = 0; \qquad (6)$$

d'où l'on tire $\sin(\omega t_0 - \varphi) = P$, P et φ étant connus.

2° Il nous reste à exprimer les autres conditions définissant le régime permanent et qui sont les suivantes :

a) $\quad [i_p]_{\omega t_0} = 0, \quad [i_1]_{\omega t_1} = 0,$

ces conditions exprimant l'amorçage de p et l'extinction de 1 ;

b) $\quad [i_k]_{\omega t_1} = [i'_k]_{\omega t_1},$

l'indice k variant de 2 à p ; ces conditions expriment la continuité des courants anodiques ;

c) $\quad [i_k]_{\omega t_0} = [i'_{k+1}]_{\omega t_0 + \frac{2\pi}{n}},$

l'indice k variant de 1 à $p-1$; ces conditions expriment la périodicité et la continuité des courants anodiques.

Nous arrivons ainsi à $2p$ conditions entre $2p$ inconnues, A_k, B_k et ωt_1 ; elles sont linéaires en A_k et B_k, ce qui permet d'éliminer facilement A_k et B_k entre ces

équations, pour obtenir l'équation en ωt_1 qui est

$$\cos\left[\omega t_1 + 2(p-1)\frac{\pi}{n}\right]$$

$$-\frac{\mu+\alpha}{1+(p-1)\mu+p\alpha}\sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t_1 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right]$$

$$+\frac{\varepsilon}{V}\omega t_1\frac{1-\mu}{1+(p-1)\mu+p\alpha} = \cos\omega t_0$$

$$-\frac{\mu+\alpha}{1+(p-1)\mu+p\alpha}\sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t_0 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right]$$

$$+\frac{\varepsilon}{V}\omega t_0\frac{1-\mu}{1+(p-1)\mu+p\alpha} - \frac{2\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}(p-1). \quad (7)$$

En posant

$$A = \cos\omega t_0 - \frac{\mu+\alpha}{1+(p-1)\mu+p\alpha}\sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t_0 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right]$$

$$+\frac{\varepsilon}{V}\omega t_0\frac{1-\mu}{1+(p-1)\mu+p\alpha}, \quad (8)$$

le calcul donne sucessivement

$$A_k = \frac{V}{\omega L(1-\mu)}\left[A - \frac{2\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}(p-k)\right], \quad (9)$$

k variant de 1 à p et

$$B_k = \frac{V}{\omega L(1-\mu)}\frac{1}{[1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha]}\Big\{[1+(p-1)\mu+p\alpha]A$$

$$-\frac{2\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}\Big[(p-k)[1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha]$$

$$+(\mu+\alpha)(p-1)\Big]\Big\}, \quad (10)$$

k variant de 2 à p.

Nous sommes donc maintenant en mesure d'écrire les équations des courants anodiques et, par conséquent, du courant redressé :

1° de ωt_0 à ωt_1, lorsque débitent les p anodes 1, 2 ... p,

$$I = \sum_{k=1}^{k=p} i_k = \frac{V}{\omega L[1+(p-1)\mu+p\alpha]}\Big\{-\sum_{k=1}^{k=p}\cos\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right]$$

$$-p\frac{\varepsilon}{V}\omega t\Big\} + \sum_{k=1}^{k=p} A_k, \quad (11)$$

avec

$$\sum_{k=1}^{k=p} A_k = \frac{V}{\omega L}\frac{p}{1-\mu}\left[A - \frac{\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}(p-1)\right]. \quad (12)$$

2° de ωt_1 à $\omega t_0 + \frac{2\pi}{n}$, lorsque débitent les $p-1$ anodes 2, 3 ... p,

$$I' = \sum_{k=2}^{k=p} i'_k = \frac{V}{\omega L[1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha]}$$

$$\Big\{-\sum_{k=2}^{k=p}\cos\left[\omega t + 2(p-k)\frac{\pi}{n}\right] - (p-1)\frac{\varepsilon}{V}\omega t\Big\} + \sum_{k=2}^{k=p} B_k \quad (13)$$

avec

$$\sum_{k=2}^{k=p} B_k = \frac{V}{\omega L}\frac{p-1}{1-\mu}\frac{1}{1+(p-2)\mu+(p-1)\alpha}$$

$$\Big\{[1+(p-1)\mu+p\alpha]A - \frac{2\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}\Big[\frac{p-2}{2}[1+$$

$$(p-2)\mu+(p-1)\alpha] + (\mu+\alpha)(p-1)\Big]\Big\}. \quad (14)$$

Les équations générales du courant redressé ainsi que les équations des courants anodiques, sont donc mises sous une forme réduite qui permet de voir que *tous les redresseurs ayant même valeur pour* α *et* μ *et même valeur pour* $\frac{\varepsilon}{V}$ *(c'est-à-dire même chute de tension) ont des courbes de courant de même forme, les ordonnées étant proportionnelles à* $\frac{V}{\omega L}$.

De même, *la valeur moyenne du courant redressé est proportionnelle à* $\frac{V}{\omega L}$, le facteur de proportionnalité dépendant de α et μ ainsi que de la chute de tension.

L'application numérique des formules précédentes pour des valeurs données de μ et α montre que chacun de ces régimes n'est possible que si le rapport $\frac{\varepsilon}{V}$ est situé dans un intervalle déterminé, dont les limites sont d'autant plus élevées que p est plus petit.

Par exemple, si on ferme un redresseur triphasé sur des forces contre-électromotrices de plus en plus faibles, on aura successivement des régimes de débit de 1 anode au plus, puis 2 anodes au plus, puis 3 anodes au plus.

Les intervalles pour $\frac{\varepsilon}{V}$ correspondant aux divers régimes pourront soit être extérieurs l'un à l'autre, soit empiéter l'un sur l'autre. Dans ce dernier cas, dans l'intervalle d'empiétement, on aura deux régimes possibles, l'un étant en général instable.

Ces équations où tous les coefficients sont faciles à obtenir en fonction de ωt_0, lui-même connu, ne présentent aucune difficulté d'application numérique.

Elles permettent de construire en toute généralité les courbes de courant redressé et, par suite, de tracer les caractéristiques de chute de tension.

On peut aussi construire les courbes de courant anodique dont la connaissance est utile pour la détermination du courant efficace par anode (dimensionnement des inductances d'anode) ainsi que pour la détermination des facteurs de puissance primaire et secondaire.

Le projet d'un redresseur n phasé à vapeur de mercure ne présente dès lors aucune difficulté.

Les données sont, en général, la tension à vide, ce qui fournit V; la tension en charge, ce qui fournit ε et, enfin, le courant continu moyen I de pleine charge. On connaît aussi μ qui est déterminé par la forme du couplage magnétique entre anodes.

On s'impose enfin qu'à pleine charge l'oscillation du courant redressé soit inférieure à une certaine limite.

Les inconnues sont ωL et $\alpha = \frac{\lambda}{L}$.

Il suffit de construire les courbes de courant relatives aux valeurs données de μ et $\frac{\varepsilon}{V}$, pour $\frac{V}{\omega L} = 1$ et pour un certain nombre de valeurs de α croissantes, jusqu'à ce qu'on trouve une valeur acceptable pour l'oscillation du courant.

On obtiendra ainsi la valeur moyenne du courant pour $\frac{V}{\omega L} = 1$; soit i cette valeur.

On aura alors

$$I = \frac{V}{\omega L} i; \quad \text{d'où} \quad \omega L = \frac{V}{I} i;$$

comme on connaît α, on en déduit facilement

$$\omega\lambda = \alpha\omega L.$$

Rien n'empêche, d'ailleurs, de construire à l'avance les courbes de courant relatives à $\frac{V}{\omega L} = 1$ et à diverses valeurs de α, μ et $\frac{\varepsilon}{V}$. On disposera ainsi de tables permettant le calcul d'un redresseur par simple lecture.

Il va sans dire que, si le transformateur d'alimentation présente des fuites magnétiques, elles ne font que s'ajouter à ωL.

Il peut arriver que le problème du calcul d'un redresseur se présente différemment : on veut, pour un certain débit, une certaine différence de potentiel aux bornes et, pour un autre débit, une autre différence de potentiel; c'est le cas, en particulier, des redresseurs à charge automatique d'accumulateurs et d'un redresseur pour la soudure à l'arc.

On peut déduire des tables précédentes les caractéristiques de tension de divers redresseurs et voir laquelle convient le mieux à l'usage demandé.

D'ailleurs, pour ces calculs, les formules simplifiées telles que nous allons maintenant les donner, suffisent parfaitement.

III. **Formules simplifiées**. — Ces formules simplifiées sont relatives au cas où la self-inductance de cathode est grande par rapport aux self-inductances d'anodes. Pour en tenir compte, nous ferons α infini dans les formules précédentes. Dans ces conditions, le courant redressé devient constant ; on a

$$I_\infty = \sum_{k=1}^{k=p} A_k = \frac{V}{\omega L}\frac{p}{1-\mu}\left[A_\infty - \frac{\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}(p-1)\right]$$

ou

$$I_\infty = \frac{V}{\omega L(1-\mu)}\left\{p\cos\omega t'_0 - \sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t'_0 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}p(p-1)\right\},$$

en désignant par $\omega t'_0$, la limite de ωt_0 pour α infini.

En se reportant à l'équation en ωt_0, on trouve

$$\operatorname{tg}\omega t'_0 = \frac{\sin\frac{p\pi}{n}\sin(p-1)\frac{\pi}{n}}{p\sin\frac{\pi}{n} - \sin\frac{p\pi}{n}\cos(p-1)\frac{\pi}{n}}$$

et on en déduit l'équation limite de la caractéristique relative au débit de p et $p-1$ anodes

$$\varepsilon = V\frac{n}{\pi}\frac{1}{p(p-1)}\sqrt{p^2 + \frac{\sin^2\frac{p\pi}{n}}{\sin^2\frac{\pi}{n}} - 2p\frac{\sin\frac{p\pi}{n}}{\sin\frac{\pi}{n}}\cos(p-1)\frac{\pi}{n}} - \frac{n}{p(p-1)\pi}\omega L(1-\mu)I_\infty. \qquad (15)$$

Si on porte I_∞ en abscisses et ε en ordonnées, on obtient une droite de coefficient angulaire négatif. Toute cette droite n'appartient d'ailleurs pas à la caractéristique, mais seulement la portion comprise dans la région où la valeur de $\frac{\varepsilon}{V}$ fournit, pour $\omega t'_1$, une valeur comprise entre $\omega t'_0$ et $\omega t'_0 + \frac{2\pi}{n}$; $\omega t'_1$ est donné par l'équation

$$\cos\left[\omega t'_1 + 2(p-1)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t'_1 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right]$$
$$= \cos\omega t'_0 - \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{i=p}\cos\left[\omega t'_0 + 2(p-i)\frac{\pi}{n}\right] - \frac{2\pi}{n}\frac{\varepsilon}{V}(p-1).$$

Nous ne ferons pas la discussion générale. Indiquons seulement que les caractéristiques des deux régimes successifs se coupent dans une région permettant la marche suivant l'un ou l'autre régime. Le plus stable

est alors celui qui a la plus grande intensité et la caractéristique d'ensemble du redresseur est une ligne brisée.

Remarquons, en outre, que l'équation (15) n'a de sens que pour $p \geqq 2$: la self-inductance de cathode infinie ne permet pas, en effet, de débits séparés des anodes, avec passage par zéro. Nous nous bornerons donc à examiner en détail le cas le plus important où $p = 2$.

Pour $p = 2$, on a

$$\operatorname{tg} \omega t'_0 = \frac{\sin \frac{2\pi}{n} \sin \frac{\pi}{n}}{2 \sin \frac{\pi}{n} - \sin \frac{2\pi}{n} \cos \frac{\pi}{n}} = \operatorname{cotg} \frac{\pi}{n};$$

d'où

$$\omega t'_0 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}; \qquad (16)$$

de même

$$\cos\left(\omega t'_1 + \frac{2\pi}{n}\right) - \cos \omega t'_1 = \cos \omega t'_0 - \cos\left(\omega t'_0 + \frac{2\pi}{n}\right) - \frac{4\pi}{n} \frac{\varepsilon}{V},$$

qui se réduit à

$$\sin\left(\omega t'_1 + \frac{2\pi}{n}\right) = \frac{2\varepsilon}{V \frac{\pi}{n} \sin \frac{\pi}{n}} - 1$$

ou, en posant

$$\frac{\varepsilon}{V \frac{n}{\pi} \sin \frac{\pi}{n}} = 1 - K \text{ (K est la chute de tension),}$$

$$\sin\left(\omega t'_1 + \frac{\pi}{n}\right) = 1 - 2K;$$

d'où

$$\omega t'_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n} + \operatorname{arc} \cos (1 - 2K). \qquad (17)$$

Pour que le régime soit possible, il faut et il suffit que

$$\omega t'_0 < \omega t'_1 < \omega t'_0 + \frac{2\pi}{n},$$

c'est-à-dire que

$$\operatorname{arc} \cos (1 - 2K) < \frac{2\pi}{n} \quad \text{ou} \quad 1 - 2K > \cos \frac{2\pi}{n}$$

ou

$$K < \frac{1 - \cos \frac{2\pi}{n}}{2} \quad \text{ou} \quad K < \sin^2 \frac{\pi}{n}.$$

Ceci impose les limites supérieures suivantes pour les redresseurs usuels :

n	2	3	4	6
K	1	0,75	0,5	0,25

Dans la région pour laquelle K est compris entre zéro et cette limite, l'équation de la caractéristique est

$$\varepsilon = V \frac{n}{\pi} \sin \frac{\pi}{n} - \frac{n}{2\pi} \omega L (1 - \mu) I_x. \qquad (18)$$

Cette formule, très simple, montre que *pour les faibles chutes de tension, la tension en charge est égale à la tension à vide, diminuée d'une chute de tension proportionnelle au débit.*

Ce sont des formules empiriques de ce type qu'on a proposées jusqu'ici. Nous en avons donc fourni une démonstration théorique et la formule obtenue est en bon accord avec l'expérience : on trouve d'ailleurs que les caractéristiques construites rigoureusement par les méthodes précédentes se rapprochent beaucoup de la caractéristique limite.

Ces résultats, relatifs à un circuit d'utilisation formé d'une force contreélectromotrice pure, subsiste évidemment pour un circuit quelconque si la self-inductance de cathode est infinie

Il est possible de donner, dans le cas d'un redresseur à faible chute de tension dans lequel la self-induction de cathode est grande par rapport à la self-induction d'anodes, c'est-à-dire pour lequel on a le droit d'appliquer la formule précédente, une expression de l'oscillation du courant redressé relativement simple.

Pour cela, on peut s'appuyer sur le fait que le minimum de courant redressé se produit pour $\omega t = \omega t_1$ et que le maximum se produit pour

$$\omega t = \omega t_2 = \pi - \operatorname{arc} \sin \frac{\varepsilon}{V}.$$

En se reportant aux formules ci-dessus, il est facile de voir que l'oscillation absolue ΔI du courant pendant une période est alors

$$\Delta I = \frac{V}{\omega L} \frac{1}{1 + \alpha} \left[\cos \omega t_1 - \cos \omega t_2 + \frac{\varepsilon}{V} (\omega t_1 - \omega t_2)\right].$$

Quant à ωt_1, si α est grand, on a le droit de le confondre avec sa valeur limite

$$\omega t'_1 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n} + \operatorname{arc} \cos (1 - 2K).$$

D'autre part, dans ces conditions, la valeur moyenne du courant redressé est sensiblement

$$I_x = 2KV \sin \frac{\pi}{n} \frac{1}{\omega L (1 - \mu)}$$

Donc, l'oscillation relative du courant a pour expression approchée

$$\frac{\Delta I}{I_x} = \left[\cos \omega t'_1 - \cos \omega t_2 + \frac{\varepsilon}{V} (\omega t'_1 - \omega t_2)\right] \frac{1 - \mu}{1 + \alpha} \frac{1}{2K \sin \frac{n}{\pi}} \qquad (18).$$

Les deux formules précédentes permettent le calcul

rapide des réactances d'anode et de cathode d'un redresseur dont on se donne la tension en charge et la tension à vide. De la première, on déduit la valeur de la self-induction d'anodes, et il suffit de se donner $\frac{\Delta I}{I_\infty}$ pour que la seconde fournisse α et, par conséquent, la self-induction de cathode. Cette méthode approchée suffit parfaitement au calcul d'un redresseur à mercure à faible chute de tension et à faible oscillation en charge, ce qui est généralement le cas.

En résumé, nous sommes en possession d'une méthode de calcul générale et rigoureuse des redresseurs à vapeur de mercure, à couplage magnétique symétrique entre anodes. Une méthode analogue pourra d'ailleurs être étendue au cas de couplages magnétiques dyssymétriques.

Marcel Demontvignier,
Ingénieur E. P. C. I.,
ingénieur à la Société Hewittic.

Revues, analyses et informations

Un argument en faveur de la nature électrostatique du champ moléculaire [1].

Nous reproduisons ci-après une note de M. Pierre Weiss, présentée à la séance du 25 février 1924 de l'Académie des Sciences.

I. — On sait que l'on peut représenter les phénomènes ferromagnétiques au moyen de la loi de l'aimantation paramagnétique, en ajoutant au champ magnétique extérieur un champ moléculaire $\mathcal{H}_m$ proportionnel à l'intensité d'aimantation

$$\mathcal{H}_m = N\mathcal{J}.$$

Ce champ moléculaire est l'expression de l'action mutuelle d'orientation des molécules magnétiques. On tire la meilleure détermination expérimentale de la constante N des régions étendues, au-dessus du point de Curie, où l'inverse du coefficient d'aimantation varie linéairement avec la température. La régularité de cette variation montre que, dans la région en question, la substance reste dans le même état. On trouve ainsi pour le nickel, entre 480° et 880°C, $N = 13{,}700$, et, pour le fer et le cobalt, des valeurs du même ordre de grandeur.

Si, comme cela a été supposé implicitement, le champ moléculaire résultait de l'action à distance des moments atomiques, on devrait pouvoir appliquer ici la formule donnée par H.-A. Lorentz pour les diélectriques

$$N = \frac{4}{3}\pi,$$

valeur démontrée dans le cas du réseau cubique et approximative dans les autres cas. La contradiction est flagrante : le coefficient de Lorentz est environ 3 000 fois plus petit que celui que donne l'expérience. *Il est donc impossible que le champ moléculaire soit produit par les aimants élémentaires suivant les lois ordinaires du magnétisme.*

II. — Etant donné ce que l'on sait par la radioactivité et le rayonnement sur la constitution de l'atome, on est amené à penser que le champ moléculaire pourrait être électrostatique. On peut imaginer qu'au moment magnétique d'un atome se superpose un moment électrostatique, un dipôle, ayant même direction que lui. Le champ moléculaire serait un langage magnétique pour des forces électrostatiques. L'orientation des molécules, donnant lieu à l'aimantation spontanée entre le zéro absolu et le point de Curie, serait un phénomène électrostatique et le moment magnétique n'aurait pour effet que de le rendre observable.

On peut se procurer facilement les moments de ces dipôles. On procédera comme pour le calcul du moment magnétique moléculaire σ_0 qui est donné par la formule de Langevin

$$\sigma_0^2 = 3RCM,$$

où $R = 83{,}15 \times 10^6$ est la constante des gaz; C, la constante de Curie et M, la molécule-gramme (la molécule magnétique est la quantité de matière qui porte un aimant élémentaire; c'est le plus souvent l'atome). En combinant cette formule avec l'expression de la définition du point de Curie (température où l'aimantation spontanée disparaît),

$$CNd = \Theta,$$

où d est la densité, N la constante du champ moléculaire et Θ le point de Curie, on a

$$\sigma_0^2 = 3R\frac{\Theta M}{Nd}.$$

Pour transposer au problème électrostatique correspondant, il suffit de remplacer N par le coefficient de Lorentz $\frac{4}{3}\pi d$; le moment ε_0 du dipôle est alors donné par

$$\varepsilon_0^2 = \frac{9R\Theta M}{4\pi d}.$$

En divisant ε_0 par le nombre d'Avogadro $6{,}06 \times 10^{-23}$, on a pour le nickel, où $\Theta = 652°$, $d = 8{,}6$, $M = 58{,}7$

$$\textit{nickel} : 0{,}85 \times 10^{-18};$$

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 février 1924, t. CLXXVIII, p. 739-742.

pour le cobalt où $\Theta = 1410°$, $d = 8,6$, $M = 59,0$

$$cobalt : 1,25 \times 10^{-18}.$$

Si l'on suppose que dans la magnétite les deux atomes de fer ferrique sont les porteurs des moments, ce qui s'impose par ailleurs, et que par conséquent la molécule magnétique est

$$M = \frac{1}{2}(Fe^3O^4) = 115,8,$$

on trouve avec $\Theta = 649$, $d = 5,25$

$$magnétite : 1,74 \times 10^{-18}.$$

Pour le fer β, il y a ambiguïté ; on ne sait d'après les propriétés magnétiques si l'on doit attribuer un moment électrostatique à chacun des atomes de fer ou à un sur trois seulement. Dans le premier cas, on a, avec $\Theta = 1047°$, $d = 7,8$, $M = 54,8$

$$fer\ \beta : 1,90 \times 10^{-18} ;$$

dans le second on aurait, avec $M = 3 \times 54,8$,

$$fer\ \beta : 1,90 \times 10^{-18}.$$

III. — Debye a montré, dans une théorie des diélectriques à constante variable avec la température, que les molécules de ces diélectriques sont porteurs de dipôles électrostatiques. Cette théorie, qui est une adaptation de la théorie cinétique du paramagnétisme de Langevin complétée par la formule de Lorentz, donne le moyen de calculer les moments de ces dipôles à partir des données expérimentales.

Voici quelques valeurs calculées par Debye :

Alcool méthylique	0,34 ×	10^{-18}
Id. éthylique	0,43	id
Id. propylique	0,5	id
Id. isobutylique	0,65	id
Id. amylique	0,79	id
Eau	0,57	id
Oxyde d'éthyle	1,18	id
Acétone	0,34	id
Toluol	0,51	id
Nitrobenzol	0,57	id

Tous ces moments électrostatiques non seulement ont le même ordre de grandeur, mais sont compris dans des limites très étroites : $0,34 \times 10^{-18}$ et $1,18 \times 10^{-18}$. Les quelques déterminations faites par d'autres physiciens, d'après la même méthode ou déduites de l'équation d'état, restent à peu de chose près dans les mêmes limites.

IV. — Les moments des dipôles électrostatiques des atomes des métaux ferromagnétiques calculés précédemment sont, comme on le voit, très voisins de tous les moments de dipôles connus. L'exemple du fer montre qu'une incertitude sur la grandeur de la molécule magnétique n'infirme pas la conclusion.

Cette constatation est un argument en faveur de l'origine électrostatique du champ moléculaire.

Oscillogrammes montrant certaines particularités intéressantes d'un réseau de distribution d'énergie électrique (1).

La marche en parallèle des alternateurs est possible à condition que le synchronisme soit réalisé et que les valeurs instantanées de la différence de potentiel des différentes machines devant travailler en parallèle soient égales entre elles pour n'importe quel état de charge active ou réactive. Cette condition n'est entièrement remplie que si la courbe de la tension aux bornes des différentes machines étudiées séparément reste toujours pareille à elle-même pour n'importe quelle charge ; le mieux est évidemment d'avoir toujours une sinusoïde.

Or la sinusoïde n'est fournie à tout état de charge que par un turbogénérateur, à cause de la répartition presque sinusoïdale du champ inducteur et du champ de la réaction d'induit, ce qui produit un flux résultant à répartition sinusoïdale, l'entrefer étant de longueur constante

Par contre les alternateurs à marche lente et à pôles saillants donnent à vide des courbes de tension rectangulaires qui se déforment en charge d'une façon considérable et très diverse selon le déphasage.

D'autre part, les commutatrices, qui sont également des machines synchrones et qui pour des puissances quelque peu considérables seront hexaphasées, donnent du côté primaire du transformateur individuel qui leur est nécessaire une courbe pointue, si cet enroulement primaire est branché en étoile ; cette courbe n'est théoriquement influencée que par une charge réactive.

Il en résulte que, si un alternateur à pôles saillants ou une commutatrice marchent en parallèle avec un turbogénérateur un courant de circulation de fréquence quintuple de celle du réseau devra se produire. Cet harmonique 5 du courant se manifestera d'une façon encore beaucoup plus intense si des alternateurs à pôles saillants alimentent des commutatrices, attendu que les déformations de leurs courbes de tension par rapport à la sinusoïde équivalente sont inverses. Dans certains cas, la marche des commutatrices devient impossible, les collecteurs étant mis hors d'usage en quelques heures par le crachement des balais du côté à courant continu. Cette remarque a une grande importance pour toutes les installations de traction par courant continu lorsque l'énergie est fournie par des usines hydroélectriques qui emploient forcément des alternateurs à marche lente et à pôles saillants et si la transformation du courant triphasé en courant continu se fait par des commutatrices avec transformateurs « étoile-hexaphasé diamétral ».

Les oscillogrammes obtenus par l'auteur montrent que l'harmonique 5 s'y manifeste fortement. Ces oscillogrammes ont été enregistrés sur le réseau d'une usine thermique très moderne qui reçoit depuis peu de temps un appoint d'énergie hydroélectrique. Les commutatrices pour la traction, de construction française et allemande, ne peuvent pas fonctionner à certains moments avec le courant de provenance hydroélectrique seul, à cause du crachement des balais, par exemple le dimanche lorsque la charge du réseau triphasé est si faible qu'il est inutile de faire marcher les turbogénérateurs. L'étude systématique au moyen de l'oscillographe Blondel a démontré qu'à ces moments précisément la courbe de tension est particulièrement mauvaise. — J. R.

(1) Communication à la Section de Strasbourg de la Société française de Physique (25 janvier 1924). *Bulletin de la Société française de Physique*, 1er février 1924, n° 196, p. 24-25, 500 mots.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

VII. — Machines génératrices et appareils de transformation de la nature des courants (1).

Les modes de transformation de la nature des courants peuvent, comme on le sait, être basés sur des principes très différents. Dans ce chapitre sont examinées les diverses solutions de ce problème, qui ont été présentées à l'Exposition de Physique. Dans la première partie, il est question des commutatrices et des groupes convertisseurs, ce qui a amené l'auteur à parler en même temps des génératrices elles-mêmes. MM. Japy frères et Cie, par exemple, exposaient une commutatrice qui fonctionne également en dynamo polymorphique; de même en ce qui concerne le matériel présenté par les Etablissements E. Ragonot; l'auteur insiste, ici, sur les propriétés des divers types de génératrices pour télégraphie sans fil, pour téléphonie et qui figuraient dans ce stand. On retrouve un groupe dit amplificateur de courants électriques, également construit par les Etablissements E. Ragonot et créé par M. Monnier. Il est fait mention des groupes convertisseurs présenté par les Etablissements Bardon. Puis, suit une description des intéressantes machines de la Société alsacienne de Constructions mécaniques: la dynamo série à débit limité et l'alternateur à haute fréquence pour télégraphie sans fil — La deuxième partie est consacrée à l'examen des redresseurs mécaniques de M. L. Rosengart, de M. F. Saldana et, à ce propos, est mentionné un mode de montage pour l'alimentation des sonneries en courant alternatif proposé par M. L. Neu. Dans la dernière partie sont décrits les clapets électrolytiques de la Société des Accumulateurs Heinz, les redresseurs à vapeur de mercure de la Société alsacienne de Constructions mécaniques et de la Verrerie scientifique, et les redresseurs « Tungar » exposés dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

La tendance moderne, parfaitement légitime, d'adopter d'une façon générale les mêmes principales constantes caractéristiques pour les distributions de l'énergie électrique, dans la mesure où le respect des normes établies est possible, a pour effet de donner une activité toute particulière au problème de la transformation de la nature des courants. On sait, en effet, que l'on est guidé dans le choix de la nature du courant dont on veut disposer par l'application que l'on veut en faire; c'est l'appareil récepteur qui impose la forme de l'énergie électrique. Etant donné, d'une part, l'intérêt qu'il y a à grouper les petits réseaux et à les réunir en un nombre restreint de réseaux importants et uniformes au point de vue des constantes du courant distribué, et, d'autre part, la diversité des applications de l'énergie électrique, il n'est pas étonnant de rencontrer sur ces réseaux de nombreux transformateurs de courant, sous les noms divers de commutatrice, groupe convertisseur, redresseur, etc. La télégraphie et surtout la téléphonie sans fil ont largement contribué à l'intérêt que le public en général, et non plus seulement les techniciens, porte à ce genre d'appareils. Aussi l'Exposition de Physique et de T. S. F. a-t-elle permis de se rendre compte des diverses solutions pratiquées actuellement.

A part la machine polymorphique présentée par MM. Japy frères et Cie, qui est réversible, les autres machines et les appareils exposés sont prévus pour transformer le courant d'alimentation en courant à haute fréquence pour des applications bien déterminées ou en courant continu, et c'est dans cette partie là de notre étude que nous rencontrerons la plus grande variété de dispositifs. Ces remarques méritent d'être complétées : tout d'abord, en ce qui concerne les machines à courants à haute fréquence, l'Exposition de Physique et de T. S. F. est la première manifestation importante de ce genre, présentant un caractère d'intérêt général, qui ait eu l'occasion d'en abriter quelques modèles : notre époque assiste à la naissance d'une branche nouvelle de l'électrotechnique et nous ignorons encore tout le parti que l'on peut en tirer.

Quant au courant continu, dont le seul inconvénient est de ne pas se prêter encore avec autant de souplesse que le courant alternatif à la transmission de l'énergie électrique à de très grandes distances, il conserve sa place dans les applications de l'énergie électrique et, souvent même, il s'impose; Maurice Leblanc, récemment enlevé au monde des électriciens français et regretté de tous (1), n'a-t-il pas prédit, dans les derniers

(1) Voir les chapitres I, II, III, IV, V et VI dans la *Revue générale de l'Electricité* des 9, 16, 23 février, 1er, 8 et 15 mars 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467.

(1) Maurice Leblanc (Nécrologie). *Revue générale de l'Electricité*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 652.

jours de sa vie, que le courant continu finirait bien par supplanter le courant alternatif à basse fréquence? Nous laissons le soin aux techniciens spécialistes de chercher la solution de ce problème ou d'améliorer celles qui existent et, pour l'instant, nous n'avons qu'à examiner les moyens adoptés pour transformer le courant reçu en une forme sous laquelle il puisse être utilisé.

Il est intéressant de constater, avant d'aborder l'étude détaillée des différents appareils qui vont nous occuper, la diversité des principes sur lesquels ils sont basés; cette diversité dénote l'ingéniosité des techniciens qui cherchent à résoudre ce problème de la transformation des courants. Aussi la classification des dispositifs en question est-elle tout indiquée. Dans la première catégorie rentrent les machines, dans lesquelles la forme du courant obtenu est entièrement liée à la constitution même de la machine. Les catégories suivantes sont celles des appareils auxquels on a donné le nom de redresseurs, nom qui met nettement en évidence leur rôle et qui indique qu'ils ne sont pas réversibles; il s'agit ici d'appareils destinés uniquement à transformer en courant continu ou, plus exactement, redressé, le courant alternatif à basse fréquence. Le principe de tous les redresseurs est de ne laisser passer le courant alternatif que pendant une demi-période, ou d'éviter l'inversion du sens du courant alternatif, ce qui constitue un perfectionnement. Dans une catégorie de redresseurs, celle des redresseurs mécaniques, on tire parti du mouvement synchrone d'un collecteur ou des vibrations d'une lame soumise à l'action d'un champ magnétique dû à un courant alternatif. Tous les autres redresseurs sont basés sur les propriétés en quelque sorte sélectives de corps solides, liquides ou gazeux placés dans des conditions spéciales bien déterminées; ce sont les redresseurs ou soupapes électrolytiques, les redresseurs à vapeur de mercure et, enfin, les lampes valves ou kénotrons.

Or, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., chacune de ces catégories était représentée par un ou plusieurs modèles, ce qui nous donnera l'occasion de les étudier tous d'assez près pour que le lecteur puisse se rendre compte des efforts tentés, dans des directions différentes, pour arriver à des solutions à la fois pratiques et économiques.

I. **Machines (commutatrices, groupes convertisseurs, génératrices).** — Nous avons déjà fait plus haut allusion à la machine polymorphique qu'ont présentée MM. Japy frères et Cie dont la figure 69 représente le stand. Il s'agit d'une machine prévue pour fonctionner soit en commutatrice, soit en génératrice polymorphique. Elle présente sur toutes les machines de cette catégorie de construction courante l'avantage de débiter en tant que génératrice, sous une tension qui peut varier du simple au double, tout en conservant une grande stabilité, soit du courant continu, soit du courant alternatif qui peut être, pour la même machine, indifféremment monophasé, diphasé, ou triphasé [1].

La première condition, relative aux grandes variations possibles de la tension, est réalisée grâce à l'allure de la caractéristique à circuit ouvert, allure très arrondie, obtenue à la suite d'études approfondies des diverses parties du circuit magnétique, et qui réduit les chances de désamorçage.

Sur l'arbre de l'induit mobile, sont montées six bagues entre lesquelles on peut recueillir précisément des courants monophasé, diphasés ou triphasés, comme nous venons de le dire.

Spécialement étudiée pour être utilisée dans les laboratoires d'enseignement ou de recherche où la diversité des courants nécessaires est, comme on le sait, très grande, cette machine peut y rendre d'importants services, grâce à sa souplesse incontestable. La puissance des machines de construction normale qu'établissent MM. Japy frères et Cie, dans ce but, est de 1,5 kw pour le petit modèle, et de 3,6 kw pour le plus grand modèle.

Si nous avons cru devoir attirer l'attention du lecteur sur cette machine polymorphique, c'est moins dans le but de lui montrer réunies en une seule dynamo les génératrices de courants de formes différentes que pour lui faire connaître que cette dynamo n'est plus seulement un appareil de démonstration, mais qu'elle est devenue une machine industrielle, de construction courante, grâce aux efforts de MM. Japy frères et Cie.

Dans le même stand, on remarquait des machines du même genre, mais destinées à fonctionner en commutatrices; les unes transformeront du courant alternatif en courant continu; les autres réaliseront la transformation inverse, de courant continu en courant alternatif.

Les premières, que nous appellerons des commutatrices « directes », cette dénomination étant empruntée à la notice publiée par MM. Japy frères et Cie sur ce matériel, fonctionnent en moteur synchrone; or la stabilité de marche de ces machines est d'autant plus difficile à assurer que la puissance pour laquelle elles sont prévues est plus faible et qu'en conséquence leurs dimensions sont plus réduites. Les conditions de fonctionnement dépendent, en particulier, de l'inertie des masses mobiles; lorsque cette inertie est faible, les oscillations qui se présentent dans le mouvement des moteurs synchrones et des alternateurs couplés en parallèle avec d'autres alternateurs prennent une grande importance à cause de leur fréquence élevée. Pour remédier à cet inconvénient, MM. Japy frères et Cie ont soin de prévoir sur les commutatrices de leur petit modèle un volant dont l'inertie augmente celle du système en mouvement.

Nous devons ajouter qu'à côté de ces petites machines MM. Japy frères et Cie construisent des commutatrices dont la puissance est de l'ordre de grandeur

(1) Léon VADOT; Les commutatrices de petite puissance et leurs débouchés. *Revue générale de l'Électricité*, 26 mars 1921, t. IX, p. 423-426.

de celle des machines que l'on rencontre dans les sous-stations ; mais celles qui méritent de retenir notre attention, et qui étaient présentées à l'Exposition de Physique, sont bien celles dont nous venons de parler ; d'une part, au point de vue purement technique, elles constituent une intéressante application du principe connu des commutatrices en général à des machines de dimensions réduites, et ceci dans les meilleures conditions possibles de fonctionnement et de rendement ; d'autre part, au point de vue utilitaire, ces machines sont appelées à rendre de grands services dans les nombreux cas où se présente le problème de la transformation de la nature des courants.

En tant que commutatrice directe, cette machine est tout indiquée pour alimenter, par exemple, les lampes à arc de projecteur et de cinématographe. Le modèle exposé par MM. Japy frères et Cie, et dont la figure 70 donne une vue extérieure, est destiné à cette application.



Fig. 69. — Vue du stand de MM. Japy frères et Cie à Beaucourt (Territoire de Belfort).

tion. On sait que la lampe à arc alimentée par du courant continu est d'un fonctionnement plus stable et plus régulier que la lampe à courant alternatif. Comme, d'autre part, le courant dont on dispose en général est du courant alternatif, il importe de pouvoir le transformer en courant continu sous une tension constante. Or la commutatrice satisfait à cette condition, puisque la tension du courant continu qu'elle débite et celle du courant alternatif qui l'alimente sont dans un rapport constant et que cette dernière, la tension du réseau, est sensiblement constante. De plus, le circuit de charge étant représenté par une seule lampe à arc dont le régime est stable sous une tension sensiblement constante, la commutatrice convenablement établie se trouve dans la meilleure condition pour favoriser cette stabilité. Cette stabilité sous une tension constante suppose, bien entendu, une longueur de l'arc constante et par conséquent un mode de réglage rapide et efficace. Enfin, au point de vue purement pratique, la commutatrice qui nous occupe est peu encombrante, ce qui a une grande importance pour un appareil qui, en fait, n'est dans toute exploitation qu'un organe accessoire.

Cette même machine permet de transformer le cou-

rant continu en courant alternatif et fonctionne alors en commutatrice dite « inverse ».

Parmi les applications, nous signalerons en particulier celle qui en est faite pour l'alimentation à très haute tension des kénotrons ou des commutateurs tournants employés en radiologie et dont nous avons parlé dans un chapitre précédent [1]. Rappelons qu'il s'agit d'obtenir aux bornes de ces appareils du courant continu ou redressé à une tension très élevée et, comme nous l'avons fait remarquer, lorsque le courant dont on dispose est du courant continu, il est indispensable de le transformer d'abord en courant alternatif pour pouvoir atteindre la tension voulue. C'est cette transformation qui peut être réalisée par la commutatrice « inverse », dont il est question ici.

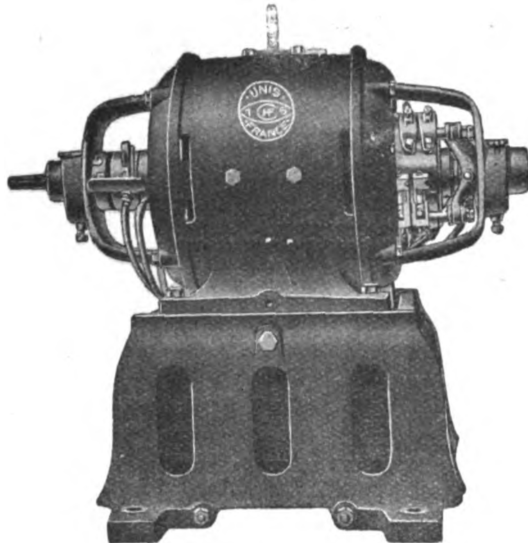


Fig. 70. — Aspect extérieur d'une commutatrice de MM. Japy frères et Cie.

Un autre problème qui se présente fréquemment est celui de la transformation de la tension du courant continu; en général, il s'agit d'abaisser la tension du courant disponible, soit pour l'alimentation d'une lampe à arc, soit pour la charge d'une batterie d'accumulateurs, etc. On résout parfois le problème en absorbant une partie de l'énergie dans une résistance qui provoque la chute de tension voulue; cette solution est peu recommandable au point de vue économique et on lui préférera l'emploi du groupe convertisseur ou bien encore, dans ce même ordre d'idée, l'utilisation de la machine que construisent MM. Japy frères et Cie et qui réunit, sur le même induit, les deux enroulements du moteur et de la génératrice du groupe convertisseur, le tout étant placé dans le même champ magnétique inducteur. Il s'agit ici encore d'une commutatrice dans laquelle les bagues du côté du courant alternatif sont remplacées par un deuxième collecteur.

(1) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 221.

En résumé, les divers types de machines présentés par cette maison à l'Exposition de Physique et de T. S. F. constituent une heureuse démonstration de la réversibilité de la machine Gramme et du parti que l'on peut en tirer dans les multiples applications d'intérêt réellement pratique. Les solutions des divers problèmes de la transformation des courants sont entièrement représentés dans ces quelques modèles de machines et nous ne pouvons que féliciter MM. Japy frères et Cie des résultats intéressants auxquels ils sont arrivés.

Dans cette même catégorie de machines rentre une partie du matériel exposé par les Etablissements E. Ragonot, qui se sont fait une spécialité de la construction des moteurs et génératrices de faible puissance. A côté des moteurs du type dit « universel » et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir, les Etablissements E. Ragonot ont présenté une grande variété de génératrices et de groupes convertisseurs.

Nous mentionnerons d'abord les génératrices étudiées en vue de leurs applications dans les postes de télégraphie et de téléphonie sans fil, pour l'alimentation des circuits filament et plaque des lampes à trois électrodes. Créées et mises au point pendant la guerre, pour être montées sur les avions, les tanks, etc., elles sont construites actuellement avec un soin tout particulier grâce aux perfectionnements apportés à l'outillage des ateliers de ces Etablissements, depuis la fin de la guerre.

En principe, elles ne diffèrent pas des génératrices à courant continu ordinaire si ce n'est que par des détails de fabrication. Mais leur construction est rendue délicate par les conditions de poids et d'encombrement imposées par la nature de leurs applications et par les tensions de plus en plus élevées employées actuellement dans les postes d'émission.

Parmi les machines de cette catégorie présentées à l'Exposition de Physique et de T. S. F. figurait précisément une génératrice pour avion, du type utilisé pendant la guerre. Cette machine à excitation shunt est prévue pour débiter un courant d'intensité égale à 0,25 A, sous une tension de 320 V. A côté d'elle se trouvait une des nouvelles génératrices construites pour l'aviation maritime. Cette machine comporte, dans la même carcasse, deux induits distincts, clavetés sur un même arbre, et deux circuits inducteurs. L'un de ces induits est susceptible de débiter un courant d'intensité égale à 12 A sous une tension de 6 ou 8 V, pour l'alimentation du filament des lampes d'émission et, en même temps, des deux circuits d'excitation; la tension aux bornes du deuxième induit est de 800 V, et l'intensité du courant qu'il peut débiter, de 0,3 A, en vue de l'alimentation du circuit de la plaque. Ces deux induits sont indépendants l'un de l'autre, au point de vue électrique, ce qui permet de régler séparément les deux tensions et donne de la souplesse à la machine.

On pouvait voir dans ce même stand un convertisseur

destiné à la Radiotélégraphie militaire, qui, alimenté par du courant continu sous une tension de 10 v, présente à ses bornes, du côté de la génératrice, une tension de 1500 v, l'intensité du courant qu'il peut débiter étant de 0,4 A.

Cette machine, représentée sur la figure 71, peut fonctionner soit en convertisseur, ainsi que nous venons de le dire, soit en génératrice double, comme celle qui a été décrite plus haut. Ce groupe, dont les dimensions sont déjà relativement importantes, a un rendement global supérieur à 60 pour 100, valeur qui mérite d'être

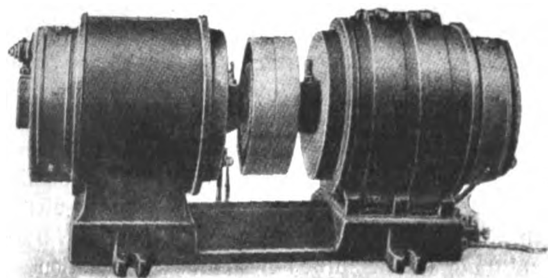


Fig. 71. — Aspect extérieur d'un groupe convertisseur pour télégraphie sans fil des Etablissements E. Ragonot

relevée, étant donnée la faible puissance mise en jeu. (600 w environ).

Signalons encore un groupe formé d'un moteur à courant continu et d'une génératrice double du même genre que celles que nous venons de nous occuper. Les tensions aux bornes de chacun des deux induits sont respectivement de 8 et 800 v.

Les Etablissements E. Ragonot ont également exposé un groupe convertisseur destiné à la charge des accumulateurs. Il comprend un moteur dit « universel » et une génératrice à courant continu aux bornes de laquelle la tension s'élève à 12 v, l'intensité du courant normal étant de 5 A. Le moteur et la génératrice (fig. 72) sont accouplés par un joint élastique et montés sur un même socle en aluminium émaillé au four. Le réglage

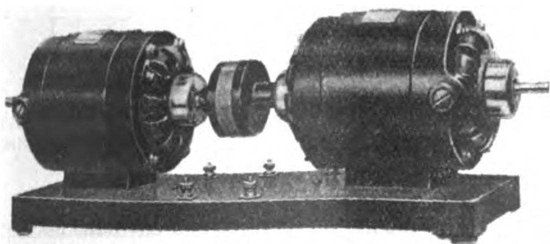


Fig. 72. — Aspect extérieur d'un groupe pour charge d'accumulateurs des Etablissements E. Ragonot.

de la tension, pour la charge des accumulateurs, se fait en agissant sur la vitesse de rotation du groupe au moyen d'un rhéostat monté en série dans le circuit du moteur. On pouvait se rendre compte dans le stand en question du fonctionnement silencieux de ce groupe et de l'absence de toutes vibrations. Notons encore son rendement global qui atteint la valeur de 40 pour 100.

Un autre type de machine particulièrement intéressant, également étudié et construit par les Etablissements E. Ragonot, est la génératrice destinée à remplacer les batteries centrales des installations téléphoniques. Elle est de création toute récente. Pour atteindre le but proposé, il faut réaliser une machine dont la tension continue soit exempte d'ondulations provenant des harmoniques de denture et de commutation. Le procédé adopté par les Etablissements E. Ragonot pour détruire cette cause perturbatrice, procédé qui fait l'objet d'un brevet, consiste à prévoir sur l'induit deux enroulements absolument identiques à chacun desquels correspond un collecteur; les porte-balais sont reliés en parallèle au circuit extérieur. Les deux collecteurs étant décalés d'une demi-période l'un par rapport à l'autre, les maxima des harmoniques de l'un des enroulements correspondent aux minima des harmoniques de l'autre et, comme ils se superposent dans le circuit extérieur, leur résultante est nulle et le courant recueilli est rigoureusement continu.

Ajoutons que toutes les précautions ont été prises pour rendre ce dispositif aussi efficace que possible. Ainsi les encoches de l'induit sont légèrement inclinées sur l'axe de l'induit, de telle façon que le flux résultant du flux inducteur et de celui de l'induit est constant pour toutes les positions de l'induit, les autres conditions restant les mêmes; les balais de chaque porte-balais sont légèrement décalés les uns par rapport aux autres; le nombre de lames des collecteurs, convenablement déterminé, est très élevé et le plus grand soin est apporté à l'équilibrage statique et dynamique de la machine.

D'une façon générale, une visite au stand des Etablissements E. Ragonot montrait que, même avec des machines de faible puissance, on parvient à résoudre les problèmes les plus délicats, imposés par les applications, et cela, de la façon la plus satisfaisante.

Nous retrouvons un petit groupe construit par ces mêmes établissements dans le stand de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Ce groupe est un dispositif amplificateur de courants électriques créé et présenté par M. A. Marcel Monnier. Si l'on examine la caractéristique à circuit ouvert d'une génératrice à courant continu, tournant à une vitesse constante, on constate qu'à toute variation de l'énergie fournie au système inducteur correspond une variation importante de la force électromotrice et, de ce fait, de l'énergie disponible dans l'induit. Partant de cette remarque, M. Monnier considère comme relais amplificateur le système constitué par un moteur qui commande directement une génératrice. C'est au moteur que la génératrice emprunte l'énergie supplémentaire disponible sur l'induit ; les deux circuits inducteur et induit

de la génératrice sont indépendants l'un de l'autre, au point de vue électrique.

Il s'agit, en fait, d'un groupe convertisseur ou, plus exactement, élévateur de tension ou de courant, alimenté en courant continu, dans lequel le courant à transformer ou à amplifier est le courant inducteur, tandis que le courant induit est le courant amplifié. Le rapport de l'amplification, en volts ou en ampères, est celui des tensions, ou des courants, de l'inducteur et de l'induit. Ce rapport qui dépend des dimensions relatives de la machine est proportionnel, pour la même machine, à la vitesse, au nombre des spires des enroulements de l'inducteur et de l'induit et à la perméance du circuit magnétique.

Les ondulations résultant des harmoniques de denture et de la commutation du courant induit sont réduites au minimum grâce au grand nombre de lames du collecteur et à la valeur élevée de la vitesse de rotation.

Ce dispositif peut également amplifier les courants alternatifs à la condition de prendre les précautions connues à savoir : constitution des masses magnétiques en pièces feuilletées, emploi de condensateurs en série sur les circuits des inducteurs et de l'induit, pour réduire l'importance de l'impédance de ces enroulements, fonctionnement de la génératrice dans la portion rectiligne de la caractéristique, afin d'éviter les harmoniques résultant du coude de cette courbe. D'ailleurs, en courant alternatif, cet amplificateur offre moins d'intérêt pratique qu'en courant continu, puisque le problème de la transformation des tensions et des courants est résolu d'une façon très simple grâce aux transformateurs statiques.

Ajoutons enfin que le coefficient d'amplification de l'appareil exposé est de 10, pour la tension en volts et et de 50, pour l'intensité du courant, en ampères.

Parmi les groupes convertisseurs, nous mentionnerons également ceux présentés par les Etablissements Bardon et destinés à la charge des accumulateurs. Ces établissements ont exposé leurs deux types : l'un capable de développer une puissance de 50 w prévu pour charges jusqu'à six éléments en série, l'intensité du courant de charge étant de 3,5 A ; l'autre, d'une puissance de 100 w, suffisant pour la charge de douze éléments, avec la même intensité de courant, de 3 A environ.

Dans le stand de la Société alsacienne de Constructions mécaniques on remarquait un groupe formé d'un moteur et d'une génératrice à courant continu d'un type spécial, destiné à l'alimentation de postes de soudure électrique. Pour fonctionner dans de bonnes conditions, l'arc électrique doit être parcouru par un courant d'intensité sensiblement constante ; et comme, d'autre part, la résistance de l'arc varie avec sa longueur elle-même très variable dans ses applications à la soudure, la tension aux bornes de la génératrice qui l'alimente doit suivre les variations de la longueur de l'arc, pour que le régime soit stable. De plus, il faut que la machine supporte les courts-circuits et comme à l'instant où ils se produisent il importe d'éviter des accidents tels que la brûlure de la pièce à souder ou le collage de l'électrode sur la pièce, le passage de la marche à vide au régime de court-circuit correspondant à l'intensité maximum du courant doit se faire sans surintensité momentanée et sans oscillation ; et cependant le courant de court-circuit doit être d'intensité supérieure à celle du courant normal afin que l'énergie disponible soit suffisante pour maintenir le métal à sa température de fusion. En résumé, la génératrice destinée à l'alimentation des postes de soudure par l'arc électrique doit être à tension essentiellement variable avec la résistance du circuit extérieur, c'est-à-dire à intensité sensiblement constante ou au moins limitée.

Elle sera donc, en principe, à excitation série; mais on sait que la génératrice normale à excitation série n'assure un débit constant des variations de la tension dans de grandes limites que si l'on peut agir automatiquement sur sa vitesse de rotation qui doit suivre les variations de la résistance du circuit extérieur. D'autre part, dans les machines normales, l'excitation série est funeste à la génératrice elle-même dans le cas de courts-circuits, sa force électromotrice augmentant à l'instant même où la tension aux bornes s'annule. Autrement dit, la différence entre deux points de même abscisse de la caractéristique à circuit ouvert et de la caractéristique en charge s'accentue au fur et à mesure que la résistance du circuit extérieur diminue, ce qui

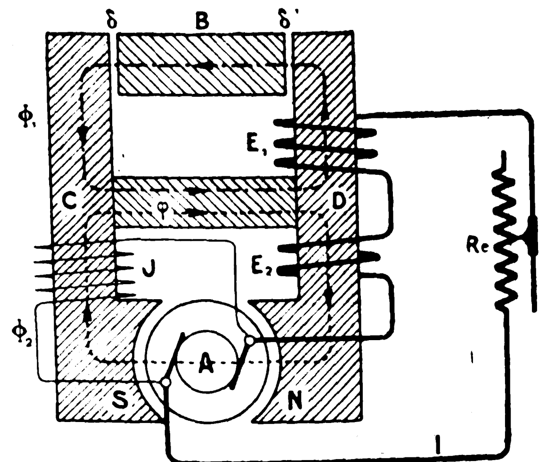


Fig. 73. — Schéma de principe de la dynamo à excitation série à débit limité de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

est contraire à son bon fonctionnement dans les conditions imposées dans le cas de l'alimentation d'un arc. Or, la Société alsacienne de Constructions mécaniques remédie à cet inconvénient, en réalisant une machine dont la caractéristique à circuit ouvert ne s'écarte que très peu de la caractéristique en charge, c'est-à-dire que c'est la force électromotrice même de la machine, et non pas seulement la tension, qui suit les variations de la résistance extérieure. Elle obtient cet

intéressant résultat au moyen d'un deuxième circuit magnétique inducteur, en dérivation sur le circuit normal, comme l'indique la figure 73. Pour chacun des deux circuits, normal et auxiliaire, est prévu un enroulement inducteur E_2 correspondant au circuit normal et E_1, au circuit auxiliaire, parcourus l'un et l'autre par le courant de l'induit. Le sens des enroulements E_1 et E_2 est tel que, tant que la machine n'est pas saturée, les forces magnétomotrices qu'ils développent sont opposées; les flux Φ_1 et Φ_2 ont alors le sens des flèches, et, en particulier, s'ajoutent dans la partie CD commune aux deux circuits; mais lorsque l'intensité du courant débité a atteint une certaine valeur, cette portion du circuit magnétique est saturée, sa réluctance a augmenté et, à cause de la différence de potentiel magnétique qui s'est élevée entre C et D, une partie du flux Φ_1 dû à l'enroulement inducteur E_1 passe dans l'induit A. Autrement dit, à partir d'une valeur déterminée de l'intensité du courant débité, l'action des enroulements inducteurs E_1 et E_2 devient différentielle dans l'induit et le flux dans l'induit a pour valeur $\Phi_2 - \Phi_1$, Φ_2 étant supérieur à Φ_1, puisque l'on a eu soin de prévoir la force magnétomotrice de E_2 supérieure à celle de E_1. Il en résulte une diminution de la force électromotrice et, de ce fait, de la tension aux bornes, variation très importante pour des variations relativement faibles de l'intensité du courant débité, d'où une intensité du courant débité rigoureusement limitée. La caractéristique de la machine a l'allure de la courbe OMC de la figure 74.

Nous n'insisterons pas davantage sur le principe de

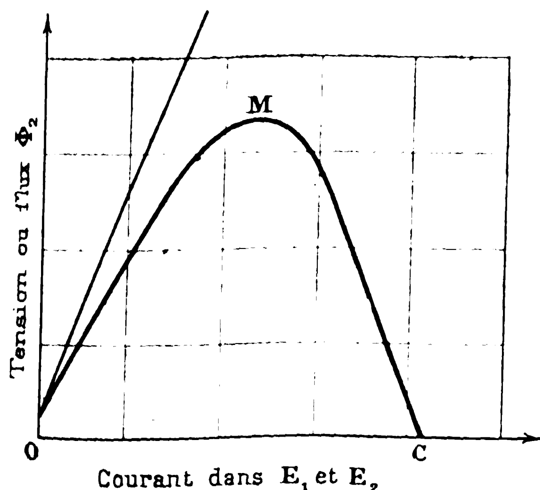


Fig. 74. — Caractéristique de la génératrice à excitation série et à débit limité.

cette machine dont le lecteur trouvera d'ailleurs une étude développée dans le « Bulletin de la Société Alsacienne (1), étude à laquelle nous empruntons les renseignements que nous reproduisons ici.

(1) J. Bardin; La dynamo série à débit limité et ses applications. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, octobre 1923, p. 100-109.

En ce qui concerne sa réalisation pratique, la dynamo construite par ladite Société est à quatre pôles; elle comporte des pôles auxiliaires G, ainsi que l'indique la figure 75 qui représente tout le système inducteur.

La machine présentée à l'Exposition de Physique est du type de 150 A, à débit réglable de 25 à 150 A,

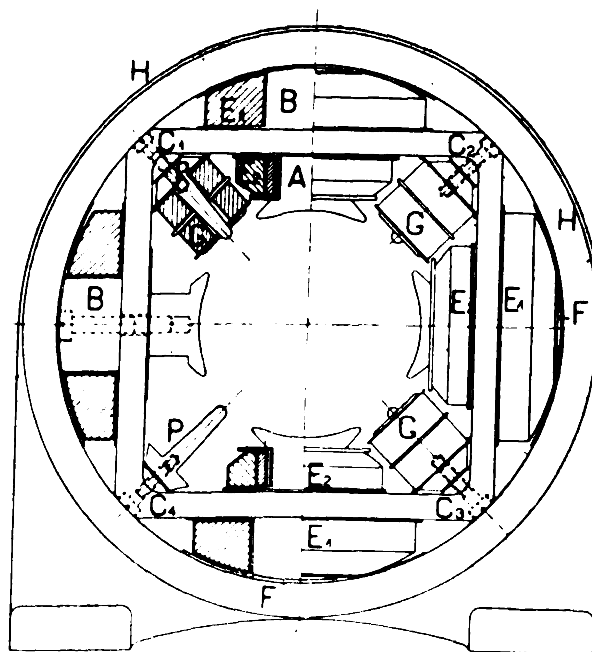


Fig. 75. — Système inducteur de la génératrice à excitation série et à débit limité.

dont la tension est de 20 à 35 V et la vitesse de 1 450 t : mn.

Ajoutons enfin que les autres types normaux que construit la Société alsacienne de Constructions mécaniques sont de 200, 350 et 600 A.

Quant à son application à l'alimentation de l'arc pour la soudure électrique, nous aurons l'occasion d'en parler ultérieurement.

Dans le même stand était exposé un groupe formé d'un moteur à courant continu et d'un alternateur à haute fréquence pour téléraphie sans fil construit par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Société française Radio-Electrique. Ce groupe est prévu pour développer une puissance de 25 kw, la fréquence s'élevant à 32 400 p : s, et la vitesse à 6 000 t : mn.

Rappelons que ces alternateurs sont homopolaires, à fer tournant. Le rotor, en acier forgé, porte, à la périphérie, des paquets de tôles d'acier extrêmement fines (0,05 à 0,09 mm) qui constituent les dents; on retrouve des paquets de tôles identiques sur le stator dans lesquelles sont prévues les encoches destinées à recevoir les conducteurs de l'enroulement induit. Le rapport du nombre des dents du rotor à celui des encoches du stator est de 3 à 2, ce qui permet d'obtenir directement un courant de fréquence assez élevée, sans être obligé

de recourir à des vitesses tangentielles exagérées. En effet, en montant en série les conducteurs de l'induit, ainsi décalés les uns par rapport aux autres, on superpose des forces électromotrices, également décalées, correspondant à des forces électromotrices polyphasées ; or on sait que, dans tout système polyphasé, les forces électromotrices représentées par le terme fondamental de la série de Fourier ont une résultante nulle, ainsi que toutes celles correspondant aux harmoniques suivants, jusqu'à l'harmonique d'ordre n, n étant tel que l'angle de décalage de deux encoches consécutives ait pour mesure $\frac{2\pi}{n}$. Si donc f est la fréquence fondamentale, celle de la force électromotrice recueillie et utilisée est nf. Grâce à cette disposition la vitesse périphérique des alternateurs en question ne dépasse pas 150 m : s, bien que l'on obtienne directement aux bornes de la machine le courant de haute fréquence, à la fréquence voulue.

Les enroulements inducteur et induit sont montés tous deux sur le stator, de sorte que le rotor ne porte aucun enroulement et qu'il n'y a eu lieu de prévoir ni bague ni collecteur sur l'arbre de l'alternateur.

L'enroulement inducteur est annulaire ; celui de l'induit est ondulé en zigzag; il y a un conducteur par encoche, soigneusement isolé dans un tube de mica ou de bakélite.

En ce qui concerne le moteur à courant continu, toutes les précautions sont prises pour qu'il puisse tourner sans inconvénient à la vitesse imposée de 6000 t : mn. En particulier, le collecteur est à friction latérale, ce qui permet d'éviter les vibrations radiales des balais,

Un point très délicat, dans le bon fonctionnement de ces groupes, est la constance de la vitesse qui doit être rigoureuse. Le régulateur prévu est d'une telle sensibilité que la variation de vitesse entre la marche à vide et celle en charge ne dépasse pas 1/1000 de la vitesse normale. Il est à force centrifuge, entraîné par l'arbre du moteur au moyen d'une vis tangente et agit sur le rhéostat d'excitation du moteur. Ajoutons enfin que le refroidissement de l'alternateur est assuré par une circulation d'eau.

La figure 76 représente le groupe exposé par la Société alsacienne de Constructions mécaniques et rappellera à ceux qui l'ont visitée, les machines installées à la Station d'émission de Sainte-Assise ([1]).

Le moteur et l'alternateur sont accouplés rigidement et montés sur un socle qui porte en même temps le régulateur de vitesse.

Citons aussi, puisque nous parlons ici, non seulement des machines destinées à transformer la nature des courants, mais encore des génératrices, l'alternateur à courants triphasés de 130 kv-A 125 220 v, 600 t : mn, avec excitation en bout d'arbre et la génératrice à courant continu de 55 kw, 230 v, 710 t : mn, exposés par la Société alsacienne de Constructions mécaniques et remarquons que cette société, dont la réputation n'est plus à faire, a brillamment contribué au succès de l'Exposition de Physique et de T. S. F. en y présentant ses types de machines et d'appareils les plus modernes, parmi lesquelles la dynamo série et l'alternateur à haute fréquence qui viennent d'être mentionnés et d'autres dont nous aurons encore à parler. Son stand, placé dans le voisinage de celui consacré à l'Exposition rétrospective, permettait au visiteur de se rendre compte du parti qui a été tiré au point de vue des applications industrielles, après un siècle d'efforts, de la table d'Ampère, en passant par la machine de Page, celle de l'Alliance et, enfin, la machine Gramme et le générateur secondaire de Gaulard (premier transformateur statique industriel), tant de dispositifs qui méritent d'être mentionnés ici, comme étant les aînés de ceux que nous venons d'étudier.

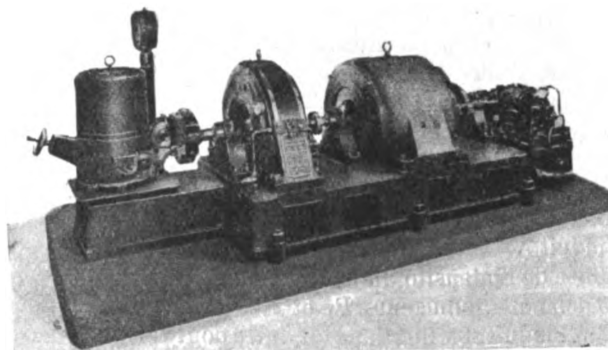


Fig. 76. — Aspect extérieur du groupe à haute fréquence. 25 kw, 32 400 p : s, 6000 t : mn, construit par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Société française radioélectrique.

II, **Redresseurs mécaniques.** — Nous abordons ici l'étude des appareils qui ne peuvent être destinés qu'à transformer le courant alternatif en courant continu. Nous avons déjà parlé, au début de ce chapitre, des circonstances qui ont déterminé les inventeurs à imaginer des dispositifs divers permettant de réaliser cette transformation, dispositifs qui doivent être simples, de manipulation facile, de construction robuste et de fonctionnement sûr, pour pouvoir être mis à la disposition d'un personnel qui n'est pas nécessairement compétent.

Comme, d'autre part, il s'agit d'un appareil, en fait, accessoire, il importe qu'il ne soit ni encombrant, ni d'un prix trop élevé.

Tel est le but que se proposent d'atteindre les constructeurs des dispositifs dont quelques spécimens ont été présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Nous signalerons d'abord le redresseur à collecteur tournant de M. L. Rosengart. Cet appareil pourrait aussi bien être classé dans la catégorie des machines,

([1]) G. Malgorn et M. Adam; Le Centre radioélectrique de Sainte-Assise. *Revue générale de l'Électricité*, 5 août 1922, t. XII, p. 169-183.

son organe essentiel étant un moteur synchrone sur lequel est monté un collecteur de conception spéciale. Si nous le faisons plutôt rentrer dans la catégorie des redresseurs mécaniques, c'est parce que la transformation de la nature du courant ou, plus exactement, le redressement du courant, se fait en quelque sorte en dehors de la machine elle-même, uniquement par l'intermédiaire du collecteur. L'intérêt de ce dispositif

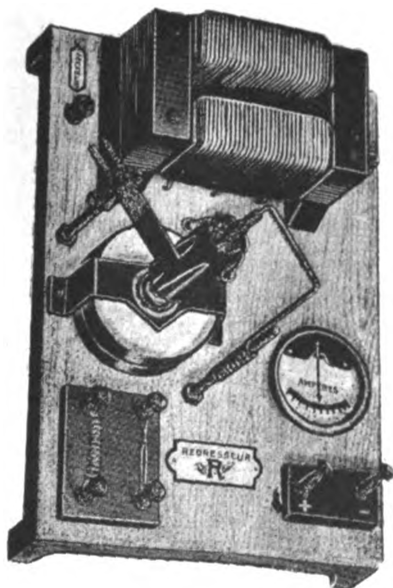


Fig. 77. — Vue du redresseur à collecteur tournant, de M. L. Rosengart, à Paris.

réside entièrement dans la disposition adoptée pour la denture du collecteur. Le cylindre métallique qui constitue cet organe est monté sur l'arbre du moteur synchrone: il porte des parties saillantes, également métalliques, qui sont précisément ce que l'auteur de l'appareil appelle les dents et sur lesquels repose le frotteur. Une des bornes du transformateur statique (fig. 77) est reliée au collecteur : on se rend aisément compte que le circuit n'est fermé que tant que le frotteur repose sur une dent du collecteur ; si la durée de la fermeture correspond à une alternance du courant, on recueille du courant redressé. Il importe que la fermeture du circuit ait lieu pendant toute la demi-période, et pendant ce temps seulement, pour que le courant recueilli soit totalement redressé, et conserve bien le même sens. A cet effet, M. L. Rosengart, et c'est là ce qui fait l'objet de son brevet, donne aux dents une forme qui se rapproche le plus possible de la sinusoïde représentant la variation de la force électromotrice instantanée qui alimente le transformateur statique. On peut alors, grâce à cette ingénieuse disposition, régler la position du frotteur sur les dents, de façon que la commutation ait lieu à l'instant même où l'intensité du courant alternatif est nulle; on se rend compte que cette condition est remplie par l'indication de l'ampèremètre qui doit être maximum et par le fait que la rupture du circuit ne doit donner lieu à aucune étincelle. On procède à ce réglage en déplaçant le frotteur fixé au moyen d'une vis de réglage. Le nombre des dents est égal à la moitié du nombre des pôles du moteur synchrone.

Signalons encore le dispositif spécial prévu pour éviter que, par suite de l'arrêt du moteur, la batterie ne se décharge dans le transformateur ou qu'elle ne soit alimentée directement par le courant alternatif: ce dispositif est un simple conjoncteur-disjoncteur à force centrifuge constitué par deux masses métalliques solidaires de l'axe du collecteur, qui reposent à l'arrêt sur les dents du collecteur et ne s'en écartent, pour laisser passer le courant redressé, que lorsque le moteur a atteint sa vitesse de synchronisme.

Le moteur qui commande le collecteur est du type dit « alternacycle », également créé par M. L. Rosengart.

Ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur la figure 77, l'ensemble des appareils est monté sur un socle commun et forme un tout bien compris, remplissant les conditions imposées dont nous avons parlé plus haut.

On sait d'ailleurs les nombreux services rendus par cet appareil à la foule des amateurs de télégraphie sans fil et, en particulier de téléphonie pour lesquels la question de la charge des batteries d'accumulateurs est toujours une sujétion; M. L. Rosengart leur en offre une solution dans son ingénieux dispositif.

Les types normaux de redresseur basés sur ce principe sont établis pour débiter des courants d'intensités comprises entre 5 et 8 A, sous des tensions de 6 à 80 V, valeurs correspondant bien à celles qui sont à envisager dans les applications en question.

Nous devons rappeler ici que nous avons déjà mentionné [1] un appareil basé sur le même principe, le commutateur tournant, présenté par MM. Drault et Ch. Raulot-Lapointe. Le rôle de cet appareil est de redresser du courant à une tension de 80000 V en vue de l'alimentation des ampoules à rayons X.

Dans le stand de M. F. Saldana [2] était exposé un redresseur, basé sur un principe différent, mais également mécanique. Cet appareil est un redresseur à lames vibrantes. Il se compose d'un aimant permanent 1 (fig. 78) ayant sensiblement la forme d'un fer à cheval. Entre ses deux pièces polaires 2 est placée la tige vibrante 3, pièce en fer doux qui porte à son extrémité un manchon en laiton 4 muni lui-même de deux contacts 5. La tige vibrante est articulée en 6 au noyau fixe 7 d'une bobine 8, et forme avec le noyau un barreau continu au point de vue magnétique.

Le schéma de la figure 78 permet de se rendre

(1) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T.S.F. ch. I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 211-222.

(2) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ch. III. Appareillage électrique Figure 26. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. XV, p. 302.

compte du mode de fonctionnement de ce dispositif. Supposons qu'il s'agisse de charger la batterie B. L'un des pôles est relié au milieu S de l'enroulement secondaire du transformateur statique T, l'autre pôle à la masse de l'aimant 1, et, par l'intermédiaire d'un fil souple, à la lame vibrante 3. Les deux extrémités de l'enroulement secondaire sont connectées à deux contacts fixes 9 montés sur les branches de l'aimant.

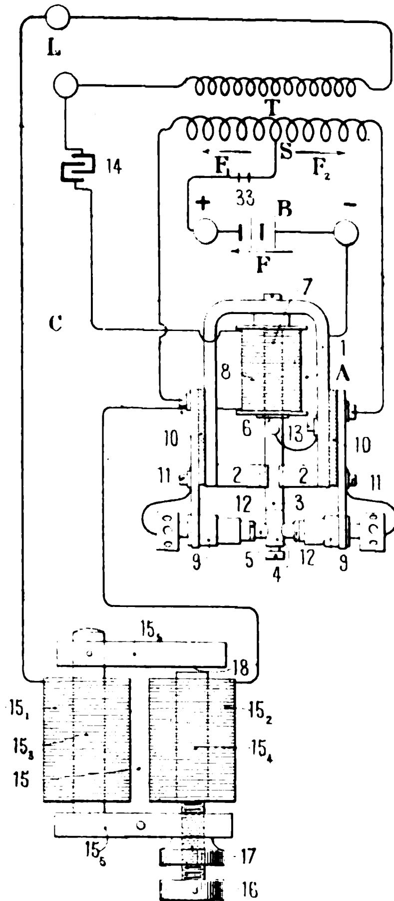


Fig. 78. — **Shéma du redresseur à lame vibrante de M. F. Saldana.**

D'autre part, la bobine 8 est montée sous la tension du réseau, qui alimente le transformateur T, et sur son circuit sont intercalés un interrupteur 15_5, un condensateur 14 et une bobine de self-induction réglagle 15.

Chaque fois que le courant change de sens dans la bobine 8, il en est de même de l'aimantation du barreau formé du noyau fixe 7 et de la tige 3 qui oscille, à chaque alternance entre les pièces polaires 2 de l'aimant permanent; elle ferme le circuit de la batterie alternativement avec l'un ou l'autre des contacts fixes montés sur les branches de l'aimant.

Pour que la rupture du circuit ait lieu au moment où la valeur instantanée de l'intensité du courant est nulle on règle les constantes du circuit de la bobine principale 8 en agissant sur la bobine de self-induction variable 15.

Remarquons que cette bobine peut constituer en même temps un disjoncteur ; il suffit que l'armature 15_6 soit rendue mobile. La figure 79 représente la disposition adoptée dans ce cas pour cet organe. L'armature mobile porte à une extrémité un contact 22 et à l'autre extrémité un contrepoids 19. Afin d'éviter la rupture du circuit qui pourrait résulter des vibrations de l'armature, il est prévu un certain jeu entre cette

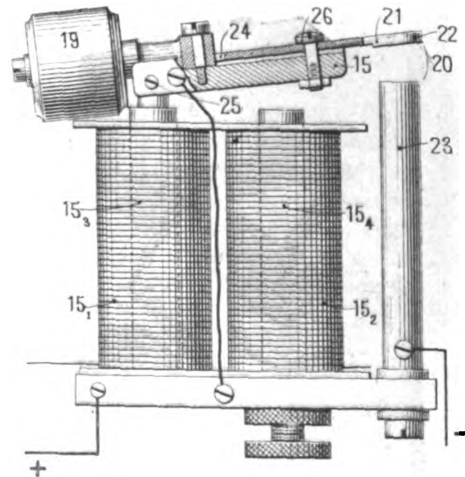


Fig. 79. — **Détail de la bobine à self-induction réglable du redresseur de M. F. Saldana.**

armature proprement dite et la pièce de contact.

M. Saldana remédie à l'inconvénient du bruit provenant du choc de la lame vibrante contre les contacts fixes, dans le fonctionnement de ce dispositif, en plaçant les contacts, constitués par des pastilles d'argent, par exemple, sur un ressort à boudin logé lui-même dans un manchon fileté. Ce ressort joue le rôle d'amortisseur.

Ce dispositif peut être monté sur un tableau, avec tous les appareils nécessaires à la charge de la batterie (fig. 80), y compris le limiteur de courant également créé par M. Saldana et dont nous avons parlé dans un chapitre précédent [1].

La visite de ce stand était particulièrement réconfortante pour les amateurs de T.S.F. qui pouvaient se rendre compte des efforts réalisés pour arriver à mettre au point des appareils faciles à manipuler et présentant toutes les garanties voulues au point de vue de la sécurité des petites installations auxquelles ils sont destinés.

En ce qui concerne la comparaison des redresseurs de différents types que nous venons d'examiner, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à l'article que M. Soulier a publié sur la question dans la « Revue générale de l'Electricité » [2], et nous regrettons, à ce propos, de n'avoir pas vu à l'Exposition de Phy-

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T.S.F ch. III. Appareillage électrique (*Loc. cit.*).

[2] A. Soulier; Le redressement des courants alternatifs par des appareils mécaniques. *Revue générale de l'Electricité*, 8 mai 1920, t. VII, p. 619-625.

sique, l'appareil de ce genre dont M. Soulier est le créateur; empressons-nous d'ajouter que nous aurons

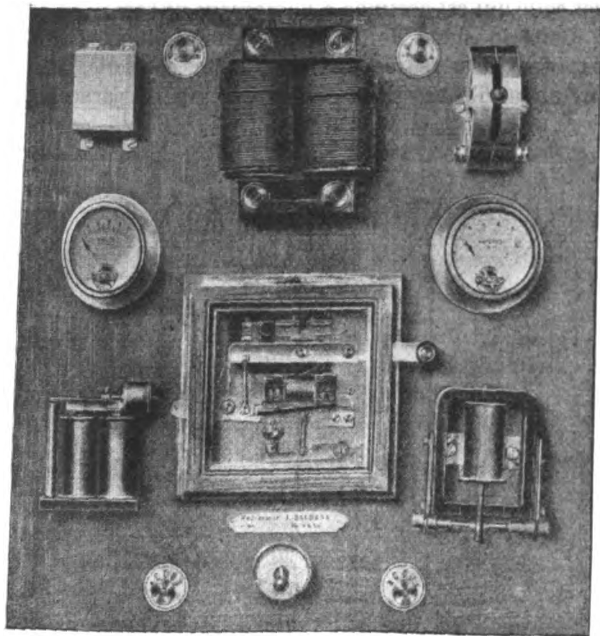


Fig. 80. — Tableau pour la charge des accumulateurs par le redresseur de M. Salandra.

l'occasion de faire ressortir dans d'autres chapitres quelques-uns des problèmes qui occupent M. Soulier actuellement.

Pour terminer, nous mentionnerons ici la disposition préconisée par M. L. Neu pour l'alimentation des circuits

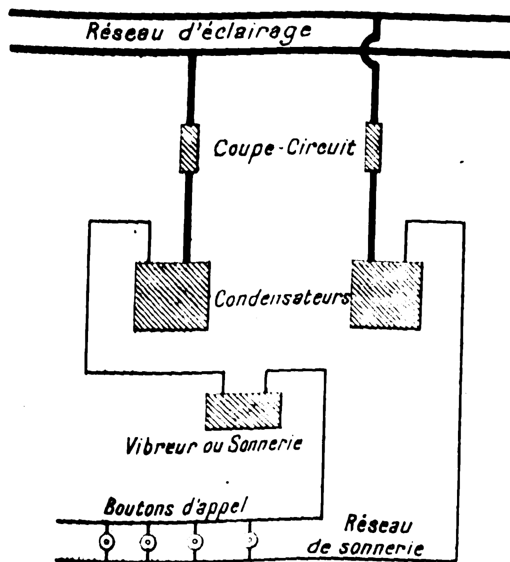


Fig. 81. — Montage d'une sonnerie sur un réseau, système de M. L. Neu.

de sonneries en courant alternatif, disposition qui constitue bien une sorte de redressement du courant par l'intermédiaire de la tige vibrante de la sonnerie. M. L. Neu remplace le transformateur statique, abaisseur de tension, aux bornes du secondaire duquel est généralement branchée la sonnerie, par deux condensateurs, disposés comme l'indique le schéma de la figure 81. La consommation d'énergie à vide est ainsi rigoureusement nulle.

III. Redresseurs électrolytiques, à vapeur de mercure, kénotron et tungar. — Nous croyons pouvoir faire rentrer dans la même catégorie, comme étant basés sur le même principe général, les différents types d'appareils que nous venons d'énumérer. Il ne s'agit plus de dispositifs mécaniques; dans les appareils énumérés dans ce titre, le redressement du courant alternatif est dû à la propriété que présentent deux électrodes, *convenablement choisies et placées dans un milieu dont la constitution est la caractéristique même de l'appareil*, de ne laisser passer le courant que dans un seul sens.

Le plus ancien des appareils de ce genre est le redresseur électrolytique auquel on donne souvent le nom de clapet ou de soupape électrolytique, qui définit nettement son fonctionnement. En 1857, Buff découvrait le fait que, si l'on fait l'électrolyse de l'eau avec un voltamètre dont les électrodes sont l'une en aluminium et l'autre en un métal quelconque, plomb ou platine, par exemple, ce voltamètre est parcouru par le courant qui passe du plomb à l'aluminium, et ne peut être traversé par le courant en sens inverse. On a remarqué d'ailleurs depuis, et M. P. Vaillant l'a fait ressortir récemment dans une note communiquée à l'Académie des Sciences (1), que cette propriété est celle de tous les électrolytes à un degré plus ou moins sensible, suivant la nature des électrodes et de l'électrolyte.

Pour en revenir au clapet électrolytique qui nous occupe, celui basé sur la découverte de Buff a été rendu industriel par M. Pollak qui reprit l'expérience de Buff et obtint des résultats intéressants au point de vue pratique, en remplaçant l'eau acidulée par un phosphate alcalin : lorsque l'électrolyte est de l'eau acidulée, la tension entre les électrodes doit être inférieure à 20 V pour que l'appareil fonctionne en clapet; pour des tensions supérieures, le courant passe dans les deux sens. Avec un phosphate, on élève la valeur limite de la tension de fonctionnement à 140 et même à 200 V.

Ce sont des appareils basés sur ce principe qui étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. dans le stand de la Société des Accumulateurs Heinz. Afin de comprendre les précautions prises dans la réalisation de ces redresseurs pour en assurer un fonctionnement continu et en faire des appareils réellement industriels, il importe de remarquer que

(1) P. Vaillant; Sur la production d'un courant continu par application d'une force électromotrice alternative à un voltamètre à électrode de platine (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 31 mars 1919, t. CLXVIII, p. 687-689. *Revue générale de l'Électricité*, 19 avril 1919, t. V, p. 593-594.

pendant les demi-périodes du courant alternatif, qui font de l'électrode d'aluminium le pôle positif, il se forme instantanément sur cette électrode une gaine de phosphate d'aluminium qui s'oppose, précisément, au passage du courant; cette gaine isolante est détruite avec la même rapidité pendant la demi-période suivante lorsque le courant passe de l'électrode de plomb à celle d'aluminium. Or, ce dépôt, dont la décomposition peut ne pas être totale, est susceptible, à la longue, de polariser l'appareil et de l'encrasser. La Société des Accumulateurs Heinz remédie à ces inconvénients en assurant une circulation tion constante de l'électrolyte autour des électrodes. Ces dernières sont cylindriques et concentriques: l'électrode d'aluminium (en aluminium comprimé) est placée à l'intérieur du tube de plomb, allié à certains métaux, qui constitue l'autre électrode. Ce tube de plomb comporte sur toute sa surface un grand nombre de petites cellules ajourées, de forme spéciale, qui permettent précisément la circulation constante et nécessaire de l'électrolyte.

Les types établis par la Société des Accumulateurs Heinz sont prévus pour la charge de batteries d'accumulateurs d'une capacité de 20 à 40 A-h et de 40 à 100 A-h. En montant en opposition deux ou quatre bacs, sous le courant monophasé, on peut redresser les deux demi-périodes du courant reçu. En courants triphasés, trois bacs suffisent, si la tension ne doit pas dépasser 56 V et six bacs pour des tensions comprises entre 56 et 120 V.

Les redresseurs de courant à vapeur de mercure étaient également représentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. dans le stand de la Société alsacienne de Constructions mécaniques et dans celui de la Verrerie scientifique.

Ces appareils sont connus depuis 1902, époque à laquelle Cooper-Hewitt mit en évidence leurs propriétés. Remis à l'ordre du jour depuis que la transformation de la nature des courants se pose de plus en plus fréquemment, il a fait l'objet d'études récentes, parmi lesquelles nous citerons celles de M. Maurice Leblanc fils (1), de M. Jotte (2) et de M. Giroz (3).

L'ampoule en verre, qui constitue ce redresseur, est munie, à sa base, d'une cathode C (fig. 82), et, sur les côtés, de deux ou trois électrodes A. Le courant ne peut passer, lorsque l'arc est amorcé, que dans un sens, de l'anode à la cathode ; mais il faut entretenir l'arc, et c'est à cet effet que l'on prévoit deux ou trois anodes au lieu d'une seule, connectées comme l'indique le schéma de la figure 82. L'électrode supplémentaire E est celle qui est destinée à l'amorçage de l'arc.

Dans le stand de la Verrerie scientifique étaient exposés des redresseurs de cette catégorie, avec les appareils accessoires comprenant, en particulier,

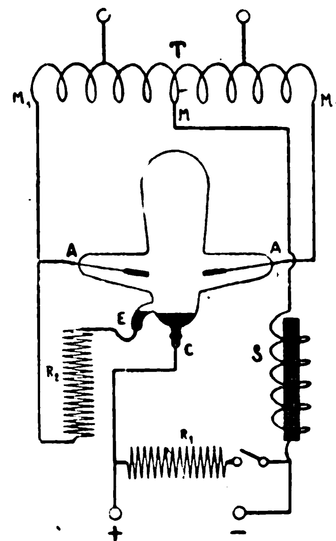


Fig. 82. — Schéma des connexions du redresseur à vapeur de mercure.

A, anodes ; C, cathode ; E, anode d'amorçage ; T, transformateur statique : R_1 et R_2, résistances pour l'amorçage

un transformateur statique, et les résistances R_1 et R_2 (fig. 82) qui interviennent pour l'amorçage de l'arc. Le tout est monté sur un socle en fonte et dissimulé derrière le tableau qui porte les appareils de manœuvre et de protection (fig. 83).

Les redresseurs coustruits par cette Société peuvent débiter des courants d'intensité s'élevant jusqu'à 20 A, sous une tension maximum de 125 ou 250 V.

Les types présentés par la Société alsacienne de Constructions mécaniques sont ceux de 5 A, 16 V, pour la charge des batteries d'accumulateurs, et de 15 A, 70 à 80 V pour l'alimentation des projecteurs de cinématographes.

Bien que les appareils de ce type qui étaient exposés soient prévus pour des puissances relativement faibles et soient appelés à rendre de grands services dans de nombreuses applications où la puissance mise en jeu n'est pas importante, telles que : charge de batteries d'accumulateurs, alimentation des lampes à arc, etc., nous croyons devoir insister sur ce fait que l'on peut espérer voir, dans un avenir très prochain, ces redresseurs rentrer dans la catégorie du matériel destiné à l'équipement des sous-stations. Il suffit, pour s'en rendre compte, au point de vue théorique, de lire en particulier l'étude, citée plus haut, de M. Giroz. Quant à la réalisation de ces appareils pour des puissances

(1) Maurice Leblanc fils : *L'arc électrique.* Recueil de Conférences-rapports de Documentation sur la Physique, p. 112-122. En vente à la Librairie A. Blanchard.

M. Maurice Leblanc fils : Les applications du redresseur à vapeur de mercure de moyenne puissance, en verre. *Revue générale de l'Electricité*, 25 novembre 1921, t. x, p. 766-770.

(2) C. Jotte : Les redresseurs à vapeur de mercure avec considération particulière du courant inverse. *Revue générale de l'Electricité*, 4 mars 1922, t. xi, p. 322-324.

(3) H. Giroz : Les redresseurs à vapeur de mercure à grand débit. *Revue générale de l'Electricité*, 20 novembre 1920, t. viii, p. 731-734. Pour plus de détails, voir la note de la page 493 ci-dessus.

élevées, elle est en voie d'exécution, et il en existe même déjà des installations, notamment à la station centrale de Monbijou, à Berne [1] ; la Compagnie des Chemins de fer du Midi a, d'autre part, déjà prévu l'équipement de cinq de ses sous-stations entre Toulouse et Bayonne avec ces redresseurs ; la puissance totale qui sera installée est de 19 200 kw et la tension, de 1 575 v [2].

Enfin, nous signalerons le redreseur à cathode incandescente. Nous avons déjà mentionné précédemment [3] l'installation que l'on pouvait voir en fonctionnement dans le stand des Etablissements Gaiffe-

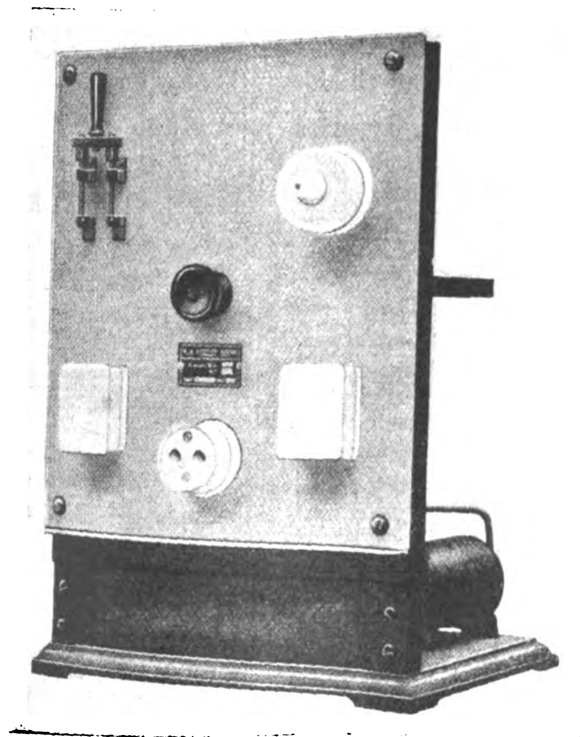


Fig. 83. — Aspect du tableau portant les appareils de manœuvre, de réglage et de protection du redresseur à vapeur de mercure, de La Verrerie scientifique. (Le redresseur lui-même et le transformateur sont montés derrière le tableau.)

Gallot et Pilon, et dans laquelle le courant alternatif du réseau était transformé en courant continu à la tension de 250 000 v au moyen de kénotrons. L'inconvénient que présentent les appareils de cette catégorie réside dans la chute de tension très élevée, de l'ordre de 100 à 400 v, qui s'y produit ; si elle n'est pas préjudiciable à leur bon fonctionnement, lorsque la tension à redresser est très élevée et l'intensité du courant mis en jeu très faible, comme dans les applications que l'on

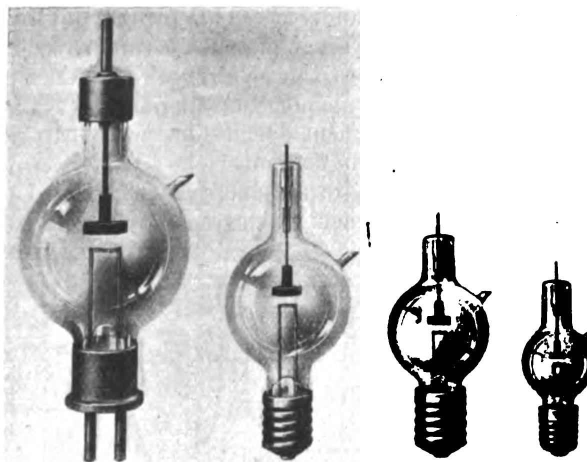


Fig. 84. — Différents modèles d'ampoules « tungar » (30 A, 15 A, 6 A, 2 A).

en fait à l'alimentation des ampoules à rayons X, elle le devient dans le cas des faibles tensions et des intensités de courant appréciables.

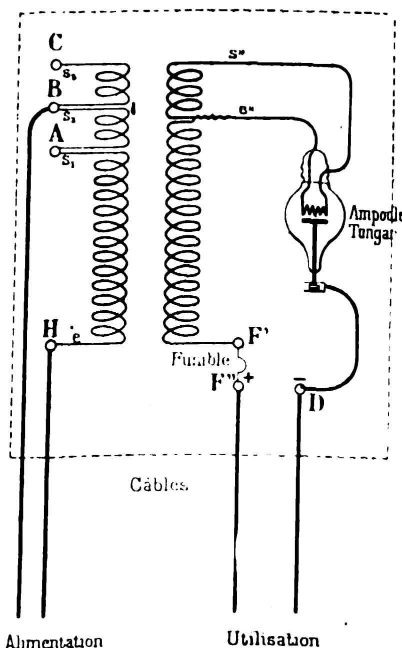


Fig. 85. — Schéma des connexions du redresseur « tungar. »

Le redresseur « tungar », présenté dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston est, au contraire, destiné à redresser des courants à une tension relativement

[1] L'installation de redresseurs de la centrale de Monbijou de la ville de Berne. *Revue B. B. C.*, novembre 1919, p. 228-231.

[2] Redresseurs à vapeur de mercure. *Revue B. B. C.*, avril 1922, p. 82-87.

[3] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 220-221.

basse, mais d'intensité pouvant s'élever à quelques dizaines d'ampères. Le filament en tungstène est placé dans un milieu qui contient de l'argon à une pression convenable, d'où le nom de l'appareil. La présence du gaz donne alors à la décharge qui se produit entre le filament porté à l'incandescence et la plaque, qui dans l'appareil en question est en graphite, le caractère d'un arc. Comme l'a fait ressortir M. E. Bloch (1), dans son étude relative aux phénomènes thermoioniques, il s'agit ici d'un phénomène d'ionisation par chocs, qui augmente l'intensité du courant.

La tension nécessaire à l'amorçage de l'arc est de quelques volts seulement et correspond à la chute de

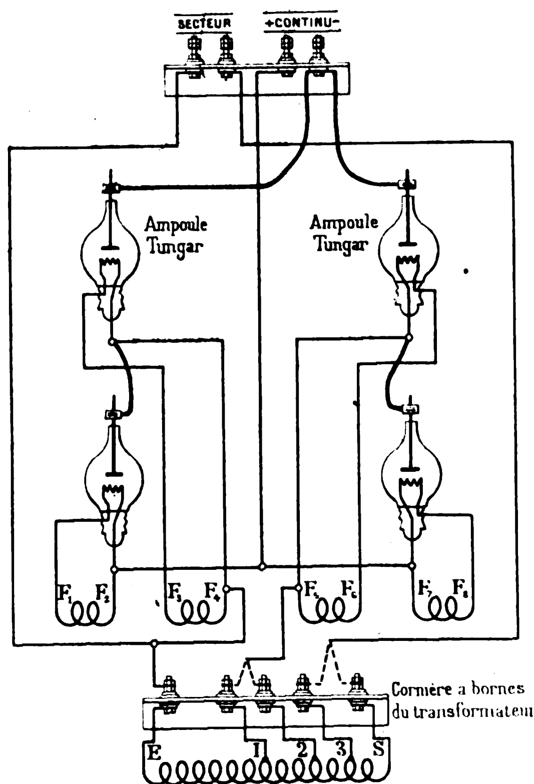


Fig. 86. — Schéma des connexions de quatre redresseurs « tungar » par deux en série : disposition permettant de redresser les deux demi-alternances du courant d'alimentation.

tension qui se produit durant le fonctionnement, mais, comme on peut s'en rendre compte, très faible comparativement à celle qui a lieu dans les kénotrons.

Pour réduire les impuretés de l'argon que contient l'ampoule, on y place une petite quantité de calcium ou de magnésium qui en provoque la condensation et les dépose sur le verre, d'où l'aspect extérieur métallique de ce dernier.

Grâce aux valeurs relativement élevées des intensités de courant mises en jeu dans ces appareils, les électrodes ont des dimensions telles que ce redresseur est beaucoup moins fragile qu'une lampe à incandescence ordinaire.

La figure 84 représente différents modèles d'ampoule tungar existants et prévus respectivement pour les intensités de 2, 6, 15 et 30 A.

En ce qui concerne le montage du redresseur, nous en donnons le schéma sur la figure 85. Le filament de

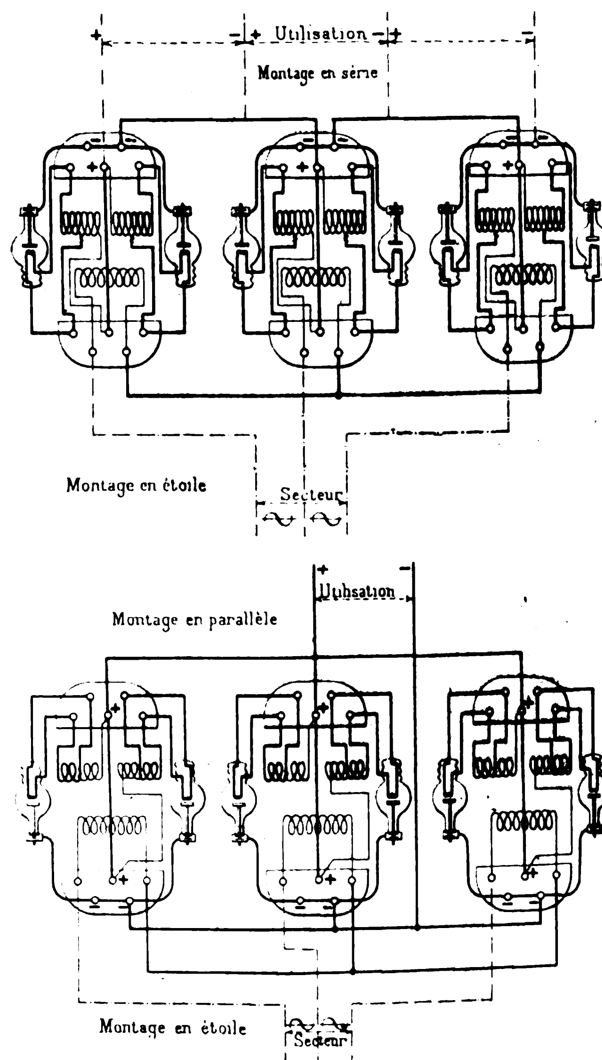


Fig. 87. — Schéma des connexions de six redresseurs « tungar » en courants triphasés.

a) Couplage en série ; *b*) couplage en parallèle.

l'ampoule est alimenté par quelques spires du secondaire du transformateur et constitue le pôle positif du courant redressé, tandis que la plaque de graphite en est le pôle négatif. On ne recueille ainsi que le courant correspondant à une demi-période. Il est d'ailleurs facile de redresser les deux alternances du courant alternatif en prévoyant une deuxième ampoule, en opposition avec la première.

(1) E. Bloch ; *Les phénomènes thermoioniques*. Recueil des Conférences-Rapports de documentation sur la physique. En vente à la librairie A. Blanchard.

Sur la figure 86 sont représentées les connexions à adopter dans ce cas, en tenant compte, de plus, que, pour chaque demi-période, il y a deux ampoules en série, ce qui permet d'obtenir une tension du courant redressé de 110 à 160 v, au lieu de 60 à 70 v.

En courants triphasés, on peut utiliser les trois phases, grâce à l'emploi de trois ou de six ampoules (une ou deux par phase) couplées en série (fig. 87 a), ou en parallèle (fig. 87 b).

On remarquera sur la figure 88 quelques types de ce redresseur comprenant une ou plusieurs ampoules et le ou les transformateurs statiques, toujours monophasés, même si le courant d'alimentation est polyphasé. A ce propos, nous devons insister sur ce fait que la tension que l'on obtient en courant continu peut être réglée en faisant varier le nombre des spires en service du transformateur, et que la variation de la tension n'influe pas sur le débit, à la condition toutefois qu'elle reste supérieure à la tension d'amorçage de 12 v environ. Cette propriété est particu-

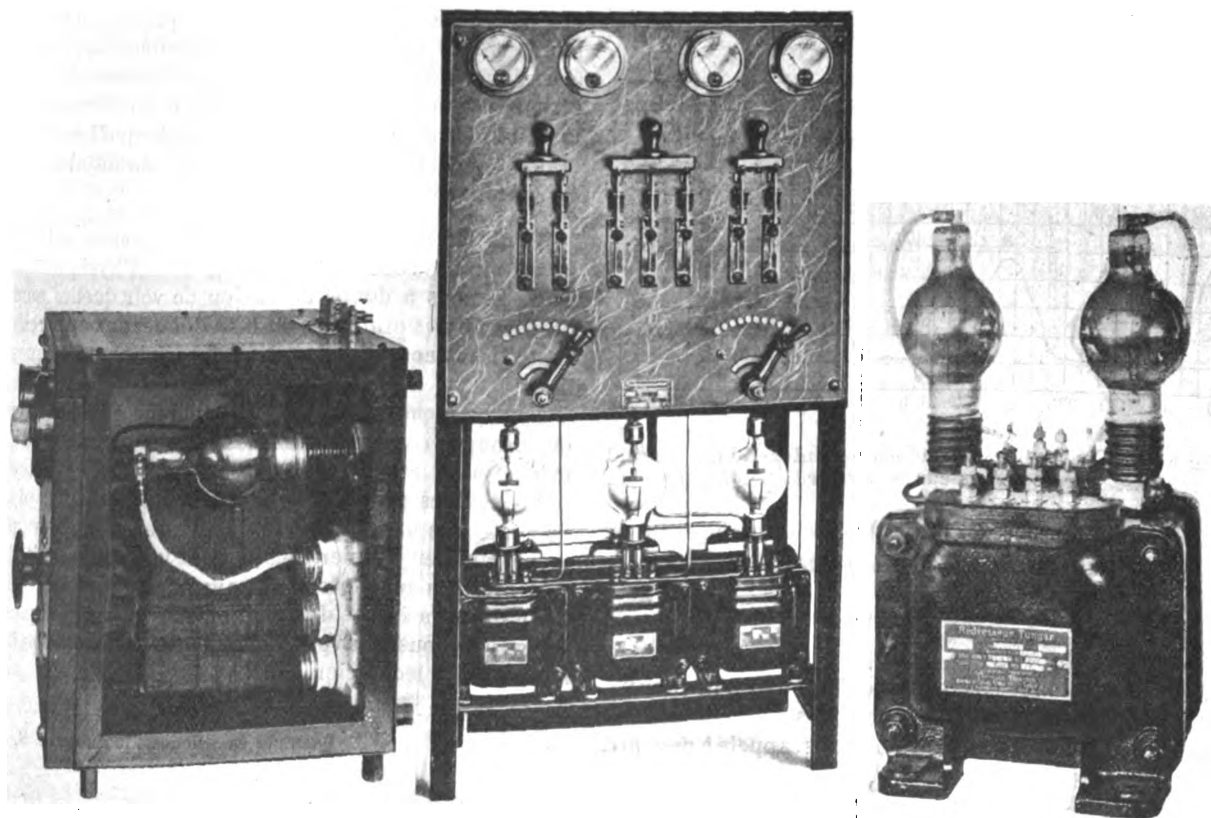


Fig. 88. — Aspect extérieur de redresseurs « tungar » avec les transformateurs statiques et appareils accessoires, de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

a) Type de 7,5 v à 60 v, 6 A (spécialement destiné aux garages d'automobiles pour la charge des batteries d'accumulateurs); *b*) trois redresseurs pour courants triphasés : *c*) type de 75 à 70 v, 12 à 15 A (destiné à l'alimentation des lampes à arc de cinématographes).

lièrement intéressante pour l'application du redresseur à la charge des batteries d'accumulateurs.

En ce qui concerne les résultats obtenus avec ces appareils, nous reproduisons (fig. 89) des courbes d'intensité du courant redressé avec un seul appareil, courbes relevées sur l'ondographe. L'une de ces courbes (a) est obtenue dans le cas où le redresseur alimente une batterie d'accumulateurs et, dans l'autre, il débite sur une résistance.

Leur comparaison met en évidence l'influence d'une force contre électromotrice sur l'allure de la courbe. On remarquera en effet que les rapports des durées de redressement, mesurées par la longueur A à celle de l'intensité nulle, B, pendant une période complète sont différents. Il est de 0,466, dans le premier cas et de 0,73 lorsqu'il n'y a pas de force contre électromotrice. Cette remarque est particulièrement importante au point de vue du calcul de l'intensité moyenne du courant redressé en fonction de l'intensité maximum du courant alternatif; sa valeur est inférieure à ce qu'on convient d'appeler la valeur moyenne de l'intensité du courant alternatif $\left(\text{soit } \frac{2}{\pi} I_m\right)$, puisque la durée de redressement est inférieure à celle d'une demi-période.

En ce qui concerne le rendement de ces appareils,

nous relevons sur les documents qu'a bien voulu nous communiquer la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston les résultats d'essais suivants :

	Côté à courant alternatif.			Côté à courant continu.		
	Tension. volts	Intensité. ampères	cos φ.	Tension. volts	Intensité. ampères	Rendement
2 lampes sur batterie d'accumulateurs...	110	5,25	0.83	91.5	3.95	0.75
2 lampes sur résistance...	110	4.4	0.98	75	4.05	0.64

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte, les valeurs obtenues pour les rendements de ces appareils ne diffèrent pas sensiblement de celles que l'on peut garantir

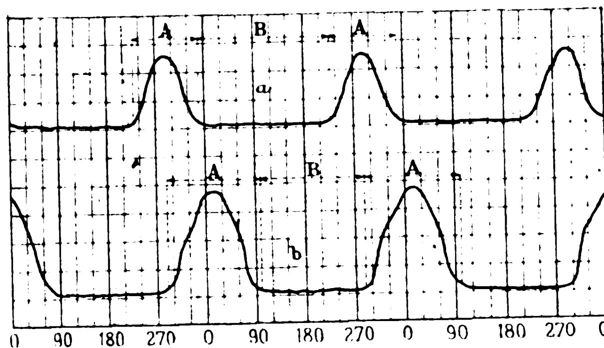


Fig. 89. — Courbes des variations de l'intensité du courant redressé par le redresseur « tungar » en fonction du temps.

a) Le redresseur débite sur une batterie de sept accumulateurs, rapport $\frac{A}{B} = 0{,}466$; b) le redresseur débite sur une résistance, sans force contre-électromotrice, rapport $\frac{A}{B} = 0{,}73$.

pour des machines électriques qui ont fait leur preuve, étant donnée la faible puissance considérée. Il semble donc bien que le redresseur tungar est appelé à devenir, comme les redresseurs à vapeur de mercure, un appareil réellement industriel, susceptible de développer des puissances de l'ordre de celles qui sont mises en jeu dans les transmissions et distributions de l'énergie électrique. Pour l'instant, il satisfait à toutes les conditions voulues pour rendre de grands services dans les installations moins importantes dans lesquelles se pose le problème de la transformation du courant alternatif en courant continu.

D'une façon générale en ce qui concerne la transformation des courants l'Exposition de Physique et de T. S. F. nous a donné l'occasion de voir quelles nombreuses formes pratiques on a su donner aux appareils, en utilisant nos connaissances théoriques sur la question.

Nous y avons vu en effet la machine commutatrice ou groupe convertisseur, les ingénieux dispositifs mécaniques, remarquables par leur simplicité, tous basés sur des principes que l'on exploite depuis plus de cinquante ans, jusqu'aux redresseurs de courant, mentionnés en dernier lieu et dont la création suit de très près les résultats des travaux effectués dans les laboratoires au sujet des phénomènes thermoioniques. Ici encore nous pouvons noter l'utile collaboration du savant et du technicien.

(*A suivre.*)

A. CURCHOD,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Note sur l'emploi des moteurs à courants alternatifs

Bien que les producteurs ou distributeurs d'énergie électrique fassent maintenant payer à leurs clients l'énergie réactive résultant de leur mauvais facteur de puissance, l'auteur est d'avis qu'au point de vue de l'économie générale, on devrait interdire l'installation de moteurs asynchrones d'une puissance supérieure à 100 chevaux, sous peine d'encourir certaines pénalités sous forme d'impôts qui se superposeraient à la taxe supplémentaire déjà exigée. Les amendes consisteraient à faire payer l'énergie correspondant aux pertes supplémentaires au tarif ordinaire du kilowatt-heure et l'auteur montre qu'elles atteindraient des sommes élevées pour des moteurs de 100 à 500 chevaux.

Par plusieurs notes parues dans cette revue (1), nous avons attiré l'attention des constructeurs de moteurs électriques ainsi que des producteurs et distributeurs de courant, sur l'intérêt qui s'attache à une unification plus grande des types et des puissances des moteurs à courants alternatifs utilisés dans l'industrie.

Nous rappelons que.

1° Pour les puissances supérieures à 100 ch, nous avons préconisé l'emploi unique des moteurs synchrones ou asynchrones synchronisés à l'exclusion de tout genre de moteur asynchrone ordinaire.

2° Pour les puissances inférieures à 100 ch, nous avons préconisé l'emploi d'un petit nombre de types

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 30 octobre 1920, t. VIII, p. 612-614 ; 17 juin 1922, t. XI, p. 894-896 ; 20 octobre 1922, t. XII, p. 577.

de moteurs asynchrones ordinaires avec adjonction, à chaque groupe important de ces moteurs, d'un compensateur synchrone permettant de relever le facteur de puissance de l'ensemble de ce groupe.

Nous avons constaté cependant que beaucoup d'installateurs continuaient à commander et à employer des moteurs asynchrones de grande puissance, et, pour les petites puissances, des moteurs asynchrones de type absolument quelconque et des plus variés; nous ne comprenons pas pourquoi les constructeurs les suivent dans une voie aussi néfaste et ne tentent pas de réagir contre le gaspillage général de matière et de combustible qui en découle naturellement.

En effet, tout industriel qui utilise un moteur asynchrone occasionne à la société de production et de distribution qui l'alimente une dépense supplémentaire résultant :

a) Du courant réactif inutilement absorbé dans le stator de ce moteur ; d'où abaissement du rendement du moteur par échauffement parasite ;

b) De la perte en ligne correspondant à ce courant réactif; d'où abaissement du rendement de la ligne d'alimentation du moteur ;

c) Du poids de cuivre qu'il y a lieu d'ajouter à cette ligne d'alimentation pour éviter une chute de tension par trop élevée aux bornes du moteur.

La perte *a*) est supportée par le client du secteur, car elle est enregistrée par le compteur d'énergie active.

Mais les pertes *b*) et *c*) sont supportées normalement par le producteur et le distributeur de courant et c'est, d'ailleurs, pour rentrer dans une partie de leurs débours supplémentaires que les secteurs de distribution d'électricité ont commencé, depuis quelques années, à tarifer l'énergie réactive absorbée par leurs clients.

Mais il faut croire que cette tarification supplémentaire n'est pas suffisante puisque les clients des secteurs continuent à installer des moteurs asynchrones en se bornant simplement à réaliser, avec ceux-ci, le facteur de puissance limite au delà duquel ils savent ne pas devoir payer de tarif supplémentaire.

Ce tarif supplémentaire d'énergie réactive ne corrige donc que très imparfaitement les conséquences fâcheuses de l'emploi d'un moteur asynchrone et ne fait que limiter la dépense supplémentaire dont nous parlons plus haut alors qu'il faudrait la faire disparaître complètement.

Mais, puisque l'installation de tous ces moteurs asynchrones de grande puissance fait supporter, à l'ensemble d'une région ou d'une nation, un préjudice matériel qui peut devenir considérable, sous la forme de consommation supplémentaire de combustible et d'immobilisation inutile de cuivre, nous avons pensé que c'était justement à la nation ou à la région de prendre les véritables mesures coercitives et nous proposons de conférer à l'autorité publique le droit :

a) D'interdire, en principe, la construction de tout moteur asynchrone de plus de 100 ch, sauf dans le cas de force majeure dûment justifié ;

b) D'infliger un impôt à tout industriel qui commandera, à partir d'une certaine date, des moteurs asynchrones de plus de 100 ch, ou qui refuserait d'installer des compensateurs synchrones à raison de un par groupe de moteurs asynchrones représentant plus de 100 ch.

Cette clause de l'impôt à payer par le client d'un secteur serait bien facile à insérer dans les concessions de permissions de voiries, ou dans les concessions d'État que le ministre des Travaux publics confère chaque année aux différents secteurs de distribution d'électricité ; ceux-ci n'auraient alors qu'à répéter cette clause de l'impôt dans leur police d'abonnement et cet impôt serait récupéré par les agents ordinaires du fisc, sur les renseignements fournis par les ingénieurs du contrôle des distributions d'électricité.

La perception de cet impôt n'empêcherait pas, d'ailleurs, les secteurs de distribution d'électricité de percevoir un tarif supplémentaire pour leur mauvais facteur de puissance.

Pour nous faire une idée de ce que pourrait être cet impôt, essayons d'évaluer ce que coûte à une usine génératrice (et par ricochet à la nation tout entière), par cheval installé, le courant réactif d'un moteur asynchrone.

La perte supplémentaire en ligne résultant de l'appel d'un courant I_1 réactif au lieu d'un courant I actif est de la forme :

$$p = k\,(I_1^2 - I^2),$$

I_1 étant défini par l'expression

$$I_1 = \frac{1}{\alpha U \cos\varphi}.$$

et I par

$$I = \frac{1}{\alpha U},$$

U étant la tension d'alimentation de la ligne ; d'où

$$p = k\left(\frac{1}{\alpha^2 U^2 \cos^2\varphi} - \frac{1}{\alpha^2 U^2}\right) = \frac{k}{\alpha^2 U^2}\,\mathrm{tg}^2\varphi.$$

Si $\cos\varphi = 0{,}8$, on a $\mathrm{tg}\,\varphi = 0{,}75$ et $\mathrm{tg}^2\varphi = 0{,}5$;

c'est-à-dire que la perte en ligne sera augmentée de 50 pour 100 ; si elle est déjà de 5 pour 100, elle deviendra de $5 + 2{,}5 = 7{,}5$ pour 100.

D'autre part, la différence de rendement que nous pouvons admettre entre un moteur asynchrone et un moteur synchrone de même puissance est également de l'ordre de 2,5 pour 100; ce qui nous donne une perte totale supplémentaire à imposer de 5 pour 100.

Nous pouvons alors dresser le tableau ci-dessous, résumant les impôts à prélever pour des moteurs asynchrones de 100 à 500 ch et pour des régions où le kilowatt-heure est tarifé à 0,20 fr et 0,50 fr.

Nous avons admis une utilisation de puissance moyenne annuelle pour chaque moteur de 3000 heures.

Tableau des pertes et des impôts supplémentaires pour les moteurs asynchrones de 100 à 500 ch.

TABLEAU I.

PUISSANCE en chevaux	PERTES SUPPLÉMENTAIRES en kilowatts-heure	IMPÔT ANNUEL EN FRANCS POUR kilowatt-heure à 0,20 fr	IMPÔT ANNUEL EN FRANCS POUR kilowatt-heure à 0,50 fr
100	11 000	2 200	5 500
200	22 000	4 400	11 000
300	33 000	6 600	16 500
400	44 000	8 800	22 000
500	55 000	11 000	27 500

Nous espérons que bien des industriels seront frappés de l'importance de ces chiffres et que, pour éviter de s'exposer à payer cet impôt supplémentaire, ils ne voudront plus commander un seul moteur asynchrone de puissance supérieure à 100 ch.

Il peut, cependant, y avoir des cas de force majeure ; par exemple, on peut être conduit à employer des moteurs asynchrones de grande puissance dans des locaux dont l'atmosphère gazeuse ou poussiéreuse ne permettrait pas d'installer un appareil avec des balais et un collecteur, comme en comportent toutes les excitatrices des moteurs synchrones.

Mais alors tout industriel soucieux de la bonne économie générale de son installation devrait prévoir, non loin de son moteur asynchrone ou de tout groupe de moteurs asynchrones de forte puissance, un compensateur synchrone approprié ramenant le facteur de puissance de son ilot à une valeur aussi voisine que possible de l'unité.

Il faudrait aussi que les constructeurs n'acceptent pas les commandes de moteurs asynchrones de forte puissance et réagissent eux-mêmes contre des installateurs peu au courant de la question. Nous n'ignorons pas les difficultés que ces constructeurs peuvent rencontrer dans l'élaboration de types puissants de moteurs synchrones, dont la réalisation présente quelques difficultés notamment au sujet des échauffements de leurs différentes parties, échauffements bien plus difficiles à combattre dans un moteur synchrone que dans un moteur asynchrone, parce que la construction de ce dernier, ne présentant aucune partie saillante, se prête à une ventilation beaucoup plus simple.

Mais ces difficultés ne sont pas insurmontables, puisque, en Amérique, la construction des moteurs synchrones de toutes puissances de 100 à 6000 ch est tout à fait courante.

Il est donc à souhaiter que, désormais, on ne construise plus de moteurs asynchrones puissants et nous pensons que les impôts que nous préconisons seront d'un effet certain, tant sur les constructeurs que sur les installateurs.

J. MATHIVET,
Ingénieur en chef des Mines de Nœux.

Revues, analyses et informations

Moteurs asynchrones synchronisés (1).

INTRODUCTION. — L'ingéniosité des inventeurs s'est employée à améliorer le facteur de puissance des moteurs asynchrones. Les recherches ont été faites dans deux voies principales :

a) En adjoignant au moteur des appareils extérieurs connus sous le nom d'avanceurs de phase ;

b) En modifiant le type du moteur, de manière que, tout en conservant ses qualités spéciales de démarrage, il puisse être amené au synchronisme avec tous les avantages d'un facteur de puissance modifiable. Des publications nombreuses à ce sujet montrent l'importance de la question (2).

Les résultats communiqués dans cet article se rapportent à un moteur de 7,5 ch au frein, 100 v, 50 p : s, 1 450 t : mn, à enroulement connecté en étoile, accouplé à un générateur à courant continu. Ce moteur, après avoir été amené à la vitesse de synchronisme, était excité au moyen de courant continu envoyé dans les enroulements du rotor par les bagues.

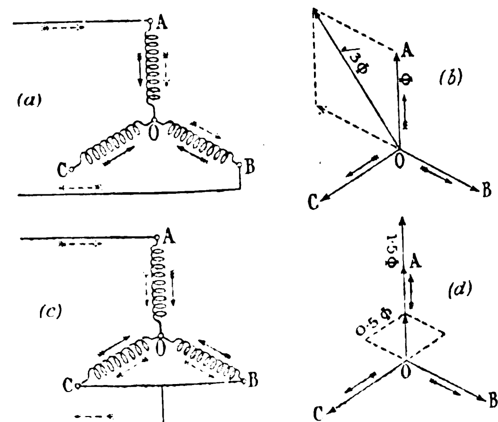


Fig. 1. — Circuits et diagrammes pour disposition en parallèle ou en série d'enroulements du rotor.

MÉTHODES D'EMPLOI DE L'ENROULEMENT D'UN ROTOR EN ÉTOILE COMME ENROULEMENT D'EXCITATION. — 1° Deux enroulements seulement sont en série, le troisième est hors-circuit (fig. 1 *a*).

(1) S.-V. GANAPATI et R.-G. PARIKH. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juillet 1923, t. LXI, p. 795-779, 2 300 mots, 7 fig., 10 tab.

(2) A. SOULIER. *R. G. E.*, 1919, t. V, p. 505 et 831 ; R.-G. WARNER et KNOWLTON. *Electrical World*, 1920, t. LXXVI, p. 1 021 ; J. LE MONNIER. *R. G. E.*, 1920, t. VIII, p. 687 ; J. GEWECKE. *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XLII, p. 1 217 ; L.-H.-A. CARR. *Journal I. E. E.*, 1922, t. LX, p. 165.

2° Deux enroulements en parallèle, placés en série avec le troisième (fig. 1 c).

Lorsque les enroulements du rotor sont court-circuités, le diagramme 1 b donne les vecteurs symbolisant les flux alternatifs dus aux courants déphasés de 120°. Leur résultante est, on le sait, un vecteur tournant de longueur constante.

Lorsque deux phases seulement OA et OB, sont employées pour l'excitation en courant continu (flèches en trait pointillé), les vecteurs correspondants du diagramme 1 b sont égaux et de longueur constante.

Mais le courant dans OB est négatif. Le flux résultant obtenu en composant OA et OB inversé (voir fig. 1 b) est égal à $\sqrt{3}$ fois le flux dû à chaque phase agissant seule.

Considérons maintenant la deuxième disposition : avec le même courant que tout à l'heure dans OA, les courants dans les autres enroulements sont la moitié du précédent et négatifs. Le diagramme 1 b donne un vecteur de flux égal à 1,5 fois celui de la phase OA. Donc, avec un courant d'excitation donné, la tension aux bornes du stator obtenu dans le cas 1 est $\frac{\sqrt{3}}{1,5} = 1,15$ fois la tension obtenue dans le cas 2.

Il était nécessaire de vérifier ces conclusions. Les résultats des essais sont donnés en figure 2. Le rapport des courants

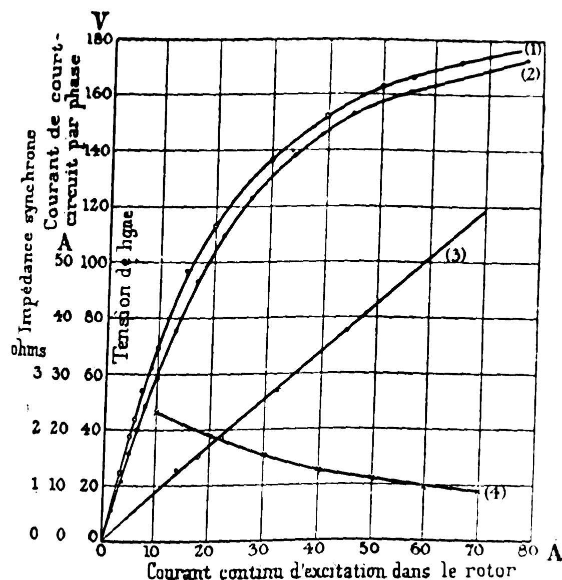


Fig. 2. — Courbe de magnétisme avec disposition en série ou en parallèle des enroulements du rotor ; caractéristique de court-circuit et courbe d'impédance synchrone.

1 Courbe de magnétisme avec excitation en courant continu du rotor (2 enroulements seulement en série). 2 Courbe de magnétisme, deux enroulements en parallèle placés en série avec le troisième. 3 Essai en court-circuit avec excitation à courant continu dans deux enroulements du rotor en série et stator en court-circuit. 4 Courbe d'impédance synchrone.

d'excitation pour une tension donnée au stator, varie de 1,11 à 1,18 ; moyenne 1,15. La figure 2 donne aussi la caractéristique de court-circuit, et la variation de l'impédance synchrone avec l'excitation.

Échauffement des enroulements du rotor. — Sous une tension donnée au stator, les pertes dans les enroulements sont :

1° cas : $2rI^2$, I étant le courant d'excitation,

2° cas : $\left(r + \frac{r}{2}\right)\left[\frac{\sqrt{3}}{1,5}\right]^2 I^2 = 2rI^2.$

Ainsi les pertes sont égales. Pour étudier la différence de distribution de ces pertes, on a fait des essais avec un courant d'excitation de 55 A, dans le premier cas et 65 A, dans le second, intensités correspondant à la même excitation dans le stator.

Le moteur fonctionna sept heures ; des courbes de température obtenues par la méthode des résistances furent relevées (fig. 3).

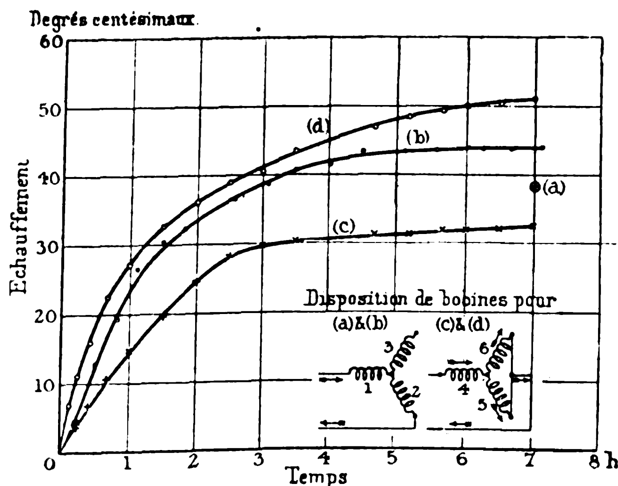


Fig. 3. — Courbes des températures.

Courbe a, température de la bobine 3 ; courbe b, température des bobines 1 et 2 ; courbe c, température des bobines 5 et 6 ; courbe d, température de la bobine 4.

La conclusion est que la disposition en série est la meilleure.

Capacité de surcharge. — L'excitation du rotor étant maintenue constante, la charge du moteur fut accrue peu

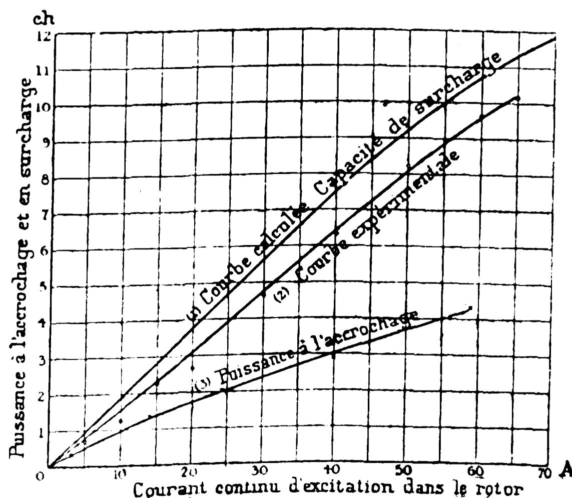


Fig. 4. — Puissance au synchronisme et capacité de surcharge d'un moteur asynchrone synchronisé.

à peu. Pour chaque valeur de la charge, on faisait fonctionner le moteur un certain temps pour être sûr qu'il ne

se décrocherait pas. On lisait les intensités et tensions diverses. La charge était accrue par petites quantités jusqu'au décrochage. On obtenait ainsi la capacité de surcharge pour l'excitation donnée. Les lectures ont été répétées.

L'essai fut effectué pour diverses excitations jusqu'à 65 A, correspondant à environ 55 pour 100 de la surcharge sur les enroulements du rotor (voir courbe 2, fig. 4).

La courbe théorique 1 donne la capacité de surcharge, correspondant aux diverses excitations, et était calculée d'après le diagramme classique du cercle (machine considérée comme synchrone).

La capacité de surcharge croît avec l'excitation suivant une ligne droite, comme dans le cas d'un moteur synchrone.

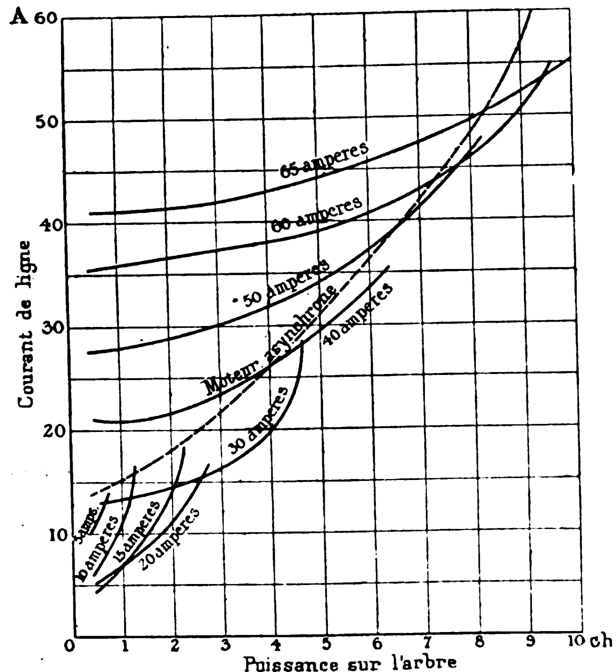


Fig. 5. — Relation entre le courant du stator et la charge pour des excitations différentes.

La saturation fait baisser la courbe à la partie supérieure.

Le moteur synchrone ordinaire a une grande capacité de surcharge par suite du rapport élevé des ampères-tours de champ à ceux du stator (en d'autres termes, à cause du grand entrefer). L'effet démagnétisant du courant du rotor est relativement faible. C'est le contraire pour le moteur asynchrone synchronisé. Il en résulte que ce dernier est très sensible, quand il a un déphasage en arrière et il devient alors instable.

Mais lorsqu'il fonctionne avec un déphasage en avant, l'effet magnétisant des ampères-tours du stator rend le fonctionnement stable.

Il peut être intéressant de remarquer qu'un moteur synchrone ordinaire admettra une grande variation de son excitation à toutes charges. Un moteur asynchrone, au contraire, est rendu instable quand on diminue quelque peu son excitation. Une particularité mise en relief par les courbes en V du moteur asynchrone synchronisé est que la courbe joignant les points du courant minimum dans l'induit s'incline à droite, tandis que, dans le moteur synchrone, le déplacement graduel du minimum de courant est d'abord sur les plus basses excitations et ensuite vers les plus hautes.

Puissance au synchronisme. — La série d'essais décrits ensuite ont eu pour but de déterminer la puissance correspondant au couple produit par le moteur au moment du synchronisme. Le moteur a donc été chargé au moyen d'une dynamo à courant continu.

L'excitation en courant continu du rotor était appliquée aussitôt que les résistances de démarrage étaient mises hors circuit.

Les essais furent faits avec diverses valeurs de la charge, et la valeur exacte de l'excitation nécessaire au synchronisme fut déterminée pour chaque charge (fig. 4, courbe 3).

Il n'a pas été possible de déterminer la puissance à l'accrochage pour des charges supérieures à 4,3 ch au frein, parce que l'excitation nécessaire était au-dessus de celle qui correspondait à la température limite des enroulements.

Courant du stator et facteur de puissance. — La figure 5 comprend des courbes montrant le rapport du courant du stator et de la charge du moteur pour diverses excitations. Par comparaison, on a tracé la courbe du courant du stator en asynchrone. Il faut remarquer qu'en asynchrone synchronisé le moteur est très sensible aux changements d'excitation.

Il en est tout autrement pour les moteurs asynchrones ordinaires, où l'excitation peut varier considérablement san provoquer de grands changements dans le courant du rotor.

La figure 6 indique les courbes du facteur de puissance et du rendement. On voit que le point maximum du cos φ se

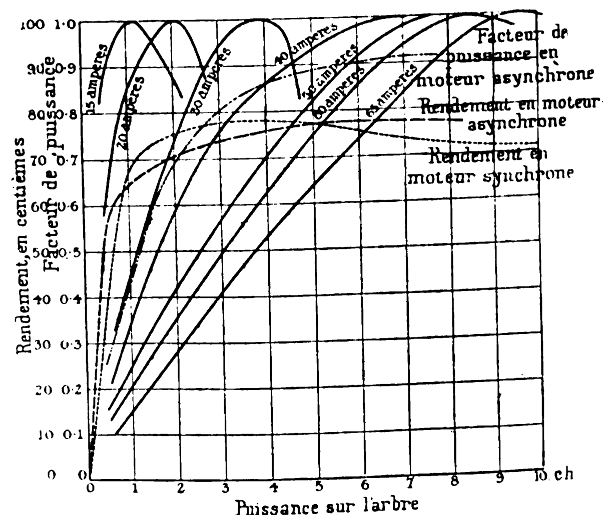


Fig. 6. — Courbes du facteur de puissance et du rendement.

déplace rapidement à droite (la fin de la courbe est le point où le moteur se décroche).

La figure donne également deux courbes de rendement. La première se rapporte au rendement du moteur en asynchrone; l'autre, au rendement du même moteur fonctionnant en asynchrone synchronisé, quand le courant d'excitation est réglé pour cos $\varphi = 1$ à chaque valeur de la charge.

Conclusion. — Entre 20 et 70 pour 100 de la pleine charge, le rendement du moteur asynchrone synchronisé est plus grand que celui du moteur asynchrone pourvu que l'excitation soit réglée à sa valeur optimum à chaque charge; au-dessus de 70 pour 100, c'est le contraire, parce que les pertes dues à l'excitation du rotor s'accroissent.

On remarquera en figure 7 les courbes de rendement correspondant à des valeurs variées, mais constantes, de l'excitation.

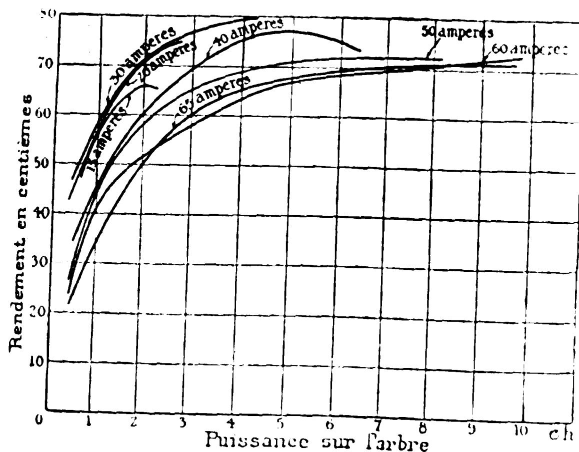


Fig. 7. — Relation entre la puissance fournie par le moteur et le rendement pour des excitations différentes.

A la fin de l'article sont reproduits dix tableaux des valeurs dont on s'est servi pour construire les courbes.

La commande électrique des machines-outils (1).

L'auteur analyse une publication (2) de **K. Meller** sur l'influence du déphasage dans les distributions à courant alternatif. Si un réseau possède un mauvais facteur de puissance, l'installation de l'usine génératrice est rendue chère.

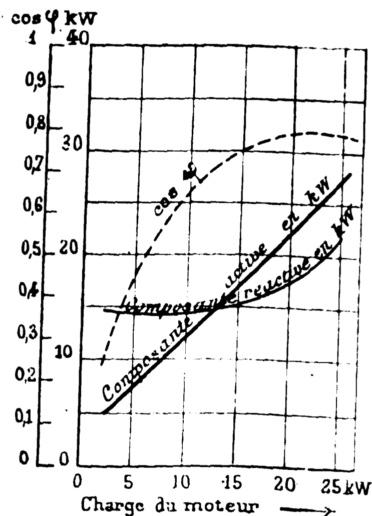


Fig. 1. — Composantes active et réactive d'un moteur asynchrone triphasé.

C'est ainsi qu'un turbogénérateur triphasé de 1 000 kw avec cos φ = 1 coûte environ un quart en moins que celui de même puissance avec un cos φ = 0,7. Les pertes par échauffement croissent de 175 pour 100 lorsque le cos φ tombe de 1 à 0,6.

La principale cause du déphasage réside dans l'emploi des moteurs asynchrones. La figure 1 indique, pour un moteur de 20 kw en fonction de la puissance mécanique fournie sur l'arbre, les puissances active et réactive ainsi que le cos φ. Ce n'est qu'en évitant la marche du moteur à vide ou à faible charge que l'on peut maintenir le facteur de puissance à une valeur acceptable. Si ce moyen ne doit pas être employé, il faut prévoir, pour les forts moteurs, un compensateur de phase, ou bien utiliser des machines autoexcitatrices ou des moteurs asynchrones synchronisés d'un des nombreux types récemment mis sur le marché. Cependant le moteur synchrone ne sera adopté que si le couple de démarrage reste petit et si des surcharges n'occasionnent pas de fortes variations de puissance. Le moteur asynchrone synchronisé reste le plus avantageux, car il possède, au point de vue démarrage et surcharge, les mêmes avantages que le moteur asynchrone.

L'auteur a particulièrement étudié les transmissions de l'énergie à la machine-outil elle-même. Il importe surtout de déterminer le rendement global, ce qui n'est facile que pour certaines transmissions simples telles que pompes, ascenseurs, ventilateurs, etc., mais plus difficile pour les machines qui travaillent la matière, telles que les machines-outils, les filatures, etc. On ne peut obtenir simplement que des valeurs relatives alors que, pour bien juger des caractéristiques économiques de la transmission, il faudrait arriver à des valeurs absolues. Or, les mesures qui fourniraient des données utilisables pour déterminer toutes les pertes de la transformation d'énergie électrique en énergie mécanique, exigent des appareils spéciaux, tels que freins-dynamomètres ou dynamos-freins. Pour éviter la mise en œuvre de tous ces dispositifs, l'auteur propose la mesure des pertes à vide que l'on retranche de la puissance demandée en charge. Cette différence ne donne pas exactement l'énergie employée au travail, car on sait que les pertes sont plus grandes en charge qu'à vide. Il convient donc, pour tenir compte de cette variation de prendre

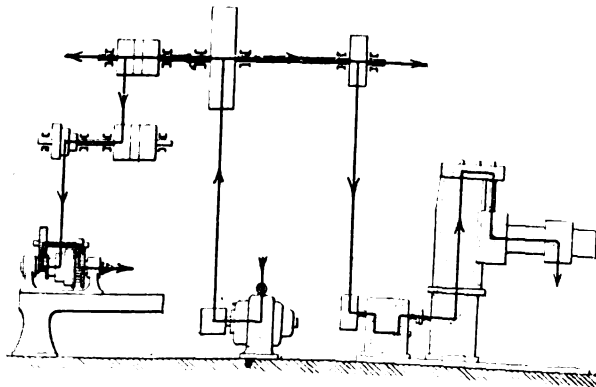


Fig. 2. — Transmission double.

pour les pertes à vide un nombre plus grand que celui mesuré.

L'auteur a, par cette méthode, comparé entre eux quelques types de transmission; par exemple, la figure 2 s'applique à la commande de deux machines-outils. On est surpris du grand nombre d'organes intermédiaires que l'on

(1) Chladek. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 septembre 1923, t. XLIV, p. 882-873, 1 500 mots, 4 fig.
(2) *Revue de la Siemens-Schuckertwerke*, nº 1 501.

rencontre dans le cas de la machine à percer horizontale et l'on voit facilement que la majeure partie des pertes se produisent dans la partie mécanique de la perçeuse. Si on voulait chiffrer le rendement des deux machines, on pourrait le fixer à environ 60 pour 100 pour le tour, engrenages en service, et à 40 pour 100 pour la perçeuse. Or, en fait, les rendements sont inférieurs à ces nombres, car, en pratique, les transmissions intermédiaires sont souvent en mauvais état et l'emploi, pour l'entrainement, d'un moteur trop puissant abaisse aussi le rendement. Les pertes à vide dans ce système prennent ainsi une grande importance et déterminent un rendement d'autant plus mauvais que l'utilisation des machines est moindre. La mauvaise utilisation de la puissance est fréquente surtout avec le tour quand on arrive au polissage et dans les perçeuses employées pour le taraudage de petites vis.

Il est également intéressant d'étudier le rendement, lorsqu'une partie seulement des machines entrainées par une même commande générale fonctinne. En considérant un groupe de sept machines, on arriva à un rendement maximum de 20,5 pour 100 et à un rendement minimum de 2,5 pour 100. De très nombreux essais effectués sur diverses transmissions ont fait ressortir un rendement moyen de 25 pour 100 seulement. Les conditions sont autrement meilleures dans la commande individuelle des machines, si elle est bien étudiée. L'auteur indique, dans son article, une transmission de mouvement entre un moteur et une perçeuse horizontale par seulement deux ou trois intermédiaires. Pour le percement d'un trou de 13 mm, on obtient alors un rendement de 43 pour 100 et pour l'alésage de ce trou de 13 mm à 40 mm, un rendement de 50 pour 100. Si le trou de 40 mm avait été directement percé sous commandes intermédiaires le rendement aurait été de 60 pour 100. La figure 3,

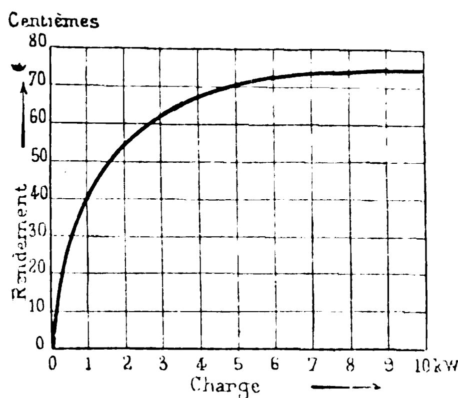


Fig. 3. — Rendement d'un tour en fonction de la charge.

qui donne le rendement d'un tour en fonction de la charge, est encore un exemple d'une excellente commande individuelle.

Enfin, l'auteur étudie l'équipement des puissantes machines-outils qui sont actionnées par plusieurs moteurs. Il décrit une fraiseuse qui utilise sept moteurs à vitesse variable, et protégée contre les surcharges et les fausses manœuvres qui pourraient, par exemple, déterminer la rupture de pièces. — B. H.

La question de l'électrification des chemins de fer au neuvième Congrès des chemins de fer à Rome, en 1921 (1).

Sous ce titre, l'auteur a groupé les renseignements les plus intéressants contenus dans les rapports officiels présentés au Congrès de Rome : ces extraits concernent l'électrification des chemins de fer en Suisse, en Hollande et en Angleterre.

A) *Suisse*. En faisant abstraction des tramways urbains, la situation, au début de 1921, était la suivante : 1 803 km de lignes en service (voie normale ou étroite) dont 613 équipées en courant monophasé ; 390 km de lignes en construction, toutes en courant monophasé ; des statistiques, établies pour une période de plusieurs années de trafic des lignes du Lötschberg et des chemins de fer rhétiques, permettent d'évaluer la consommation moyenne à 50 w : h par tonne-kilomètre ; sur la ligne du Gothard, alimentée à la tension de 15 000 v, la moyenne pour 6 mois de 1921 donne un chiffre plus restreint, soit 37,4 w : h par tonne-kilomètre. Ces résultats sont susceptibles de variations si on considère les périodes durant lesquelles s'impose le chauffage des voitures. On signale, d'autre part, l'amélioration sensible du facteur de charge avec l'accroissement du trafic. Si on compare les frais d'entretien de locomotives électriques et à vapeur, on les trouve en général réduits, pour les premières, dans la proportion de 17 à 27 pour 100. Il ne faut pas oublier enfin les résultats très satisfaisants obtenus pour remédier aux troubles constatés sur les lignes à courant faible longeant la voie, qu'il s'agisse de câbles ou de lignes aériennes. En résumé, la Suisse, où l'électrification a été entreprise au début du siècle, présente les installations les plus variées (nature du courant, tensions, locomotives, etc.), et chacune des nouvelles lignes établies marque une étape dans la voie du progrès.

B. *Pays-Bas et Angleterre*. Au cours des dix dernières années, on a réalisé une réduction sensible de la consommation spécifique de charbon pour la production de l'énergie électrique : on a pu descendre de 1,25 à 0,9 et 0,8 kg par kilowatt-heure. L'auteur s'étend ensuite sur les questions de l'organisation générale des réseaux et les questions administratives ; la tendance générale est à la centralisation et la normalisation de la production ; toutefois, les chemins de fer aiment à garder leur indépendance et, si les personnes compétentes s'accordent pour la création d'installations communes et centralisées alimentant les divers réseaux, il n'en est pas moins vrai que, pas plus en Hollande qu'en Angleterre, il n'existe, à l'heure actuelle, aucune installation de ce genre. Abandonnant l'emploi du courant monophasé, qu'on trouve sur des lignes existantes, l'Angleterre et les Pas-Bas ont choisi, pour le développement de l'électrification des réseaux, le courant continu à haute tension : les motifs justifiant ce choix font l'objet d'un rapport détaillé où il est particulièrement tenu compte des troubles à éviter sur les lignes à courants faibles placées au voisinage des lignes de chemin de fer. La tension adoptée varie de 1 500 à 3 000 v ; mais, tandis qu'en Angleterre on préconise l'emploi du troisième rail, ce dispositif n'a jamais rencontré de partisans en Hollande, par suite de la nature du sol. Le rapport se termine par quelques descriptions d'installation, notamment celle de la ligne Rotterdam-Amsterdam. — F. B.

(1) *E. T. Z.*, 1er et 15 février 1913, t. XLIV, p. 100-104 et 152-156. 17 700 mots, 4 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

L'Energie industrielle.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 18 FÉVRIER 1924.

Le Conseil rend compte aux actionnaires de l'état des différents réseaux durant l'exercice 1923 :

Madagascar. — Les consommations d'eau et d'électricité se sont accrues dans des proportions importantes. La production de l'usine hydroélectrique d'Antelomita se trouvant dès maintenant absorbée, on a dû envisager l'aménagement d'une nouvelle chute en aval de la chute existante. La société est entrée en négociations avec la Colonie au sujet des conditions de création et d'exploitation de cette nouvelle usine et des modifications à apporter aux tarifs actuels, pour lesquels elle est toujours en litige devant les juridictions compétentes. Elle a également commencé les travaux pour l'augmentation de l'usine de filtration des eaux du lac Mandroseza.

Rhône-et-Loire. — Ce réseau continue à se développer. La société a racheté l'usine à gaz et le réseau d'électricité de l'Arbresle. Elle s'est mise d'accord en principe avec les communes intéressées pour la fixation de tarifs définitifs.

Haute-Auvergne et Plateau Central. — Les secteurs de Saint-Nectaire et Champeix présentent un notable accroissement de recettes. La société a commandé un moteur Diesel de 200 ch pour compléter pendant les périodes d'étiage l'usine hydroélectrique de Saint-Nectaire. La discussion avec le Conseil municipal de La Bourboule pour la revision du cahier des charges, en cours depuis plusieurs années, est virtuellement terminée. Les secteurs de Bort et de Meymac ont été reliés à l'usine thermique des mines de Champagnac. L'usine hydroélectrique de Servières a été complétée par l'adjonction d'une nouvelle turbine de 500 ch. La société a racheté le secteur du Roc des Bancs qui alimente au moyen d'une usine hydraulique plusieurs agglomérations importantes du Cantal et notamment Mauriac. Elle a repris les droits du concessionnaire de cette ville et elle est en négociations avec la municipalité pour la conclusion d'un accord qui comporterait l'attribution à la société d'une nouvelle concession de quarante années.

Drôme. — La société a racheté les secteurs de Nyons et de Vaison et installé à Montélimar une usine thermique avec moteur Diesel de 500 ch rendue nécessaire par l'accroissement des demandes d'énergie de la région.

Est de Lyon. — Les ventes d'énergie continuent à progresser. La société a obtenu diverses concessions dans la zone qui lui est réservée.

Oisans. — L'usine hydroélectrique d'Allemont a fonctionné normalement. Elle fournit en dehors du courant nécessaire au secteur une quantité assez importante d'énergie à la Société hydroélectrique de l'Eau-d'Olle.

Montceau-les-Mines. — L'extension prise par les mines de Blanzy a amené la création d'un certain nombre d'agglomérations ouvrières que la société a électrifiées.

Côte-d'Or. — Elle a racheté les secteurs voisins du sien qui étaient alimentés par le courant des Houillères d'Epinac: la Société bourguignonne d'Electricité qui dessert notamment les villes de Nolay, Meursault et Pommard, et la Société Saône Electricité qui dessert la région comprise entre Beaune et la rivière La Saône.

Gard. — Les nouveaux traités de concession des villes d'Alais et de Bessèges, d'une durée de quarante années chacun, ont été définitivement approuvés. La société a obtenu la concession de Robiac.

Bretagne. — L'exploitation des secteurs de Quiberon, Cancale et Carhaix se poursuit normalement. La société envisage une réorganisation de ces secteurs dont plusieurs pourront être reliés utilement à ceux de la Société l'Electrique de Bretagne.

Menton. — L'absorption par la société de la Compagnie électrique de Menton a été rendue définitive à la suite de l'approbation préfectorale au mois de juin dernier des nouveaux accords avec cette ville. L'usine de Menton a été complétée par l'adjonction d'un nouveau groupe de 1200 ch et de deux chaudières nouvelles. On dispose ainsi d'une puissance thermique de plus de 3000 ch à laquelle viendront s'ajouter ultérieurement les 7500 ch hydrauliques représentant la puissance de la chute dont la filiale, la Société hydroélectrique du Sud-Est, vient de commencer l'aménagement sur la rivière La Roya.

Orléanais et Seine-et-Marne. — L'exploitation des nouvelles concessions mises en service dans les derniers mois de l'année 1923 : Pithiviers, Malesherbes, Saint-Pierre-les-Nemours, Corbeilles, Ladon et le développement général du réseau ont produit une augmentation importante des recettes et amélioré encore le rendement total déjà satisfaisant. L'achèvement de la ligne Montargis-Briare-Gien vient de permettre le rattachement de Gien à l'ensemble du réseau et l'arrêt de la petite usine locale de cette ville. La société a obtenu la concession de Briare et commencé les travaux du réseau de distribution qui seront achevés prochainement.

Elle a repris l'exploitation des concessions de Châteauneuf-sur-Loire et de Sully-sur-Loire et compte les relier à Orléans et à Gien par une ligne à haute tension qui desservira la vallée de la Loire et permettra de supprimer les petites usines locales. Elle poursuit l'extension de ce réseau dans les département de l'Yonne et de Seine-et-Marne, où elle a pris diverses concessions, notamment Nangis qui sera prochainement alimenté et où elle espère voir aboutir sous peu les pourparlers engagés avec plusieurs importants syndicats de communes.

Landes et Pyrénées. — La société a conclu des accords pour s'assurer la propriété de l'usine de Soeix sur le gave d'Aspe, à Oloron, qui complète l'ensemble de ses forces motrices dans cette ville. Elle a racheté dans les Basses-Pyrénées un certain nombre de concessions, notamment celle de Saint-Palais.

Elle a poursuivi l'exécution des lignes à haute tension destinées à réunir ses principaux centres de distribution et pense que dans le courant du premier semestre de cette année les villes de Dax, Orthez, Oloron, Mont-de-Marsan et Mauléon se trouveront reliées par un réseau général à 30000 v alimenté par une usine thermique à Dax, une usine hydraulique à Orthez et trois usines hydrauliques à Oloron disposant au total d'une puissance de plus de 6000 ch susceptible d'augmentation. En conséquence de l'accord intervenu avec la municipalité d'Orthez, la distribution de gaz de cette ville a été remise en service. La société s'est mise d'accord avec les municipalités de Saint-Paul-les-Dax, Saint-Geours, Mées, qui lui ont accordé des subventions intéressantes pour la construction de leurs réseaux. Elle a

conclu des arrangements avec les secteurs de Pau et de Bayonne et délimité ses zones d'influence, de façon à utiliser dans les meilleures conditions possibles les ressources d'énergie dont ils disposent respectivement.

Les bénéfices bruts d'exploitation pour l'ensemble des réseaux de la société s'élèvent à 5970622,88 fr contre 4167156,94 fr l'année précédente, soit une augmentation d'environ 45 pour 100.

Pour les filiales de la société, les résultats de l'exercice ont été satisfaisants.

Énergie électrique de la Basse-Loire. — Les résultats de l'exercice 1923 sont en augmentation très importante. Pour la première fois depuis cinq ans, ils laisseront apparaître, après les amortissements, un bénéfice net intéressant. Cette amélioration doit se poursuivre au cours de l'exercice 1924; d'une part, en effet, les conditions de production de l'énergie à l'usine continuent à devenir plus favorables, d'autre part, les grands chantiers de constructions navales de Saint-Nazaire ont repris une activité qui se traduit par une augmentation importante de leur consommation. La société a réalisé à la fin de 1923 une augmentation de capital de 2500000 fr qui lui permet de rembourser une partie de ses avances.

La *Société de Distribution d'Eau, de Lumière et de Force de Monte-Carlo supérieur et Extensions* et la *Compagnie de Gaz et d'Électricité de Fréjus et Saint-Raphaël* ont continué à donner de bons résultats. Un accord est intervenu avec la ville de Saint-Raphaël pour le règlement des pertes subies par la société au cours de la guerre.

Société hydroélectrique du Sud-Est. — Cette société, qui, jusqu'à présent, s'était contentée de s'assurer des droits d'eau importants sur diverses rivières, est enfin entrée dans la voie des réalisations en commençant les travaux pour l'aménagement d'une chute de 7500 ch sur la rivière La Roya.

Au cours de l'exercice, la société a été amenée à intervenir dans la réorganisation financière de l'*Omnium français d'Électricité*; cette compagnie, après avoir réduit de moitié son capital originaire, de dix millions de francs, l'a reporté avec le concours de la société à son chiffre initial.

Les principales affaires de l'Omnium sur lesquelles la société a maintenant un droit de contrôle sont :

L'*Énergie électrique du Maine-Anjou*, qui exploite la plus grande partie des réseaux de distribution du département de la Sarthe avec des prolongements sur les départements du Maine-et-Loire et du Loir-et-Cher;

L'*Électrique de Bretagne*, qui exploite les réseaux de Dol et de Dinan ainsi que la plus grande partie des régions côtières du département des Côtes-du-Nord;

L'*Énergie électrique de la Manche*, qui exploite la concession de Granville;

La *Société du Gaz et d'Électricité de Nogent-le-Rotrou*;

La *Société d'Électricité de Chartres*.

Le produit des domiciliations, des travaux en régie, des redevances diverses s'est élevé pour cette année à 259456,51 fr contre 161905,75 fr l'année précédente.

Le produit des intérêts et escomptes s'est élevé à 660192,33 fr contre 707192,91 fr l'année précédente

Le produit du portefeuille titres a été de 156338,56 fr contre 511185,21 fr pour l'exercice précédent qui avait profité de bénéfices exceptionnels.

Bien que la situation de trésorerie soit restée satisfaisante, puisque la différence entre l'actif réalisable et les engagements à court terme est encore de 22446783,11 fr, il a paru indispensable au Conseil d'augmenter la marge des disponibilités de la société, et de lui procurer ainsi les moyens de faire face aux développements nouveaux qu'elle est appelée à prendre dans la plupart des régions où elle a des intérêts.

C'est pourquoi il a demandé dans l'assemblée qui a précédé celle-ci l'autorisation d'augmenter le capital jusqu'à concurrence de 50000000 fr par voie de création d'actions de numéraire ou d'apport.

Les réserves diverses s'élèvent à 4923440,62 fr contre 3960080,33 fr l'année précédente.

Les bénéfices bruts ont passé de 5587440,81 fr à 7046609,28 fr.

Les bénéfices nets, après l'emploi des sommes jugées nécessaires aux amortissements, s'élèvent à 2819422,99 fr.

En y ajoutant le report de l'exercice précédent, soit 120371,30 fr, le solde disponible ressort à 2939794,29 fr.

Ce solde se répartit ainsi :

5 pour 100 à la réserve légale, un intérêt statutaire de 5 pour 100 aux actions, un intérêt complémentaire de 5 pour 100, pour attributions statutaires : 138888,88 fr.

Le report à nouveau est de 159934,27 fr.

Le dividende de 10 pour 100 portera sur la totalité des 250000 actions.

Cet exercice a été marqué par deux opérations principales :

1° Augmentation du capital social de 24 à 25 millions de francs, réalisée uniquement par la création d'actions d'apport émises ensuite des absorptions de la Société La Haute-Dordogne, de la Société d'Éclairage et de Force de Vougeot, de la Compagnie électrique de Menton et de l'usine du Pont-Sainte-Marin à Oloron;

2° Émission de dix millions de bons à 6 pour 100 d'un type semblable à celui déjà existant. Cette dernière opération a été réalisée dans d'excellentes conditions et avec un plein succès.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Usines, immeubles, concessions, réseaux	45 703 729,80
Espèces en caisse et en banque	3 942 543,11
Effets à recevoir	129 213,08
Débiteurs divers et avances aux sociétés filiales.	12 535 626,38
Portefeuille (actions et obligations diverses)	8 246 663,40
Cautionnements	47 430,10
Branchements et compteurs en location	3 136 634,82
Marchandises en magasin	5 818 311,27
Mobilier, matériel et outillage	795 553,14
Marchés en cours	2 988 894,40
Frais d'émission, d'actions, d'obligations et de bons	1
Prime de remboursement des obligations à 5 pour 100	1 »
Prime de remboursement des bons à 6 pour 100.	1 463 220 »
	84 807 821,50

Passif.

	fr
Capital actions	25 000 000 »
Réserve légale	602 550,76
Réserve pour amortissement, matériel, compteurs et branchements	1 261 389,86
Réserve pour amortissement, usines, réseaux, concessions	1 859 500 »
Prime sur augmentation du capital	1 200 000 »
Obligations à 5 pour 100	6 535 500 »
Bons à 6 pour 100	30 215 000 »
Effets à payer	2 555 836,45
Créanciers divers et comptes courants des sociétés filiales	11 623 786,96
Coupons à payer	406 156,93
Part des coupons courus et non échus	608 306,25
Profits et pertes :	
Anciens	120 371,30
Nouveaux	2 819 422,99
	84 807 821,50

SECTION DE LÉGISLATION

De la répercussion des avenants aux contrats de concession sur les polices d'abonnement en cours

Dans l'article ci-après, l'auteur analyse la jurisprudence relative à la question de l'application aux anciens abonnés de clauses nouvelles insérées par avenant dans un acte de concession. Il signale ensuite, comme exemples, deux arrêts, dont nous reproduisons le texte sous la rubrique « législation » qui fait suite à cet article.

Lorsqu'une entreprise concessionnaire de distribution d'énergie électrique a été régulièrement autorisée, par une modification dûment approuvée de son cahier des charges, soit à relever ses tarifs de vente du courant, soit à percevoir une taxe pour impôts nouveaux, soit à augmenter les prix de location des compteurs, cette majoration s'applique-t-elle, ipso facto, aux polices d'abonnement en cours ? Telle est la question qui s'est maintes fois posée depuis que les conséquences onéreuses de la guerre ont obligé les producteurs d'énergie à augmenter leurs prix.

A priori, il semble bien que l'avenant passé entre l'autorité concédante et le concessionnaire ne doive avoir aucune répercussion sur les abonnés anciens, qui y ont été étrangers. « Res inter alios acta alii non prodest », dit l'adage latin. Le contrat conclu entre des tiers ne peut ni profiter, ni nuire à ceux qui n'y ont point participé (art. 1165 du Code civil).

Mais, d'abord, est-il vrai que, dans ces conventions entre l'autorité concédante et le concessionnaire, les consommateurs n'aient joué aucun rôle ?

A notre avis, il serait erroné de le prétendre. Si l'on a eu tort de parler de « mandat » quand il s'agit de la mission *politique* confiée par les électeurs à leurs représentants, il n'empêche que le conseil municipal et le maire, *comme représentants des intérêts de la commune*, le chef de l'Etat, comme représentant des intérêts nationaux, et le préfet, comme représentant des intérêts départementaux, sont liés envers les administrés par une sorte de mandat tacite. Et bien que toutes les règles du mandat ne s'appliquent pas à la lettre, parce que nous sommes, non pas dans le domaine du droit privé, mais dans celui du droit public, la plupart jouent sous une certaine forme adéquate à la situation. C'est ainsi que, sans y être tenus légalement, les élus rendent compte de leur « mandat » à leurs électeurs. En particulier, dans le cas de convention à passer avec un concessionnaire, il y a, dans l'enquête, une véritable consultation des intéressés. Certes, il n'est pas toujours tenu compte des protestations ou observations présentées au cours de cette procédure, mais c'est à cause du jeu d'un principe constitutionnel, à savoir que la majorité l'emporte sur la minorité. Il n'en reste pas moins que les futurs clients sont censés avoir donné procuration à la municipalité d'agir dans le sens des propositions ayant reçu, dans l'ensemble, l'adhésion de la collectivité, telle qu'on en conçoit actuellement la manifestation. Ainsi est-il satisfait à la condition de l'article 1984 du Code civil, d'après lequel « le contrat ne se forme que par l'acceptation du mandataire ». C'est tellement vrai que si, postérieurement, les propositions soumises à l'opinion publique ou les conventions passées en conformité de la volonté générale ont besoin d'être modifiées pour une cause quelconque, l'enquête est à recommencer en principe.

Ainsi, les futurs consommateurs sont mal venus à se prétendre étrangers aux négociations nouvelles qui se sont effectuées avec les formalités réglementaires et ont abouti à la conclusion d'un avenant à la convention ou au cahier des charges primitif. Ils sont donc, conformément à l'article 1998 du Code civil, « tenus d'exécuter les engagements contractés par le mandataire », puisqu'ils les ont « ratifiés expressément ou tacitement », ce qui se traduit par les conclusions du commissaire enquêteur.

Si l'hypothèse du mandat tacite paraît un peu rigide, peut-être admettra-t-on plus facilement celle de la « gestion d'affaires ». On appliquera, dans ce cas, la règle de l'article 1375 du Code civil d'après laquelle « le maître, dont l'affaire a été bien administrée, doit remplir les engagements que le gérant a contractés en son nom, en se rappelant que, par l'expression d'affaire « bien administrée », il faut entendre « continuée jusqu'à sa fin, achevée, consommée » (argument de l'article 1373).

Restant toujours sur le terrain du Code civil, on a objecté qu'en traitant à nouveau avec le concessionnaire, l'autorité a fait une stipulation pour autrui qui est, par conséquent, nulle, aux termes de l'article 1119 du Code civil. Mais, il y a lieu d'observer que le stipulant (ministre, préfet ou maire) a un intérêt dans le contrat nouveau, à savoir celui de voir assurer à la

population, grâce à ce dernier, la continuation de la fourniture de l'énergie. Dès lors, la stipulation tient (Argument de l'article 1 121.).

Enfin, si l'abonné peut se prévaloir de l'article 1 134 du Code civil, d'après lequel la convention fait la loi des parties, il convient de répondre que, suivant ce même article, elle doit être exécutée de bonne foi et que, suivant l'article 1135, il faut, dans l'application et l'interprétation des conventions, tenir compte de toutes les suites que l'équité, l'usage ou la loi donnent à l'obligation d'après sa nature. Or, la police d'abonnement a été signée par les parties en considération de la situation d'avant guerre. Cette situation ayant changé du tout au tout, il est équitable d'apporter une modification correspondante au contrat. La règle de l'immutabilité des conventions ne peut jouer rationnellement qu'en supposant des circonstances normales; mais, quand les aléas possibles envisagés au moment de la conclusion du contrat ont été extrêmement dépassés par les événements, l'intention des parties serait faussée si l'on continuait à appliquer les contrats sans égard au bouleversement économique. C'est à elle, en effet, qu'il faut toujours s'en rapporter, d'après l'article 1156 du Code civil. La règle ci-dessus rappelée doit donc céder devant la théorie de l'imprévision, consacrée par la jurisprudence administrative et par le législateur dans la loi Failliot

Mais, si l'on quitte le domaine du droit privé et qu'on passe sur celui du droit public, l'horizon s'élève avec le point de vue. Le client et le distributeur d'énergie qui traitent ensemble n'apparaissent plus seulement comme de simples particuliers effectuant une opération du commerce juridique ordinaire. On a, en présence l'un de l'autre, un administré et un concessionnaire de service public ; il s'agit entre eux de la fourniture de l'énergie à telles et telles conditions communes à tous ceux qui seront dans le cas d'en avoir besoin, et c'est le grand nombre ; leur convention, par la répétition multiple dont elle est susceptible, se nuance d'un caractère général ; elle se rattache au cahier des charges, dont elle constitue une application et elle n'est valable que dans la mesure où elle y est conforme : sans la foule des polices d'abonnement, ledit cahier deviendrait à peu près inutile et l'entreprise n'aurait pas lieu d'être, en général. Telle mise au point du cahier des charges, jugée indispensable pour la bonne marche de l'affaire et pour la continuité du service public, doit donc pouvoir se répercuter sur les polices si l'on veut éviter une perturbation dans la vie économique du fait de l'interruption d'un service. L'ordre public l'exige et l'emporte sur le principe du respect dû aux conventions privées. Certains abonnés ne voulant pas reconnaître de bonne foi la nécessité d'un changemen de modus vivendi, eussent-ils protesté lors de l'enquête relative au relèvement des tarifs, le cahier des charges peut leur imposer des modifications qu'ils n'ont « ni voulues ni prévues ». Il a ainsi une véritable portée *réglementaire* pour tous les clients, et même pour tous les habitants du territoire où s'exerce la concession, quand elle comporte privilège d'éclairage, puisqu'ils ne peuvent, en principe, s'adresser à d'autres qu'au concessionnaire pour obtenir la fourniture de l'énergie. Bien mieux, les modifications apportées à cet acte sont susceptibles de rétroagir, si la date d'application est indiquée comme antérieure à la date de l'accord nouveau ou de son approbation.

La convention sui generis passée entre l'autorité et le concessionnaire a donc une importance primordiale ; elle domine et conditionne en tout état de cause les polices d'abonnement. La validité de ces dernières, bien qu'elles ne soient pas arrivées à expiration, est désormais liée à son observation et elles se trouvent revisées ipso facto en cas d'avenant à l'acte de concession. Revision implique révocation. Ici, la règle de la nécessité du consentement mutuel pour la révocation (art. 1134 du Code civil) ne joue pas. L'une des parties n'est pas, en effet, l'égale de l'autre, car elle assure un service public et satisfait ainsi l'intérêt général quand elle agit normalement. Elle jouit, à ce titre, d'une certaine participation aux prérogatives de la puissance publique et c'est là qu'apparaît bien son caractère de collaboratrice de l'Administration.

Tels sont les principes dont s'est inspiré le Conseil d'État dans les affaires de relèvement de tarifs qui lui ont été soumises.

Telles sont aussi les considérations qui se dégagent des deux importantes décisions de l'autorité judiciaire que nous reproduisons ci-après (arrêt de la Cour de Cassation du 4 mai 1917 et arrêt de la Cour d'Appel de Lyon, 25 juillet 1921).

Il s'agit, dans les espèces qui ont été soumises aux tribunaux, d'entreprises concessionnaires d'éclairage au gaz. Il va sans dire que leur situation est ici tout à fait analogue à celle des concessionnaires de distribution d'énergie électrique et que les solutions adoptées pour les uns sont valables pour les autres, mutatis mutandis.

A. Foris.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêt de la Cour de Cassation (Chambre des Requêtes) en ce qui concerne les relèvements de tarifs.

La Société intercommunale d'Eclairage a formé un pourvoi en cassation contre un arrêt de la Cour d'Appel de Bordeaux, rendu le 16 juin 1919 au profit de la Compagnie d'Eclairage de Bordeaux.

La Chambre des Requêtes, après avoir entendu le rapport de M. le conseiller Tissier, la plaidoirie de Me de Lapanouse et les conclusions conformes de M. l'avocat général Péan, a statué en ces termes, à l'issue de l'audience qui a eu lieu le 4 mai 1921 :

La Cour,

Sur les deux moyens réunis pris ensemble de la violation des articles 1119, 1121, 1134, 1165, 1351, du Code civil et article 7 de la loi du 20 avril 1810 ;

Attendu qu'aux termes du traité de concession passé, le 8 mars 1904 entre la Ville de Bordeaux et la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux et du cahier des charges de la concession en date du même jour, la Compagnie générale d'Eclairage s'est obligée à fournir le gaz nécessaire à l'alimentation des réseaux suburbains concédés actuellement à la Société intercommunale d'Eclairage au prix de 0,10 fr le mètre cube, plus une redevance de 0,02 fr par mètre cube au profit de la Ville de Bordeaux ;

Attendu qu'à la suite de la hausse considérable des prix du charbon pendant la guerre, la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux a formé contre la Ville de Bordeaux une demande ayant pour objet le relèvement des divers tarifs fixés par les traité et cahier des charges du 8 mars 1904 pour le prix du gaz par elle fourni tant aux consommateurs de Bordeaux qu'au réseau suburbain ; que, par arrêt du 30 mars 1916, le Conseil d'Etat a décidé que la Compagnie générale d'Eclairage ne pouvait être tenue d'assurer aux seules conditions prévues à l'origine le fonctionnement du service concédé et a renvoyé les parties devant le Conseil de Préfecture pour être procédé, si elles ne s'entendaient pas sur les conditions auxquelles la Compagnie générale d'Eclairage continuerait son service, à la fixation de l'indemnité à laquelle celle-ci aurait droit;

Attendu que par convention du 6 mai 1916 approuvée par décret du même jour, la ville de Bordeaux et la Compagnie générale d'Eclairage ont décidé qu'à titre provisoire et jusqu'à ce qu'une entente amiable ou une décision judiciaire soit définitivement intervenue pour l'application de l'arrêt du Conseil d'Etat, le prix du gaz serait, pour le service public, relevé de 0,18 fr par mètre cube et pour toutes les autres catégories de consommateurs sans exception, y compris le réseau suburbain, relevé de 0,21 fr par mètre cube;

Attendu que ces relèvements provisoires de tarifs régulièrement approuvés par l'autorité administrative s'imposent à tous ceux auxquels le gaz est fourni par la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux et spécialement à la Société intercommunale d'Eclairage, qui reçoit de la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux, au moyen de canalisations établies dans la commune de Bordeaux, le gaz qu'elle distribue ensuite aux communes suburbaines ;

Que si la Société intercommunale a, par suite des stipulations établies à son profit dans les traité et cahier des charges du 8 mars 1904, le droit d'exiger de la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux, la fourniture du gaz nécessaire au réseau suburbain, ce droit ne peut s'exercer que sous la condition de payer les redevances régulièrement établies;

Qu'il suit de là qu'en décidant que le nouveau tarif du 6 mai 1916 est applicable à la Société intercommunale et que les fournitures de gaz à elles faites depuis le 10 mai 1916 doivent être payées par elle avec une majoration de 0,21 fr par mètre cube, l'arrêt attaqué, qui est régulièrement motivé, n'a violé aucun des textes visés au pourvoi :

Sur le moyen additionnel pris du principe de la séparation des pouvoirs et des règles de la compétence de l'article 13 du titre II de la loi des 16 et 24 août 1790, du décret du 16 fructidor an III sur la séparation des autorités administratives et judiciaires de l'article 7 de la loi du 20 avril 1810 ;

Attendu que le pourvoi soutient que, pour juger que la convention du 8 mars 1904 n'avait pu conférer à la Société intercommunale d'Eclairage un droit irrévocable, l'arrêt attaqué s'est fondé sur une interprétation de la convention et du cahier des charges y annexé qui était du ressort exclusif de la juridiction administrative;

Mais attendu que la Cour de Bordeaux, pour décider que la Société intercommunale était tenue de payer les sommes fixées par les tarifs nouveaux provisoirement établis par la convention du 6 mai 1916, n'a pas eu à se livrer à une interprétation des clauses de la convention du 8 mars 1904 et du cahier des charges du même jour;

Qu'elle se base essentiellement, en effet, sur ce que la Société intercommunale, à laquelle, aux termes de sa concession, la Compagnie générale d'Eclairage de Bordeaux est tenue de fournir le gaz nécessaire au réseau suburbain, doit subir les modifications de la convention et du cahier des charges imposées par les événements et établies à la suite de l'arrêt du Conseil d'Etat du 30 mars 1916, par la convention du 6 mai 1916, régulièrement approuvée par l'autorité administrative;

Que l'arrêt attaqué se borne ainsi à faire application des tarifs nouveaux sans interpréter aucun texte, obscur ou douteux, du contrat de concession ou du cahier des charges ;

Qu'il suit de là, sans qu'il y ait lieu de s'arrêter aux critiques dirigées par le moyen additionnel contre d'autres motifs de l'arrêt qui peuvent être tenus pour surabondants, que la Cour de Bordeaux, en statuant comme elle l'a fait, n'a nullement excédé sa compétence et n'a violé aucun des principes et des textes visés au moyen ;

Par ces motifs,

Rejette...

Arrêt de la Cour d'Appel de Lyon (1re Chambre) en ce qui concerne les relèvements de tarifs.

Voici le texte de ce jugement rendu le 25 juillet 1921 dans l'affaire Trolliet et Compagnie du Gaz de Lyon, après plaidoirie de Mes Garrand, Domvron et Appleton, avocats des parties, et sur les conclusions de M. Laroque, avocat général :

La Cour ;

Attendu que le contrat intervenu entre une compagnie concessionnaire d'un service public et un particulier pour la fourniture du gaz, par exemple, ou de l'électricité, est incontestablement un contrat de droit civil ; que la jurisprudence affirmée notamment par l'arrêt de la Cour de Cassation du 14 avril 1885 est formelle en ce sens :

Que dans l'espèce soumise à la Cour, la Compagnie du Gaz de Lyon l'a reconnu elle-même en appelant Trolliet, son abonné, non devant le Conseil de Préfecture, mais devant le Tribunal de Commerce ; que c'est donc suivant les règles et les principes de notre droit civil que la solution du litige doit être recherchée ;

Attendu, en fait que, suivant police en date du 15 juil-

let 1917, la Compagnie du Gaz a consenti à Trolliet, moyennant le prix de 0,18 fr par mètre cube, la fourniture du gaz industriel nécessaire à l'exercice de sa profession ; que le contrat valable à l'origine pour trois ans, devait se continuer, à défaut de dénonciation en temps utile, d'année en année, par tacite reconduction ;

Attendu que Trolliet se prévaut des clauses qui précèdent qui ne sont ni ambiguës, ni obscures ; qu'il soutient que le contrat est la loi des parties et s'appuyant sur l'article 1134 du Code civil, que par suite le prix fixé à la police doit être maintenu tant que la convention n'est pas parvenue à expiration à la suite d'une dénonciation régulière ;

Que telle serait bien, en effet, la solution qui s'imposerait, si la Cour avait à examiner les termes d'un contrat intervenu entre deux particuliers réglant des intérêts purement privés ;

Mais attendu que la Compagnie du Gaz est une entreprise de service public qui tient ses droits et pouvoirs de la Ville de Lyon, qui les lui a concédés sous certaines conditions contenues dans un cahier des charges ; que, dans ce cahier des charges, la Ville a non seulement réglé l'exploitation et stipulé pour elle-même, mais encore qu'agissant dans l'intérêt des habitants, en tenant à les mettre à l'abri de tout abus possible, elle a notamment fixé le prix maximum auquel le gaz pouvait leur être livré ;

Attendu que, si la police consentie à Trolliet ne contient pas une référence expresse à ce cahier des charges, diverses clauses, notamment celle qui impose aux consommateurs du gaz l'application stricte du règlement général, celle qui rappelle que le prix du gaz a été relevé de 0,16 fr à 0,18 fr à la suite d'une délibération du Conseil municipal, y font une allusion assez nette pour que personne ne puisse s'y tromper : que Trolliet ne peut donc feindre d'ignorer ce cahier des charges et qu'il doit se rendre compte que le contrat intervenu en dehors de lui, entre la puissance publique et la compagnie concessionnaire peut aussi être modifié en dehors de lui, par le seul accord des parties contractantes ; que ce nouvel accord lui sera applicable comme le premier qu'il lui soit en apparence favorable ou défavorable, mais que, même au cas d'augmentation du prix du gaz, il lui sera encore favorable à un certain point de vue, puisqu'il assurera la continuité du service public que la compagnie concessionnaire pourrait être tentée d'abandonner ;

Attendu que c'est dans ce sens que paraît s'être définitivement orientée, après quelques hésitations, la jurisprudence la plus autorisée, et spécialement celle de la Cour de Cassation qui, dans son arrêt du 4 mai 1921 a jugé « que les relèvements provisoires de tarifs régulièrement approuvés par l'autorité administrative s'imposent à tous ceux à qui le gaz est fourni ».

Attendu que cette solution semble manifestement contraire au texte formel de l'article 1134 du Code civil, sur lequel s'appuie la thèse de Trolliet, mais qu'il ne faut pas considérer ce texte isolément ;

Attendu, en effet, que l'article 1135 du même code explique que, dans l'application des conventions et dans leur interprétation, il faut tenir compte de toutes les suites que l'équité, l'usage ou la loi donnent à l'obligation d'après sa nature ;

Que spécialement il importe de rappeler en ce qui concerne l'usage que lorsqu'en 1917 une première augmentation du prix du gaz a été consentie, par modification du cahier des charges, cette augmentation a été acceptée par tous les abonnés sans protestation ni réserve, et que Trolliet lui-même, après quelques velléités de résistance a consenti à signer une nouvelle police comportant l'application des nouveaux prix ;

Qu'on peut ajouter qu'il en a été de même pour l'immense majorité des consommateurs en 1920, puisque la protestation de Trolliet est restée, semble-t-il, isolée ;

Que de ce qui précède, il faut conclure : que les règles de notre droit civil ne répugnent pas à ce que l'on admette que la convention des parties, lorsqu'il s'agit d'une fourniture de gaz par une compagnie concessionnaire est dominée par le cahier des charges, qu'elle en est, en quelque sorte, une dépendance et que ce cahier des charges peut imposer à ces mêmes parties des modifications qu'elles n'ont ni voulues ni prévues ; que cette prédominance du cahier des charges s'explique et se justifie par des nécessités d'ordre public, notamment lorsqu'il s'agit d'assurer la continuation du service assuré par la compagnie concessionnaire ;

Attendu que Trolliet insiste et qu'il fait plaider que les conditions du cahier des charges ne sont pas violées si ledit cahier des charges n'ayant prévu que le prix maximum du gaz, les consommateurs bénéficient d'un prix inférieur ;

Mais attendu qu'il ne faut pas, en principe, s'arrêter à cette expression « prix maximum » ; qu'en fait le prix maximum a toujours été payé par le consommateur et que le prix maximum et le prix courant se confondent ;

Que le cahier des charges primitif avait prévu de libres conventions pour la consommation du gaz industriel, que la solution eût pu être tout autre si la Cour se fût trouvée en présence d'une convention de cette nature, mais que tel n'est pas le cas de Trolliet qui n'a pas bénéficié de cette concession spéciale et qui a toujours été soumis au tarif maximum ;

Que cet argument échappe donc en fait à l'intimé et que sa prétention sur ce point encore n'est pas justifiée ;

Attendu que le système soutenu par Trolliet se réfute encore par ses conséquences ;

Qu'à supposer, en effet, que la justice vînt à décider que l'augmentation du prix du gaz ne peut être imposée aux consommateurs qu'après la dénonciation régulière et l'expiration de leurs contrats, les revendications formulées par la Compagnie du gaz, en vertu de la théorie de l'imprévision admise par la jurisprudence du Conseil d'Etat, n'en seront pas diminuées d'un centime, et qu'après une période de confusion, il faudra en revenir aux prix actuels, vraisemblablement même à des prix plus élevés, à moins que la Ville, c'est-à-dire l'ensemble des contribuables, n'accepte tout ou partie du fardeau d'une dette considérable ;

Attendu, en ce qui concerne le prix de location des appareils, qu'il ne saurait y avoir sur ce point de contestation sérieuse et qu'il est bien certain, ainsi que l'intimé l'a reconnu lui-même, à l'audience, que ce prix est fixé et modifié d'accord par la compagnie et la municipalité ;

Attendu en ce qui touche les dommages-intérêts réclamés, qu'il n'est justifié d'aucun préjudice en dehors des dépens sur lesquels il va être statué et qui doivent rester à la charge de la partie qui succombe ;

Attendu enfin en ce qui concerne l'intervention de la ville de Lyon qu'elle est régulière en la forme et justifiée au fond par l'intérêt indéniable que peut avoir pour les finances de la ville la solution du procès ;

Par ces motifs,

Faisant droit à l'appel ;

Réformant le jugement du Tribunal de Commerce de Lyon en date du 6 mai 1921 ;

Et admettant l'intervention de la Ville de Lyon ;

Dit et juge que la demande de la Compagnie du Gaz appelante est justifiée tant en ce qui concerne le prix du gaz que celui des appareils fournis en location ;

Condamne en conséquence Trolliet à payer à ladite compagnie le reliquat de ses factures, s'élevant à 437,95 fr pour la période comprise du 1er juillet 1920 au 30 avril 1921, outre et non compris le prix de sa police électrique s'élevant à 5 fr.

Ordonne la restitution de l'amende ;

Dit qu'il n'y a pas lieu à dommages-intérêts ;

Condamne Trolliet aux dépens de première instance et d'appel y compris ceux nécessités par l'intervention de la Ville de Lyon devant la Cour.

8e Année. Tome XV — N° 13. 29 Mars 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.


PARIS

PARIS

LE

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 13. 29 MARS 1924.

Accident électrique mortel provoqué par la résonance mécanique. — Dans le numéro de février 1924 du « Bulletin de la Société belge des Electriciens », M. Emile Piérard signale un accident d'un caractère tout à fait exceptionnel qui s'est produit lors de la pose d'un fil téléphonique dans le voisinage d'une ligne à 12 000 v. Voici comment il le relate :

Une brigade d'ouvriers téléphonistes, munis des galoches et des gants réglementaires en caoutchouc, posait un circuit téléphonique composé de trois portées A, B, C, en fil de bronze de 1,2 mm de diamètre. La portée A, passant sous des conducteurs électriques à haute tension (12 000 v), avait été posée avec toutes les précautions désirables. Le travail terminé, les fils avaient été *arrêtés* aux poteaux délimitant la portée A ; ils se trouvaient à 1 m environ, sous les conducteurs à haut potentiel qui les croisaient à angle droit. La portée C était terminée, il ne s'agissait plus que d'établir B dont les fils, continuant la portée A, étaient tirés par deux ouvriers se trouvant au droit de la portée C. Ils avaient fait passer les fils autour de leur corps afin de mieux tirer. Les conducteurs téléphoniques vinrent à s'emmêler dans un poirier du verger surplombé par la portée B. Pour dégager ces fils, le chef d'équipe y attacha une corde et, sans voir ce qui se passait dans la portée A, à cause du haut mur entourant le verger, il exerça des tractions de plus en plus fortes et par saccades. C'est à ce moment que les deux ouvriers chargés du tirage des fils et autour desquels ceux-ci étaient enroulés, reçurent une commotion qui les jeta par terre et l'un d'eux, en contact avec un des fils par le cou, fut tué net sans qu'on pût le ramener à la vie par la respiration artificielle immédiatement pratiquée. Au moment de l'accident, quelques-uns des ouvriers tenant les fils sur le poteau intermédiaire reçurent de légères commotions.

La grande distance, 1 m, qu'avait dû parcourir le ou les fils pour venir en contact avec les conducteurs à haute tension rendait l'accident tout à fait inexplicable.

Ce n'est qu'en reproduisant les circonstances dans lesquelles il s'était manifesté (après avoir, bien entendu, fait supprimer la tension sur les fils à haut potentiel) que l'on s'aperçut, non sans étonnement, qu'à l'aide de tractions sensiblement rythmées sans même qu'on y prît garde, les fils de la portée A acquéraient un mouvement de balancement, allant en s'accentuant, lequel finissait par les projeter sur les conducteurs dangereux, malgré la distance verticale de 1 m les séparant. (Remarquons encore une fois que ces derniers croisaient à angle droit.)

En coupant les fils téléphoniques de la portée A, on constata que l'un d'eux présentait des traces de fusion, ce qui corroborait entièrement l'expérience faite.

Une question préjudicielle se pose immédiatement : Y a-t-il eu une faute commise ?

On peut répondre non, sans hésiter.

En effet, les fils avaient été tirés la veille dans la portée A en prenant les précautions réglementaires : suppression de la tension dans les fils dangereux.

Les conducteurs téléphoniques étant tirés, se trouvant *sous* ces derniers à 1 m de distance, à angle droit et fixés sur leurs isolateurs, il ne pouvait venir à l'esprit de personne qu'un contact était possible et il a fallu un ensemble de cir-

constances vraiment malheureux pour provoquer l'accident : fils emmêlés dans un arbre, haut mur empêchant de voir ce qui se passait dans la portée A, absence du chef de brigade, la présence de ce dernier n'aurait d'ailleurs pu empêcher l'accident puisque le danger était ignoré.

Bien plus, l'accident une fois arrivé, on ne parvenait pas à comprendre ce qui s'était passé et il fut nécessaire de reproduire exactement les conditions qu'il réalisait pour s'apercevoir, enfin, du balancement extraordinaire que pouvaient prendre les fils de la portée A tirés en B.

C'est en raison de ce caractère exceptionnel que nous avons cru utile d'en donner connaissance à nos collègues.

Bibliographie : Pour construire soi-même son poste de téléphonie sans fil, par Marcel d'AVESNES (1). — Cette brochure rédigée pour le grand public est essentiellement pratique. Elle contient un nombre important de schémas, de procédés de fabrication et de trucs de métier qui seront employés par les amateurs désireux de construire ou d'améliorer leur poste de réception.

Leur poste une fois installé, cette même brochure leur sera encore utile pour la mise au point quotidienne des appareils et leur réglage pour la parfaite audition des concerts et conférences radiotéléphoniques dont l'attrait devient toujours plus grand. — Y. G.

Bibliographie : Les trucs de l'électricien, par H. DE GRAFFIGNY (2). — Cet ouvrage, qui est le soixante-sixième que l'auteur publie, est écrit dans le même esprit de vulgarisation que les livres précédents. Toutefois l'auteur le présente comme un travail absolument nouveau, aussi bien en ce qui concerne sa rédaction que sa conception.

Il y envisage plus particulièrement le montage, le réglage et parfois la construction de divers appareils : piles, accumulateurs, dynamos et moteurs, appareillage d'installation, téléphones et postes de réception pour la téléphonie sans fil.

Le style dans lequel il est écrit le met à la portée de tous; aussi trouvera-t-il un certain succès, principalement auprès des amateurs. — B. E.

Bibliographie : Electrical Trades Directory and Handbook for 1924 (3). — Cet annuaire, qui en est à sa quatrième édition, est publié par la revue anglaise « The Electrician ». Il constitue son annuaire et manuel de l'industrie électrique plus universellement connu sous le nom de « The blue book ».

Les grandes divisions de cet important ouvrage de 1375 pages sont les suivantes :

Une partie réservée à la publicité, placée d'ailleurs un peu à part et comprenant les pages 1 à CXVI; elle concerne, évidemment, surtout des firmes anglaises;

(1) Un volume, format 20 cm × 14 cm, de 47 pages, avec 71 figures dans le texte et 15 schémas de montage, édité par les Éditions d'Actualité, 29, avenue de Saint-Mandé, à Paris. Prix : broché, 5 fr.

(2) Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 193 pages, avec 120 figures dans le texte, édité par la librairie Albin Michel, 22, rue Huyghens, à Paris. Prix : broché, 4 fr.

(3) Un volume, format 24 cm × 15 cm, de 1375 pages, édité par Benn Brothers Ltd, 8, Bouverie Street, Londres E. C. 4. Prix : relié, 25 shillings net.

L'annuaire proprement dit, avec les tables relatives aux unités, aux caractéristiques mécaniques ou électriques de différents matériaux, etc. On y trouve également les règles d'unification du matériel, les precriptions de sécurité, des renseignements d'ordre divers sur les sociétés scientifiques, les universités, les écoles techniques, enfin, la législation anglaise relative aux distributions d'électricité. Cette partie comprend les pages 1 à 420;

Une liste par ordre alphabétique des ingénieurs électriciens et des firmes anglaises, pages 421 à 850; puis une liste du même genre avec classement par spécialités, pages 851 à 1180;

Trois dernières listes, qui se rapportent aux renseignements relatifs aux colonies anglaises, aux différents pays d'Europe, Asie, Afrique et Amérique du Sud, et, enfin, aux États-Unis d'Amérique. — Y. G.

Bibliographie : L'organisation professionnelle des employeurs dans l'industrie française, par Etienne VILLEY, docteur en droit, directeur du Groupe des Industries métallurgiques, mécaniques et connexes de la Région parisienne, avec une préface de P. Richemond (1). — Cet ouvrage réunit les renseignements qui se rapportent à la composition et aux travaux des différents groupements patronaux de l'industrie en France.

Dans la première partie, il traite de la structure générale de cette organisation et de ses modes de progression. L'auteur procède d'abord à une série de monographies et passe en revue les formations syndicales correspondant aux principales branches industrielles. Il étudie ensuite les liaisons entre ces divers groupements et fait ressortir le rôle joué par la loi de 1901 dans l'ensemble de l'organisation syndicale.

Après quelques données statistiques sur la répartition des groupements soit par métiers, soit par régions, cette première partie se termine par l'exposé du mode de progression de l'organisation professionnelle.

Dans le reste de l'ouvrage, l'auteur envisage plus spécialement l'activité des groupements professionnels et leur tendance à l'intervention dans la vie économique et sociale du pays. Cette activité se manifeste, d'une part, dans les questions relatives aux douanes, à la technique de la production, à l'expansion commerciale, etc..., et, d'autre part, dans tout ce qui concerne les grèves, les salaires, la législation ouvrière, la formation professionnelle et les œuvres d'amélioration de la condition de l'ouvrier. Quant à l'intervention dans les rouages de la vie nationale, c'est une tendance qui est maintenant affirmée et qui mérite d'être précisée; aussi l'auteur donne-t-il quelques détails sur ces points en examinant les trois questions suivantes : quelle est l'étendue de cette intervention? Quel en est le caractère, et quelle en est la modalité?

Enfin, dans les dernières pages de son travail, M. Villey rappelle l'évolution de l'organisation professionnelle des employeurs et expose, en quelques mots, ce qu'il pense de son avenir.

Cette étude, fort documentée, intéressera certainement tous les industriels qui sont mêlés aux différents mouvements syndicaux. — Y. G.

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 395 pages, édité par la librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, à Paris. Prix : broché, 16 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

A propos de la détermination des coefficients du diagramme de Potier appliqué aux essais des alternateurs

L'auteur propose une nouvelle méthode simplifiée, mais pratiquement assez approchée, pour la détermination des coefficients α et λ du diagramme de Potier. On trace la caractéristique à vide de l'alternateur et on porte sur le dessin deux points de fonctionnement en charge réactive, A et B, correspondant, le premier, à un déphasage en arrière, le second à un déphasage en avant, pour une même tension U. En faisant tourner la caractéristique de 180° autour du milieu de AB, sa courbe symétrique la coupe en deux points H et K. On joint H à A, ou K à B, et on abaisse de H ou K une perpendiculaire sur AB. On obtient ainsi deux triangles rectangles égaux qui tous les deux donnent les coefficients cherchés. L'auteur termine en indiquant les limites d'emploi de sa méthode.

L'article de M. Ad. Curchod (¹), sur la détermination des coefficients du diagramme de Potier, m'incite à signaler un mode de détermination analogue à celui qui est préconisé par l'auteur, et auquel j'ai eu parfois recours depuis quelques années.

On peut éprouver quelque hésitation à appliquer, pour les essais des alternateurs, la méthode décrite dans les comptes-rendus des travaux du Comité technique de la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique, lorsqu'on doit se contenter, comme éléments de détermination, de la caractéristique à vide, du point de fonctionnement en charge réactive sous une tension U, et du point correspondant au même courant dans le fonctionnement en court-circuit. La détermination de *la tangente à l'origine* de la caractéristique à vide est, en effet, quelque peu aléatoire, en particulier *lorsque cette courbe ne passe pas par l'origine*, ce qui arrive quelquefois. Le point d'intersection de la parallèle à cette tangente avec la caractéristique à vide pourra, par suite, varier de façon assez sensible, suivant la direction que l'on aura choisie, ce qui réduit considérablement la certitude avec laquelle on peut déterminer les côtés du triangle rectangle dont on déduit les coefficients.

On peut également se demander, d'autre part, comme l'a fait M. Ad. Curchod, si les coefficients α et λ, qui interviennent dans le diagramme de Potier, sont bien des constantes. Il m'a semblé que l'état de saturation du circuit magnétique pouvait avoir quelque influence sur la valeur de ces coefficients, et c'est ce qui m'a conduit à la méthode que je vais décrire.

Je suppose que l'on a pu, d'une part, tracer la caractéristique à vide et, d'autre part, déterminer les courants d'excitation correspondant aux fonctionnements en charge réactive, avec déphasage en avant et avec déphasage en arrière du courant sur la tension, pour un même courant et pour une même tension aux bornes de l'alternateur, c'est-à-dire les deux points de la courbe en V à cette tension pour un même courant I. Si l'on admet que les chutes ohmiques dans les bobinages sont négligeables, ce qui est en général suffisamment exact, la tension interne et, par suite, les flux dans la machine sont égaux pour ces deux points de fonctionnement; l'état de saturation est donc le même. Il m'a paru alors vraisemblable d'admettre que, dans ces conditions, les coefficients α et λ sont les mêmes.

Si je porte sur le graphique ci contre (fig. 1), où l'on a tracé la caractéristique à vide, les points représentatifs A et B du fonctionnement en charge réactive, avec déphasage en arrière et déphasage en avant, pour le même courant I à la même tension U, les triangles AMH et BPK, dans lesquels

$$HM = \lambda \times I = KP,$$

$$AM = \alpha \times I = PB,$$

sont égaux, puisque les coefficients α et λ sont égaux. Si l'on fait alors tourner de 180° la figure autour du point C, milieu de AB, on voit que M vient en P et H vient en K. Les points K et H, qui se trouvent à la fois sur la caractéristique à vide et sur la courbe symétrique, par rapport au point C, sont donc à l'intersection de ces deux courbes. On en déduit facilement la construction indiquée ci-après.

On trace la caractéristique à vide et on porte les deux points A et B, de même ordonnée, correspondant aux courants d'excitation nécessaires pour obtenir le même débit I, avec déphasage en arrière et déphasage en avant de ce courant sur la même tension U. On fait tourner la figure de 180° autour du point C, milieu de

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 829.

A B. Les points d'intersection des deux courbes, K et H, sont les sommets opposés aux points A et B de l'hypothénuse des triangles rectangles A M H et B P K. On en déduit alors $\lambda I = $ H M et $\alpha I = $ A M.

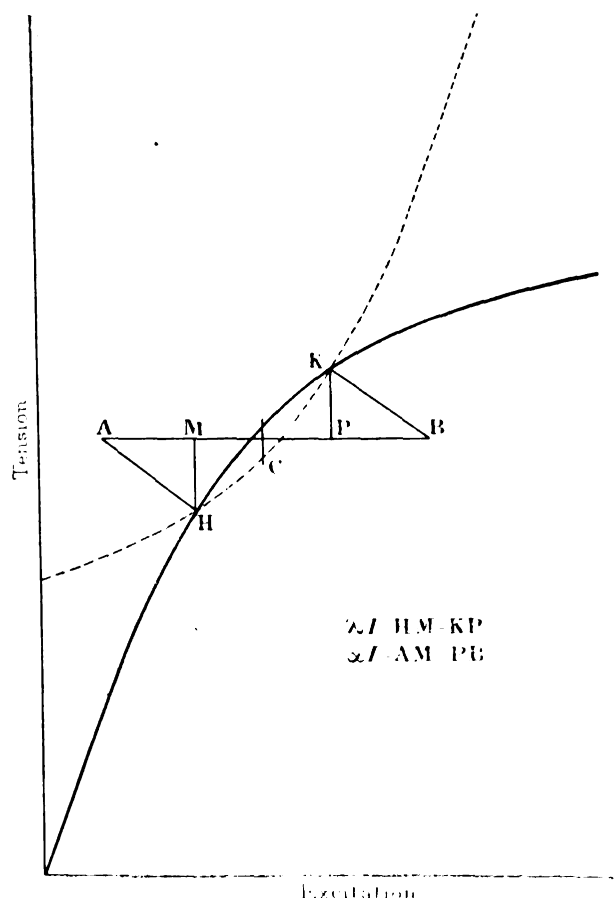


Fig. 1. — Détermination de la tension de réactance et du courant magnétisant de réaction dans les machines synchrones à l'aide de la caractéristique à vide et du relevé de deux points de fonctionnement en charge réactive pour le courant induit envisagé de la machine surexcitée pour l'un B et sous-excitée pour l'autre A.

Pour que la méthode soit applicable, il faut que le *deux courbes se coupent en des points bien déterminés*, ce qui exige, comme dans la méthode préconisée par M. Ad. Curchod, que la tension de fonctionnement envisagée U, se trouve au-dessus de la partie rectiligne ou sensiblement rectiligne de la caractéristique à vide. Si la tension de fonctionnement est trop faible, il y a indétermination.

Il reste à savoir si l'application de cette méthode d'étude, de même que de celle proposée par M. Ad. Curchod, permet d'arriver à des conclusions solides et intéressantes sur les lois qui régissent les variations des coefficients α et λ. Je ne le crois pas. Il faut remarquer, en effet, que l'on opère les déterminations des éléments du triangle B P K *par différences* : différence entre les ordonnées des points B et K, différence entre les abscisses des points K et B, et tenir compte que le point K est lui-même obtenu, non par une mesure directe, mais déjà par une série d'opérations. On ne peut donc compter sur une précision bien grande dans la détermination de ces coefficients. Les erreurs commises peuvent être de l'ordre des variations que l'on voudrait étudier et il ne faut pas être surpris, alors, d'arriver à des conclusions assez contradictoires d'un essai à un autre.

Si l'on a cependant l'occasion de rapprocher des résultats d'essais suffisamment nombreux, il semble que, dans le cas des machines synchrones, à hauteur relativement faible de la zone des pôles sur l'inducteur, c'est-à-dire des machines à inducteurs lisses ou des machines à pôles saillants dans lesquelles la hauteur totale d'un pôle ne dépasse pas les deux tiers du pas polaire, les coefficients α et λ sont pratiquement constants.

J. Le Monnier.

Revues, analyses et informations

Distribution du champ électromagnétique dans un milieu en repos.

Nous reproduisons ci-après une note de M. Umberto Crudeli, présentée à la séance du 11 janvier 1924 de l'Académie des Sciences (¹).

Soit (s) l'espace où l'on considère la distribution du champ électromagnétique, dans l'hypothèse que cet espace soit limité par une surface (σ) fixe et fermée surface que nous regarderons comme face intérieure du contour de (s); soient, en outre, respectivement ε, μ, λ le pouvoir inducteur spécifique, la perméabilité et la conductibilité électrique du milieu contenu dans (s), milieu que nous supposerons isotrope et homogène. Cela posé, nous pouvons écrire les équations de Maxwell-Hertz.

$$\left.\begin{array}{c} \varepsilon \dfrac{\partial E}{\partial t} + 4\pi\lambda E = c \operatorname{rot} H, \quad \mu \dfrac{\partial H}{\partial t} = -c \operatorname{rot} E, \\ \operatorname{div} H = 0, \end{array}\right\} \quad (1)$$

en désignant par E et H respectivement la force électrique et la force magnétique et par c, la vitesse de la lumière dans le vide.

Nous désignerons par n un vecteur unitaire dirigé comme la normale à la surface (σ) et par $n \times E$ le produit scalaire de n par E. Or, en supposant l'espace (s) *simplement connexe* (c'est-à-dire à connexion linéaire simple), je vais montrer

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 février 1924, t. CLXXVIII, p. 758-761.

que, dans la correspondance manifeste, qui résultera ci-après à chaque triple, constitué par une solution régulière des équations

$$\varepsilon\mu \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + 4\pi\lambda \frac{\partial U}{\partial t} = c^2\Delta_2 U, \qquad (2)$$

$$\text{div } U = 0, \qquad (3)$$

dans l'espace (s) et par les déterminations initiales de div E dans (s) et de $n \times E$ sur (σ) (déterminations initiales qui sont susceptibles, ainsi que nous le verrons, d'être assignées arbitrairement, pourvu qu'on respecte, comme il est naturel, la régularité), correspond une solution (régulière), et une seule, du système (1) dans l'espace (s); dans cette solution, la force électrique se calculera de la manière que nous allons voir, tandis que la force magnétique sera représentée par la susdite solution des équations (2) et (3).

Soit donc K une solution des équations (2) et (3) et soit F le vecteur ayant

$$-\frac{\mu}{c}\frac{\partial K}{\partial t}, \quad \alpha = \alpha_0 e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad e^{-\frac{t}{\tau}}\left\{\beta_0 + \frac{c}{\varepsilon}\int_0^t (n \times \text{rot } K)\, e^{\frac{t}{\tau}} dt\right\}$$

respectivement comme rotation dans l'espace (s), comme divergence dans le même espace et comme produit $n \times F$ sur la surface (σ); on représente par e la base des logarithmes naturels; par α_0 et β_0 les valeurs initiales respectivement de div E dans (s) et de $n \times E$ sur (σ); par τ le temps de relaxation $\left(\text{c'est-à-dire } \frac{\varepsilon}{4\pi\lambda}\right)$. Alors, en posant (avec la signification usuelle pour la lettre r)

$$G = F + \frac{1}{4\pi} \text{grad} \int_{(s)} \alpha \frac{ds}{r}, \qquad (4)$$

nous connaîtrons immédiatement rot G dans (s) et les valeurs de $n \times G$ sur (σ); en outre, nous aurons div $G = 0$ dans (s). On pourra donc appliquer les formules de Stekloff (1) pour le calcul du vecteur G. Après ce calcul, on obtient aussi l'expression de F au moyen de (4). L'espace (s) étant simplement connexe, nous aurons toujours un seul vecteur F correspondant aux valeurs considérées de div F et de rot F dans (s) et de $n \times F$ sur (σ); autrement, c'est-à-dire si l'espace (s) n'était pas à connexion linéaire simple, on devrait introduire la considération de ce que M. Appell (2) définit comme *modules* relatifs aux diverses classes de courbes fermées qu'on pourrait tracer dans (s). Or, en posant

$$V = \varepsilon \frac{\partial F}{\partial t} + 4\pi\lambda F - c \text{ rot } K$$

et en n'oubliant pas la construction de F, nous aurons, dans (s),

$$\text{div } V = \varepsilon \frac{\partial \alpha}{\partial t} + 4\pi\lambda\alpha = 0,$$

$$\text{rot } V = -\frac{\varepsilon\mu}{c}\frac{\partial^2 K}{\partial t^2} - \frac{4\pi\lambda}{c}\mu\frac{\partial K}{\partial t} + c\Delta_2 K = 0;$$

et, sur (σ),

$$n \times V = \varepsilon \frac{\partial (n \times F)}{\partial t} + 4\pi\lambda n \times F - cn \times \text{rot } K = 0.$$

(1) *Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse*, 1908.

(2) APPELL. *Traité de mécanique rationnelle*, t. III.

Donc, (s) *étant à connexion linéaire simple*, nous avons certainement $V = 0$ dans (s), c'est-à-dire

$$\varepsilon \frac{\partial F}{\partial t} + 4\pi\lambda F = c \text{ rot } K.$$

Mais, puisqu'on a $\mu \frac{\partial K}{\partial t} = -c$ rot F (par construction) et, en outre, div $K = 0$ (par hypothèse), notre théorème est démontré [c'est-à-dire : le couple (F, K) constitue une solution du système (1)].

Ce théorème, permet d'ailleurs d'obtenir toute solution régulière du système (1) dans l'espace (s).

Au moyen d'un procédé analogue à celui qui précède, nous pourrions, en outre, établir la proposition suivante : A chaque triple, constitué par une solution (nommons-la E_1) régulière des équations (2) et (3) dans l'espace (s) *simplement connexe* et par les déterminations initiales de div E dans (s) et de $n \times H$ sur (σ) (déterminations initiales susceptibles d'être assignées arbitrairement, pourvu qu'on respecte, comme il est naturel, la régularité), correspond une solution (régulière), et une seule, du système (1) dans l'espace (s), solution dans laquelle la force électrique sera représentée par le vecteur

$$F_1 = E_1 - \frac{e^{-\frac{t}{\tau}}}{4\pi} \text{grad} \int_{(s)} \alpha_0 \frac{ds}{r},$$

où α_0 représente la valeur initiale de div E, tandis que la force magnétique sera le vecteur K_1 pour lequel on a, dans (s),

$$\text{rot } K_1 = \frac{\varepsilon}{c}\frac{\partial F_1}{\partial t} + \frac{4\pi\lambda}{c} F_1, \quad \text{div } K_1 = 0,$$

et, sur la surface (σ),

$$n \times K_1 = \gamma_0 - \frac{c}{\mu}\int_0^t (n \times \text{rot } E_1)\, dt,$$

en dénotant par γ_0 la détermination initiale de $n \times H$ sur (σ).

Il va sans dire que de cette manière on pourra aussi obtenir toute solution régulière du système (1) dans l'espace (s).

Détermination à priori des vibrations des aubes de turbines.

Nous reproduisons ci-après une note de M. F.-H. VAN DEN DUNGEN, présentée à la séance du 10 mars 1924 de l'Académie des Sciences (1).

I. — Les aubes de turbines sont souvent le siège de vibrations gênantes, se produisant pendant la marche en régime ; comme l'étude expérimentale de pareilles vibrations n'est presque uniquement réalisable que si la turbine ne tourne pas, il y a intérêt à déterminer ces vibrations à priori, pour chaque vitesse de rotation, en sorte de pouvoir établir les pièces de façon à écarter les vibrations dangereuses. La présente note a pour but d'indiquer les principes d'une semblable détermination (numérique ou graphique), basée sur l'emploi des équations intégrales.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 mars 1924, t. CLXXVIII, p. 917-919.

II. — Les aubes peuvent être considérées comme des tiges élastiques minces ; leur déformation est donnée par une équation intégrale où nous distinguerons trois termes : le premier dû à la force centrifuge, de paramètre ω^2, la vitesse angulaire étant ω ; le deuxième correspondant aux vibrations propres, de paramètre α^2, si les vibrations simples sont de période $2\pi\alpha^{-1}$; le troisième tenant compte des vibrations forcées ; celles-ci ont pour causes certaines dyssymétries inévitables, telles l'injection partielle et la tolérance dans la construction ; ces vibrations ont donc pour période $2\pi\omega^{-1}$ et, si nous les décomposons en termes sinusoïdaux, il leur correspondra une suite de termes de paramètre $k^2\omega^2$, k étant un entier quelconque.

La déformation totale de l'aube admet, dès lors, pour pôles les diverses valeurs de α et il y a résonance lorsque $k\omega$ est égal à α. La recherche des vitesses critiques, c'est-à-dire des vitesses pour lesquelles les aubes résonnent, peut donc s'effectuer en considérant l'équation homogène ne comprenant que les termes de la force centrifuge et des vibrations propres et en déterminant les relations caractéristiques en ω^2 et α^2 pour lesquelles cette équation admet une solution non nulle : si l'on remplace dans ces relations α par $k\omega$, on obtiendra des équations dont les racines sont les diverses vitesses critiques.

Il est également possible de remplacer à priori α par $k\omega$ dans l'équation intégrale de façon à n'avoir à traiter qu'une équation à un paramètre ω^2 : dans ce cas, les calculs doivent être effectués séparément pour chaque valeur de k.

III. — La déformation de l'aube dans un plan longitudinal principal est donnée par (1).

$$y_0 = \int_0^e \alpha_{xs} f_s ds + \int_0^e \beta_{xs} c_s ds + \Sigma \alpha_{xh} F_h + \Sigma \beta_{xh} C_h ;$$

une équation analogue donne l'inclinaison y_n. Les coefficients d'influence α et β, proportionnels à des fonctions de Green d'ordre 2 (à une dimension), se calculent en supposant l'aube encastrée à sa base et libre à son extrémité, si elle n'est pas frettée par un cercle de garde ; dans le cas opposé, on la supposera articulée ou encastrée à son extrémité suivant la qualité de la rivure. S'il s'agit de longues aubes, consolidées en leur milieu ou en leur tiers par d'autres cercles, il faudra considérer ces aubes comme des pièces continues avec appuis intermédiaires, ou encore supposer, si la rivure est parfaite, que chaque tronçon peut vibrer isolément.

Nous n'étudions pas dans cette note le cas où, le disque et les frettes vibrant eux-mêmes, l'aube doit être considérée comme placée sur des supports élastiques et non plus rigides.

IV. — Quant aux forces et couples, locaux et répartis, qui figurent dans la formule précédente, leur expression diffère suivant la position de l'aube. Les effets d'inertie dus aux vibrations sont ceux que nous avons donnés (2), les sollicitations réparties étant causées par l'aube elle-même et les sollicitations locales, par les frettes.

Dans une turbine *axiale*, la force centrifuge crée une traction longitudinale N, proportionnelle à ω^2, croissant de l'extrémité à la base, dont résulte le couple réparti Ny'_s (1). Dans une turbine *radiale*, les effets de la force centrifuge sont analogues à ceux des vibrations (2).

V. — Le calcul effectif des vitesses de résonance se fera grâce à l'équation déterminante ou par les approximations successives. Dans le premier cas, la première relation caractéristique sera donnée, avec une approximation croissante, par une des égalités

$$z = \omega^2 A_{01} + k^2\omega^2 A_{10} = \omega^4 A_{02} + 2k^2\omega^4 A_{11} + k^4\omega^4 A_{20} = \ldots,$$

où nous employons les traces simples et mixtes des noyaux respectifs des deux paramètres ω^2 et $k^2\omega^2$. Dans le second cas, si y_0 est une déformation arbitraire qui, par *effet séparé* de la force centrifuge et des vibrations, crée les déformations y_{01} et y_{10}, celles-ci créant à leur tour y_{02} et y_{11}, $\bar{y}_{11}$ et y_{20}, on aura de même

$$y_0 = \omega^2 y_{01} + k^2\omega^2 y_{10} = \omega^4 y_{02} + k^2\omega^4 (y_{11} + \bar{y}_{11}) + k^4\omega^4 y_{20} = \ldots,$$

Les relations caractéristiques supérieures se calculeront semblablement. Enfin, il pourra être fait usage d'une proposition de Lord Rayleigh (3).

(1) F.-H. Van den Dungen ; Quelques applications techniques des équations intégrales. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 23 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 244, formule (2).

(2) F.-H. Van den Dungen ; Nouvelles applications techniques des équations intégrales. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1923, t. CLXXVII, p. 574.

(1) On peut donner à N une valeur approchée constante, calculée au tiers à partir de la base

(2) Voir *loc. cit.*, p. 244, la formule (3), e et θ étant nuls.

(3) F.-H. Van den Dungen ; Application des équations intégrales à une proposition de Lord Rayleigh. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 février 1924, t. CLXXVIII, p. 608. Cette proposition a été utilisée pour cette détermination par M. Stodola. (*Dampf-und Gasturbinen*, 5e édition, p. 946).

Les vibrations électriques et mécaniques (4).

On a souvent montré l'analogie qui existe entre les vibrations électriques et mécaniques et on a utilisé la similitude de leurs manifestations pour représenter par des modèles mécaniques des phénomènes électriques compliqués. Il convient de mentionner les modèles que Breisig a proposés pour figurer une ligne de transmission électrique à grande distance (*E. T. Z.*, 1915, t. XXXVI, p. 521) et un circuit oscillant de télégraphie sans fil (*E. T. Z.*, 1916, t. XXXVII, p. 633). L'inverse a aussi souvent été fait, les électrotechniciens ont expliqué, par analogie avec des phénomènes électriques bien connus, des observations mécaniques incomprises. C'est ainsi que l'auteur a procédé pour montrer le fonctionnement de son redresseur pendulaire (*E. T. Z.*, 1921, t. XLII, p. 481 et *E. T. Z.*, 1916, t. XXXVII, p. 41).

Ces similitudes ne sont pas fortuites, mais bien naturelles. La bobine d'induction comme le volant, le condensateur comme le ressort sont des accumulateurs d'énergie. Les agents de transmission de l'énergie sont, dans le premier cas, le champ magnétique et la force vive ; dans le second cas, le champ électrique et la déformation. En couplant une bobine d'induction et un condensateur, on constitue un circuit oscillant électrique dans lequel se produiront des vibrations électriques lorsqu'on l'excitera par une tension alternative, c'est-à-dire dans lequel l'énergie passera successivement de la forme électrique à la forme magnétique. Entre la bobine et le condensateur circule un courant qui atteint son maximum d'intensité lorsque, à la fréquence considérée, la quantité d'énergie que peut emmagasiner la bobine est égale à celle que peut emmagasiner le condensateur. En couplant une masse et un ressort, on constitue un ensemble oscil-

(4) L. Schuler. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 juillet 1923, t. XLIV, p. 637-640, 5 400 mots, 5 fig.

lant mécanique dans lequel se produiront des vibrations mécaniques lorsqu'on l'excitera par une traction alternative, c'est-à-dire dans lequel l'énergie passera successivement de la forme potentielle à la forme cinétique. La vitesse de la masse atteint un maximum lorsque, à la fréquence considérée, la quantité d'énergie emmagasinée dans la masse est égale à celle qu'emmagasine le ressort.

La figure 1 a représente un circuit oscillant électrique pratiquement réalisé. Un moteur à courant alternatif M est alimenté par l'usine génératrice au moyen de la ligne L. A travers cette ligne circule non seulement le courant utile, le courant actif, mais encore le courant magnétisant du moteur, le courant réactif, qui augmente d'une manière indésirable les pertes ohmiques dans la ligne et dans les machines de l'usine génératrice. En fermant l'interrupteur S qui couple le condensateur C avec le moteur de façon à former un circuit oscillant, le courant magnétisant du moteur ne circule plus vers l'usine génératrice à travers la ligne, mais est absorbé par le condensateur. Lorsque la capacité de ce dernier est telle que le courant de charge est égal, pour la fréquence considérée, au courant magnétisant du moteur, c'est-à-dire lorsque le circuit oscillant résonne pour la fréquence du secteur, la ligne ne transmet plus de courant réactif et les pertes provenant de sa résistance sont diminuées.

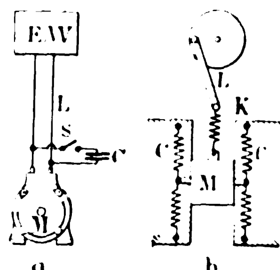


Fig. 1. — Schéma de circuits oscillants, électrique et mécanique.

Lorsqu'une masse reçoit un mouvement alternatif d'une manivelle, il se produit des accélérations positives et négatives qui infligent une contrainte à la bielle et augmentent les pertes d'énergie par frottement dans les paliers et les glissières. Les pertes directes d'énergie résultant de l'accélération des masses sont aussi rares que les pertes directes dues au courant magnétisant. Si aucun frottement — ou aucune résistance — n'existait, aucune énergie ne serait nécessaire pour entretenir l'oscillation de la masse — ou l'excitation du champ magnétique. Il s'agit, dans un cas comme dans l'autre, d'une puissance réactive.

S'il n'y a pas de volant sur l'arbre de manivelle, le moteur d'entrainement doit être assez puissant pour fournir tout le travail nécessaire à l'accélération et vaincre les forces antagonistes. Mais, si on monte un compteur dans son circuit d'alimentation, celui-ci n'enregistre que la puissance perdue dans les frottements. En plaçant un volant sur l'arbre de la manivelle, on diminue notablement la contrainte imposée au moteur.

La figure 1 b montre le montage mécanique équivalent au montage électrique 1 a. La masse M est reliée au ressort C dont la force est calculée de manière que la fréquence propre du système soit égale à la fréquence du mouvement de la bielle. Les ressorts C forment avec la masse M un ensemble oscillant soumis à des accélérations positives et négatives qui n'imposent plus aucune contrainte à la bielle. On comprend facilement le fonctionnement du montage si l'on songe qu'il s'agit de puissance mécanique réactive, c'est-à-dire dont la force est déphasée de 90° par rapport à la vitesse. La force maximum se produit lorsque la vitesse est nulle, c'est-à-dire au point mort. A ce moment, les ressorts C sont à leur tension maximum et, leur force étant égale à la plus grande force donnant l'accélération, ces deux forces se compensent et n'agissent plus sur le système.

Comme l'accélération change avec la vitesse, tandis que la force de traction des ressorts en est indépendante, cette compensation n'est possible que pour une vitesse de rotation donnée. Lorsqu'on met le système en marche et qu'il part à faible allure, la bielle, si elle est couplée rigidement avec la masse, doit d'abord vaincre toute la force des ressorts et l'avantage du dispositif compensateur ne se fait pas sentir pour le démarrage. Tout se passe exactement comme dans le circuit oscillant électrique. Dans ce dernier cas, en effet, le courant de charge du condensateur croît avec la fréquence, tandis que le courant magnétisant du moteur en est indépendant. Lorsqu'on met le système en marche en faisant croître lentement, sous pleine excitation, la vitesse de l'alternateur à l'usine, dans le début du fonctionnement, tout le courant magnétisant est fourni par la ligne. Pour empêcher cela, il faudrait, pendant la période du démarrage, mettre en circuit dans la ligne une résistance, une bobine d'induction ou même un condensateur afin de remplacer le couplage serré entre le circuit oscillant et l'alternateur, par un couplage lâche en employant ici les expressions de radiotélégraphie. On peut procéder d'une manière presque analogue pour le système mécanique. Il est très facile de mettre un ressort de couplage K entre la bielle et la masse. Lorsque la pleine vitesse est atteinte, ce ressort peut être remplacé par une liaison rigide. Il est superflu dans le cas du démarrage avec couple élevé.

Le montage de la figure 1b a été trouvé par M. Schieferstein et les journaux l'ont mentionné. L'inventeur lui-même a publié dans « Betrieb » (fascicule 5-6, 1922) un article à ce sujet et un autre article a paru dans le « Bulletin du Vereins deutscher Ingenieure ». De toute cette prose se dégage la conclusion erronée suivante : alors que, dans les machines à masses à mouvement alternatif jusqu'ici en usage, une certaine énergie était perdue pour donner de l'accélération aux pièces oscillantes, les machines établies suivant le principe de Schieferstein permettent d'économiser cette énergie. Le « Berliner Tageblatt » a même publié un article du docteur Nesper qui disait : « Dans une scie oscillante qui absorbe 12 ch, cette puissance est employée en majeure partie pour donner de l'accélération aux pièces. La mise en œuvre du principe de Schieferstein a fait descendre la consommation d'énergie à une petite fraction de celle précédemment demandée ». On voit l'énormité de cette affirmation, car les masses diverses subissent successivement des accélérations positives et négatives et la puissance est conservée sur l'arbre. En réalité, dans une scie oscillante qui absorbe une puissance de 12 ch, 7 ch correspondent à la coupe et 5 aux frottements. En fixant à 100 kg le poids des pièces en mouvement, le déplacement à 25 cm et la vitesse à 250 t : mn, le calcul indique une force d'accélération moyenne de 500 kg. Elle représente la composante réactive de la force motrice. La composante active calculée d'après la puissance nécessaire à la coupe est de 260 kg et la résultante correspondant à la pleine charge obtenue par composition géométrique est de 565 kg. La machine travaille donc avec un facteur de puissance très défavorable

tel que $\cos \varphi = \frac{260}{565} = 0{,}46$. En compensant la pression des masses sur le dispositif d'entraînement, on peut réduire la puissance perdue en frottements à $5 \times 0{,}46 = 2{,}5$ ch environ, et la puissance absorbée de 12 ch à 9,5 ch, en admettant que la puissance perdue dans les frottements est proportionnelle à la puissance donnée par le moteur. La force motrice (au sens propre du mot) s'abaisse ainsi de 365 kg à 260 kg, ce qui correspond naturellement à une amélioration du fonctionnement.

Ce calcul présume cependant que les organes d'accord ne consomment aucune énergie. Dans l'exemple choisi, il s'agissait de compenser une force moyenne de 500 kg se déplaçant de 25 cm, soit 125 kg-m. Une telle puissance ne peut pas être pratiquement obtenue avec des ressorts et on doit avoir recours à un cylindre à air comprimé. Dans cet accessoire se produisent inévitablement des pertes. Il faut alors vérifier si le gain net en puissance, réalisé après la mise en œuvre du compensateur, est en rapport avec les frais d'établissement.

Les condensateurs électriques ne sont pas utilisés d'une manière courante pour détruire la composante réactive, parce qu'ils sont trop chers. Le même résultat peut être obtenu par des moteurs synchrones surexcités que l'on désigne à cause de cela sous le nom de « condensateurs tournants », en Amérique, et de « compensateurs de phase », en Europe. Mais leur usage est peu répandu, parce que ces machines sont également chères et que leur consommation d'énergie n'est pas négligeable. Leur emploi n'est avantageux que lorsqu'elles servent à soulager de la composante réactive une ligne de transmission longue et coûteuse.

Le compensateur de phase mécanique de Schieferstein fonctionne d'une manière analogue à celle des compensateurs de phase électriques. On n'est pas fixé exactement sur son prix et sa consommation de puissance, pour la production d'une puissance réactive donnée. Peut-être que ses caractéristiques le rendront plus avantageux que les compensateurs électriques. D'un autre côté, la puissance réactive mécanique n'a généralement besoin d'être transmise qu'à une petite distance avec peu de frottements. Les transmissions de force motrice dans deux directions opposées son tde plus en plus rares. Autrefois, les pompes d'épuisement des mines qui étaient actionnées de la surface par de longues tiges auraient pu être « pupinisées » dans une certaine mesure par l'interposition de systèmes à ressorts. De plus, les pertes par frottement peuvent être bien diminuées par d'autres moyens, par exemple, par les paliers à billes. Il est encore intéressant de rechercher à quels dispositifs connus le montage de Schieferstein peut être appliqué. On a précédemment rappelé que les plus grandes forces dues à l'inertie des masses se produisent au point mort. Une bonne fraction de ces forces peut donc être compensée par l'installation de ressorts amortisseurs aux deux extrémités du déplacement. L'emploi de ces ressorts ou de cylindres d'air comprimé est connu depuis longtemps pour assurer sans à-coups le changement de direction dans le mouvement de masses. On sait d'ailleurs, que, dans les machines à piston, une marche souple peut être obtenue par une forte compression avant le point mort (voir l'article du même auteur, *E. T. Z.*, 1923, t. XLIV, p. 458).

Si, dans la figure 1b, nous supprimons les ressorts C, nous avons la représentation schématique d'un marteau mécanique, sous lequel il suffit de placer une enclume contre laquelle la masse M vient frapper. Ces marteaux sont assez employés; pour des machines de puissance assez grande, le ressort est remplacé par un cylindre à air, ce qui, au fond, est la même chose.

Il est très instructif de suivre de près le fonctionnement de ce marteau. On peut l'étudier d'après la méthode suivante : on décompose en fractions élémentaires de temps la durée d'une révolution de l'axe d'entraînement et on calcule, pour chacune d'elles, les variations de longueur du ressort, la force du ressort et de là l'accélération de la masse, le chemin parcouru et les pertes par frottement. Le résultat de ce travail est indiqué dans la figure 2, dont les abscisses

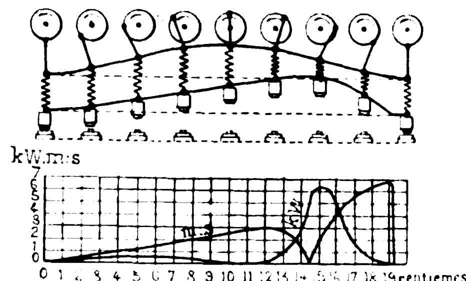


Fig. 2. — Fonctionnement d'un marteau mécanique.
Les abscisses représentent des centièmes de secondes.

représentent des centièmes de seconde. Il s'agit d'un marteau à ressorts dont la masse pèse 7 kg et qui frappe 300 coups à la minute. L'opération commence au temps 0, lorsque la masse se trouve immobile et se termine 0,19 seconde après, lorsque la masse frappe la pièce placée sur l'enclume. On admet qu'aucun rebondissement n'a lieu, ce qui est le cas pour le travail à chaud, mais on peut d'ailleurs effectuer le même calcul en tenant compte du rebondissement quelque fort qu'il soit. Le résultat est indiqué par les courbes inférieures. La vitesse de la masse atteint une valeur de 6,8 m : s, ce qui correspond à une énergie de frappe de 164 w-s ou, dans le cas de 5 coups à la seconde, à une puissance utile de 820 w. La puissance consommée est calculée par points, d'après les pressions exercées par le ressort sur la manivelle. Ainsi que la courbe marquée kw l'indique, la puissance absorbée atteint un maximum de 6,3 kw, et sa valeur moyenne est de 1,02 kw. Le rendement est de $\frac{820}{1020} = 0{,}80$. Il serait très instructif, mais aussi fort long, de reprendre les mêmes calculs avec divers ressorts ou cylindres à air. Par contre, il est facile de voir quelle est la force du ressort qui donne la meilleure frappe pour une masse et une vitesse données.

Il s'agit, dans ce cas, d'un ensemble oscillant mécanique bien déterminé. Ce changement de forme continuel de l'énergie, de la forme cinétique à la forme potentielle, se voit bien dans la figure 2. Par exemple, au temps 0,145 s, la vitesse de la masse est égale à 0, tandis que le ressort est bandé et contient l'énergie ; ensuite, au temps 0,19 s, peu avant la frappe, le ressort n'est plus bandé et c'est la masse qui contient l'énergie. Si le ressort était exactement accordé pour la vitesse d'entraînement, le coup devrait avoir lieu au temps 0,20 s, c'est-à-dire exactement au bout d'une période. Les courbes montrent qu'il n'en est pas tout à fait ainsi, car la vitesse croît encore au moment du coup. C'est grâce à cela que le travail du marteau est presque indépendant de l'épaisseur de la pièce à usiner, naturellement tant qu'elle reste en dedans de certaines limites.

M. Schieferstein espère, avec son dispositif, réaliser une économie d'énergie, même dans le fonctionnement des mar-

teaux mécaniques. L'adjonction de ressorts d'accord ne peut diminuer en rien les contraintes de la bielle. La courbe marquée kw de la figure 2 reste toujours du côté des ordonnées positives, ce qui montre qu'aucune puissance réactive n'intervient. La compensation de la puissance active par un système de ressorts est évidemment impossible. — On peut encore interpréter ce fait ainsi : dans les marteaux mécaniques toute l'énergie est cédée à chaque période complète. Il ne saurait donc être question d'admettre un échange d'énergie d'une période à l'autre. Le dispositif préconisé par M. Scheferstein ne peut être intéressant que pour les machines dans lesquelles des masses oscillantes introduisent des composantes perturbatrices et non pour le marteau dans lequel l'énergie que contient la masse correspond au travail moyen. Le travail fourni pour la modification de la pièce à usiner ne peut pas être récupéré par des ressorts.

Il convient d'indiquer pourquoi le marteau à main électromécanique ne peut pas pratiquement remplacer le marteau à air comprimé, quoique des réalisations possibles aient été indiquées : une puissance de frappe d'au moins 750 w est reconnue nécessaire pour les marteaux à river moyens que l'on emploie dans la construction métallique : dans des conditions exceptionnelles de rendement, un moteur électrique d'environ 1 kw est nécessaire pour l'obtenir. Un marteau pneumatique de cette puissance pèse environ 10 kg alors qu'il est impossible de construire un marteau électrique, avec un moteur de 1 kw pesant moins de 25 kg, ce qui le rend peu maniable. On a proposé l'entrainement par arbre flexible. Cette solution est incertaine et dangereuse surtout lorsque le marteau est calé. Pour la même raison le marteau électromagnétique n'a reçu aucune application alors que l'auteur croyait à son avenir. Le point délicat est que la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique qui a lieu dans le marteau électrique ne peut se faire qu'en dépensant beaucoup de métal. Le marteau pneumatique en demande beaucoup moins, car il reçoit de l'énergie qui est déjà sous forme mécanique, et qu'aucune transformation n'est nécessaire.

On peut mentionner ici un montage oscillant mécanique qui, à l'inverse des montages précédents, ne sert pas à produire des oscillations, mais, au contraire, à détruire les oscillations perturbatrices. Il est destiné à combattre le pompage des machines à courant alternatif et, particulièrement, des moteurs synchrones et des commutatrices. Ce dispositif est très simple : il consiste en un petit volant qui est monté fou sur l'arbre de la machine et qui lui est relié par un ressort de force variable. Autrement dit, c'est un ensemble oscillant mécanique de période réglable, couplé sur la machine. L'accord doit être fait pour la fréquence de l'oscillation à détruire et il faut encore tenir compte de la phase de cette oscillation de manière que l'oscillation du volant soit déphasée de 180° sur celle de la machine. Le volant entre en résonance au moment où les oscillations vont se produire dans la machine et le pompage est étouffé aussitôt qu'il commence. Ce dispositif fut surtout employé pour les commutatrices et les moteurs synchrones de faible puissance qui ont la tendance fâcheuse, par suite de leur résistance ohmique élevée, à donner une oscillation propre. Il présente l'avantage d'être facilement monté en cas de besoin, même après coup.

Ce montage fonctionne d'une manière analogue à celle de la boite de tangage de Frahm. Elle consiste en une masse d'eau contenue dans un réservoir de forme telle que sa période propre soit accordée sur la période propre du navire et qu'elle diminue les oscillations du navire.

Les moteurs oscillants relèvent également de la même étude. Dans une acception large de cette désignation, on peut comprendre tous les moteurs dont on peut renverser le sens de marche : on passe ainsi des moteurs d'ascenseurs ou de machines d'extraction en général, aux moteurs destinés aux machines à sens réversible et aux machines à raboter, pour arriver enfin aux moteurs oscillants proprement dits qui n'exécutent que de courtes vibrations et non des révolutions complètes. Le fonctionnement de ces moteurs est, dans les conditions habituelles, d'autant moins économique que les changements du sens d'entraînement sont plus fréquents et que les masses sont plus lourdes, à cause de l'énergie perdue pour mettre en vitesse et pour freiner. Il faut dire, dans les conditions habituelles, car il est possible de diminuer ces pertes ou même de les supprimer complètement par un dispositif approprié. Tels sont les dispositifs de démarrage avec champ maximum employés pour les moteurs d'extraction et de raboteuses et le montage Léonard. On sait que, dans ce montage, les pertes au démarrage ne sont pas plus grandes qu'en marche et que l'énergie contenue dans les masses en mouvement est récupérée pendant l'arrêt. Il peut donc permettre, théoriquement parlant, de faire fonctionner économiquement des moteurs oscillants de fréquence aussi élevée qu'en le voudra. Pratiquement, il n'est pas possible d'exciter assez vite la dynamo de règlage.

Le courant produit par une dynamo Léonard, dont on inverse rapidement et périodiquement l'excitation, est une sorte de courant alternatif. Sa fréquence ne peut cependant pas dépasser d'habitude quelques périodes à la minute A cause de cela, on est conduit à alimenter les moteurs oscillants avec de véritables courants alternatifs dès qu'il faut obtenir des fréquences d'oscillation élevées. Un moteur oscillant alimenté par du courant alternatif vibre naturellement en synchronisme avec le courant alternatif ; c'est un moteur synchrone oscillant. Son fonctionnement est pratiquement aussi avantageux que celui d'un moteur muni de la commande Léonard.

Il faut savoir que ce moteur synchrone oscillant est le plus ancien des moteurs à courant alternatif. Il est antérieur à tous les moteurs tournants, car son invention remonte à l'année 1879. Werner Siemens avait pris, en 1879, le brevet allemand n° 9469 dont la figure 3 indique le schéma. Ce moteur consiste en un noyau de fer mobile autour d'un axe, magnétisé par une bobine fixe parcourue par du courant continu et placée au milieu du noyau, alors que deux bobines fixes placées aux deux extrémités sont parcourues par du courant alternatif. Il se produit un champ inducteur oscillant dans le sens de l'axe qui entraîne le noyau. Ce dispositif devait servir pour un marteau électrique, mais Siemens voulait, ainsi que l'indique le début du brevet, également l'employer pour actionner diverses machines à mouvement alternatif. On ne peut savoir exactement à quelle application pratique l'inventeur le destinait, peut-être n'en a-t-il jamais eu une idée précise. En tout cas, on n'a pas encore trouvé un emploi de ce moteur oscillant rapide autre que celui sur lequel nous reviendrons.

Siemens avait non seulement fait breveter cette machine, mais même en avait conçu les plus belles espérances ainsi que l'indique sa correspondance avec son frère. Le principal défaut était dans le circuit magnétique ouvert et le noyau de fer massif. L'auteur, essayant de la réaliser d'après la technique moderne, lui donna la disposition indiquée dans la figure 4. La bobine excitatrice à courant continu a son circuit magnétique fermé, l'induit mobile est en tôles et porte des encoches dans lesquelles est logé l'enroulement à courant alternatif. Ce n'est, au fond, qu'une variante du moteur primitif. Cette disposition a été choisie par l'auteur, non

pour l'usage en marteau, mais pour d'autres applications. En effet, pour un marteau, ce serait l'induit qui formerait la masse et, d'après la loi « actio par est reactioni », subirait le travail de chaque coup de marteau. La réalisation proposée avec enroulement mobile ne se prêterait pas du tout à cette application.

Aucune autre réalisation que celle avec noyau de fer massif n'est possible, malgré les pertes par courant de Foucault qui se produisent dans le métal et qui représentent l'écueil rencontré par tous les inventeurs. Parmi ces derniers, il convient de citer Depoelle dont la machine offrait assez de ressemblances avec celle de Siemens. La partie principale de son invention résidait dans un générateur spécial qui donnait un courant alternatif convenable, de fréquence relativement basse. En 1890, la Société Union Elektrizitäts-Gesellschaft électrique établit, d'après le système Depoelle, une perceuse qui chauffait beaucoup, mais qui, malgré cela, travaillait bien. Dans sa construction, on employa le mica comme isolant, mais il fallait disposer de deux machines dont l'une se refroidissait pendant que l'on se servait de l'autre.

Une caractéristique désavantageuse, commune d'ailleurs aux moteurs synchrones tournants et oscillants, est d'avoir

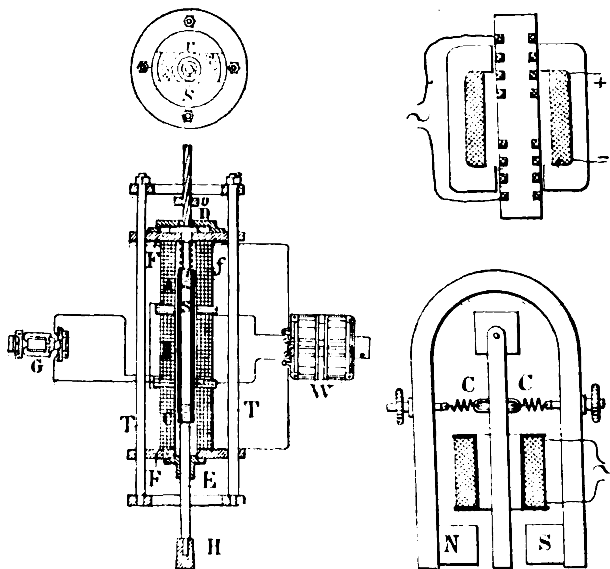


Fig. 3. — Moteur synchrone oscillant de Siemens (1879). — Fig. 4. Moteur synchrone oscillant. — Fig. 5. Redresseur pendulaire.

besoin de courant continu pour son excitation. On peut cependant, à la rigueur, s'en passer et faire l'excitation avec du courant alternatif, mais alors la vitesse de frappe — ou de rotation — est double. (Le fonctionnement est un peu semblable à celui du moteur triphasé dont le rotor et le stator sont simultanément alimentés.) Déjà avec du courant triphasé à 50 p : s et l'excitation avec du courant continu, la cadence de frappe est beaucoup trop élevée. Une cadence trois fois moins rapide — 1000 coups à la minute — conviendrait. L'auteur avait tourné cette difficulté en proposant de couper périodiquement le courant par un interrupteur synchrone et de n'utiliser que quelques-unes des périodes. Le fonctionnement est bon, ainsi qu'il l'a montré en 1914, mais l'interrupteur synchrone est un accessoire coûteux.

On a mentionné ci-dessus une application du moteur oscillant autre que celle du marteau : c'est celle du redresseur de courant alternatif, dit redresseur pendulaire.

La figure 5 donne la représentation schématique de cet appareil. On voit qu'il fonctionne exactement comme le moteur synchrone oscillant précédemment décrit. La seule modification consiste dans les ressorts C qui servent à accorder la période de l'induit sur celle du courant. Le but de cette mise en résonance est simple. Il est de compenser les forces mécaniques déphasées nécessaires pour l'accélération des masses. Avec une puissance donnée assez faible, on peut obtenir des oscillations de grande amplitude. On pourrait peut-être se demander pourquoi ce dispositif est mis en œuvre dans les redresseurs et non dans les moteurs oscillants plus puissants. La raison en est simple : ces derniers, destinés à actionner des marteaux, doivent, pour donner un travail utile, posséder un effort de traction notable pour mettre l'induit en vitesse et lui faire parcourir la courbe entière. La compensation des oscillations n'est donc pas utile ici. Les petits moteurs de redresseurs n'ont, par contre, aucun travail à fournir, leur puissance est faible et, pour donner une amplitude suffisante aux oscillations d'un induit de masse relativement importante, plusieurs périodes sont employées : ils peuvent compenser l'énergie des oscillations. On peut donc s'exprimer ainsi : il n'est utile de rechercher la résonance dans les moteurs oscillants que lorsque des forces réactives interviennent.

Il est peu probable que le moteur synchrone oscillant trouve d'autres applications surtout en ce qui concerne des puissances notables. Même lorsqu'on compense complètement les forces réactives du moteur oscillant, le moteur tournant permet une meilleure utilisation du métal par suite de sa vitesse de rotation constamment élevée et reste le meilleur marché, pour une puissance donnée. La transformation d'un mouvement circulaire en un mouvement alternatif par bielle et manivelle est tellement simple qu'il est inutile, pour l'éviter, de recourir à des dépenses anormales.

Les moteurs oscillants avec excitation en courant continu ont, tout comme les moteurs synchrones tournants, la propriété, lorsqu'ils sont surexcités, de donner au réseau un courant déphasé en avant. Tel est le principe du vibrateur de Kapp. Pour la compensation de la puissance électrique réactive, les circonstances sont plus favorables que précédemment, car le courant compensateur doit être envoyé dans l'induit d'un moteur asynchrone. Dans ce cas, la puissance réactive à fournir est beaucoup plus petite que s'il fallait compenser directement le réseau — exactement dans le rapport de la fréquence du glissement à la fréquence du réseau. De plus, cette puissance réactive doit être à la fréquence du glissement et, si on voulait la réaliser par une machine synchrone tournante, on serait conduit à des vitesses de rotation basses et peu économiques : par exemple, à la fréquence de 50 p : s et avec un glissement de 4 pour 100, la vitesse serait $n = 120$ t : m. Gisbert Kapp a montré que, dans ce cas, il est avantageux de faire produire le courant réactif par un moteur synchrone oscillant.

Ce moteur peut être construit de manière à effectuer plusieurs oscillations pendant chaque alternance et à atteindre ainsi une plus grande vitesse périphérique qu'une machine tournante qui ne fait qu'un tour par période. Le vibrateur de Kapp est d'ailleurs assez connu pour qu'il n'y ait pas lieu d'y revenir, mais il convenait de le mentionner dans cette étude. — B. H.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

VIII. — Matériel destiné à l'équipement des lignes [1].

Bien qu'il ait été question d'une partie de ce matériel dans les chapitres qui précèdent, l'auteur a été amené à lui consacrer un chapitre spécial, étant donné l'intérêt que présentent un certain nombre de pièces exposées non encore mentionnées. Il est donc d'abord rappelé que la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont et la Société Geoffroy-Delore ont montré des câbles pour canalisations souterraines, prévus pour une très haute tension. La Société Geoffroy-Delore a également exposé divers modèles de boites pour canalisations souterraines dont il est fait mention ici. En ce qui concerne le matériel destiné à l'équipement des lignes aériennes, on remarquera que les isolateurs en porcelaine étaient représentés dans les stands de La Porcelaine Haute Tension, de la Compagnie générale d'Electricité et dans le poste de coupure au montage duquel ont collaboré plusieurs firmes, déjà nommées au chapitre I, parmi lesquelles la Compagnie générale d'Electro-Céramique qui a précisément fourni les isolateurs. L'isolateur en basalte était présenté par la Compagnie générale du Basalte; il n'est que mentionné ici, les propriétés du basalte en tant qu'isolant en général ayant été définies dans un chapitre antérieur. Il en est de même de l'isolit, nouveau produit destiné, en particulier, au scellement des ferrures sur les isolateurs et exposé par la Compagnie générale d'Entreprises électriques. On trouvera ensuite une description de l'isolateur métallique présenté par M. L. Neu et du matériel Mahaut, qui comprend les divers modèles de pièces pour la fixation des isolateurs sur les poteaux ou pylônes à savoir, des traverses, colliers, brides, etc., créés et exposés dans le stand du Matériel Mahaut. Enfin, il est fait mention des charpentes métalliques présentées par les Etablissements Joseph Paris.

Nous ne reviendrons pas sur la question des fils et des câbles, notamment sur celle des câbles destinés aux canalisations souterraines, dont nous avons déjà parlé dans des chapitres précédents. C'est ainsi que nous avons mentionné le câble à surface équipotentielle pour des tensions de 66000 v, présenté par la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont [2], ainsi que les divers spécimens de câbles [3], dont un également prévu pour cette même tension de 60000 v [2], qu'a exposés la Société Geoffroy-Delore [4].

Mais nous nous proposons d'examiner ici les progrès réalisés dans la conception et la fabrication du matériel indispensable à la construction des lignes, souterraines ou aériennes. Trop souvent, ce matériel, considéré comme accessoire, n'est jugé digne d'une étude approfondie que lorsque les tensions sous lesquelles l'énergie électrique est transmise deviennent importantes et, de ce fait, dangereuses : ce n'est guère que dans ce cas qu'on a quelques égards pour lui. Tant que la tension adoptée pour la distribution de l'énergie électrique n'atteint pas ces valeurs, on ne porte qu'une attention très limitée au choix de ce matériel. Malgré cela, ainsi que nous le verrons dans ce chapitre, il existe un certain nombre de constructeurs qui cherchent à perfectionner le matériel dont on dispose pour l'équipement des lignes, en se plaçant non seulement au point de vue de la sécurité dans le cas des hautes tensions et des puissances importantes transmises, mais à celui de la sécurité mécanique et de la facilité de montage et d'entretien, point de vue qui intéresse tous les exploitants, quelles que soient les tensions et puissances mises en jeu dans la distribution qu'ils dirigent.

I. Canalisations souterraines. — La Société Geoffroy-Delore, que nous avons déjà mentionnée, a présenté un certain nombre d'appareils accessoires pour les canalisations souterraines, notamment des boites de jonction à l'intérieur desquelles sont prévues des entre-

[1] Voir les chapitres I à VII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 15 et 22 mars 1924, t. xv, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467 et 501.

[2] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. xv, p. 211-222.

[3] Id. Chapitre II. Fils et câbles. *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. xv, p. 255-256.

[4] A ce propos, nous rappelons que la Société Geoffroy-Delore a pris, le 14 septembre 1906, un brevet (n° 367 714) relatif aux câbles prévus pour les hautes tensions. Dans ce brevet, la dite société propose l'introduction d'une ou de plusieurs couches conductrices dans l'épaisseur de la matière isolante, qui assurent une répartition uniforme du potentiel à l'intérieur du câble. Ce procédé s'applique aux câbles à conducteur unique et à conducteurs multiples; dans ce dernier cas, le revêtement métallique de la dernière épaisseur de matière isolante peut être mis en contact avec l'enveloppe de protection.

toises en porcelaine, destinées à maintenir l'écartement des conducteurs des boîtes pour des câbles tripolaires, prévues pour des tensions s'élevant jusqu'à 40000 v et des boîtes de dérivation d'extrémité.

Dans ce même stand étaient exposés des boîtes aériennes, recouvertes d'une protection métallique et des coffrets d'abonné. Ces derniers comportent des barrettes amovibles à contact souple ; l'isolant employé en matière moulée permet un ajustage très précis des pièces métalliques, et, par suite, assure de meilleurs contacts que lorsqu'on emploie des isolants en porcelaine pour leur montage.

Rappelons ici la boîte d'extrémité et celle de jonction prévues pour le câble à surface équipotentielle, exposées par la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.

II. **Canalisations aériennes.** — Il y avait à l'Exposition de Physique et de T. S. F. un grand nombre de spécimens d'isolateurs en porcelaine, en basalte ou en quartz.

On sait que l'isolateur est un élément délicat dans toute distribution d'énergie électrique, surtout lorsque les tensions de service sont élevées. Les conditions auxquelles il doit satisfaire deviennent facilement incompatibles : conditions de sécurité au point de vue électrique et au point de vue mécanique. Les divers problèmes qui se présentent dans l'étude d'un isolateur sont d'abord ceux relatifs à la nature de l'isolant, ensuite, à la forme à donner à l'isolateur et, enfin, au mode de scellement et de fixation.

En ce qui concerne la nature de l'isolant, on a pu se rendre compte à l'Exposition de Physique et de T. S. F. que la porcelaine est employée d'une façon courante. Sa préparation fait l'objet des préoccupations des fabricants, ainsi que l'attestent les rapports présentés à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques qui se réunissait à Paris, à l'époque même où l'Exposition de Physique ouvrait ses portes ([1]).

Ces rapports ont été analysés avec beaucoup de détails dans la « Revue générale de l'Electricité » et méritent de retenir notre attention pour nous permettre de nous rendre compte des diverses préoccupations du céramiste désireux de donner satisfaction à l'ingénieur-électricien.

On sait que les éléments constitutifs de la porcelaine sont l'argile, la silice et le feldspath. De quelle nature doivent être les argiles adoptées? Dans quelles proportions faut-il mélanger la silice, sous forme de quartz, et le feldspath à l'argile qui forme la base même de la porcelaine? Telles sont les questions qui ont été examinées dans les rapports précités. On remarquera, en particulier, que la proportion de quartz, qui peut être considéré comme formant le squelette de la porcelaine (expression que nous empruntons à l'un des rapporteurs, M. Frank H. Riddle), est limitée par le fait que « la résistance électrique augmente avec la diminution de la silice, si l'on maintient fixes l'alumine et les fondants », ainsi que l'attestent les résultats d'essais présentés dans son rapport par M. F. Carini. Le feldspath, qui joue précisément le rôle de fondant, a pour effet de provoquer une diminution plus rapide de cette résistance électrique avec l'augmentation de la température que d'autres corps susceptibles de rendre les mêmes services que le feldspath au point de vue chimique, tels que le béryl.

Mais il n'y a pas seulement la question de la résistance électrique qui occupe le céramiste : la porcelaine destinée aux isolateurs doit satisfaire à d'autres conditions, physiques et mécaniques, qui ont une grande importance pour ceux qui sont chargés de la direction d'un réseau. Nous citerons notamment parmi ces conditions, celle d'une grande étanchéité à l'égard des liquides ; bien que la porcelaine jouisse, en général, de cette propriété, elle peut néanmoins présenter une certaine porosité nuisible au rôle qu'elle a à remplir. Une autre condition à laquelle elle doit satisfaire est celle d'avoir un faible coefficient de dilatation.

Si nous insistons sur ces divers points élémentaires, c'est dans le but de faire ressortir la complexité du problème que doit résoudre le fabricant de porcelaine, complexité dont on se rend difficilement compte à la simple vue d'un stand dans lequel ce fabricant nous présente ses produits.

Nous devons rappeler, en ce qui concerne la nature de l'isolant à adopter pour les isolateurs, que l'Exposition de Physique et de T. S. F. nous a donné l'occasion de constater que le basalte, dont nous avons déjà parlé ([1]), peut rendre de grands services dans ce domaine, ainsi que le quartz fondu.

Le deuxième point à considérer dans le choix d'un isolateur est la question de sa forme : deux solutions se présentent : la forme à cloche, simple ou multiple, suivant la tension de service pour laquelle l'isolateur est prévu, et la forme de maillon (qu'on appelle aussi de noix ou d'olive) pour les suspensions caténaires.

Avant d'aborder l'examen de la troisième question, celle du mode de scellement, qui intéresse moins le fabricant de porcelaine que le technicien chargé de la construction de la ligne, nous mentionnerons les divers stands dans lesquels étaient présentés des spécimens d'isolateurs.

La Société Porcelaine Haute Tension exposait un échantillon des diverses fabrications de son usine de Saint-Léonard, parmi lesquelles méritent d'être signalées les chaînes de maillons de diverses catégories, et un grand choix d'isolateurs.

Dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité ([2]), l'on pouvait remarquer la série complète d'iso-

([1]) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension (compte rendu de la deuxième section). *Revue générale de l'Electricité*, 15 décembre 1923, t. xvi, p. 946-952.

([1]) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. VI. Matériaux employés en électrotechnique. *Revue générale de l'Electricité*, 15 mars 1924, t. xv, p. 457-467.

([2]) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. II. Fils et câbles. *Revue générale de l'Electricité*, loc. cit.

lateurs de types français et américains, ainsi que plusieurs chaines prévues pour de hautes tensions, les unes du type Hewlett, les autres du type à capot et tige, avec des cornes d'amorçage.

Les isolateurs et les chaînes d'ancrage qui entraient dans le montage du poste de coupure prévu pour la tension de 150 000 v, et dont nous avons parlé précédemment (1), étaient de la fabrication de la Compagnie générale d'Electro-Céramique.

Les isolateurs du type Jeffery-Dewitt sont constitués comme le montre la figure 90, par un certain nombre, d'éléments en forme de cloche (ce nombre est de neuf, pour la tension de 150 000 v). Ils sont fixés les uns aux autres au moyen de tiges filetées également représentées sur la figure.

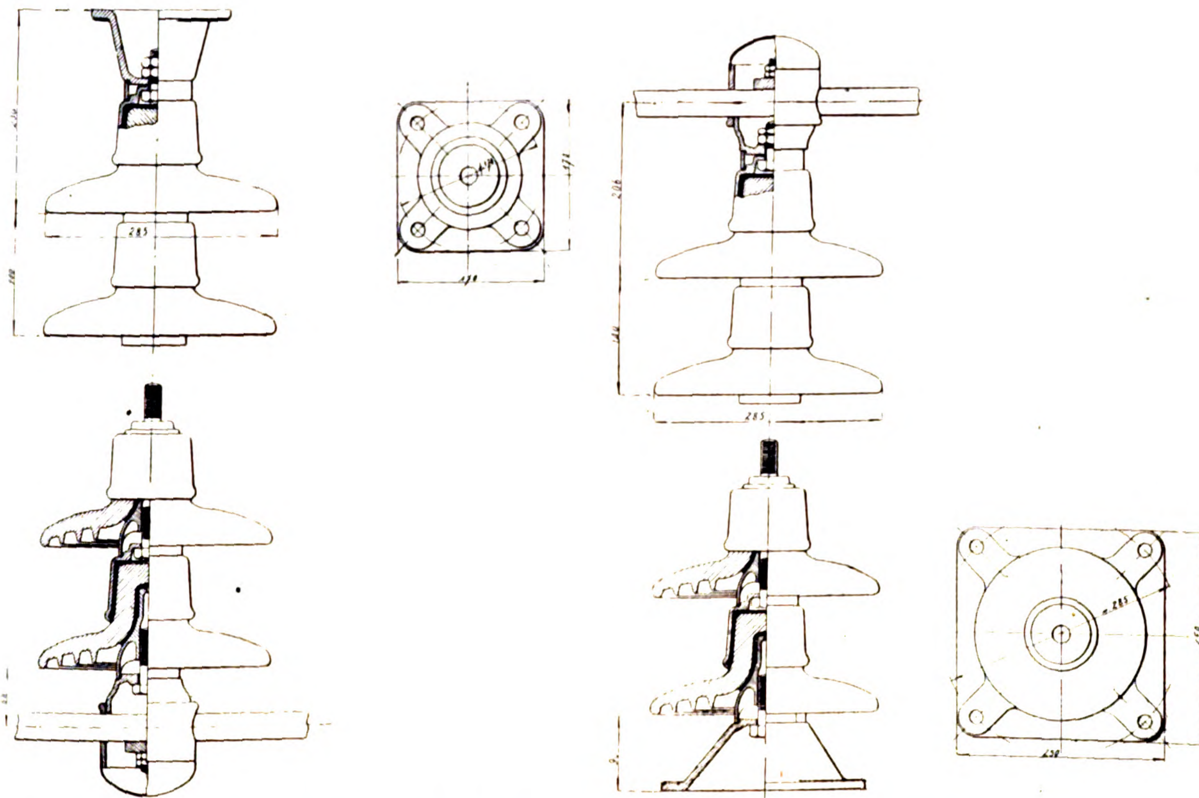


Fig. 90. — Support rigide, en porclaine, pour conducteur, type extérieur de la Compagnie générale d'Electro-Céramique

a) L'embase est à la partie supérieure du support; b) l'embase est à la partie inférieure du support. (Dans ce dernier cas, les dimensions de l'embase s'entendent pour des tensions supérieures à 120 000 v; si la tension de service est plus petite que 120 000 v, l'embase de la figure *a* est suffisante).

On retrouve cette même forme dans l'isolateur de suspension (type à capot et tige(qui est muni d'un capot soit en tôle d'acier, soit en acier forgé (fig. 91). La tension de percement d'un élément est de 110 000 v et l'amorçage de l'arc a lieu à 75 000 v pour un seul élément, et à 480 000 v pour dix éléments, à sec. Sous pluie inclinée à 45°, la tension d'amorçage de l'arc est de 45 000 v dans le premier cas, et de 330 000 v, dans le second.

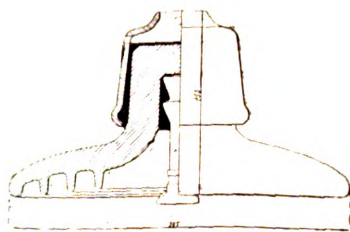


Fig. 91. — Isolateur de suspension (type à capot et tige), en porcelaine, de la Compagnie générale d'Electro-Céramique.

La Compagnie générale d'Electro-Céramique a, comme on le sait, aménagé dans son usine d'Ivry-Port (Seine), un laboratoire d'essais dans lequel la tension dont on peut disposer s'élève à un million de volts. Nous n'avons pas à décrire ici cette intéressante installation, qui a d'ailleurs fait l'objet d'un rapport présenté à la Conférence internationale des grands Réseaux électriques et reproduit presque intégralement

(1) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. I. Matériel destiné aux installations à très haute Tension. *Revue générale de l'Electricité*, loc. cit.

dans la « Revue générale de l'Electricité » (1). Nous signalons le fait, d'abord pour donner au lecteur une idée de l'importance des efforts réalisés par cette compagnie en vue de satisfaire aux conditions imposées à ce genre de fabrication et, ensuite, pour relever la coïncidence significative de la date de l'Exposition de Physique qui nous occupe et de celle de l'inauguration de ce laboratoire, qui porte le nom de Laboratoire Ampère (2).

Pour mémoire, nous mentionnerons ici le stand de la Compagnie générale du Basalte (3) dans lequel étaient exposés un certain nombre d'échantillons d'isolateurs en basalte.

En ce qui concerne les modes de scellement adoptés pour les isolateurs, nous rappellerons que la Compagnie générale d'Entreprises électriques a présenté un nouveau produit, l'isolit, qui paraît devoir remplacer la litharge, et cela très avantageusement, à en juger par les résultats obtenus dont nous avons parlé plus haut (4).

Dans ce même ordre d'idées, M. L. Neu a exposé un isolateur métallique se distinguant de ceux employés d'une façon courante par le fait que l'isolement de la ligne est assuré non plus par le corps même de l'isolateur, mais par la matière rentrant dans la constitution de son scellement sur la ferrure. Les considérations qui ont amené M. Neu à créer cet isolateur sont celles qu'il a présentées à la Société française des Electriciens dans sa séance du 14 mars 1918 (5), et que nous reproduisons en partie ci-dessous :

« Pour un isolateur de dimensions données, l'isolation dépend de la résistivité volumique et de la résistivité superficielle des substances qui le constituent. Pour des matières non poreuses, telles que verre ou porcelaine émaillée, la résistivité volumique est indépendante des circonstances atmosphériques. Au contraire, dès que l'air est humide, la résistivité superficielle de la plupart des substances est de beaucoup inférieure à celle de la résistivité volumique ; c'est donc presque exclusivement de la seule résistivité superficielle qu'il y aura lieu de se préoccuper (6).

» M. Harvey L. Curtis, physicien du Bureau of Standards de Washington, a publié, en 1915, une intéressante étude sur cette question....

» On remarque la constance de la résistivité superficielle de la paraffine (10^{17} ohms-cm), alors que la porcelaine voit sa résistivité superficielle tomber de 10^{15} ohms-cm dans l'air sec à 10^{12} ohms-cm dans l'air à 50 pour 100 d'humidité, et à 10^{9} ohms-cm dans l'air à 80 pour 100 d'humidité.

» La résistivité superficielle des substances poreuses est grandement améliorée par une imprégnation de paraffine...

» Il résulte de ces données (reproduites dans le bulletin précité) qu'à surface de fuite égale l'isolement dans de l'air à 90 pour 100 d'humidité sera, si cette surface est, par exemple, en soufre, quelque cent mille fois meilleur que si elle est en quartz, en verre ou en porcelaine. »

Nous donnons ci-dessous les résultats d'essais comparatifs entre un isolateur double cloche en porcelaine scellé au plâtre sur tige en fer galvanisé, et un isolateur constitué par une simple cloche métallique (fig. 92) scellée sur une tige en fer galvanisé par un

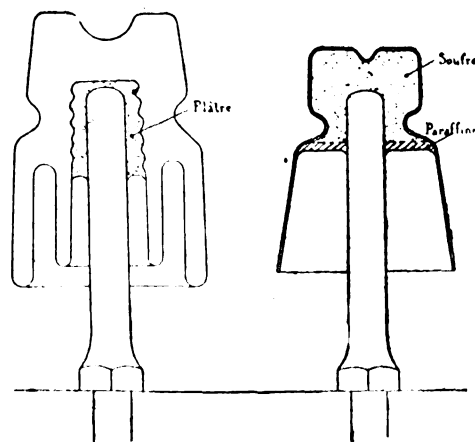


Fig. 92. — Isolateur métallique de M. L. Neu.

scellement au soufre, recouvert d'une légère couche de paraffine. Ces essais ont été effectués au Laboratoire central d'Electricité.

Résistance d'isolement en mégohms
(par la méthode de déviation sous 410 volts).

	Isolateur métallique.	Isolateur en porcelaine.
Dans une atmosphère sèche..............	> 500 000	> 500 000
Dans une atmosphère très humide.......	> 500 000	40 000
Soumis à une pluie tombant verticalement............	70 000 à 140 000	6 000 à 7 000
Soumis à une pluie inclinée à 45°......	70 000 à 90 000	1 300

(1) Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. Compte rendu de la deuxième section. *Revue générale de l'Electricité*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 960-962.

(2) Inauguration du laboratoire Ampère à un million de volts. *Revue générale de l'Electricité*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 929-930.

(3) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. VI. Matériaux employés en électrotechnique. *Revue générale de l'Electricité*, 15 mars 1924, t. XV, p. 464-466.

(4) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. VI. *Loc. cit.*

(5) M.-L. Neu. Les Isolateurs métalliques. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mars 1918, t. VIII, 3e série, p. 83-92.

(6) Pour la définition des expressions « résistivité volumique » et « résistivité superficielle », voir : H.-L. Curtis; Mesure de la résistivité des diélectriques solides. *Revue générale de l'Electricité*, 30 juillet 1921, t. X, p. 159-162 et H.-L. Curtis; Pertes superficielles des isolants. Définition. Etude des causes qui modifient la résistivité superficielle. *Revue générale de l'Electricité*, 6 août 1921, t. X, p. 190-194.

Dans les essais à haute tension, la tension était appliquée entre le collet et la ferrure et on l'augmentait progressivement jusqu'à l'amorçage de l'arc ; la fréquence du courant alternatif utilisé était de 42 p : s.

Les résultats furent les suivants :

1° *Isolateurs métalliques à sec.* — A partir de 10 000 v, on a observé un bruit d'effluves à l'intérieur de l'isolateur. Les premières étincelles ont éclaté entre la ferrure et la cloche pour une tension de 16 000 v. Un arc s'est amorcé à 18 000 v.

2° *Essais sous pluie inclinée à 45°.* — a) *Isolateur en porcelaine* : L'arc s'amorce entre la cloche extérieure et le scellement, quand la tension a atteint 9 000 à 10 000 v.

b) *Isolateurs métalliques* : Avec un isolateur, l'arc s'est amorcé vers 11 000 v ; avec un deuxième isolateur, l'amorçage de l'arc a eu lieu vers 11 500 v.

L'isolateur présenté par M. Neu est à simple cloche, prévu pour une tension de service de 6000 v. En cas de surtension, l'arc s'amorce entre le bord métallique de la cloche et la tige, de sorte que la matière isolante n'est pas détériorée. De plus, sa solidité est une considération avantageuse pour le transport et la pose.

Sa substitution aux isolateurs en porcelaine sur les lignes télégraphiques et téléphoniques, en particulier, serait intéressante, à cause de la valeur élevée de l'isolement qu'il asssurerait à la ligne, même sous la pluie.

Dans le matériel destiné à l'équipement des lignes rentrent les pièces d'armement des supports d'isolateurs. L'Exposition de Physique et de T. S. F. nous a donné l'occasion de voir, dans le stand du Matériel Mahaut, une série d'échantillons de ces pièces. Pour comprendre l'intérêt qu'elles présentent, il importe de savoir que M. Mahaut a été amené à créer ce matériel à la suite d'une longue expérience acquise dans l'exploitation des réseaux de distribution d'énergie électrique. C'est en se rendant compte des défauts que présente le matériel adopté couramment, qu'il a été amené à le perfectionner. Il faut reconnaître qu'il y a là un objet d'études intéressantes, et que les pièces employées, en général, pour cet armement, ne sont pas établies suivant des règles bien définies. Par habitude, plus que par conviction technique, on se sert de pièces qui dérivent du matériel de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, consoles à pattes qui sont modifiées pour pouvoir être fixées au moyen de tirefonds ou de boulons ; ceci oblige à percer les poteaux, ce qui constitue un premier défaut, et l'emploi de tirefonds, souvent mal posés, rend le montage difficile lorsque les attaches doivent être doublées. De plus, dans le cas de cornes parachutes, il faut prévoir des arrangements spéciaux. Une autre solution consiste à adopter des ferrures, dites souples, en fers plats, cintrés sur le plat. Comme il est très difficile, sinon impossible, de leur faire épouser exactement la forme du poteau, leur serrage sur le dernier et celui des tiges sur les ferrures sont imparfaits, et le métal travaillant à la flexion se déforme.

Telles sont les considérations qui ont amené M. Mahaut à adopter, pour les pièces de fixation des supports d'isolateurs, des profilés du commerce, en double T ou en U, pour utiliser le métal dans les meilleures conditions possibles ; remarquons que le fer en U est préférable au fer en double T à cause de son moment

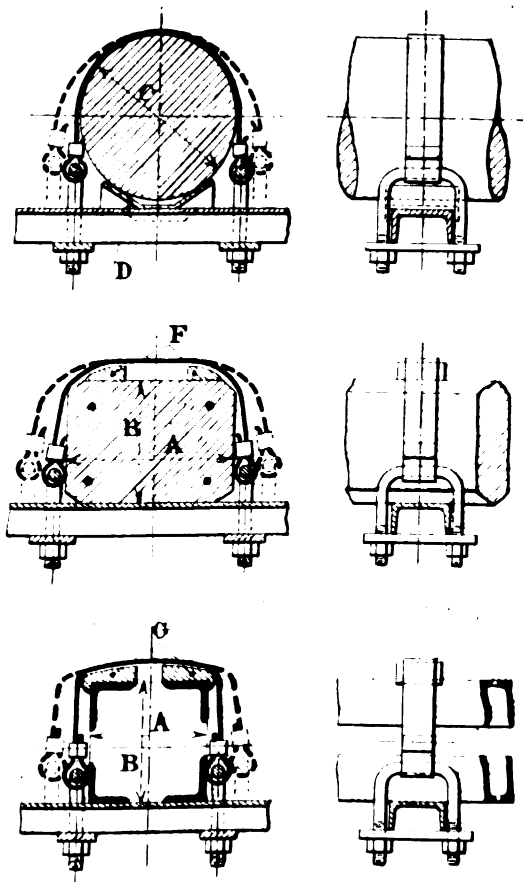


Fig. 95. — Schémas d'assemblage de traverses sur poteaux. (Matériel Mahaut).

Trait ponctué, forme de fabrication des colliers ; Trait fort, forme définitive après serrage ; D, F, G, cales tenant lieu de points d'appui des colliers.

d'inertie qui, à poids égal, est plus grand que celui du second profilé.

En principe donc le matériel en question est constitué par des traverses de fer, en U ou en double T, destinées à recevoir les supports d'isolateurs et par des pièces pour la fixation de ces traverses au poteau ou au pylône. Dans son stand, M. Mahaut présentait les solutions qu'il propose, suivant les cas que l'on rencontre dans les applications pratiques.

Voyons d'abord les modes de fixation des traverses sur les poteaux ou sur les pylônes.

Dans le cas des poteaux, les pièces de fixation sont constituées par des colliers formés d'une bande de

feuillard de largeur quelconque, généralement 40 mm, et de 3 à 4 mm d'épaisseur, terminée de chaque côté par un œil agrafé de telle sorte que cette agrafe travaille au cisaillement. Dans cet œil passent des brides doubles ou simples, en fer rond.

La forme donnée à ces colliers dépend de l'allure générale de la section maximum du support; sur la figure 93 les diverses formes sont indiquées en trait ponctué. Lors de leur fixation, ces bandes se déforment par suite du serrage et viennent épouser exactement la forme du poteau; elles ont alors l'allure représentée en trait plein sur la même figure.

Enfin, des cales D, F et G sont prévues pour répartir les efforts aux points critiques, et éviter toute détérioration soit de la bande, soit du poteau.

Pour les poteaux rectangulaires (fig. 94) la fixation est assurée par une contre-plaque en fer profilé en T, par

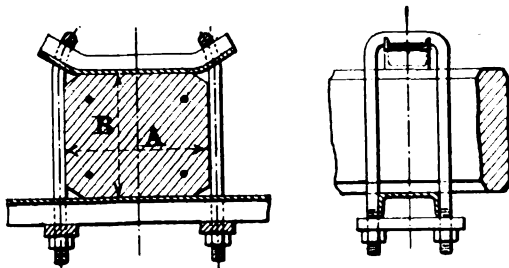


Fig. 94. — Schéma d'assemblage des traverses sur poteaux rectangulaires (Matériel Mahaut).

exemple; elle est cintrée à ses deux extrémités pour donner aux brides qui la relient à la traverse un plan de glissement tel qu'elles viennent s'appliquer au poteau lors du serrage.

Le mode d'attache, dans le cas des pylônes métalliques, est constitué par des brides en fer qui fixent la traverse sur un élément du pylône, soit dans un plan médian sur une cornière elle-même attachée aux cornières d'angle, soit sur un plan extérieur. Sur la figure 95 sont représentées la simple attache et la double attache, celle-ci pouvant être en parallèle ou en série.

Ces trois modes de fixation des traverses sur les poteaux ou sur les pylônes satisfont bien aux conditions que leur inventeur a cherché à réaliser. En effet, on peut se rendre compte, par l'examen des figures qui les représentent, que le métal travaille dans les meilleures conditions possibles : la boulonnerie, ainsi que les colliers et les brides, subissent exclusivement un effort de traction, tandis que les traverses travaillent à la flexion et sont disposées de telle façon que les bras de levier soient réduits au minimum. Il importe de remarquer que ces traverses ne sont affaiblies par aucun trou et qu'elles ne peuvent subir aucun mouvement de rotation, si faible soit-il ; les cales prévues dans le cas des poteaux ronds s'opposent à ce mouvement ainsi d'ailleurs que les brides dont on se sert sur les poteaux rectangulaires. Le tout épousant parfaitement le profil donné sur le périmètre minimum, tout déplacement de la traverse est impossible.

Signalons que l'on retrouve encore dans ce matériel le mode de fixation par boulon, qui peut être adopté sans inconvénient dans le montage dit « canadien » dont nous parlerons ultérieurement; mais, en ce qui concerne la fixation des traverses simples, nous avons suffisamment insisté sur les avantages des pièces exposées par M. Mahaut, pour n'avoir pas à montrer ici que la fixation par tirefonds ou boulons n'a plus sa raison d'être, étant donnés les défauts que présente ce procédé et auxquels remédient les solutions dont nous venons de parler.

Examinons maintenant le mode de fixation des tiges d'isolateurs sur les traverses. Il est prévu dans les ailes où l'âme du fer qui constitue la traverse un profil simple qui est destiné à recevoir la tige de l'isolateur et sur lequel cette tige sera serrée au moyen d'une bride. Là encore, l'inventeur, qui s'attache à réaliser un matériel simple, de construction facile et présentant en même temps toute la sécurité voulue, a adopté comme forme du profil en question une section carrée; dans ces conditions, l'encoche à angle droit peut recevoir des tiges de dimensions quelconques. Cette disposition assure un moment d'inertie maximum de la pièce qui travaille, et cela dans les deux directions de l'effort maximum, c'est-à-dire dans celle de la ligne et perpendiculairement à cette direction.

Si toutefois la section de la tige de l'isolateur est circulaire, le profil prévu dans la traverse peut également être circulaire.

La figure 96 représente les tiges d'isolateurs et leur fixation sur la traverse. Les tiges d'isolateurs sont obtenues par étirage dans la barre de section carrée de façon à obtenir un profil d'égale résistance se raccordant à la partie destinée à recevoir l'isolateur. En L est figurée l'entaille à angle droit de la traverse, qui, comme on peut le remarquer, ne nuit pas à la solidité de la traverse, puisqu'elle ne subit en ce point qu'un effort tranchant et que l'effort principal de la flexion est appliqué en son point d'encastrement, lequel n'est ni entaillé ni percé.

Les gorges K prévues sur la tige de l'isolateur sont réservées pour placer la bride qui serre la tige sur la traverse. Ces gorges obligent le personnel à faire un montage correct et, de plus, elles empêchent tout glissement vertical. Les tiges d'isolateurs peuvent être doubles et affecter une forme quelconque en J ou en U, par exemple. Ce même montage peut servir à l'installation de cornes parachutes simples ou doubles.

Là encore les boulons ne travaillent qu'à la traction et, comme nous l'avons déjà fait remarquer le travail à la flexion de l'ensemble tige et traverse est négligeable.

Telles sont les diverses pièces, remarquables par leur simplicité et toutefois établies suivant des règles bien définies, qui font l'objet de brevets et constituent le matériel Mahaut. Nous allons voir maintenant les divers modes d'application, et nous distinguerons,

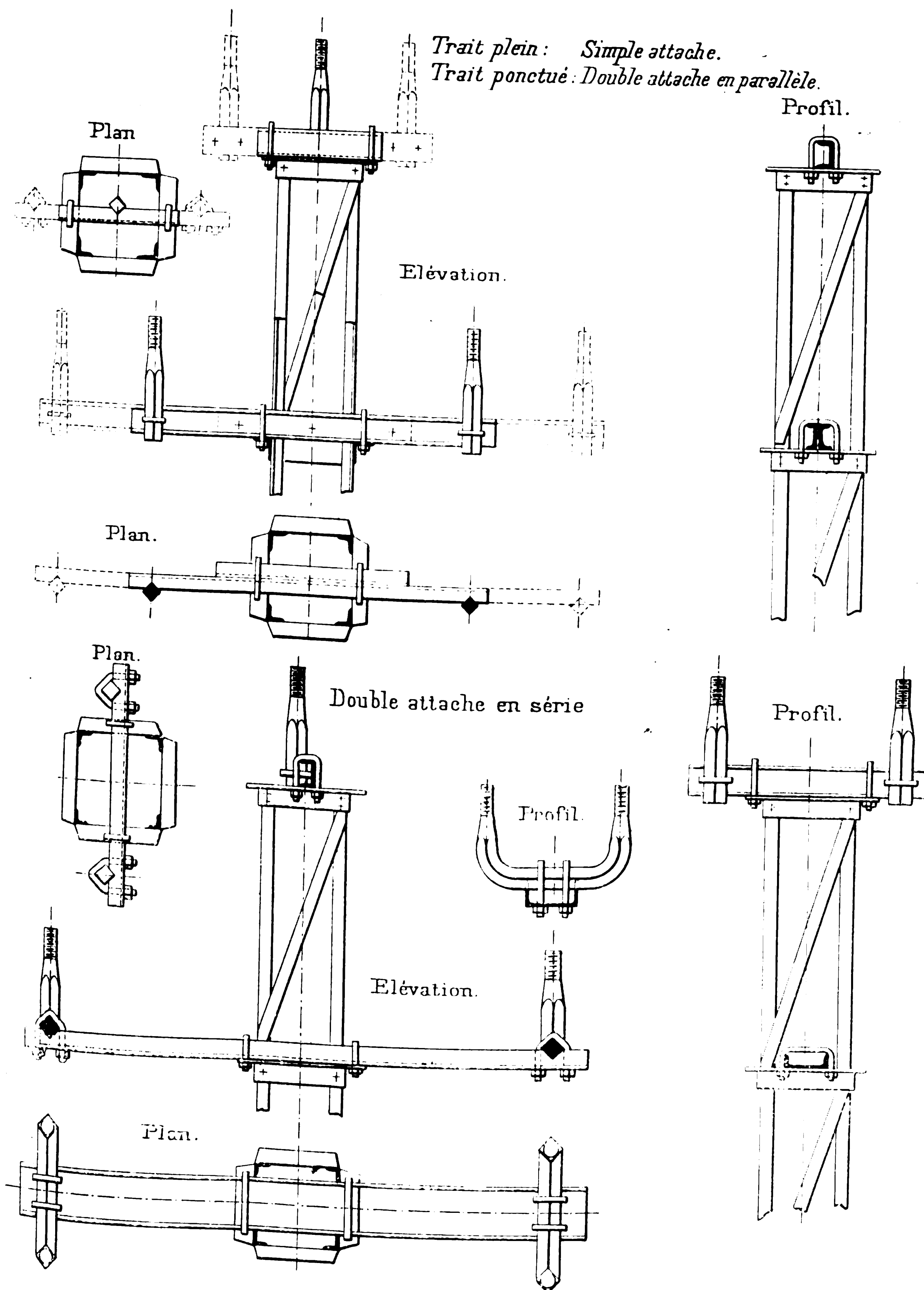


Fig. 55. — Schémas de montage des traverses sur pylônes.

outre le montage dit canadien que nous examinerons à la fin, le montage des traverses sur des poteaux en bois ou en béton et celui sur des pylônes métalliques. Dans les deux cas, on peut avoir à considérer le montage d'un fil au sommet du poteau, suivant l'axe de ce dernier, et celui de fils à l'une ou aux deux extrémités d'une traverse.

Sur la figure 95 sont représentées les traverses mon-

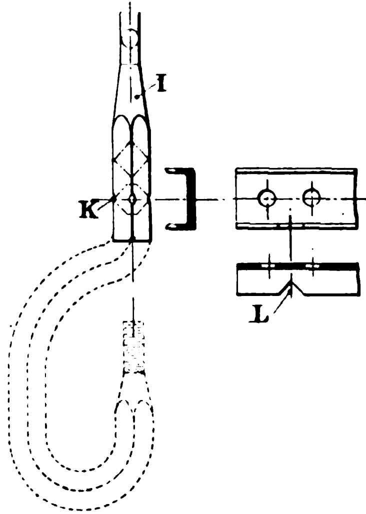


Fig. 96. — Tige d'isolateur (Matériel Mahaut).

I, section circulaire obtenue par étirage dans la barre de section carrée; K, empreinte destinée à recevoir la bride de fixation; L, entaille en V dans la traverse pour recevoir la tige.

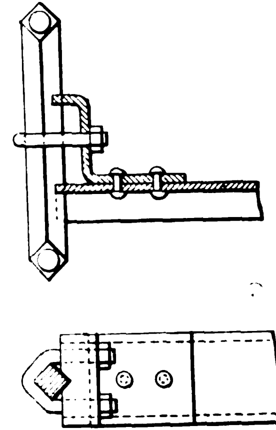


Fig. 97. — Schéma du mode de fixation des tiges d'isolateur sur les traverses dans le cas des efforts faibles. (Matériel Mahaut).

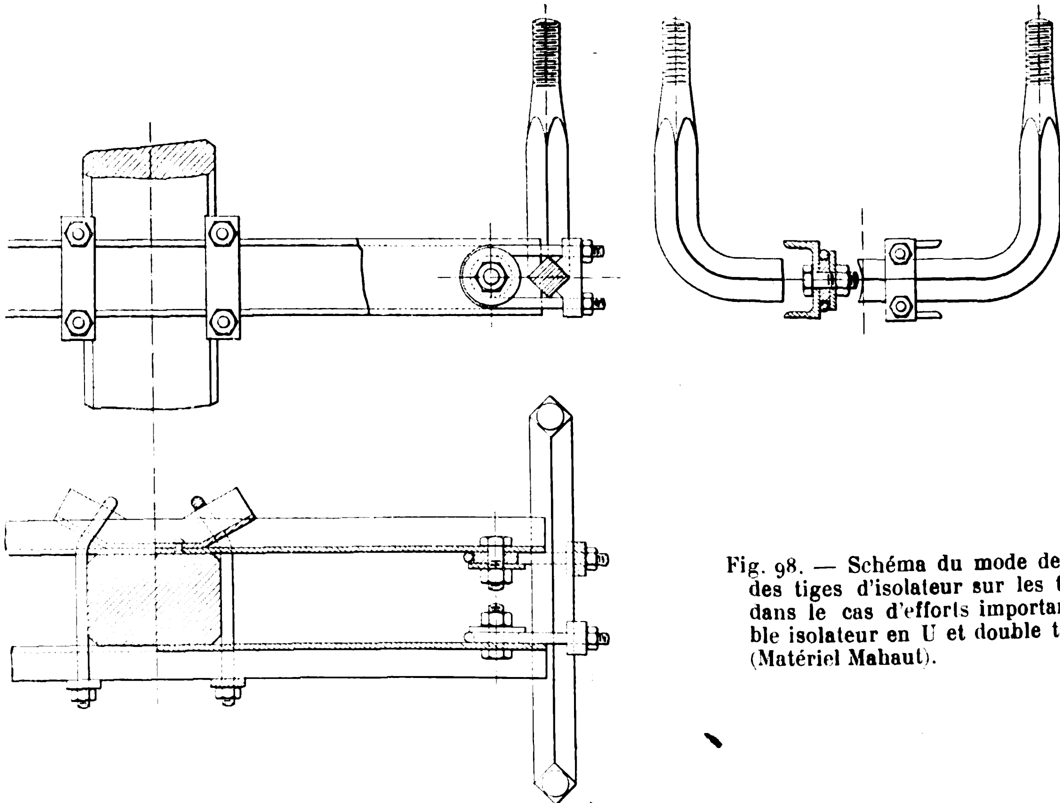


Fig. 98. — Schéma du mode de fixation des tiges d'isolateur sur les traverses dans le cas d'efforts importants (double isolateur en U et double traverse). (Matériel Mahaut).

tées sur poteaux, soit pour un isolateur (traits forts) soit pour deux isolateurs, destinés à deux fils en parallèle (trait ponctué). Les tiges employées sont droites; elles sont fixées sur la traverse avec une seule ou deux brides suivant leurs dimensions et celles de la traverse. Dans le cas de deux isolateurs en série par fil, on adop-

tera pour les isolateurs de tête le même dispositif, mais la traverse est orientée dans la direction de la ligne ; par contre, les tiges des isolateurs destinés à être montés sur les cotés du poteau seront doubles en U, ce qui permet de conserver les traverses droites et de n'avoir pas à tenir compte dans le montage de la distance d'axe en axe des isolateurs ; seule la distance des deux branches de la tige d'isolateur en U est prévue en conséquence.

La fixation de ces tiges est un peu différente suivant l'importance des efforts auxquels est soumis le système. S'ils sont faibles, une seule traverse suffit (fig. 97) ; elle comporte une seule entaille, tandis que la deuxième encoche nécessaire pour recevoir la partie horizontale de la tige en question est prévue à l'extrémité d'une pièce en Z, en fer plat, rivée à son tour sur la traverse.

Lorsque les efforts qui interviennent sont importants

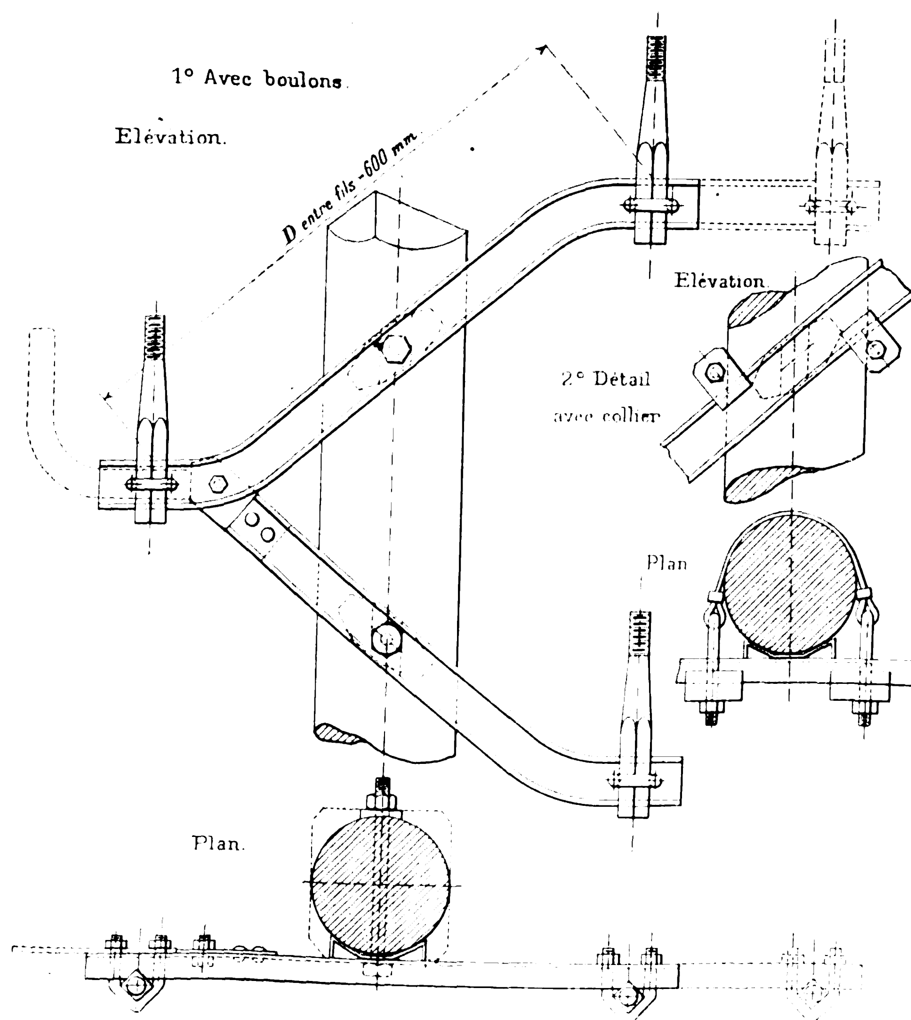


Fig. 99. — Schéma du montage dit canadien (cas des efforts faibles (Matériel Mahaut).

il est nécessaire de recourir à l'emploi de deux traverses (fig. 98), pour éviter la répartition dyssymétrique de l'effort à la flexion et au flambage. L'extrémité de chacune des deux traverses est entaillée à angle droit. Les brides, dont la disposition diffère de celle adoptée dans les cas précédents, s'appuient sur l'âme des traverses au moyen d'un macaron rivé ou boulonné sur ces dernières et maintiennent les tiges par l'intermédiaire d'un chapeau.

S'il s'agit d'un pylône métallique, la traverse du sommet du pylône est simple, comme dans le cas précédent, et son orientation dépend de la position des fils de ligne. Les autres traverses sont en général prévues pour des efforts importants ; à cet effet, la traverse principale, ainsi que nous l'avons déjà vu sur la figure 95, est doublée sur une longueur convenable d'un second fer profilé, rivé avec le premier, de façon à augmenter la stabilité d'appui de l'ensemble sur les cornières du pylône et le moment d'inertie à l'encastrement. Si les isolateurs sont disposés en série, on adopte la tige en U, comme pour les poteaux en bois ou en béton ; mais elle est fixée sur une traverse

en fer en U dont l'âme est placée horizontalement.

M. Mahaut préconise particulièrement le montage dit canadien; il remédie, comme on le sait, à l'inconvénient que présente la disposition qui consiste à monter les isolateurs à l'extrémité d'un bras horizontal; il peut se produire un pivotement de la traverse auquel nous avons déjà fait allusion plus haut et que les modes de fixation que nous venons de décrire parviennent à éviter; mais ce défaut n'est plus à craindre du tout, avec le mode de montage qui nous occupe. Il s'agit d'un ensemble de deux traverses qui forment avec le poteau un triangle. La fixation des traverses, même au moyen d'un boulon pour chacune d'elles, assure une immobilité parfaite du système, et cela sans l'adjonction d'aucune barre supplémentaire.

On pouvait voir dans le stand du Matériel Mahaut les

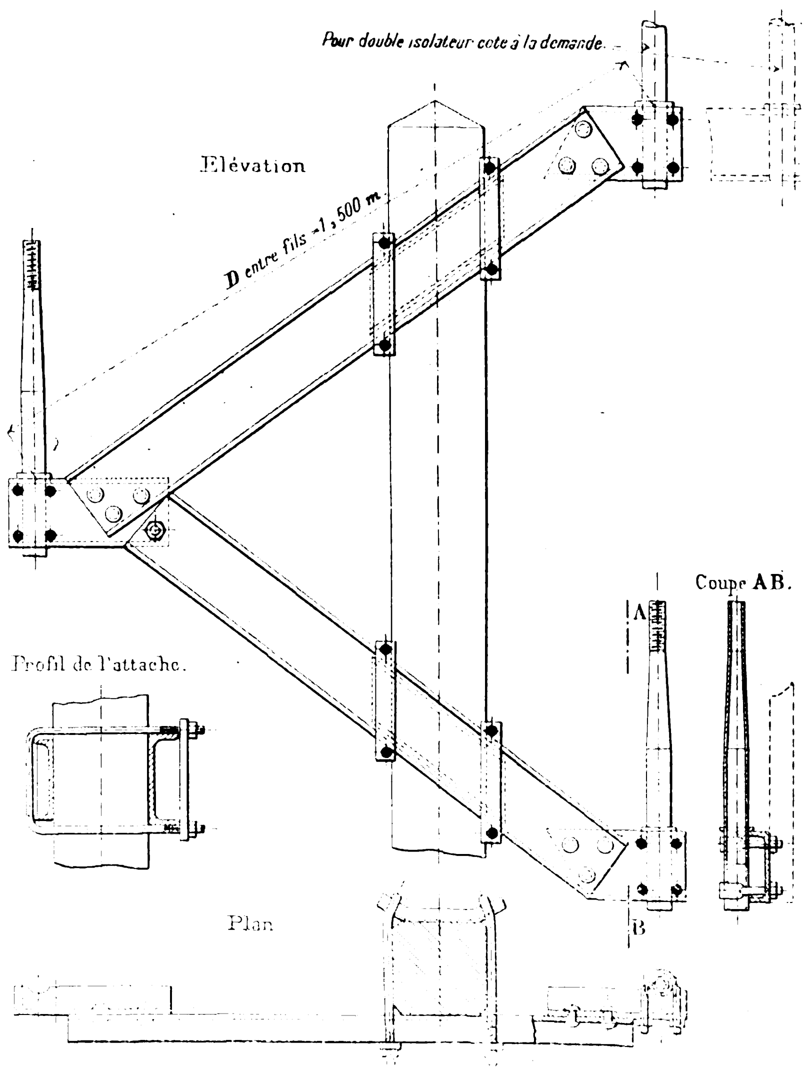


Fig. 100. — Schéma du montage dit canadien (cas des efforts importants) (Matériel Mahaut).

deux types de ferrures adoptés pour ce montage, l'un d'eux correspondant à des efforts faibles et l'autre, à des efforts plus importants. Dans le premier cas, les traverses sont cintrées (fig. 99), tandis que dans le second cas (fig. 100) elles constituent un assemblage par rivetage. Les modes de fixation soit des traverses sur les poteaux, soit des tiges d'isolateurs sur les traverses ne diffèrent pas de ceux qui sont adoptés pour les traverses horizontales. On cherchera, au point de vue de la stabilité du système, à se rapprocher de la position d'équilibre statique du poids des fils, c'est-à-dire à faire coïncider le centre de gravité du triangle dont les isolateurs constituent les sommets avec l'axe du poteau, dans la mesure où le permettent les considérations relatives à la sécurité. On réduit ainsi au minimum le bras de levier du côté où les traverses sont en porte à faux, et, comme elles sont calculées dans ce cas défavorable, elles sont très nettement surabondantes de l'autre côté.

La seule objection que l'on pourrait faire à l'ap-

plication de cet armement est de conduire à un poids nécessairement élevé, objection qu'il est facile de réfuter, si l'on se place au point de vue économique. Si, en effet, un fer unique répondant à un travail déterminé est plus lourd que la poutre composée devant satisfaire aux mêmes conditions, la main-d'œuvre pour la préparation du fer unique entraîne à des dépenses moindres; d'autre part, toutes les parties de la pièce étant facilement accessibles, l'entretien peut en être fait avec plus de soin et est plus facile à surveiller que dans le cas des poutres composées, ce qui assure une plus longue durée à la pièce unique, sans oublier la galvanisation qui s'effectue sans peine à l'atelier, à chaud dans le cas du fer unique et qui,

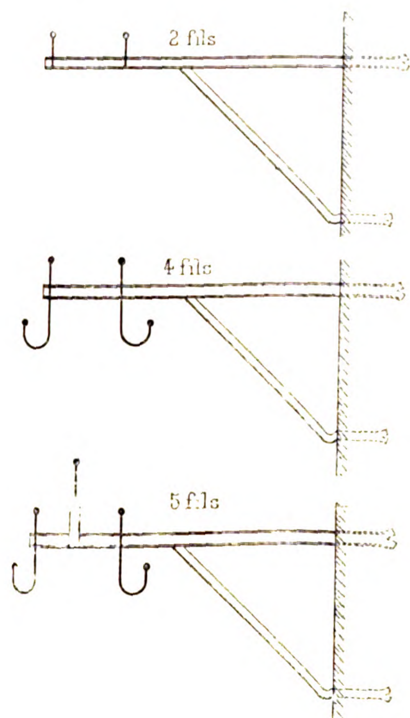


Fig. 101. — Schéma d'armements sur les consoles, pour 2, 4 et 5 fils (Matériel Mahaut).

dans les diverses solutions adoptées jusqu'à maintenant, est au contraire souvent faite après le montage des pièces, et cela nécessairement d'une façon imparfaite. Ces considérations mettent bien en évidence le fait que, malgré le poids relativement élevé des pièces d'armement que présentait M. Mahaut à l'Exposition de Physique pour le montage canadien, cette augmentation de poids, comparativement à celui des poutres composées dont on se sert d'une façon courante, n'est pas une cause d'augmentation des frais d'exploitation; pour une dépense annuelle relative aux frais d'entretien de la ligne sensiblement la même, toutes les autres conditions n'étant pas modifiées, on obtient une sécurité plus grande, avec un dispositif plus simple.

Signalons encore que ces mêmes principes sont appliqués au montage des lignes en toiture ou en façade des immeubles; là encore les traverses sont en fer profilé, fixées sur des consoles ou des potelets, et le mode d'attache des tiges d'isolateurs simples ou doubles, en S ou en U, est le même que dans le cas examiné précédemment (fig. 101). L'adoption des tiges doubles est particulièrement intéressante pour les branche-

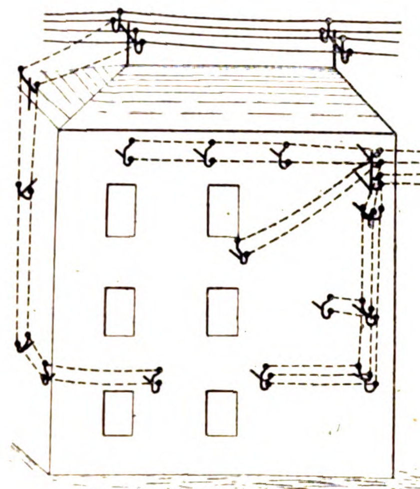


Fig. 102. — Schéma des applications de son matériel faite par la maison Mahaut aux branchements d'abonné.

ments d'abonnés: un seul bras scellé, boulonné ou tirefonné sur un immeuble suffit pour constituer une nappe de 2, 3, 4 et même 5 fils, qui peut passer de la direction verticale à la direction horizontale, à droite ou à gauche, en conservant les positions et les écartements des fils (fig. 102).

Enfin, les traverses en profilé servent également de supports pour l'armement des postes de transforma-

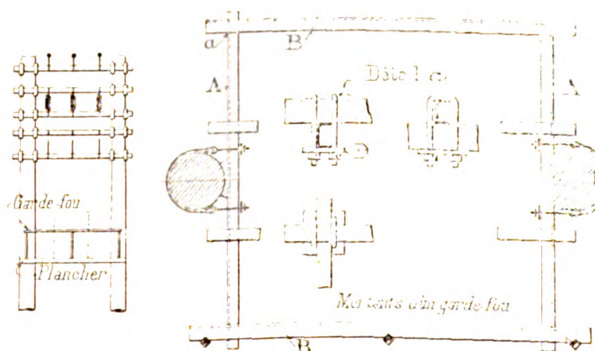


Fig. 103. — Schéma d'une application de son matériel faite par la maison Mahaut au montage des transformateurs sur poteaux.

teurs sur poteaux (fig. 103). Les traverses A sont fixées au poteau au moyen des colliers dont nous avons défini le principe plus haut, tandis que l'attache des traverses B sur les premières est assurée par des brides et contreplaques C et D représentées sur la figure.

Une visite au stand du Matériel Mahaut nous a paru

d'un intérêt suffisant pour justifier l'exposé que nous venons d'en faire : elle nous a placé en face de la solution d'un problème auquel on n'attache pas toujours l'importance qu'il mérite, bien qu'il intéresse tous les techniciens, cependant nombreux, chargés de la construction de lignes ; les dispositifs présentés sont étudiés de très près pour pouvoir donner satisfaction tant au point de vue purement technique qu'au point de vue pratique. Ils répondent aux conditions de sécurité imposées par la résistance des matériaux et sont de plus remarquables par leur simplicité.

Ce matériel, dont la plupart des pièces font l'objet de brevets récents, est certainement appelé à rendre de grands services, étant donné le mobile de sa conception ; son inventeur l'a créé, en toute connaissance de cause, en tant qu'ancien chef d'exploitation de réseaux, dans le but d'améliorer la sécurité des lignes, d'en faciliter le montage, l'entretien et la surveillance.

Dans le matériel destiné à l'équipement des lignes rentrent aussi les charpentes métalliques du poste de coupure à 150 000 v dont il a déjà été question. Ces charpentes sont de la construction des Etablissements Joseph Paris.

(A suivre.)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Les systèmes de distribution à deux tensions. Leur application aux régions rurales à population disséminée

L'auteur indique comment un choix judicieux des tensions de distribution apporte une solution technique au problème de l'électrification des campagnes dans les régions, de beaucoup les plus étendues en France, où la majorité de la population rurale se trouve disséminée dans des petits hameaux et des fermes isolées. Le système qu'il propose consiste à amener l'énergie dans les écarts au moyen de lignes à une tension variant entre 1 000 et 3 000 volts, selon les cas et à n'opérer la transformation qu'à proximité de chaque petit groupe d'usagers. Il résume les avantages que présente ce système aux points de vue technique et économique, signale son adoption par les collectivités d'électrification rurale des départements de la Vienne et des Deux-Sèvres dont les installations sont en service, en construction ou à l'étude et rapporte, à la suite d'une enquête effectuée par lui en Suisse, qu'un système basé sur le même principe a donné toute satisfaction dans le canton de Fribourg où la population agricole est particulièrement disséminée.

I. **Introduction.** — Tout réseau rural a pour fonction de distribuer l'énergie électrique pour tous usages aux populations agricoles, quelle que soit leur répartition géographique, c'est-à-dire aussi bien dans les régions où ces populations se trouvent disséminées que dans celles où elles se trouvent agglomérées.

Lorsque la population rurale se trouve groupée dans des bourgs ou des villages d'une certaine importance, les conditions économiques et techniques du réseau rural sont en somme les mêmes que celles du réseau urbain destiné à desservir les petites villes. Il n'y a alors, entre l'entreprise rurale et l'entreprise urbaine de distribution, aucune différence d'espèce. Les dispositions techniques, les méthodes commerciales et administratives adoptées sont identiques et le rôle des pouvoirs publics, ainsi que des municipalités, se réduit en fait à subventionner le concessionnaire : l'aide financière apportée à l'industriel, si elle est bien dosée, a en définitive pour effet d'établir l'équivalence économique entre le réseau rural et le réseau urbain.

C'est ainsi qu'en France, avant et depuis la guerre, certaines régions à population bien groupée, l'Alsace et la Lorraine notamment, ont pu tout naturellement et sans grandes difficultés être dotées de distributions publiques d'énergie. Il en a été de même en Allemagne, par exemple dans les régions de Cologne et de Mayence, et en Suisse, dans les cantons de Bâle, de Zurich et de Genève.

Si, au contraire, nous examinons les conditions d'établissement et d'exploitation du réseau rural destiné à desservir les régions agricoles à population disséminée, qui sont, en France, les plus étendues, nous constatons chaque jour davantage qu'elles diffèrent profondément de celles qui déterminent l'électrification des villes ou villages et que nous nous trouvons en présence d'un problème nouveau exigeant une technique propre. Nous voyons notamment que l'entreprise de distribution d'énergie perd alors, dans une large mesure, son caractère industriel, pour conserver seulement celui d'intérêt public, que la régie se substitue fréquemment au concessionnaire, que la ligne de distribution va chez le client au lieu de l'attendre, que le forfait ou le tarif binôme remplacent la vente au compteur pure et simple, etc. Ainsi, tout naturellement, par suite de ces différences profondes, se pose la question de savoir si les méthodes techniques couramment appliquées à l'électrification des bourgades s'appliquent aussi à l'électrification des hameaux et des fermes isolées. Nous sommes convaincus qu'il n'en est pas ainsi et la présente étude relative à la question fondamentale du choix des tensions de distribution du courant a pour objet d'en donner les raisons.

II. **Systèmes à une seule tension de distribution.** — Un réseau de répartition à 22 000, 15 000, 10 000 ou 5 500 v alimente des transformateurs situés au centre de chaque groupement de population et donnant directement la basse tension de distribution à laquelle l'énergie est fournie aux abonnés, tant pour la force motrice que pour l'éclairage. Cette basse tension de distribution était normalement, égale, en France, jusqu'à ces dernières années, à 200-115 v. Les systèmes à une seule tension ont été améliorés, depuis la guerre, par l'introduction de la tension de distribution à 380-220 v, couramment adoptée en Lorraine, en Allemagne et dans certaines régions de la Suisse : c'est ainsi que la très importante coopérative de Pithiviers, qui s'étend sur tout un arrondissement, poursuit l'exécution d'un réseau basé sur le système 15 000-380-220 v, tout au moins en ce qui concerne les communes beauceronnes de son territoire.

Les systèmes de distribution à une seule tension sont d'usage courant et tout à fait bien adaptés à l'électrification des petites villes et des communes rurales à population bien groupée. Ce sont eux qui doivent aussi être appliqués dans les régions où le programme d'électrification s'adresse seulement aux bourgs et laisse définitivement de côté les écarts : villages, hameaux et fermes isolées. Par contre, nous sommes d'avis qu'ils ne se prêtent nullement à l'électrification rurale proprement dite.

III. **Systèmes à deux tensions de distribution.** — Dans ces systèmes, le réseau de répartition à 22 000, 15 000 ou 10 000 v, de développement restreint, alimente deux catégories de transformateurs :

a) Dans les bourgs d'une certaine importance, de plus de 300 à 500 habitants selon les cas, des transformateurs donnant directement le courant à basse tension 200-115 v, nécessaire aux besoins locaux ;

b) Des transformateurs donnant une tension, variable entre 500 et 3 000 v, que nous appelons haute tension de distribution. Ces transformateurs alimentent des lignes de distribution, à 2, 3 ou 4 fils amenant l'énergie dans les écarts : villages, hameaux et fermes isolées.

Ces lignes de distribution, à une tension, variable entre 500 et 3 000 v, alimentent à leur tour :

α) Les usagers de la force motrice agricole, chez lesquels sont installés des transformateurs d'abonnés qui ne sont mis en service qu'aux heures de fonctionnement des moteurs.

β) Des petits transformateurs monophasés de 500 w, 1, 2, 3, 4 ou 5 kv-A, très justement dimensionnés et destinés à donner le courant à 115 v, basse tension de distribution, nécessaire aux seuls usagers de l'éclairage.

Les systèmes à deux tensions de distribution, comme nous allons essayer de le montrer, nous semblent tout à fait bien adaptés à l'électrification rurale proprement dite, aussi nous sommes d'avis qu'il importe d'introduire leur principe de Suisse en France et de généraliser leur application. En Suisse, en effet, le canton de Fribourg exploite en régie, depuis 1903, sur 382 communes rurales à population très disséminée, un réseau établi avec adoption du système 8 000-500-115 v. Cette entreprise est des plus prospères puisqu'elle a donné un bénéfice net, en 1921, de 700 000 francs suisses.

IV. **Avantages pour les réseaux ruraux des systèmes à deux tensions de distribution sur les systèmes à une seule tension.** — 1. — Conditions d'établissement. — Tout d'abord, à quel principe fondamental doit être conforme un réseau de lignes rurales de distribution ?

A la possibilité de transmettre, jusqu'au seuil de chaque abonné dans des conditions techniques et économiques admissibles, immédiatement, la puissance nécessaire à l'éclairage ; dans un avenir prochain, la puissance nécessaire à la petite force motrice agricole (petits moteurs de 1, 2 ou 3 ch) ; dans un avenir plus lointain, la puissance nécessaire à la grosse force motrice agricole (battage nécessitant des moteurs de 6 à 12 ch) ; l'adaptation du réseau à sa fonction étant progressive et obtenue au fur et à mesure du développement de la clientèle, non pas par la transformation de ses éléments, mais par leur achèvement également progressif.

L'ingénieur, lorsqu'il étudie le tracé et le dimensionnement des divers éléments du réseau, ne sait pas du tout quelle sera, dans un avenir même prochain, la répartition de la puissance des abonnés dont il devra néanmoins assurer la transmission ; l'agriculteur, en effet, se montre en général très réservé lorsqu'on lui demande de signer des polices d'abonnement antérieurement à la construction des lignes. Le technicien, s'il a adopté un système à une seule tension de distribution, 15 000-380-220 v, par exemple, se trouve alors dans l'alternative suivante :

a) Calculer largement ses postes et ses lignes afin qu'ils soient à même de produire et de transmettre la puissance qui sera nécessaire lorsque l'usage de la force motrice se sera généralisé ; il consent alors des pertes à vide très élevées par rapport à la consommation présente et des immobilisations improductives pour un temps indéterminé ;

b) Dimensionner justement ses postes et ses lignes afin qu'ils suffisent à produire et à transmettre la puissance demandée immédiatement certaine (éclairage). Les immobilisations sont alors admissibles, mais la clientèle se développant, le réseau devra être constamment transformé : la ligne de distribution à 220 v ou même à 380 v, suffisante pour transmettre le courant assurant l'éclairage dans une ferme quelque peu éloignée, n'aura plus la capacité nécessaire pour transmettre le courant pour la force motrice lorsque l'exploitant sera acquis à l'idée d'installer un moteur : il faudra alors substituer à cette ligne à basse tension une ligne de raccordement à 15 000 v et établir un nouveau poste de transformateur.

Il n'y a aucune solution commune aux difficultés

économique et technique qui caractérisent respectivement les deux méthodes qui précèdent : la deuxième est généralement adoptée et il en résulte que le réseau est sans cesse à la limite de sa capacité de transmission.

En adoptant, au contraire, un système à deux tensions de distribution, 15 000/1 732-1 000/115 v, par exemple, toute immobilisation est à la fois définitive et immédiatement productive. La puissance des transformateurs installés correspond à chaque instant aux besoins actuels de la clientèle ; par simple adjonction, le moment venu, d'un ou deux fils aux lignes existantes, il sera possible de satisfaire aux besoins maxima normaux de la clientèle disséminée.

2. — Condition d'une distribution a tension unique. — Pour concréter la conclusion qui précède, prenons un exemple théorique dont les données soient conformes à celles rencontrées dans la pratique.

Soit O (fig. 1) un point d'alimentation en énergie électrique et soient A, B, C et D, 4 petits hameaux de

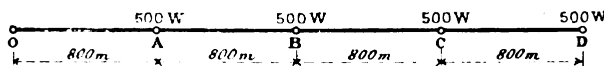


Fig. 1.

5 feux situés à 800 m les uns des autres sur le tracé rectifié OD de 3,2 km de longueur.

La puissance nécessaire à l'éclairage sera d'environ 500 w par hameau.

Si nous adoptons le système de distribution à une seule tension, le plus favorable, 380-220 v, nous placerons en O un poste alimentant une ligne OD à 380-220 v à 4 fils, dont 3 de 3,5 mm de diamètre et 1 de 3 mm de diamètre.

Le coût de l'élément OD sera de

$$3,2 \times 7\,500 = 24\,000 \text{ fr.}$$

Son débit d'énergie utile par année sera de l'ordre de

$$2 \times 600 = 1\,200 \text{ kw-h.}$$

En vendant 2 fr le kilowatt-heure pour l'éclairage, nous voyons que la recette sur l'élément OD sera égale à

$$2 \times 1\,200 = 2\,400 \text{ fr,}$$

soit 10 pour 100 des frais de premier établissement correspondants, c'est-à-dire égale au minimum qui paraît nécessaire pour que la construction de OD soit économiquement défendable.

Si, après un an d'exploitation, par exemple, un usager demande un abonnement à la force motrice pour un moteur de 3 ch, on pourra à la rigueur lui donner satisfaction s'il se trouve en A, B ou C, et s'il s'engage à ne pas utiliser son moteur aux heures d'éclairage ; mais cela sera déjà impossible s'il se trouve en D. Dans ce dernier cas, on devra renforcer les conducteurs sur l'élément OD, c'est-à-dire le constituer avec 3 fils de 4,5 mm et 1 fil de 3 mm de diamètre.

Le coût de la transformation de l'élément OD sera, au minimum, de

$$3,2 \times 2\,500 = 8\,000 \text{ fr,}$$

pour une énergie utile supplémentaire, de l'ordre de

$$3 \times 150 = 450 \text{ kw-h.}$$

Si le kilowatt-heure, pour la petite force motrice, est vendu 1 fr, la recette correspondante sera de 450 fr, soit 5,6 pour 100 des dépenses de transformation.

La transformation ne sera donc pas économiquement possible et l'exploitant trouvera dans le cahier des charges un article à invoquer pour refuser pratiquement la fourniture.

Si, dans la suite, au point C par exemple, un usager demande un abonnement pour une puissance de 6 kv-a (moteur de battage), la transformation de l'élément OC devra être totale. Il faudra construire une ligne à haute tension OC et un poste nouveau en C.

Le coût de l'opération sera au minimum de

$$2,4 \times 6\,300 + 5\,000, \text{ soit environ } 20\,000 \text{ fr,}$$

et l'énergie utile supplémentaire, de l'ordre de

$$6 \times 250 = 1\,500 \text{ kw-h.}$$

Si le kilowatt-heure, pour la grosse force motrice, est vendu 0,75 fr, la recette correspondante sera de

$$1\,500 \times 0,75 = 1\,125 \text{ fr,}$$

soit 5,6 pour 100 du coût de l'opération.

Dans ce cas, encore, la transformation ne sera pas économiquement possible.

3. Cas d'une distribution a deux tensions. — Appliquons maintenant le système à deux tensions de distribution : 1 732-1 000-115 v.

Nous construirons l'élément OD pour la tension de 1 000 v avec 2 fils de 3 mm de diamètre (1 fil de phase et le neutre) et, en A, B, C et D, des postes secondaires de 0,5 kv-a, pour l'éclairage, où la tension sera abaissée de 1 000 à 115 v.

Sur les supports de la ligne OD, la place pour 2 fils supplémentaires sera réservée.

La ligne à 1 000 v, 2 fils, coûtera environ

$$3,2 \times 5\,000 = 16\,000 \text{ fr.}$$

et les 4 postes secondaires :

$$4 \times 650 = 2\,600 \text{ fr ;}$$

soit, au total,

$$16\,000 + 2\,600 = 18\,600 \text{ fr}$$

La recette annuelle relative sur l'élément OD sera alors de l'ordre de

$$2 \times 1\,200 = 2\,400 \text{ fr},$$

soit 13 pour 100 du coût de l'installation.

Sans travaux supplémentaires, on pourra installer en chacun des points A, B, C et D, 2 petits moteurs à collecteurs de 3 ch, alimentés par des postes transformateurs monophasés d'abonnés dont le coût ne dépasse pas 1 200 fr. Si l'on tient compte de la différence de prix des moteurs à collecteurs et des moteurs triphasés à bagues, qui est de l'ordre de 800 fr pour le type de 3 ch, l'immobilisation totale sera de

$$8 \times 1\,200 + 8 \times 800 = 16\,000 \text{ fr},$$

pour une vente d'énergie de l'ordre de

$$3 \times 150 \times 8 = 3\,600 \text{ kw-h}.$$

La recette sera de 3600 fr, soit 22,5 pour 100 du montant des immobilisations supplémentaires, c'est-à-dire tout à fait intéressante.

Si nous avons, en C, une demande d'une puissance de 6 kv-a, nous achèverons la construction de l'élément OC par l'adjonction de 2 fils supplémentaires de phase, de 3 mm de diamètre, et nous installerons en C un transformateur triphasé d'abonné : le coût de ces travaux sera de :

$$1\,500 \times 3,2 + 3\,500 = 8\,300 \text{ fr}.$$

Pour une vente d'énergie de

$$6 \times 250 = 1\,500 \text{ kw-h},$$

et une recette de

$$1\,500 \times 0,75 = 1\,125 \text{ fr},$$

c'est-à-dire égale à 13,6 pour 100 du coût des installations d'achèvement correspondantes.

On voit que l'exploitant, contrairement à ce que nous avons remarqué pour les systèmes à une seule tension, aura intérêt à développer la clientèle de force motrice.

L'élément OD achevé, il sera en état de satisfaire à tous les besoins de force motrice prévisibles.

Supposons en effet qu'en chaque point A, B, C et D on installe un moteur de battage de 7 ch, en admettant un facteur de diversité de 0,5, la chute de tension au point D sera de l'ordre de 2,5 pour 100, c'est-à-dire que la capacité de transmission de l'élément OD sera loin d'être atteinte.

4. Avantages des systèmes de distribution a deux tensions. — En résumé, nous pouvons dire que les systèmes à deux tensions de distribution présentent les avantages suivants :

1° Possibilités technique et économique d'achever progressivement le réseau au fur et à mesure du développement de la clientèle de force motrice, par suite de la nature même des dispositions adoptées ;

2° Capacité de transmission suffisante pour satisfaire tous les besoins à venir prévisibles des usagers ruraux, puisque le courant à haute tension est amenée dès le début jusqu'à eux ;

3° Frais de premier établissement sensiblement moins élevés, par suite :

a) Du moindre développement des lignes de répartition, lesquelles, quel que soit le système adopté, se superposent, tout au moins en partie, à celles de distribution ;

b) De la réduction à un nombre relativement infime des postes alimentés par la tension de répartition ;

c) De la réduction du poids de cuivre sur les lignes de distribution, réduction qui entraîne une économie supérieure au coût des petits postes monophasés pour l'éclairage ;

d) Du développement prépondérant des lignes à 2 fils sur celles à 3 et 4 fils ;

4° Coût des travaux d'achèvement du réseau au cours de l'exploitation très faible, par rapport au coût des travaux de transformation nécessités par les systèmes à une seule tension ;

5° Intérêt certain, pour l'exploitant, à développer la clientèle de force motrice, puisque les immobilisations supplémentaires à consentir par lui à cet effet sont suffisamment rémunérées par les ventes normales d'énergie correspondantes ;

6° Réduction très notable du développement des lignes de répartition à haute tension et du nombre des postes principaux, par suite de l'importance de leur rayon d'action (variable de 4 à 15 km). Il s'ensuit une exploitation plus aisée du secteur, les accidents et les arrêts sur les installations à haute tension étant, de beaucoup, les plus fréquents et les plus graves ;

7° Augmentation de la puissance individuelle des postes connectés au réseau à haute tension de répartition (de 15 à 150 kv-a) et, par suite, possibilité d'avoir des transformateurs de puissance voisine de la puissance optimum correspondant à chaque tension primaire ;

8° Possibilité de compter, au droit des postes principaux, sur un faible facteur de diversité pour la force motrice et de les dimensionner, dans le plus grand nombre des cas, en tenant compte seulement de la pointe d'éclairage ;

9° Réduction très sensible de la puissance totale des transformateurs constamment sous tension et, par suite, des pertes totales dans le fer de ces appareils.

5. Pertes a vide. — La réduction des pertes à vide n'est pas évidente, bien au contraire, puisque le courant subit une transformation supplémentaire. Cependant elle s'explique, si l'on considère :

a) Que les transformateurs sont exactement dimensionnés en fonction seulement des puissances souscrites par les abonnés ;

b) Que les transformateurs pour la force motrice ne

sont sous tension qu'aux heures de fonctionnement des moteurs ;

c) Que l'on n'est pas arrêté dans le choix des faibles puissances par la limite minimum au-dessous de laquelle la construction ne peut *pratiquement* pas descendre pour une tension donnée.

Considérons un périmètre comprenant, par kilomètre carré, 30 habitants disséminés et évaluons les pertes à vide par habitant, selon que l'on adopte l'un ou l'autre des deux systèmes suivants :

a. Distribution à 15000/1 732-1 000/380-220 v;

b. Distribution à 15000/1 732-1 000/115 v.

La puissance des postes abaissant la tension de 15 000 à 380 v devra être au minimum de 10 kv-A si l'on veut qu'il soit possible d'alimenter simultanément 2 moteurs de battage ; leur rayon d'action maximum sera de 1 km si l'on s'impose comme condition de ne pas dépasser 5,5 mm pour le diamètre des fils. La population moyenne desservie par chaque poste sera de

$$\pi \times 1^2 \times 30 = 94 \text{ habitants,}$$

et la puissance des transformateurs installés par habitant sera de

$$\frac{10000}{94} = 106 \text{ v-A}.$$

Avec le système b, le rayon d'action des postes principaux, abaissant la tension de 15000 à 1 732 v, sera d'environ 5,5 km ; si l'on s'impose comme condition de ne pas dépasser 4,5 mm pour le diamètre des fils, la population desservie par chacun d'eux sera en moyenne de

$$\pi \times 5{,}5^2 \times 30 = 2\,830 \text{ habitants.}$$

Nous donnerons au transformateur une puissance de 50 kv-A, soit 18 v-A par habitant; cette puissance sera suffisante pour franchir la pointe d'éclairage et une pointe de force motrice correspondant à 250 chevaux installés dans les exploitations agricoles du périmètre intéressé. Les postes secondaires abaissant la tension de 1 000 à 115 v, destinés à fournir seulement le courant nécessaire à l'éclairage, auront une puissance moyenne, par habitant, de 25 v-A.

On voit donc que la puissance installée au droit des postes est, avec le système b, au total de 43 v-A par habitant, alors qu'elle dépasse 100 v-A avec le système a.

Considérons maintenant une ferme isolée de moyenne importance, qui n'utilise le courant que pour l'éclairage; dans ce cas, le facteur de puissance est égal à l'unité.

En appliquant le système a :

Puissance du poste de la ferme, 6 kw.

Perte dans le fer, 1,5 pour 100, soit $6\,000 \times 0{,}015 = 90$ w.

Perte annuelle d'énergie dans le fer du transformateur 15000/380 v,

$$0{,}090 \times 8\,700 = 783 \text{ kw-h.}$$

Au contraire avec le système b :

Puissance installée constamment sous tension :

1° Au poste principal	400 w	(établi pour les besoins généraux d'éclairage).
2° Au poste de la ferme...	500 w	(éclairage).
Total	900 w	

Perte moyenne dans le fer, 2 pour 100, soit :

$$900 \times 0{,}02 = 18 \text{ w.}$$

Perte annuelle d'énergie dans le fer des transformateurs :

$$0{,}018 \times 8{,}700 = 157 \text{ kw-h.}$$

Or, la consommation utile d'une ferme de moyenne importance ne dépasse guère :

1° Lumière	150 kw-h
2° Battage (pour 600 quintaux).....	600
3° Petite force motrice (pendant 100 h).	300
Total.............	1 050 kw-h

La perte à vide relative est donc égale à :

$\frac{783}{1050}$, soit 75 pour 100 de l'énergie utilisée, avec le système a ;

$\frac{157}{1050}$, soit 15 pour 100 de l'énergie utilisée, avec le système b.

Remarquons enfin que, dans tous les nouveaux cahiers des charges de concession, la clause relative à la taxation de l'énergie réactive, désastreuse pour les réseaux ruraux, est introduite. Si l'on se rappelle que le facteur de puissance correspondant à la marche à vide des transformateurs est de l'ordre de 0,15 et que la surtaxe pour l'énergie réactive couramment adoptée est de 30 pour 100, on constate que la perte d'énergie, tant réelle que réactive dans le fer du transformateur de ferme, majore le prix de revient du kilowatt-heure ainsi qu'il suit :

Avec le système a,

$$75\,(1 + 0{,}3 \operatorname{tg} \varphi) = 231 \text{ pour 100.}$$

Avec le système b,

$$15\,(1 + 0{,}3 \operatorname{tg} \varphi) = 45 \text{ pour 100.}$$

Il en résulte que ce prix de revient sera le plus souvent admissible avec le système 1 732-1 000/115 v et qu'il sera absolument prohibitif avec le système 380-220 v.

La seule considération des pertes à vide d'énergie réelle et réactive nous conduit à la conclusion suivante qui, pour être d'apparence paradoxale, n'en est pas moins exacte et facile à vérifier : dans les régions à population peu dense et entièrement disséminée, le

réseau rural à une seule tension de distribution est d'autant moins viable que le nombre des agriculteurs usagers de la force motrice est plus grand. Il suffirait, pour s'en convaincre, de procéder à une étude technique *et économique* sur un cas concret, en s'imposant comme condition, le battage électrique généralisé, pratiqué au droit de toutes les exploitations agricoles [1]. L'entreprise rurale de distribution, si elle veut vivre, est alors intéressée à limiter sa fonction à la seule distribution du courant utilisé pour l'éclairage.

6. Autres avantages de ces systèmes de distribution. — Les avantages des systèmes à deux tensions de distribution sont encore :

10° De permettre la fourniture du courant pour l'éclairage à des clients isolés, par la simple installation de petits transformateurs de 500 w sur un seul des supports de la ligne. Le prix de ces transformateurs est de 380 fr et le prix total du poste, de 500 à 700 fr;

11° De diminuer la fréquence des arrêts généraux et locaux, d'autant plus nombreux que les lignes de répartition sont plus développées et les postes plus nombreux sur ces lignes.

12° De réduire très sensiblement le poids de cuivre immobilisé, parce que la puissance nécessaire à chaque client est transportée à pied d'œuvre à une tension de distribution beaucoup plus élevée.

13° Si elle n'est pas imposée, de choisir une tension de répartition un peu plus élevée et par suite d'augmenter le périmètre des grands postes principaux produisant cette tension et alimentés à la tension de transmission.

7. Résultats obtenus. — Les avantages des systèmes à deux tensions de distribution que nous venons d'énumérer et d'expliquer ont été vérifiés au cours de nombreuses études comparatives faites par le Service du Génie rural de Tours. Nous donnons, dans le tableau I, les résultats obtenus pour la partie du territoire de la coopérative de Pithiviers comprise dans le Gâtinais.

Tableau I. — *Comparaison des variantes* 15 000 380-220 v *et* 15 000 1 732-1 000 115 v *pour la partie gatinaise du territoire de la coopérative de Pithiviers.*

	Variante 15 000/380-220 v		Variante 15 000/1 732-220 v	
	totaux	par habitant desservi	totaux	par habitant desservi
Population desservie, habitants	7 585		7 615	
Proportion de la population desservie, en centièmes	88,7		89	
Puissance installée, en volts-ampères	$421 \cdot 10^3$	55,5	$297 \cdot 10^3$	39
Développement des lignes à 15 000 v, en kilomètres	69,3		24,75	
Nombre de postes 15 000/1 732 v ou 15 000/380 v	26		5	
Développement total des lignes, en kilomètres	180		190	
Longueur de fil de cuivre employée, en kilomètres	597		521,8	
Poids de cuivre employé, en kilogrammes	63 400	8,36	43 270	5,750
Frais de premier établissement, en francs	1 335 000	176	1 120 000	147

Le Gâtinais, contrairement à la Beauce, est une région à sous-sol argileux où une partie importante de la population agricole est disséminée ; toutefois, parmi de nombreux hameaux ou fermes éparses, il existe des villages et des bourgs importants. Le projet étudié en 1921 était entièrement basé sur le système 15 000/380-220 v. Dernièrement, la coopérative, intéressée par les travaux en cours dans la Vienne, nous a demandé d'étudier pour cette région un projet basé sur le système 15 000/1 732-1 000/115 v; elle a en outre chargé son directeur, M. Strehler, de procéder à une enquête sur place en Suisse et dans la Vienne.

Les résultats de la comparaison seraient plus nettement en faveur du système à deux tensions de distribution, si nous avions choisi une région à population complètement disséminée (Sarthe, nord des Deux-Sèvres et de la Vienne par exemple).

(1) Nous excluons, bien entendu, de ces conclusions les cas où l'énergie serait fournie au secteur rural à des prix exceptionnellement bas.

V. Choix de la haute tension de distribution. —

Nous avons dit que la haute tension de distribution pouvait varier entre 500 et 3 000 v selon les données premières du périmètre considéré.

La régie du canton de Fribourg, en Suisse, a adopté la tension de 500 v afin de pouvoir alimenter directement les moteurs à cette tension chez les abonnés. Les installations intérieures nécessitent alors un appareillage spécial et exigent des installateurs l'application d'un règlement particulier tout différent de celui qu'ils ont coutume d'appliquer chez nous, où les lignes à 200-115 v sont d'usage presque général. Aussi, nous pensons qu'il serait imprudent, dans les conditions actuelles, de mettre du courant à la tension de 500 v à la portée des abonnés et qu'il vaut mieux renoncer à cette tension.

Le choix subsiste alors, à notre avis, entre :

La tension de 1 000 v (distribution sans fil neutre);

Les tensions 1 732-1 000 v (distribution avec fil neutre);

Les tensions 3 000-1 732 v (distribution avec fil neutre).

La tension de 1 000 v nous semble préférable dans les régions à population dense et très disséminée, où les transformateurs du type 500 w seront les plus nombreux, où domine la petite exploitation, la polyculture et, par suite, où l'usage de la force motrice agricole ne sera pas général.

Le système à 1 732-1 000 v aura sa place dans les régions identiques à celles qui précèdent, mais où, la densité de la population étant faible, le rayon d'action des postes principaux devra notablement être augmenté pour que leur puissance individuelle reste admissible.

Le système à 3 000-1 732 v, enfin, nous semble indiqué lorsqu'une partie importante de la population se trouve dans de gros hameaux et dans des villages, lorsque les fermes sont importantes et susceptibles d'utiliser la force motrice.

Il est bien évident que le choix de l'une de ces trois tensions pourra faire longtemps hésiter et souvent sera-t-il nécessaire, pour se prononcer, d'étudier l'avant-projet successivement avec d'eux d'entre elles. Il est utile alors, pour éviter les tâtonnements, de savoir comment varie le rayon d'action des postes ainsi que leur puissance avec la densité de la population, la section moyenne donnée aux conducteurs et la haute tension de distribution adoptée.

Il est facile d'établir (1) que :

1° Le rayon d'action des postes varie :

a) En raison inverse de la racine cubique de la densité de la population ;

b) En raison directe de la racine cubique des sections des conducteurs ;

c) En raison directe de la puissance 2/3 de la tension de distribution.

2° La puissance unitaire des postes varie :

a) En raison directe de la racine cubique de la densité de la population ;

b) En raison directe de la puissance 2/3 des sections de cuivre immobilisées ;

c) En raison directe de la puissance 4/3 de la tension de distribution.

De ces propositions il résulte que :

1° Le rayon d'action sera 2,08 fois plus grand avec le système à 3 000 v qu'avec celui à 1 000 v, et 1,44 fois plus grand avec le système à 3 000 v qu'avec celui à 1 732 v ;

2° La puissance des postes sera 4,32 fois plus grande avec le système à 3 000 v qu'avec le système à 1 000 v, et 2,08 fois plus grande avec celui à 3 000 v qu'avec celui à 1 732 v.

Comme données de base moyennes, on peut admettre :

Tension : 1 732-1 000 v.

Section moyenne des fils de cuivre : 12,56 mm² (4 mm de diamètre).

Densité de la population desservie par la haute tension de distribution : 20 habitants par kilomètre carré.

Rayon d'action des postes : 6,2 km.

Puissance unitaire : 39 kv-A.

VI. Transformateurs monophasés. — Les petits transformateurs monophasés adoptés doivent être du type extérieur cuirassé, sans huile, les enroulements étant noyés dans l'enduit « compound », leurs pertes à vide doivent être faibles.

Nous donnons dans le tableau II les caractéristiques électriques et économiques de ces appareils pour un lot récemment reçu.

Tableau II. — *Transformateurs monophasés à 1 000 v.*

Puissance watts	Prix francs	Poids kilogrammes	Pertes à vide : puissance réelle watts	Pertes à vide : puissance réactive watts	Facteur de puissance à vide	Chute relative de tension centièmes	Rendement à pleine charge centièmes
500	380	30	12	43	0.267	4.9	92,2
1 000	405	40	20	95	0.204	3.6	93,5
2 000	485	50	38	217	0.172	3	95,5

VII. Conclusion. — Pour conclure, nous nous bornerons à signaler que les systèmes de distribution à deux tensions ont été adoptés notamment :

1° Par le Syndicat intercommunal de Mauprévoir (Vienne) (16 communes, 17000 habitants, système 15000-1 000-115 v) dont les installations sont, partie en service, partie en construction ;

2° Par le Syndicat intercommunal de la Région de Civray (11 communes, 8 000 habitants, système 15000-1 000-115 v) dont le réseau est en construction ;

3° Par le Syndicat intercommunal de la Vienne, groupant toutes les communes non desservies du départe-

(1) L'auteur du présent article a exposé le détail de cette question dans un rapport intitulé « Variations du rayon d'action des postes de transformation et de leur puissance avec la densité de la population, la section des conducteurs et la tension de distribution », présenté au Ministère de l'Agriculture.

ment (180000 habitants, système 60000-15000-3000-1732-115 v), dont les travaux vont être incessamment commencés ;

4° Par le Comité d'Électrification rurale du Département des Deux-Sèvres, en vue de l'alimentation de toutes les communes non desservies de ce département (220000 habitants; système 60000-15000-3000-1732-115 v).

L. Olivié,
Ingénieur E. S. E. et agronome,
Ingénieur du Génie rural.

Revues, analyses et informations

La détermination de l'échauffement d'une machine chargée peu de temps, d'après les nouvelles prescriptions allemandes [1].

Les règles relatives à l'évaluation et l'essai des machines électriques (*E. T. Z.*, 1922, p. 360, § 35) et celles relatives aux essais des transformateurs (*E. T. Z.*, 1922, p. 327, § 37) indiquent que l'échauffement d'une machine chargée peu de temps ne doit pas être déterminé en identifiant sa température avec celle du réfrigérant, à la fin de l'essai, mais par la différence des températures de la machine, prises à la fin et au commencement de l'essai [2]. On ne tient pas compte ainsi de la variation de température du réfrigérant pendant l'essai. M. Osborne, à qui on est redevable de cette innovation, en a indiqué les raisons [3].

L'article suivant montre, en admettant quelques simplifications, l'influence de cette variation sur les résultats des essais.

Désignons par :

w, le travail qui est nécessaire pour échauffer la machine de 1°C, en joules ;

c, la puissance cédée par la machine au milieu réfrigérant pour une différence de température de 1°C, en watts ;

ζ, le temps compté à partir du commencement de l'expérience, en heures ;

ζ_2, la durée de l'essai, en heures.

Au temps	$\zeta_1 = 0$	ζ	ζ_2
La température du réfrigérant est.....	t_1	t	t_2
Et celle de la machine est............	T_1	T	T_2

V_a représentant la partie des pertes qui est indépendante de la température de la machine ;

V_b', la partie des pertes qui dépend de la température de la machine et telle que

$$V'_b = V_b\,[1 + \alpha\,(T - T_1)],$$

les pertes totales au temps ζ sont

$$V = V_a + V_b + \alpha V_b\,(T - T_1) = V_1 + \alpha V_b\,(T - T_1), \qquad (1)$$

expression dans laquelle V_1 est l'ensemble des pertes au début de l'essai.

Supposons que la température du réfrigérant augmente régulièrement au cours de l'essai de τ°C en une heure.

Alors, au temps ζ, on a

$$t = t_1 + \zeta\tau,$$

et au temps ζ_2,

$$t_2 = t_1 + \zeta_2\tau\,;$$

donc

$$\zeta_2\tau = t_2 - t_1.$$

Le réfrigérant s'échauffe en circulant à travers la machine. Cet échauffement est proportionnel aux pertes cédées par la machine et aussi proportionnel à la différence entre la température de la machine et la température moyenne du réfrigérant dans la machine. On a

$$t_m = t + f\,[T - t_m]\,;$$

d'où

$$t_m = \frac{t + fT}{1 + f} = \frac{1}{1 + f}\,[t_1 + \zeta\tau + fT]. \qquad (2)$$

La détermination de T et de T_2 s'effectue comme il suit. La répartition de la chaleur est telle que

$$V\,d\zeta = w\,dT + c\,(T - t_m)\,d\zeta. \qquad (3)$$

Pour V et t_m, on utilise les valeurs trouvées par les égalités (1) et (2). On obtient les relations

$$T = T_1 + \frac{\tau}{1+f}\,\frac{1}{a_1}\left[\zeta - \frac{w}{c}\,\frac{1}{a_1}\left(1 - e^{-\frac{c}{w}a_1\zeta}\right)\right] + a_2\left(1 - e^{-\frac{c}{w}a_1\zeta}\right), \qquad (4)$$

où

$$a_1 = \frac{1}{1 + f} - \alpha\,\frac{V_b}{c}\,;$$

$$a_2 = \frac{1}{a_1\,(1 + f)}\left[\frac{V_1}{c}\,(1 + f) - (T_1 - t_1)\right],$$

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 714-715, 1000 mots.

(2) Rappelons que, dans les deux cas, l'échauffement t, en degrés centésimaux, du cuivre, se détermine d'après son augmentation de résistance par la formule suivante

$$t = \frac{R \text{ à chaud} - R \text{ à froid}}{R \text{ à froid}}\,(235 + T \text{ à froid})$$

pour les machines fonctionnant pendant de courts intervalles de temps durant une heure. R, à froid, représente la résistance de l'enroulement à froid ; R, à chaud, sa résistance à chaud et T, à froid, la température à froid.

(3) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1921, t. XLII, p. 1511.

donc pour $z = z_2$, il vient

$$T_2 = T_1 + \frac{\tau z_2}{1+f}\frac{1}{a_1}\left[1 - \frac{w}{c}\times\frac{1}{a_1 z_1}\left(1 - e^{-\frac{c}{w}a_1 z_2}\right)\right]$$
$$+ a_2\left(1 - e^{-\frac{c}{w}a_1 z_2}\right). \qquad (5)$$

D'après les deux projets de règles, la machine doit, au début de l'essai, être à la même température que le réfrigérant. Donc

$$T_1 = t_1.$$

La valeur de T_2 devient alors

$$T_2 = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{1+f}\frac{1}{a_1}\left[1 - \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v}\right] + \frac{V_1}{c}\frac{1 - a^{-a_1 v}}{a_1}. \qquad (6)$$

Dans cette équation, $v = z_2\frac{c}{w}$; c'est-à-dire v est égal au rapport entre la durée de l'essai z_2, et la constante de temps, $\frac{w}{c} = z_k$, de la machine, z_k étant le temps dans lequel la température finale T_e atteinte effectivement en service pourrait être obtenue, si la variation de température pendant l'essai suivait la même loi qu'au début de l'expérience $\left(V z_k = w T_e\right.$; mais, comme $V = cT_e$, on a $\left.z_k = \frac{w}{c}\right)$.

Après le temps $2,3\frac{w}{c}$, la machine a déjà réalisé une augmentation de température qui est les 90 pour 100 de l'augmentation finale de température en service continu. Pour un service réellement de courte durée, z_2 doit être notablement plus petit que $2,3\frac{w}{c}$ et v également doit être plus petit que 2,3.

Application de la formule (6) aux prescriptions réglementaires. — Pour montrer l'effet du nouveau projet, on peut comparer les trois cas suivants :

a) C'est le cas idéal. La température du milieu réfrigérant ne varie pas. Donc $t_2 = t_1$.

La mesure de l'échauffement donne alors

$$\Delta T_a = T_2 - t_1 = \frac{V_1}{c}\times\frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1}. \qquad (6a)$$

b) La température du milieu réfrigérant varie. L'échauffement déterminé d'après les règles précédemment en vigueur est

$$\Delta T_b = T_2 - t_2 = \frac{V_1}{c}\times\frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1}$$
$$- \frac{t_2 - t_1}{a_1(1+f)}\left[a_1(1+f) - 1 + \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v}\right]. \qquad (6b)$$

c) La température du milieu réfrigérant change. L'échauffement déterminé d'après les nouvelles règles est

$$\Delta T_c = T_2 - t_1 = \frac{V_1}{c}\times\frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1} + \frac{t_2 - t_1}{a_1(1+f)}\left[1 - \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v}\right]. \qquad (6c)$$

La valeur des nouvelles prescriptions sera prouvée si l'on montre que ΔT_c se rapproche davantage de la valeur normale ΔT_a que ΔT_b. Il s'agit donc de comparer les deux erreurs

$$\Delta_n = \frac{\Delta T_a - \Delta T_b}{t_2 - t_1} = 1 - \frac{1}{a_1(1+f)}\left[1 - \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v}\right] \qquad (7a)$$

(erreur d'après les prescriptions jusqu'ici en vigueur);

$$\Delta_r = \frac{\Delta T_a - \Delta T_c}{t_2 - t_1} = -\frac{1}{a_1(1+f)}\left[1 - \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v}\right] \qquad (7b)$$

(erreur d'après les nouvelles prescriptions).

dans lesquelles

$$a_1 = \frac{1}{1+f}\quad \alpha\frac{V_b}{c} \quad \text{et} \quad v = z_2\frac{c}{w}.$$

a_1 est toujours plus petit que 1.

Si t_2 est plus grand que t_1 et si la valeur de Δ_n ou de Δ_r est négative, c'est que la méthode de calcul donne un plus fort échauffement que celui qu'on obtiendrait dans le cas idéal.

Application numérique. — Le facteur α est d'environ 0,004.

D'après la définition de c, $\frac{V_c}{c}$ est la température finale que la machine atteindra en service continu avec V_b watts.

Le coefficient f est environ égal à la moitié de l'échauffement du réfrigérant divisée par la différence de température entre la machine et le réfrigérant. f est rarement plus grand que 0,3.

pour $a_1 v =$	0	0,2	0.5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
$1 - \frac{1 - e^{-a_1 v}}{a_1 v} =$	0	0,0937	0,213	0,3117	0,3679	0,4177	0,4821	0,5363	0,5677.

Pour $a_1(1+f) = 1$, c'est-à-dire pour $V_b = 0$, cas où les pertes sont indépendantes de la température, les erreurs sont

$\Delta_n =$	1	0,906	0,787	0,688	0,632	0,582	0.518	0,464	0,432
$\Delta_r =$	0	—0,094	—0.213	—0,312	—0,368	—0,418	—0,482	—0.536	—0,568

Ceci indique que, si le service est réellement de courte durée, c'est-à-dire, si v est petit, l'erreur commise en employant les nouvelles règles est plus petite que celle commise avec les anciennes. Dans le cas où t_2 est plus grand que t_1, c'est-à-dire dans le cas où la température du réfrigérant augmente pendant l'essai, ce qui est le cas le plus fréquent, les nouvelles règles indiquent des échauffements trop grands et les anciennes, des échauffements trop petits.

Dans le tableau suivant, on a porté, pour plusieurs valeurs de f, c et $\frac{V_b}{c}$, les grandeurs des erreurs Δ_n et Δ_r.

r	$\frac{V_b}{c}$		$f = 0$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
1	0	Δ_n	0,632	0,644	0,655	0,666	0,676	0,686	0,695
		Δ_r	—0,368	0,356	— 0,345	—0,334	—0,324	—0,314	—0,305
	80	Δ_n	0,59	0,604	0,618	0,631	0,643	0,655	0,666
		Δ_r	—0,41	— 0,396	—0,382	— 0,369	—0,357	—0,345	—0,334
0,5	0	Δ_n	0,787	0,795	0,803	0,810	0,816	0,823	0,828
		Δ_r	—0,213	—0,205	—0,197	—0,19	—0,184	—0,177	—0,172
	80	Δ_n	0,774	0,787	0,797	0,805	0,811	0,818	0,818
		Δ_r	—0,226	—0,203	— 0,203	—0,195	—0,189	—0,185	—0,182

Même de grandes variations des facteurs f, r et $\frac{V_b}{c}$ n'influent donc guère sur le résultat final. — B. H.

Composition chimique des isolants employés dans l'industrie électrique comme matière de remplissage (¹).

I. Généralités. — La Commission centrale de Normalisation des Pays-Bas a établi un projet de règlement pour le coumpound utilisé comme matières de remplissage dans l'appareillage industriel. A ce propos, J.-W. Uytenbogaart a fait des recherches à Delft, dans le Laboratoire des Huiles minérales et de l'Industrie gazière, recherches qui font l'objet de l'article suivant.

Depuis près de trente-cinq ans, on employait presque exclusivement la porcelaine, la gutta-percha et le caoutchouc comme matières isolantes. Le champ des applications électrotechniques devenant de plus en plus étendu, on dut recourir à d'autres matières. Au point de vue pouvoir isolant et constance, les bitumes provenant d'asphaltes naturels et artificiels ont montré des qualités comparables à celles des matières rappelées ci-dessus. L'asphalte artificiel résulte de la distillation sèche de mélanges d'hydrocarbures complexes tels que les huiles minérales brutes, les acides gras, etc.. Les bitumes obtenus par distillation du goudron de houille, de bois, de lignite, de tourbe, de gaz d'huile, etc... occupent une place particulière. Les mazouts se rapprochent plus ou moins des asphaltes naturels suivant la teneur en asphalte naturel dissous dans l'huile primaire, teneur qui varie suivant la provenance de celle-ci : Trinité, Mexique, Californie. Si, lors de la distillation, les mazouts ont subi une décomposition, il en résulte une différence plus marquée entre les bitumes et les asphaltes naturels. Tous les asphaltes sont des mélanges d'hydrocarbures à exposants élevés et contiennent des éléments organiques et inorganiques. Le nombre des composés organiques est considérable et, jusqu'ici, on n'a pas encore réussi à séparer les éléments divers les uns des autres. On a seulement pu identifier quelques-uns de leurs groupes et les isoler surtout par distillation fractionnée. La composition élémentaire de tous les asphaltes est connue et correspond à la nomenclature suivante :

	Asphalte naturel.			Asphalte artificiel.		
Carbone............	78	à 90	pour 100	91 à 94		pour 100
Hydrogène..........	6	13	id	4	5	id
Soufre.............	0,5	15	id	0	1,2	id
Oxygène............	0,4	15	id	généralement absent		
Azote..............	9	16	id	0	0,1	id

Les éléments inorganiques sont d'origine minérale et consistent en sable, chaux ou argile. Les asphaltes artificiels en sont complètement exempts, à moins que ces matières n'aient été intentionnellement introduites lors de la préparation. Dans les asphaltes calcaires, ces éléments inorganiques peuvent représenter jusqu'à 91 pour 100 de la masse. Il s'agit surtout de carbonates de calcium et de magnésium, d'oxydes de fer et d'aluminium et de silice et, enfin, de silicates.

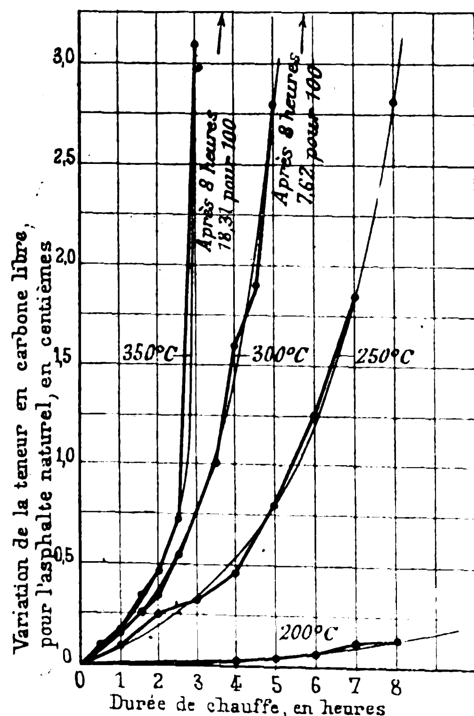
Dans les paragraphes suivants, l'auteur étudie les matières qui jouent un rôle prépondérant dans les propriétés du coumpound.

II. Carbone libre. — En général, les asphaltes artificiels contiennent plus de carbone libre que les asphaltes naturels. Ceci résulte du procédé de la fabrication dans lequel la masse contenant du carbone est maintenue assez longtemps à une très haute température : une partie de l'hydrogène se dégage et du carbone reste libre.

Le carbone pur est un excellent conducteur; aussi faut-il que la teneur du coumpound en carbone libre reste toujours au-dessous d'une certaine limite. En traitant l'asphalte artificiel par le benzol, il est possible de séparer presque complètement le carbone libre jusqu'à ne plus en laisser qu'une minime quantité à l'état colloïdal qui existe aussi dans l'asphalte naturel. Il est très difficile d'établir la teneur en carbone libre que l'on peut admettre dans le coumpound. Les recherches de la Commission d'Etudes ne sont encore arrivées à aucun résultat définitif. Cette teneur influe aussi sur la dureté du coumpound, sur sa viscosité, sur son point de fusion et sur son adhérence aux métaux. Il se peut même qu'un coumpound qui répond à toutes les exigences soit avarié au moment du garnissage du manchon. Si le coumpound est, en effet, trop longtemps réchauffé dans le creuset et dépasse une certaine température critique, il se produit une décomposition qui fait croître la teneur en car-

(¹) J.-W. Uytenbogaart. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 706-708, 2500 mots, 5 fig.

bone libre. Cette dernière production dépend beaucoup de l'origine et de la préparation du produit. Les recherches ont établi que les asphaltes artificiels étaient bien plus stables



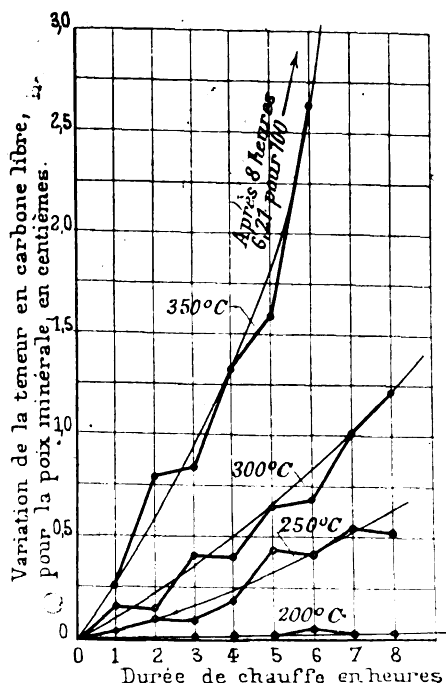


Fig. 1 et 2. — Variation de la teneur en carbone libre avec la durée du chauffage pour l'asphalte naturel et la poix.

que les asphaltes naturels. Lors de leur fabrication, ils sont, en effet, déjà soumis à la décomposition et prennent dès lors la teneur en carbone libre qui correspond à un produit définitif. En traitant les asphaltes artificiels par le benzol pour en extraire le carbone libre, on obtient des bitumes qui sont beaucoup plus stables à la chaleur que les bitumes naturels. Les asphaltes artificiels qui n'ont pas subi le traitement du benzol sont, à cause de leur teneur excessive en carbone libre, beaucoup moins qualifiés que les asphaltes naturels pour servir comme isolant.

Les figures 1, 2, 3 donnent les résultats de recherches sur l'augmentation de la teneur en carbone libre en fonction de la température et du temps de chauffage pour les trois variétés principales d'asphalte : asphalte naturel, poix minérale (résidu de la distillation du goudron de houille), résidu de pétrole. Ce dernier contient une certaine quantité d'asphalte naturel pur dissous dans de l'huile minérale brute et de l'asphalte artificiel produit par la décomposition des hydrocarbures à la fin de la distillation. La teneur initiale en carbone pur est très faible dans l'asphalte naturel étudié (environ 0.66 pour 100), alors qu'elle est très élevée dans la

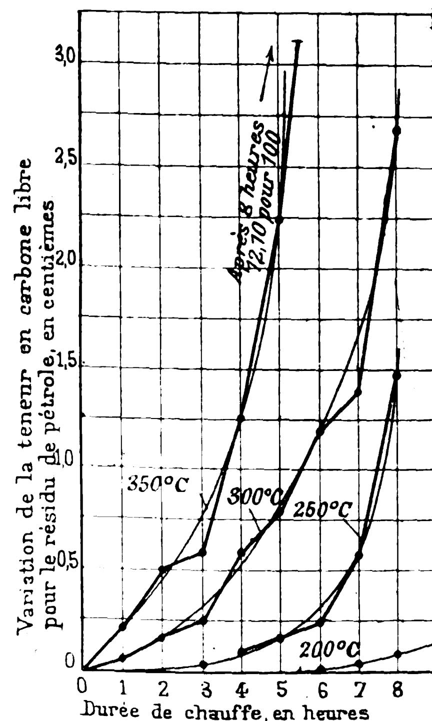


Fig. 3. — Variation de la teneur en carbone libre avec la durée du chauffage pour le mazout de pétrole.

poix minérale (28.52 pour 100). L'écart relativement grand entre les valeurs obtenues par l'expérience et les valeurs théoriques dans les courbes correspondant à la poix minérale (fig. 2), provient beaucoup de la difficulté que l'on rencontre à déterminer très exactement les variations des hautes teneurs en carbone libre et aussi un peu de l'instabilité de la poix minérale.

Les courbes établissent un fait pratiquement très important : aucune augmentation appréciable de la teneur en carbone libre ne se produit, même sur une durée de chauffe de huit heures, si la température reste inférieure à 200° C. En pratique, cette température est très souvent dépassée, surtout quand le chauffage a lieu sur un feu de charbon. Il faut encore rechercher si une diminution de la résistance d'isolement et de la rigidité diélectrique accompagne l'augmentation de la teneur en carbone libre. Des observations permettent déjà de conclure positivement.

III. Éléments silicatés et autres éléments inorganiques. — Ces éléments entrent toujours dans la composition de l'asphalte naturel, tandis qu'ils n'existent dans l'asphalte artificiel que si on les y a incorporées intentionnellement. Dans l'asphalte provenant du goudron des hauts fourneaux, ils peuvent représenter jusqu'à 20 pour 100 de la masse, par suite de l'addition de silicates dans les scories. Une partie de ces silicates est entraînée sous forme de cendres par les gaz de combustion. Certaines variétés de compound contiennent du sable qui a été ajouté dans l'intention d'élever le point de fusion de la masse. Le résultat obtenu dans ce sens est seulement apparent. Aussi convient-il de traiter les échantillons de compound par le benzol ou le sulfure de carbone et de prendre le point de fusion du bitume pur obtenu par évaporation du dissolvant. Si la température correspondante est bien inférieure à la température du point de fusion apparente du produit, on peut être sûr que le compound est trop mou.

Les silicates ont une moindre importance sur la résistance d'isolement et sur la rigidité diélectrique que le carbone libre, parce que la silice n'est pas bonne conductrice. La constante diélectrique croît même avec la teneur en silicates parce que celle de la silice est environ trois fois plus grande que celle du bitume. Le retrait du compound est bien diminué par l'adjonction de silicates; c'est pour cela que le sable est souvent employé pour rendre le produit « maigre ». Une trop forte addition de sable compromet, par contre, la bonne qualité du compound, car elle diminue la plasticité et la viscosité et risque de favoriser le fendillement du compound. La fluidité baisse en même temps que la conductibilité calorifique augmente par l'effet des produits ajoutés et le compound peut bien alors ne pas remplir complètement les manchons. Les dangers de séparation des éléments sont faibles, car les essais ont montré que le produit versé dans un tube de verre de 300 mm de hauteur et de 25 mm de diamètre, à des températures de 100° C et de 200° C conservait une teneur homogène en matières insolubles. Après la prise du compound, on préleva une couche de 10 mm d'épaisseur sur les deux bases du cylindre et on mesura la différence des teneurs en matières insolubles des deux échantillons. Ces différences furent, pour les produits contenant le plus d'éléments étrangers, de 0,03 pour 100 pour l'échantillon chauffé à 100°C et de 0,36 pour 100 pour l'échantillon chauffé à 200°C. Ces chiffres montrent l'influence de la température. La séparation est donc négligeable même aux plus hautes températures admissibles pour le coulage, par suite de la faible différence des densités des éléments et de la brusque décroissance de la viscosité pendant la première période du refroidissement.

Parmi les autres éléments inorganiques, les plus dangereux sont ceux qui sont solubles dans l'eau, car, même lorsqu'ils ne contiennent que de très faibles traces d'humidité, ils donnent lieu à de lents phénomènes d'électrolyse pendant lesquels il se forme des acides qui attaquent les parties métalliques des manchons et peuvent déterminer de graves corrosions s'il existe des bulles d'air.

Les compounds généralement employés présentent une solubilité dans le benzol comprise entre 80 pour 100 et 99 pour 100; leur teneur en carbone libre est de 0 à 5 pour 100 et en éléments inorganiques, de 0 à 4 pour 100. Le point de fusion est compris entre 40°C et 60°C. Plus grande est la solubilité, meilleur est le pouvoir isolant.

IV. Carbures d'hydrogène a basse température d'ébullition. — On désigne ainsi les carbures d'hydrogène dont le point d'ébullition est compris entre 300°C et 400°C. Ils n'existent dans le compound que lorsqu'on les y a intentionnellement ajoutés pour augmenter la malléabilité ou abaisser le point de fusion. Leur addition est cependant nuisible parce qu'ils s'évaporent lors de la fusion du produit (pertes en matière) et qu'ils risquent de déterminer l'inflammation du compound chauffé à feu nu ou de former des soufflures dans le garnissage des manchons.

L'appareil représenté en figure 4 a été établi pour déterminer l'évaporation, la formation des soufflures et l'adhérence aux métaux.

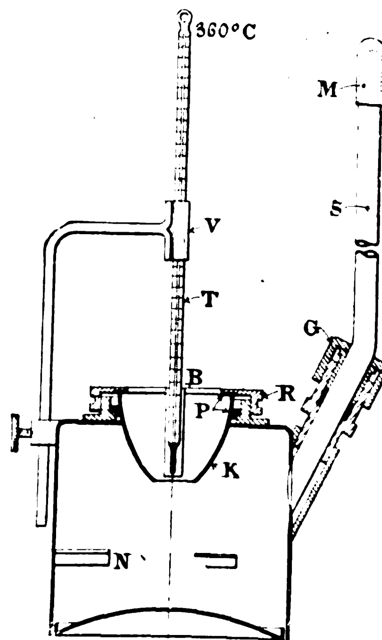


Fig. 4. — Appareil pour l'essai des compounds à l'évaporation, à l'adhérence et à la formation des bulles.

Un récipient de cuivre est fermé en haut par un anneau de laiton contre lequel vient s'appliquer, par l'intermédiaire d'un presse-étoupe, la capsule K tenue par un écrou à chapeau R, étanche aux gaz. Dans le récipient de cuivre, on verse de la naphtaline liquide jusqu'au repère N et on chauffe à la température d'ébullition (217,96°C). La condensation et le retour de la naphtaline s'effectue par le tube ascendant S fermé par le capuchon de verre M. Pour éviter la prise du thermomètre plongé dans le compound remplissant la capsule lors du refroidissement de ce dernier le thermomètre est logé dans une gaine de cuivre B.

Pour déterminer la vaporisation, on utilise une capsule en porcelaine et on mesure la différence des poids de cette capsule, remplie de compound, avant et après le chauffage. Pour apprécier la formation de soufflures et la viscosité, on se sert d'une capsule en fer nickelé de 3 mm environ d'épaisseur, divisée suivant l'axe en deux moitiés ajustées. A cause de la forme de la capsule en hyperboloïde de révolution, les deux pièces sont serrées l'une contre l'autre par l'écrou R. Après la chauffe du produit pendant un certain temps, à environ 200° C, et le refroidissement, la capsule entière est retirée et les deux moitiés essayées avec un appareil à arrachement. La masse se coupe par le milieu parce que la cohésion du compound est inférieure à son adhérence au métal. On lit sur le dynamomètre la charge de rupture. La surface de rupture est connue, car, on a garni la capsule jusqu'à un certain repère.

Pour la recherche de la formation de soufflures, le compound est fondu dans la capsule et on le laisse ensuite refroidir sans remuer, car si on versait le produit liquide dans la capsule, il pourrait se former de petites bulles que l'on ne saurait attribuer à la teneur en éléments bouillant à basse température. Sur la surface de rupture, on examine la présence de soufflures et on peut même mesurer leur grosseur.

Il faut mentionner qu'une chauffe à trop haute température lors du garnissage peut causer la formation de soufflures, à la suite d'une décomposition qui donne naissance à des produits à basse température d'ébulition. Ces produits se dégagent pendant la chauffe, mais ils déterminent également une occlusion facile des soufflures lors du refroidissement.

V. Acides organiques. — Les métaux ne sont pas attaqués par ces acides faibles, mais un rôle beaucoup plus important découle de leur propriété de former des sels avec les alcalis et d'être saponifiés par les liquides alcalins. En Zélande, il arrive qu'au bout de quelques années tout le garnissage d'un manchon soit saponifié. A ce point de vue, il faut préférer les asphaltes artificiels aux naturels. L'asphalte de la Trinité contient jusqu'à 14 pour 100 d'acides organiques, tandis que les mazouts de pétrole et la poix minérale n'en contiennent que 2 ou 3 pour 100. Pour étudier l'action de l'eau de mer, 5 compounds furent soumis, pendant un temps déterminé, à l'influence d'une solution salée composée comme il suit :

Sel de cuisine, $NaCl$, 1,7 pour 100 ;

Chlorure de magnésium, $MgCl^2$, 0,8 pour 100 ;

50 cm³ par litre de solution saturée de phosphate de calcium.

Le résultat fut que l'attaque la moins grave correspondit à un compound contenant 63 pour 100 d'asphalte artificiel. (saponification de 0,2 pour 100 contre 2,2 pour 100 pour un asphalte naturel pur, après une épreuve de 40 heures).

VI. Acides inorganiques. — Parmi les acides inorganiques, on ne rencontre généralement que de l'acide sulfurique dans les asphaltes obtenus par le raffinage d'huile minérale à haute température d'ébullition traitée à l'acide sulfurique, concentré ou fumant. Ces alphaltes sont impropres à former du compound. Il faut donc rechercher dans le produit la présence de l'acide sulfurique.

De même, la poix provenant de la distillation d'acides gras (acide stéarique de bougies ou lanoline) ou d'huile de palme ne doit pas être employée. Elle est, d'ailleurs, reconnaissable à son degré de saponification élevé. En la chauffant avec du bisulfite de potassium, des vapeurs lacrymogènes se dégagent (acroléïne). Ce dernier essai est le moyen le plus simple pour l'identifier.

VII. Humidité. — Le compound ne doit contenir aucune trace d'humidité et être ni hygroscopique ni perméable. La présence de l'eau dans la masse se manifeste, lors de la chauffe, par la projection d'éclaboussures et par la formation d'écume. On ne connaît encore aucune méthode rapide et facile à employer pour la recherche des propriétés hygroscopiques du compound. Les expériences de laboratoire ont montré qu'aucun des innombrables échantillons essayés ne semblait absorber une quantité appréciable de liquide.

Les bitumes purs sont imperméables, même à une forte pression d'eau. Mais il en est autrement si le produit contient du sable ou d'autres matières étrangères. Comme en Hollande beaucoup de manchons sont placés plus bas que la nappe d'eau souterraine, la perméabilité du compound est vérifiée au moyen de l'appareil représenté par la figure 5.

Un anneau s est vissé sur une garniture de laiton A remplie de compound (épaisseur de la couche, 10 mm ; section, 1 000 mm²). Sur la couche d'asphalte, on met une feuille de papier-filtre imprégné avec une solution alcoolique de phtaléine de phénol, qui est appliqué par une plaque de verre perforée et l'anneau s. L'espace derrière la couche d'asphalte est remplie avec de l'eau communiquant par le robinet K avec le récipient E ; cette eau est rendue légèrement alcaline par une trace de solution basique. En élevant ou en abaissant le récipient B rempli de mercure, l'eau qui se trouve derrière la couche d'asphalte peut être soumise, par le tube capillaire p, le robinet G, le tube C et les matelas d'air compris entre r et p à la pression voulue, qui est donnée par la différence des niveaux du mercure en q dans le récipient et en r, dans le tube capillaire.

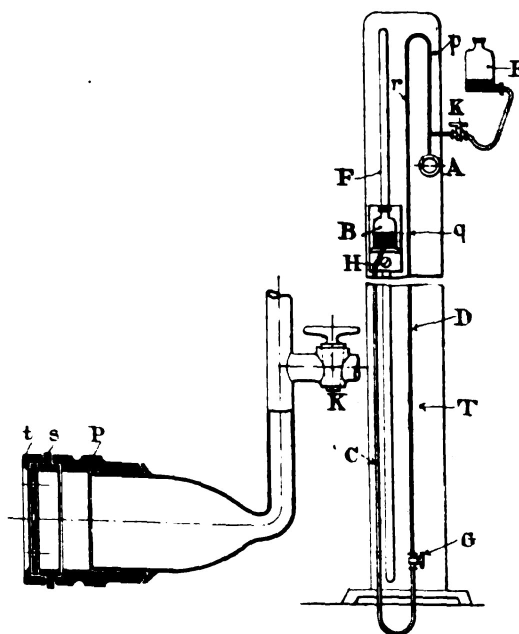


Fig. 5. — Appareil pour l'essai de la résistance des compounds à l'humidité.

Un bon compound doit résister pendant 240 heures à la pression d'une colonne d'eau de 5 m de hauteur. — B. H.

Sur quelques relations entre les capacités partielles de deux paires de conducteurs téléphoniques (1).

Pour déterminer les valeurs pratiques de la capacité et de la perditance que possède une double paire de fils dans un câble téléphonique interurbain, l'auteur expose un nouveau procédé dont l'application permet de réduire à peu près de moitié les mesures que demande l'emploi d'un pont de Wien, d'après la méthode indiquée par Wagner.

Dans la figure 1, les points 1, 2, 3 et 4 représentent les quatre conducteurs de deux paires, la paire de fils 1 et 2 formant le circuit I ; la paire 3 et 4, le circuit II. Une gaine de plomb mise à la terre enveloppe toutes les doubles paires et leur est commune. Les quatre conducteurs considérés forment des condensateurs entre eux et avec la gaine. Appelons C_1, C_2, C_3, C_4, C_{12}, C_{34}, les capacités que possèdent les conduc-

(1) H.-W. Droste. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 809-810, 1 500 mots, 4 fig.

teurs entre eux et C_{1m}, C_{2m}, C_{3m}, C_{4m} les capacités des fils par rapport à la gaine.

Le calcul de la capacité et de la perditance d'une paire exige la détermination préalable de la capacité des fils entre

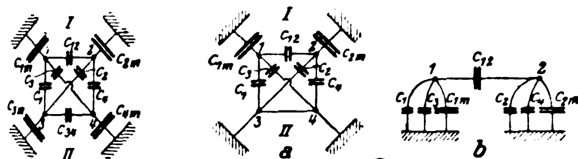


Fig. 1. — Capacités partielles d'une double paire.
Fig. 2. — Schéma d'une double paire pendant les mesures sur le circuit I.

eux et de celle que chacun présente par rapport à la terre. Désignons par C_{i0} la capacité vis-à-vis de la terre d'un conducteur quelconque i, i étant égal à 1, 2, 3 ou 4. Lorsqu'on mesure la valeur C_{i0} pour un conducteur i d'une certaine paire, les fils de l'autre paire sont mis à la terre (fig. 2*a* et 3*a*). C_{i0} est donc la résultante des capacités du conducteur i par rapport à la gaine et par rapport aux deux fils du second circuit.

Ainsi que les figures 2 et 3 l'indiquent, on a :

$$\left.\begin{aligned} a)\quad & C_{10} = C_{1m} + C_1 + C_3, \\ b)\quad & C_{20} = C_{2m} + C_2 + C_4, \\ c)\quad & C_{30} = C_{3m} + C_1 + C_2, \\ d)\quad & C_{40} = C_{4m} + C_3 + C_4. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Si les conducteurs ne sont pas trop dyssymétriquement disposés, on peut admettre, suivant Jourdan (*E. T. Z.*,

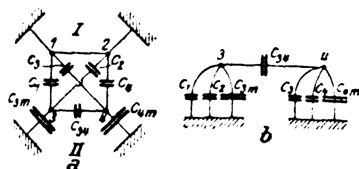


Fig. 3. — Schéma d'une double paire pendant les mesures sur le circuit II.

1922, p. 10), que la capacité d'une paire est donnée avec une approximation suffisante par les formules suivantes :

$$C_I = C_{12} + \frac{C_{10} + C_{20}}{4} \text{ pour le circuit I,} \qquad (2a)$$

$$C_{II} = C_{34} + \frac{C_{30} + C_{40}}{4} \text{ pour le circuit II.} \qquad (2b)$$

En introduisant dans ces équations les valeurs données par le système (1), on obtient :

$$\left.\begin{aligned} C_I &= C_{12} + \frac{(C_{1m} + C_{2m}) + (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{4}, \\ C_{II} &= C_{34} + \frac{(C_{3m} + C_{4m}) + (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{4}. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Ainsi qu'on le verra plus loin, on a :

$C_{1m} + C_{2m} = C_{I0}$, capacité du circuit I par rapport à la terre,
$C_{3m} + C_{4m} = C_{II0}$, capacité du circuit II par rapport à la terre,
$C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = C_{I\,II}$, capacité du circuit I par rapport au circuit II.

Nous écrivons, par conséquent, les équations (3) sous la forme :

$$\left.\begin{aligned} C_I &= C_{12} + \frac{C_{I0} + C_{I\,II}}{4}, \\ C_{II} &= C_{34} + \frac{C_{II0} + C_{I\,II}}{4}. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

L'emploi de ces expressions est plus avantageux que celui des équations (2) pour la détermination de la capacité d'une paire, car elles contiennent les capacités partielles

$$C_{1m} + C_{2m} = C_{I0}, \quad C_{3m} + C_{4m} = C_{II0},$$

et

$$C_{I\,II} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4,$$

qui sont nécessaires pour le calcul de la capacité et de la perditance des deux paires. L'application des équations du système (4) évite la mesure des capacités partielles C_{10}, C_{20}, C_{30} et C_{40}. Cette manière de faire demande, par conséquent, moins de temps et, de plus, elle diminue de près de moitié les probabilités d'erreur.

On ne mesurera ces quatre capacités partielles que si l'on veut contrôler l'exactitude des résultats, car des équations (1) on tire

$$C_{I\,II} = C_{10} + C_{20} - C_{I0}, \qquad (5a)$$

$$C_{I\,II} = C_{30} + C_{40} - C_{II0}, \qquad (5b)$$

ce qui donne l'identité

$$C_{10} + C_{20} - C_{I0} = C_{30} + C_{40} - C_{II0}. \qquad (6)$$

Cette identité est satisfaite quand les mesures sont correctement exécutées et, si elles ne le sont pas, les deux équations (5) peuvent servir à retrouver les erreurs commises. Supposons, par exemple, que la valeur de $C_{I\,II}$ obtenue par mesures soit différente de celle calculée au moyen de l'équation (5*a*), mais qu'elle soit, par contre, égale à celle donnée par l'expression (5*b*) : l'erreur commise est cantonnée dans les seules valeurs de C_{10}, C_{20} ou C_{I0}.

La capacité des deux paires et leur perditance se calculent semblablement à celle d'une paire, d'après la méthode approchée de Jordan, au moyen de l'expression

$$C_v = C_{I\,II} + \frac{C_{I0} + C_{II0}}{4}, \qquad (7)$$

dans laquelle

$C_{I\,II}$	est la capacité du circuit	I vis-à-vis du circuit II,	
C_{I0}	id.	I vis-à-vis de la gaine,	
C_{II0}	id.	II	id.

la gaine étant mise à la terre et reliée à toutes les autres quartes.

Lorsqu'on mesure la capacité d'une paire par rapport à la terre, on évite l'action gênante des capacités C_1, C_2, C_3, C_4, dues aux conducteurs de l'autre circuit en mettant celui-ci à la terre, ce qui a comme effet de placer lesdites capacités en parallèle avec le téléphone monté sur le pont de Wagner. Par conséquent, comme l'indique la figure 4, la capacité d'une paire vis-à-vis de la terre n'est pas autre chose que la

somme des capacités de ses fils vis-à-vis de la gaine :

$$C_{I0} = C_{1m} + C_{2m}.$$
$$C_{II0} = C_{3m} + C_{4m}.$$

On voit donc qu'il est nécessaire de déterminer, au moyen de mesures, les grandeurs $(C_{1m} + C_{2m})$ et $(C_{3m} + C_{4m})$ qui figurent dans les expressions donnant la capacités des deux paires ensemble et les capacités de chacune d'elle.

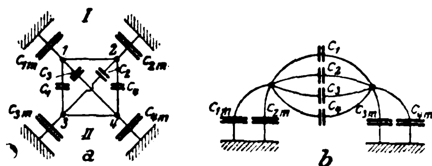


Fig. 4. — Schéma d'une double paire lors de la détermination de sa capacité.

En éliminant des équations (4) et (7) les valeurs des capacités partielles par rapport à la gaine, on obtient la relation suivante entre les capacités pratiques d'une paire et de deux paires

$$C_V = C_I + C_{II} + \frac{C_{I\,II}}{2} - (C_{12} + C_{34}). \tag{8}$$

Entre la perditance et la capacité existe la relation connue

$$G = \omega\, C \operatorname{tg} \delta.$$

Des essais, effectués sur des tronçons de 300 m de longueur, ont démontré que l'angle δ_{12} correspondant aux pertes diélectriques entre les conducteurs 1 et 2 est à peu près de même que les angles δ_{1m} et δ_{2m} déterminés par les pertes entre les mêmes conducteurs et la gaine. Les équations donnant la perditance sont ainsi obtenues simplement en multipliant par $\omega \operatorname{tg} \delta$ les deux membres des formules de capacité. Toutes relations existant entre les différentes capacités se retrouvent donc pour les perditances. En désignant celles-ci par la lettre G dotée des mêmes indices que précédemment, nous avons donc :

$$G_I = G_{12} + \frac{G_{I0} + G_{I\,II}}{4}, \tag{9}$$

$$G_{II} = G_{34} + \frac{G_{II0} + G_{I\,II}}{4}, \tag{10}$$

$$G_V = G_{I\,II} + \frac{G_{I0} + G_{II0}}{4}. \tag{11}$$

$$G_V = G_I + G_{II} + \frac{G_{I\,II}}{2} - (G_{12} + G_{34}). \tag{12}$$

L'exemple suivant montre la concordance des résultats calculés selon les formules précédentes avec ceux obtenus par les essais.

Avec un câble du type Krarup, d'une longueur de 300 m, comportant 50 paires (10 doubles paires à enveloppe Krarup, 30 paires ordinaires), les mesures effectuées au moyen d'un pont de Wien-Wagner ont donné, pour une des doubles paires avec armure en fil de fer, les capacités partielles et les résistances correspondantes suivantes :

$C_{I0} = 0{,}019217$ microfarad ..... 50,5 ohms
$C_{II0} = 0{,}018590$ id. 32 id.
$C_{I\,II} = 0{,}011226$ id. 53 id.

Par application des équations (2) et (7), on obtient

$C_I = 0{,}012981$ microfarad
$C_{II} = 0{,}012851$ id.
$C_V = 0{,}020680$ id.

D'autre part, les équations (4) et (8) donnent :

$C_I = 0{,}012979$ microfarad
$C_{II} = 0{,}012850$ id.
$C_V = 0{,}020680$ id.

Les perditances partielles ont été calculées au moyen de l'expression connue

$$G_{ik} = \omega^2 C_{ik}^2 R_{ik} + G_n.$$

dans laquelle i est égal à 1, 2, 3 ou 4, et k égal à 0, 1, 2 ou 3. Les perditances G_n du condensateur normal employé sont de

$0{,}0326 \cdot 10^{-6}$ mho pour C_{10}, C_{20}, C_{30} et C_{40},
$0{,}0100 \cdot 10^{-6}$ id. C_{12} et C_{34},
$0{,}0418 \cdot 10^{-6}$ id. C_{I0} et C_{II0},
$0{,}0293 \cdot 10^{-6}$ id. $C_{I\,II}$.

D'où

$G_{I0} = 0{,}3234 \cdot 10^{-6}$ mho
$G_{II0} = 0{,}3186 \cdot 10^{-6}$ id.
$G_{I\,II} = 0{,}1661 \cdot 10^{-6}$ id.
$G_{12} = 0{,}0871 \cdot 10^{-6}$ id.
$G_{34} = 0{,}0937 \cdot 10^{-6}$ id.

Des expressions (2) et (7) on tire également les perditances en service soit

$G_I = 0{,}2174 \cdot 10^{-6}$ mho
$G_{II} = 0{,}2233 \cdot 10^{-6}$ id.
$G_V = 0{,}3566 \cdot 10^{-6}$ id.

Avec la méthode simplifiée et l'équation (12), on obtient

$G_I = 0{,}2170 \cdot 10^{-6}$ mho
$G_{II} = 0{,}2224 \cdot 10^{-6}$ id.
$G_V = 0{,}3572 \cdot 10^{-6}$ id.

Les résultats fournis par les deux méthodes diffèrent donc d'au plus 0,4 pour 100.

Les équations (5 *a*) et (5 *b*) donnent des résultats qui concordent bien avec ceux trouvés par les mesures. On a :

D'après (5 *a*) :

$C_{I\,II} = 0{,}030450 - 0{,}019217 = 0{,}019217 = 0{,}011233$ microfarad,

D'après (5 *b*) :

$C_{I\,II} = 0{,}029826 - 0{,}018599 = 0{,}018599 = 0{,}011227$ microfarad

alors qu'en réalité on a mesuré

$C_{I\,II} = 0{,}011226$ microfarad.

A. M.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Energie électrique de la Basse-Isère.

Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1923.

Les résultats de l'exercice 1922 ont été plus satisfaisants que ceux du précédent : l'amélioration est très sensible et sa persistance dans les premiers mois de l'année 1923 permet d'entrevoir pour cet exercice un résultat positif.

La nouvelle turbine Rateau, d'une puissance de 5 000 kW, commandée l'année dernière, n'a été livrée qu'en juin.

Les travaux de réfection de la chaufferie sont entièrement terminés et l'usine est maintenant capable de produire, dans de bonnes conditions, une puissance très supérieure à celle qui était utilisée. Elle pourra faire face à tous les développements à prévoir dans les régions susceptibles d'être desservies par elle, et la société n'a plus à envisager de ce chef de nouvelles dépenses de premier établissement pendant une assez longue période.

Il sera, par contre, nécessaire de développer les réseaux à haute et à basse tension, afin de procurer à l'usine des débouchés nouveaux : le Conseil se préoccupe d'ores et déjà des moyens financiers à envisager pour la réalisation de ce programme.

La société est d'accord avec la ville de Redon pour l'alimentation de celle-ci en énergie électrique et elle pense que la ligne d'amenée du courant dans cette ville pourra être terminée cette année.

Elle est également, en principe, d'accord avec le département du Morbihan pour l'exécution, avec une subvention de ce dernier, d'une ligne entre Redon et Ploërmel, qui permettra de relier à son réseau général la petite usine hydraulique qu'elle possède déjà dans cette ville, et qui pourra servir ultérieurement de jonction entre l'usine de Saint-Nazaire et l'usine en projet sur le Haut-Blavet à Guerlédan.

Dans la région de Saint-Nazaire, elle a obtenu les concessions de Batz et du Croisic qui vont être incessamment mises en service. Tout le littoral de la presqu'île Guérandaise, entre Saint-Nazaire et Le Croisic, se trouvera ainsi alimenté par la société.

Les négociations se poursuivent avec la ville de Saint-Nazaire pour la conclusion d'un accord destiné à régler les modalités du régime définitif de la concession.

L'activité des industries que la société dessert, notamment des chantiers de constructions navales, présente des symptômes d'amélioration et une reprise d'activité semble pouvoir être escomptée dans un avenir relativement prochain.

La société parait bien placée pour profiter du réveil économique qui se produirait dans la région.

Les recettes de vente de courant se sont élevées à 4056186,38 fr pour les réseaux alimentés par l'usine centrale de Penhoët et à 259570,40 fr pour les secteurs isolés, soit au total 4315756,86 fr.

Les dépenses d'exploitation se sont élevées à 3137236,83 fr pour les réseaux alimentés par l'usine centrale de Penhoët et à 297423,79 fr pour les secteurs isolés, soit au total 3434662,62 fr.

Les ventes de courant ont donc laissé un bénéfice brut de 881094,24 fr contre 133392,62 fr l'année précédente.

Les bénéfices sur travaux d'installation, recettes et opérations diverses ont été de 102928,70 fr contre 79912,09 fr l'année précédente.

Les bénéfices bruts d'exploitation ont en conséquence passé de 213304,71 fr à 984022,94 fr.

Les charges financières, en raison des nouvelles dépenses de premier établissement, ont également augmenté, mais dans des proportions moindres. Elles s'élèvent, pour cette année, à 810924,08 fr contre 735233,46 fr.

Les frais généraux d'administration ont diminué : ils sont de 133349,23 fr contre 153388,42 fr.

Un prélèvement de 51172,31 fr a été, d'autre part, effectué pour l'amortissement des frais généraux de mise en train.

Le total des charges s'élève à 995445,62 fr contre 883681,88 l'année précédente.

L'insuffisance d'exercice se trouve être, dans ces conditions, de 11422,68 fr, alors qu'elle avait été de 670377,17 fr pour l'exercice 1921.

Bilan au 31 décembre 1922.

Actif.

	fr
Terrains et usines génératrices	7 260 507,29
Lignes à haute tension	2 326 374,61
Concessions	3 155 051,45
Immeuble à Saint-Nazaire, 2, rue de Nantes	51 794 »
Mobilier et outillage	211 011,07
Compte d'ordre (accident du 31 décembre 1918)	533 000 »
Frais généraux de mise en train et divers	100 000 »
Caisse et banques	114 469,09
Débiteurs divers	772 308,63
Portefeuille	26 109,30
Cautionnements	157 250 »
Compteurs, branchements et matériel en location	1 093 476,53
Approvisionnements	1 413 523,72
Frais d'émission d'actions, obligations et bons	382 486,25
Prime de remboursement des obligations	300 045 »
Prime de remboursement des bons	100 000 »
Profits et pertes :	
Perte sur exercice 1921	1 399 310,70
Perte sur exercice 1922	11 422,68
	5 039 088,59

Passif.

	fr
Capital actions	5 000 000 »
Réserve légale	39 088,59
A reporter	5 039 088,59

Report....	5 039 088,59
Amortissement premier établissement	162 500 »
Obligations à 5 pour 100	2 771 000 »
Bons à 6 pour 100	5 000 000 »
Créanciers divers	6 233 504,31
Coupons à payer	146 967,42
Part des coupons courus et non échus	55 000 »
	19 408 150,32

Energie électrique du Centre de l'Espagne.

Assemblée générale ordinaire du 7 juin 1923.

L'année 1922 a été une année sèche durant laquelle la quantité de pluie tombée dans le bassin versant des lagunes de Ruidera a été d'environ 20 pour 100 inférieure à la moyenne des quinze dernières années. Par suite de cette sécheresse, la puissance hydraulique disponible n'a pas été suffisante pour satisfaire aux besoins de la clientèle et la réserve thermique de Valdepenas a dû fonctionner sur le réseau dès le mois de juin et fournir durant les dernier mois un appoint notable.

La production totale d'énergie n'a été que de 3476000 kw-h, en diminution de 5 pour 100 environ sur celle de 1921. Cette diminution provient des réductions de consommation imposées aux gros abonnés de force motrice, en raison du régime hydraulique défavorable à l'exploitation des usines de Ruidera.

Malgré cette baisse de la production d'énergie, les recettes de 1922 se sont élevées à 673094,12 pesetas, dépassant de 14000 pesetas environ celles de l'exercice précédent.

Les dépenses d'exploitation ont été de 413612,26 pesetas contre 409427,27 pesetas, soit une augmentation de 4184,99 pesetas.

Le supplément des recettes provient de l'augmentation de la vente d'énergie pour l'éclairage et notamment de l'amélioration des conditions de vente réalisée à l'occasion du renouvellement de certains anciens contrats de force motrice importants, venus à expiration et dont les prix de base n'étaient plus en harmonie avec les prix de revient actuels.

Cette année encore, le cours du change a influencé favorablement les comptes en francs de la société. Elle profite de de cette circonstance pour augmenter les provisions de prévoyance qu'elle a constituées sur les résultats des précédents exercices en vue de parer aux imprévus des années à venir.

Les recettes d'exploitation ont été de 673094,12 pesetas et les dépenses de 413612,26 pesetas.

Le bénéfice d'exploitation (converties en francs) a été de 556828,05 fr, dont il faut déduire les intérêts et divers, 13185,17 fr. Il reste 543642,88 fr. sur lesquels sont prélevés les intérêts des obligations, 177779,79 fr, et les taxes et impôts en Espagne, 109996,60 fr.

Le bénéfice en Espagne est de 255866,53 fr; il est déduit 6404,40 fr pour amortissement du mobilier et outillage en Espagne.

Le solde bénéficiaire en Espagne est de 249372,43 fr auquel s'ajoute le compte intérêts et divers, 12943,99 fr.

Il faut en déduire les frais généraux en France, 9405,40 fr, et l'abonnement au timbre, 3323 fr.

Le bénéfice de l'exercice ressort à 249587,72 fr sur lesquels il est prélevé : l'amortissement de 94 obligations, 47000 fr; 175000 fr de provision pour frais exceptionnels de vapeur et de grosses réparations et 25000 fr de provision pour créances douteuses et amortissements divers.

Le bénéfice disponible est de 2587,72 fr, auxquels s'ajoute le report de 1921, s'élevant à 12489,40 fr.

Le Conseil d'administration renonce, pour l'exercice 1922 comme les années précédentes, aux jetons de présence qui lui avaient été alloués par l'assemblée générale constitutive de 1912.

Le report à nouveau est de 15077,12 fr.

Bilan au 31 décembre 1922.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses d'installations	4 508 853,49
Installations et matériel chez les clients	1 »
Mobilier, outillage et agencement des bureaux en Espagne	1 »
Mobilier en France	1 »
Approvisionnements	145 925,90
Caisses et banquiers	127 090,01
Bons de la Défense nationale et bons du Trésor	374 500 »
Factures à recouvrer	372 342,35
Débiteurs divers	26 014,90
Impôts sur titres à recouvrer	27 695,22
Comptes d'ordre et divers	27 408,55
	5 609 834,42

Passif.

	fr
Capital :	
5000 actions de 250 fr	1 250 000 »
Obligations :	
6599 obligations de 500 fr	3 299 500 »
Réserve légale	1 978,97
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	200 500 »
Provision pour frais exceptionnels de vapeur et de grosses réparations	325 000 »
Provision pour créances douteuses et amortissements divers	100 000 »
Provision pour fluctuations du change	100 000 »
Créditeurs divers	157 675,81
Fournisseurs	21 734,35
Cautionnements et dépôts de garantie	32 789,15
Coupons à payer et obligations à rembourser	41 766,37
Comptes d'ordre et divers	63 812,65
Profits et pertes	15 077,12
	5 609 834,42

SECTION DE LÉGISLATION

L'expropriation d'après la loi du 3 mai 1841 par opposition aux servitudes spéciales de la loi du 15 juin 1906

L'auteur donne ci-dessous, tout en se réservant de revenir sur le même sujet, le texte et le commentaire de l'arrêt de la Cour de Cassation du 28 janvier 1924.

La Cour de Cassation vient de rendre un arrêt dont il convient de connaître le texte, mais qui n'est intelligible que pour ceux qui, avant de le lire, consentent à reprendre préalablement contact avec l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 que l'on croit trop souvent connaître, tout en ayant oublié sa véritable portée.

Cet article prévoit qu'une concession de distribution d'énergie électrique a obtenu, par un décret du Président de la République, rendu après avis du Conseil d'Etat, le bénéfice de la déclaration d'utilité publique. C'est le propre de toutes les entreprises qui ont à leur base une déclaration d'utilité publique, de pouvoir « exproprier », c'est-à-dire, selon la définition juridique bien connue, de pouvoir faire tomber à leur profit les liens de la *propriété* qui appartient à des tiers. Ce grand principe de notre droit se trouve consacré par l'article 545 du Code civil : « Nul ne peut être contraint de céder sa propriété, si ce n'est pour cause d'utilité publique et moyennant une juste et préalable indemnité ».

Aussi, il ne faut pas s'étonner de lire la réédition de cette règle fondamentale dans l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 qui commence par ces mots : « la déclaration d'utilité publique investit le concessionnaire, pour l'exécution des travaux dépendant de la concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'Administration en matière de travaux publics... *S'il y a lieu à* expropriation, il y est procédé conformément à la loi du 3 mai 1841, au nom de l'autorité concédante et aux frais du concessionnaire ».

Supposons que ce texte soit limité aux lignes qui précèdent. Nous y trouverions, comme il a été dit, l'application d'un principe dont la fréquence a amené en quelque sorte la banalité : la possibilité juridique de pénétrer chez un particulier en mettant en œuvre, au moyen des formalités requises, la déclaration obtenue, et ensuite nous ne penserions pas un instant à demander aux tribunaux autre chose que *la suppression de la propriété* appartenant aux maîtres des fonds sur lesquels nous désirions nous installer. En effet, la doctrine et la jurisprudence sont unanimes pour interdire à l'expropriant une demi-mesure qui consisterait à laisser à l'exproprié la propriété du sol, mais en grevant celui-ci d'une servitude ; toutes les fois que l'autorité a voulu user de ce subterfuge, la Cour de Cassation a annulé la décision. L'arrêt le plus connu est celui de la Chambre civile du 7 août 1900 (*Dal.*, 1901, I, 545, affaire de Roussen); le ministre de la Marine, ayant eu besoin d'une parcelle en pleine propriété pour un de ses services, avait demandé au tribunal de prononcer l'expropriation de ladite surface : mais, pour y accéder, il était dans la nécessité de « traverser » une autre parcelle; pour éviter d'acquérir cette seconde surface, il avait demandé au tribunal de la « grever » simplement d'une servitude de passage : la Cour de Cassation, saisie du pourvoi, a reconnu le bien fondé de la première opération, mais prononça le mal fondé de la seconde.

Tels sont les principes sur lesquels aucune incertitude ne pourrait planer si l'article 12 ne contenait pas une autre partie qui commence par cette phrase : « la déclaration d'utilité publique d'une distribution d'énergie confère, *en outre*, au concessionnaire le droit d'établir des supports...,etc... ». Personne n'ignore l'énumération qui suit : c'est la servitude spéciale d'ancrer, sous certaines conditions, des consoles dans les façades (voir 1°), de faire passer des fils conducteurs au-dessus de propriétés privées (voir 2°), d'implanter des supports dans les terrains non bâtis ni clos de murs ou de clôtures équivalentes (voir 3°) et, enfin, d'élaguer les arbres (voir 4°).

Mais, le mot qui prête à discussion, c'est le mot « en outre ». Faut-il voir dans ce terme une affirmation un peu révolutionnaire qui permettrait de dire que l'on peut, d'après la loi de 1906, non seulement exproprier en pleine propriété, mais encore exproprier pour créer une servitude?

On comprend de suite l'intérêt pratique qui s'attache à la question.

Dans les cas où l'on peut se contenter des servitudes spéciales, c'est-à-dire quand l'on se trouve dans la sphère nettement déterminée par les paragraphes 1°, 2°, 3°, 4° de la loi du 15 juin 1906, on n'aura évidemment pas recours à l'expropriation, puisque, dans les cas très limités qui sont indiqués, l'article 12 est formel : « l'exécution des travaux n'entraine aucune

dépossession : la pose d'appui sur les murs ou façades ou sur les toits ou terrasses des bâtiments ne peut faire obstacle au droit du propriétaire de démolir, réparer ou surélever.... etc... Les indemnités qui pourraient être dues à raison des servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage sont réglées en premier ressort par le juge de paix ».

Mais, si l'on veut avoir une *servitude plus ample*, pourra-t-on la demander au tribunal, en indiquant qu'on laisse la propriété au maître initial du sol, et qu'on demande au jury d'arbitrer l'indemnité due pour démembrement de la propriété?

L'arrêt, dont on va lire le texte, a répondu négativement.

En effet, il constate que le tribunal avait prononcé, au profit de l'Etat, l'expropriation d'une « servitude » qu'il définissait ainsi : « droit d'implanter sur la parcelle des fils conducteurs d'énergie électrique : *interdiction de planter* aucun arbre, *d'élever aucune construction autres* que celles existantes et d'effectuer aucun travail préjudiciable au bon fonctionnement de la ligne », et qu'en même temps, le jugement a expressément *maintenu le* propriétaire en *jouissance de la parcelle*.

On trouve donc une expropriation bien formellement limitée à une servitude définie par le jugement lui-même, ce qui est illégal : telle est la première partie de l'arrêt.

Dans la seconde partie, le même arrêt reconnait à l'entreprise déclarée d'utilité publique le droit incontestable de recourir à la loi de 1906, non plus pour exproprier, mais simplement pour établir les servitudes très spéciales de cet article 12 qui ne comportent *dans leur sphère* aucune dépossession puisque le propriétaire conserve le droit de se clore et de construire et, à plus forte raison, aucune expropriation, mais simplement une indemnité qui n'a pas même à être préalable et qui, ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, est évaluée par le juge de paix.

Le texte de l'arrêt, reproduit ci-après, suffit d'ailleurs pour en expliquer la portée.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêt de la Cour de Cassation (Chambre civile) en ce qui concerne l'expropriation pour cause d'utilité publique.

Voici le texte de cet arrêt, rendu le 28 janvier 1924 par la Cour de Cassation, dans l'affaire Boueilh et Compagnie des Chemins de fer du Midi, après plaidoirie de Mes Souriac et Cail, avocats des parties, et sur les conclusions de Me Langlois, avocat général. (M. Sarrut, 1er président, M. Davaine, rapporteur) :

La Cour :

Sur le premier moyen pris de la violation de l'article premier de la loi du 12 août 1919;

Attendu que la loi du 3 mai 1841 suppose l'acquisition en pleine propriété de terrains nécessaires à l'exécution de travaux déclarés d'utilité publique, mais qu'aucune de ses dispositions ne permet de recourir à la procédure qu'elle organise pour constituer des droits de servitude sur des terrains privés;

Attendu qu'il n'a pas été dérogé à ce principe par la loi du 12 août 1919 relative à l'exécution des travaux urgents après la guerre et qui se borne à déclarer que l'article 76 de la loi du 3 mai 1841 leur sera applicable. Attendu cependant qu'en se fondant exclusivement sur cette loi du 12 août 1919 et en visant un plan parcellaire qui portait la rubrique « acquisition de droits de servitude » le jugement attaqué (Trib. civ. de Pau du 19 septembre 1919) a prononcé au profit de l'Etat contre Boueilh l'expropriation sur une parcelle de terrain appartenant à ce dernier d'une servitude qu'il a ainsi définie : « droit pour la Compagnie des Chemins de fer du Midi d'implanter, sur la parcelle, des pylônes supportant des fils conducteurs d'énergie électrique ; interdiction de planter aucun arbre, d'élever aucune construction autres que celles existantes et d'effectuer aucun travail préjudiciable au bon fonctionnement de la ligne et à la surveillance des agents de la Compagnie; » mais, qu'en même temps, le jugement a expressément maintenu le propriétaire en jouissance de la parcelle;

Attendu que, pour justifier cette décision, la Compagnie des Chemins de fer du Midi invoque vainement la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique. Attendu, en effet, que l'art. 12, § 1 et 2 de cette loi investit le concessionnaire, pour l'exécution des travaux dépendant de la concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'Administration en matière de travaux publics et permet de recourir à l'expropriation lorsqu'elle est nécessaire. Mais que, aux termes des § 3 et 4 du même article, la seule déclaration d'utilité publique suffit pour autoriser le concessionnaire, sans qu'il y ait lieu à expropriation, à établir à demeure des supports pour conducteurs aériens d'énergie électrique sur des terrains privés non bâtis qui ne sont pas fermés de murs ou de clôtures équivalentes;

Attendu que le jugement attaqué n'a statué qu'en vue de l'établissement d'une servitude et qu'en prononçant une expropriation qui n'avait pas pour objet l'acquisition d'un droit en pleine propriété il a faussement appliqué et, par suite, violé le texte susvisé.

Par ces motifs,

Casse... et renvoie devant le Tribunal de Tarbes.

8e Année. Tome XV — N° 14 5 Avril 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

REDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90 34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 | LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 14. 5 AVRIL 1924.

Essais contrôlés de dispositifs destinés à réduire les pertes à vide dans les postes de transformation. — Dans le numéro du 9 février dernier, t. XV, p. 202, nous signalions à nos lecteurs que, sur la demande du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, la Société française des Électriciens organisait, pour juillet prochain, des essais contrôlés d'appareils ou de dispositifs permettant la réduction des pertes à vide dans les postes de transformation des réseaux à charge intermittente et variable, tels que les réseaux ruraux. La publication qui vient d'être faite du règlement concernant ces essais nous permet de donner quelques renseignements complémentaires à leur sujet.

Le but de ces essais est indiqué dans l'article premier de ce règlement :

« Sur les réseaux à faible utilisation, les pertes dans les transformateurs peuvent être hors de proportion avec l'énergie distribuée. En vue de réduire ces pertes, on a construit des appareils automatiques qui, suivant la puissance demandée au circuit, mettent en service un ou plusieurs transformateurs de puissance appropriée et proportionnent ainsi à chaque instant la perte avec l'énergie débitée. C'est principalement ce genre d'appareils que la Société française des Électriciens a eu en vue dans ses essais ; mais pourront être présentés tous autres dispositifs qui, par un procédé quelconque, permettront d'arriver au même résultat. »

Il convient de noter que les pertes étant, en valeur absolue, d'une importance modérée, il n'y aurait aucun intérêt à installer dans chaque poste de transformation un appareil d'un coût trop élevé : le bas prix des dispositifs proposés aura donc une importance primordiale.

Comme la réduction des pertes paraît pouvoir être obtenue au moyen de dispositifs très différents comme principe et comme exécution, la Société française des Électriciens n'a pas cru devoir instituer un véritable concours, mais seulement des essais contrôlés. Il ne sera donc pas établi de classement par ordre de mérite, mais un rapport mettra en évidence les diverses caractéristiques des appareils et des dispositifs présentés. Pour la publication de ce rapport, l'article 7 du règlement prévoit que « les résultats d'essais seront publiés sous réserve de l'agrément de chaque participant en ce qui concerne la publication des résultats relatifs à ses propres appareils : pour un appareil déterminé, il ne pourra toutefois être fait de publication partielle. »

Les essais effectués par le Laboratoire central d'Électricité commenceront le 1er juillet 1924 ; ils porteront sur

l'efficacité des dispositifs proposés, leur sécurité de fonctionnement, leur durée probable et, en général, sur tous les points qui paraîtraient présenter un intérêt au point de vue de la construction et de l'emploi ; ils dureront tout le temps que la Commission de contrôle estimera nécessaire.

Rappelons que les constructeurs désirant participer aux essais doivent en faire la demande à la Société française des Electriciens, 14, rue de Staël, Paris XVe, avant le 15 avril 1924 et payer un droit d'inscription qui est fixé à 200 fr par appareil présenté. Des demandes pourront toutefois être reçues jusqu'au 15 mai, mais le droit d'inscription sera majoré de 50 pour 100 pour les demandes parvenant entre le 15 avril et le 1er mai et de 100 pour 100 pour celles reçues entre le 2 et le 15 mai. En s'inscrivant, les participants devront remettre une description et un schéma de leurs appareils, ainsi qu'une note indiquant leurs principales caractéristiques ; ces renseignements pourront être déposés sous enveloppe cachetée qui ne sera ouverte qu'à la fin de la période des inscriptions.

Bibliographie : L'opera del Servizio idrografico nel biennio 1921-1922. (L'œuvre du Service hydrographique au cours des années 1921-1922), publiée par le Ministère italien des Travaux publics, service hydrographique (1). Le volume comprend deux parties : la première est relative aux notices sur le Service hydrographique central italien pendant les années 1921 et 1922 (p. 1 à 36) ; la seconde contient plusieurs communications et études hydrographiques.

Ainsi qu'il est dit dans la préface, les informations présentées dans la première partie ne servent pas seulement à faire connaître comment le service hydrographique a abordé les divers problèmes qui lui ont été confiés et à donner une idée précise des renseignements recueillis et de l'usage qui peut en être fait ; elles permettent aussi d'appeler l'attention sur ce fait que le domaine de l'hydrographie est maintenant activement étudié et que l'on dispose désormais dans chaque région de l'Italie d'observations nombreuses qui peuvent servir de base pour l'étude et la discussion des problèmes hydrauliques.

Les sujets ainsi traités sont les suivants : Mesure des précipitations. Mesures relatives au régime des eaux courantes. Détermination des éléments relatifs à la morphologie des bassins imbrifères. Détermination du profil longitudinal des cours d'eau. Publication des résultats des observations.

La deuxième partie comprend successivement :

Le problème des réserves hydrauliques et l'œuvre accomplie par le service hydrographique pour l'établissement d'une liste générale des lacs artificiels (p. 37 à 66).

La production d'énergie électrique en Italie, pendant l'exercice 1921, par le professeur ingénieur Guildo De Marchi (p. 67 à 110).

La sécheresse de l'année 1921 par le professeur Filippo Eredia (p. 111 à 168).

Sur le débit sédimentaire de quelques torrents et sur le comblement des lacs artificiels, par l'ingénieur Marco Giandotti (p. 169 à 187).

Rendement des bassins imbrifères par l'ingénieur Marco Giandotti (p. 188 à 194).

Les pluies exceptionnelles et le régime caractéristique des précipitations dans la région ligure, par l'ingénieur Fernando Pandolfi (p. 195 à 218). — P. B.

(1) Un volume, format 26 cm × 18 cm, de 218 pages, avec 5 planches et 3 cartes hors texte, édité par le Ministero dei Lavori pubblici, Servizio idrografico centrale, Rome.

Bibliographie : La distribuzione delle forze idrauliche nelle Alpi delle Tre Venezie (La distribution des forces hydrauliques dans les Alpes vénitiennes), par le professeur ingénieur G. Revessi (1). — L'auteur pose en principe qu'une utilisation rationnelle des forces hydrauliques des montagnes italiennes conduirait sûrement, en peu d'années, à un équilibre entre les dépenses engagées et les bénéfices. Ce résultat, bien entendu, ne serait obtenu qu'en se conformant à un programme établi d'après des données suffisamment dignes de foi et complètes en dehors et au-dessus de toute influence non justifiée par des raisons techniques et économiques. Maintenu en corrélation avec les installations déjà existantes, il tiendrait compte non seulement du développement possible des services publics et des besoins domestiques, mais aussi de celui de l'industrie et de l'agriculture.

C'est ce programme que l'auteur s'est proposé de développer pour les trois Vénéties habitées, dans la plaine et dans la partie inférieure des grandes vallées, par une population dense et laborieuse, et qui sont loin encore d'avoir atteint ce rythme intense de vie qui s'observe en d'autres pays étrangers et dont certaines régions de l'Italie se rapprochent.

La brochure n'est pas seulement destinée aux techniciens ; elle s'adresse aussi à toute personne cultivée s'intéressant aux grands problèmes de l'heure actuelle. C'est pourquoi, si certaines des questions traitées sont nouvelles pour le plus grand nombre, il en est d'autres que beaucoup connaissent déjà. Ces dernières et, en général, les éclaircissements et les données numériques sont portés en renvoi au bas de chaque page.

Les bassins considérés sont ceux de l'Isonzo, du Tagliamento, du Piavre, de la Brenta et de l'Adige.

A chaque bassin correspond une carte très claire et facilement lisible, sur laquelle les diverses caractéristiques (profil, débit, puissance) sont indiquées par une méthode nouvelle et personnelle à l'auteur. — P. B.

Bibliographie : Annuaire de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité (2). — L'annuaire de la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité qui vient de paraître, contient les statuts et le règlement intérieur de la société, la liste de ses 1150 membres avec leurs adresses et situations, des listes de ces mêmes membres classés par profession et par région, une liste par promotion des anciens élèves de l'Ecole, enfin une liste alphabétique de tous les anciens élèves de l'Ecole.

Nous signalons à cette occasion que la Société amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité, qui vient d'être reconnue d'utilité publique, a constitué en octobre 1923, un secrétariat administratif permanent dont le siège est 8, rue de Staël, à Paris et qui est également chargé du service de placement des anciens élèves. C'est à cette permanence que les offres et demandes d'emplois devront être adressées désormais.

(1) Une brochure format 31 cm × 22 cm, de 61 pages, avec une planche et 5 cartes hors texte, éditée par Premiate officine grafiche, G. Ferraro, à Venise.

(2) Un volume, format 24 cm × 15 cm, de 132 pages, en vente au siège de la Société, 8, rue de Staël, Paris. Prix : broché, 10 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le téléphone électrostatique

L'auteur fait ci-après une étude mathématique du fonctionnement du téléphone électrostatique, appareil qui n'est autre qu'un condensateur à lame d'air dont les armatures sont des plaques de mica garnies d'étain. Il forme l'équation du mouvement amorti du diaphragme sous l'action de l'attraction électrostatique, rendue variable par le courant téléphonique reçu. Lorsque l'appareil n'est pas polarisé, l'amplitude a une fréquence double de celle du courant et passe par un maximum pour une certaine fréquence. Dans le cas où le téléphone est polarisé, il se peut, par suite des vibrations, qu'ont ait dans la représentation par un circuit schématique équivalent un effet de self-induction au lieu d'un effet de capacité; il y a une fréquence qui rend minimum le déphasage entre le courant et la tension. La puissance absorbée a un maximum pour la fréquence de résonance. On aurait intérêt, pour augmenter la netteté, à diminuer l'inertie et à augmenter l'amortissement. Pour employer avec succès le téléphone électrostatique à la place du téléphone électromagnétique, il faut adapter le transformateur aux nouvelles conditions. L'auteur fait varier les inductances du primaire ou du secondaire ou bien l'inductance mutuelle et cherche le maximum de puissance absorbée. Pour le maximum maximorum, le primaire et le secondaire consomment la même énergie par seconde. L'auteur donne aussi la formule du rendement.

I. **Introduction**. — Le téléphone électrostatique, dont je vais parler, est un condensateur à air, dont les armatures sont constituées par deux plaques métalliques, séparées par une couche d'air. Une des plaques est d'une épaisseur assez grande, par exemple, 1 mm; l'autre, constituant le diaphragme téléphonique, est une mince plaque de mica, couverte de feuilles d'étain. Le diaphragme est encastré sur son pourtour, comme dans les téléphones électromagnétiques ordinaires.

Le téléphone décrit peut être lié à un microphone au moyen d'un transformateur, comme le montre la figure 1 ou la figure 2. Dans le premier cas, on entend dans le téléphone un son à l'octave du son émis devant le microphone et, dans le second cas, un son de même hauteur.

L'expérience montre que, dans le dernier cas, il suffit d'une batterie polarisante d'une trentaine de volts pour pouvoir très bien percevoir, dans un téléphone de 70 mm de diamètre environ, des sons articulés.

On a essayé déjà depuis longtemps les téléphones électrostatiques, mais sans grand succès. C'est que l'époque pour ces téléphones, à mon avis, s'ouvre seulement maintenant, grâce au développement de la radiotechnique et particulièrement des appareils à tubes à vide.

Les téléphones électrostatiques ayant un grand rendement possèdent aussi une grande résistance, ce qui les favorise particulièrement dans le domaine de la radiotechnique.

II. **Théorie du téléphone électrostatique**. — L'équation du mouvement du diaphragme, sur lequel agit une force alternative F, peut s'écrire sous la forme suivante :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + f\frac{dx}{dt} + Dx = F;$$

m indique ici la masse mise en vibration, qui comprend la masse du diaphragme et de l'air vibrant ;

x, la distance, à un moment donné, du milieu de la membrane à sa position d'équilibre;

t, le temps ;

$f\frac{dx}{dt}$, la force de frottement, s'opposant au mouvement, qui dépend partiellement de la radiation acoustique et Dx, la force d'élasticité, qui dépend principalement de la nature du métal du diaphragme et de ses dimensions.

Dans le cas présent, la force alternative F est la force d'attraction, agissant entre les plaques du condensateur, qui se trouvent sous tension.

Désignons par :

s, la surface efficace du diaphragme ;

d, la distance des plaques, quand la membrane est au repos ;

ε, la constante diélectrique ;

V_0, la tension de polarisation d'une batterie et v, la différence de potentiel alternative.

Dans ces conditions, nous pouvons mettre la force F sous la forme

$$F = \frac{\varepsilon . s (V_0 + v)^2}{8\pi (d - x)^2} . k,$$

où k est un coefficient, qui dépend de la forme que

prend le diaphragme en mouvement; k est inférieur à 1.

Puisque x est ordinairement très petit devant d, on peut donc écrire

$$\frac{1}{(d-x)^2} \doteq \left(1 + \frac{2x}{d}\right)\frac{1}{d^2}.$$

L'équation du mouvement du système mécanique devient, dans ces conditions,

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + f\frac{dx}{dt} + Dx = \frac{\varepsilon.s.k}{8\pi d^2}(V_0 + v)^2\left(1 + \frac{2x}{d}\right). \quad (1)$$

On obtiendra l'équation qui lie les grandeurs électriques pendant le mouvement du diaphragme, en écrivant que la charge électrique du condensateur, à un instant donné, est égale à

$$C(V_0 + v) = \int_0^t i\,dt,$$

où i est le courant.

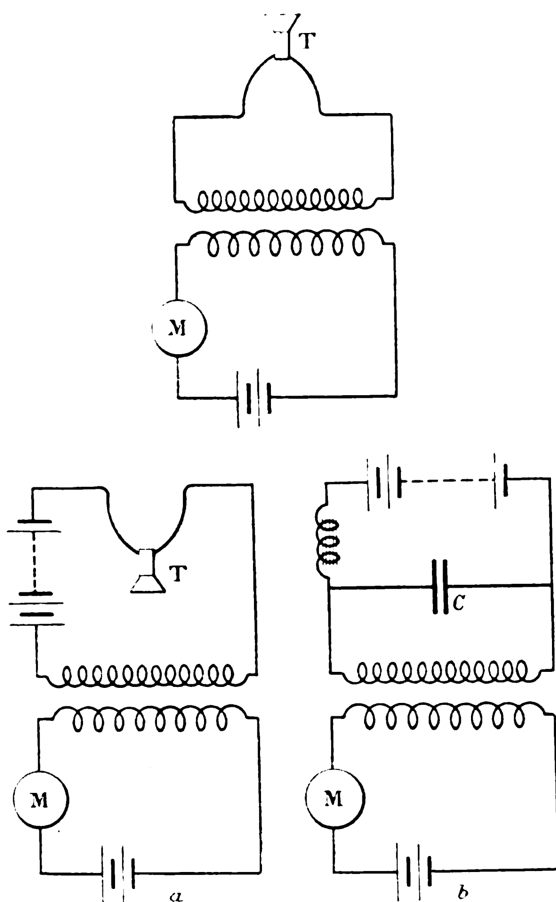


Fig. 1 et 2. — Liaison du téléphone électrostatique avec le microphone par l'intermédiaire d'un transformateur.

La capacité C et la tension v étant des fonctions du temps, on peut donc écrire

$$i\,dt = (V_0 + v)\,dC + C\,d(V_0 + v);$$

d'où

$$i = (V_0 + v)\frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}\left(1 + \frac{2x}{d}\right)\frac{dx}{dt} + \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d}\frac{dv}{dt}, \quad (2)$$

puisque

$$C = \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi(d-x)} \quad \text{et} \quad dC = \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}\left(1 + \frac{2x}{d}\right)dt.$$

Nous voyons que le courant i, qui passe par le téléphone électrostatique, peut être considéré, comme la somme de deux courants : l'un engendré par le mouvement du diaphragme et proportionnel à la vitesse du mouvement ; l'autre, déphasé de 90° par rapport à la tension.

Pour nous faciliter la tâche, nous considérerons seulement les cas suivants, qui sont d'ailleurs les plus intéressants.

1. Nous supposons d'abord, que $V_0 = 0$ et que x est très petit par rapport à d, ou que $\frac{2x}{d}$ est très petit par rapport à l'unité. Ces hypothèses nous permettent d'écrire

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + f\frac{dx}{dt} + Dx = \frac{\varepsilon.s.k}{8\pi d^2}v^2, \quad (3)$$

et

$$i = \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}v\frac{dx}{dt} + \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d}\frac{dv}{dt}. \quad (4)$$

En admettant $v = V_{max}\sin\omega t$ et en tenant compte des conditions du problème, la première équation nous fournit la solution

$$x = \frac{1}{2}\frac{k.\varepsilon.s.V_{max}^2}{m.8\pi d^2}\left[\frac{1}{a_1a_2}\right.$$
$$\left. + \frac{4\omega^2\cos 2\omega t - a_1a_2\cos 2\omega t + 2\omega(a_1 + a_2)\sin 2\omega t}{(4\omega^2 + a_2^2)(4\omega^2 + a_1^2)}\right]. \quad (5)$$

De cette valeur de x, on pourra déduire les mouvements du diaphragme, quand on appliquera aux bornes du téléphone une différence de potentiel alternative v. Nous voyons que la membrane prendra une flexion constante, dont l'amplitude dépendra des constantes du diaphragme, de la capacité du condensateur et de la tension, et le mouvement vibratoire s'effectuera autour de la nouvelle position. La fréquence du mouvement du système mécanique sera deux fois plus grande que la fréquence des courants téléphoniques. Le son entendu sera net, mais deux fois plus haut que le son émis devant le microphone.

L'amplitude du mouvement dépend de la fréquence ω. Pour $\omega = 0$ et pour $\omega = \infty$, elle est égale à zéro. Dans ce dernier cas, les choses se passent comme si le diaphragme était soumis à une force constante, proportionnelle au carré de la valeur efficace de la tension.

De l'équation (5), il est facile de déduire la fréquence ω_0, pour laquelle l'amplitude devient maximum.

En choisissant convenablement les constantes du téléphone, on peut donc mettre ce dernier en résonance pour n'importe quelle valeur de la fréquence, de sorte que le téléphone électrostatique non polarisé peut très bien servir pour la réception des signaux simples, par exemple des signaux télégraphiques, transmis par des courants de fréquence déterminée. Mais il se prête également, comme le montre l'expérience, à la reproduction des sons articulés, donc du langage, si l'intensité des sons particuliers est assez grande.

2. Passons maintenant au cas où le téléphone est soumis à une tension constante V_0. Supposons, pour simplifier le problème, que V_0 est grand par rapport à v et que x, comme précédemment, est petit devant d. Alors, en omettant le facteur constant, qui n'a pas d'influence sur le mouvement, les équations (1) et (2) deviennent

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + f\frac{dx}{dt} + Dx = \frac{\varepsilon.s.k}{8\pi d^2}.2V_0 v, \qquad (6)$$

$$i = \frac{\varepsilon sk}{4\pi d^2}V_0\frac{dx}{dt} + \frac{\varepsilon sk}{4\pi d}\frac{dv}{dt}. \qquad (7)$$

Dans le cas présent, contrairement aux hypothèses que nous avions faites plus haut, nous supposons que toutes les grandeurs varient sinusoïdalement et sont de même fréquence. Nous pouvons donc écrire

$$i = \overline{I}e^{j\omega t}; \quad x = \overline{X}e^{j\omega t}; \quad v = \overline{V}e^{j\omega t};$$

on a $j = \sqrt{-1}$ et $\overline{I}$, $\overline{X}$, $\overline{V}$, sont des expressions symboliques de la forme $A + jB$.

Les équations (6) et (7) écrites maintenant sous forme d'équations symboliques deviennent

$$-m\omega^2\overline{X} + j\omega f\overline{X} + D\overline{X} = \frac{\varepsilon.s.k}{8\pi d^2}2V_0\overline{V}, \qquad (8)$$

$$\overline{I} = \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}V_0 j\omega\overline{X} + \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d}j\omega\overline{X}; \qquad (9)$$

d'où

$$\overline{X} = \frac{\varepsilon.s.k}{8\pi d^2}2V_0\overline{V}\left[\frac{(D - m\omega^2) - j\omega f}{(D - m\omega^2)^2 + \omega^2 f^2}\right]. \qquad (10)$$

$$\overline{I} = \overline{V}\left(\frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}V_0\right)^2\left[\frac{f\omega^2 + j\omega(D - m\omega^2)}{f^2\omega^2 + (D - m\omega^2)^2}\right] + \overline{V}j\omega\frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d}. \qquad (11)$$

$$\frac{\overline{I}}{\overline{V}} = \left(\frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d^2}V_0\right)^2\left[\frac{f\omega^2 + j\omega(D - m\omega^2)}{f^2\omega^2 + (D - m\omega^2)^2}\right] + j\omega\frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d}; \qquad (12)$$

$\frac{\overline{I}}{\overline{V}}$ est l'inverse de la réactance du téléphone.

Le téléphone électrostatique traversé par un courant alternatif se comporte donc comme le système électrique schématisé en figure 3, où

$$r = \frac{f.d^2}{C_0^2V_0^2} \quad \text{et} \quad C_0 = \frac{\varepsilon.s.k}{4\pi d};$$

et y sera une capacité de valeur

$$\frac{C_0^2V_0^2}{d^2(D - m\omega^2)},$$

quand

$$\omega < \sqrt{\frac{D}{m}},$$

ou une inductance

$$L = \frac{(-D + m\omega^2)d^2}{\omega^2C_0^2V_0^2},$$

quand

$$\omega > \sqrt{\frac{D}{m}},$$

et, enfin, devient égale à zéro, quand

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}.$$

Des trois grandeurs C_0, r et y, cette dernière seule est une fonction de ω. Pour $\omega = 0$, y correspond à une

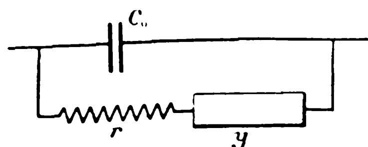


Fig. 3. — Schéma des conditions électriques d'un téléphone électrostatique soumis à un courant alternatif.

capacité $\frac{C_0^2V_0^2}{d^2D}$, mais, à mesure que ω croît, cette capacité croît aussi pour devenir infiniment grande pour $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$. Pour des fréquences supérieures à $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{D}{m}}$, y correspond à une inductance, dont la valeur croît et tend vers $\frac{md^2}{C_0^2V_0^2}$ pour $\omega = \infty$.

En mesurant l'inverse de l'impédance r du téléphone, nous obtiendrons f, si les constantes C_0, V_0 et d, qui ne sont pas difficiles à mesurer ou à calculer, sont connues. De la courbe

$$\frac{I}{V} = f(\omega),$$

et en prenant m égal à environ 1/5 de la masse du diagramme, nous tirerons D. Ainsi, toutes les constantes du diaphragme nous serons connues.

Pour la pulsation ω, l'angle φ compris entre le vecteur du courant $\overline{I}$ et le vecteur de la tension $\overline{V}$ satisfera à la relation suivante :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\dfrac{d^2}{C_0 V_0^2}\left[f^2\omega^2 + (D - m\omega^2)^2\right] + (D - m\omega^2)}{f\omega}, \qquad (13)$$

Nous voyons donc que le vecteur du courant $\overline{I}$, pour $\omega = 0$, est en avance de 90° sur le vecteur de la tension $\overline{V}$. A mesure que ω croît, l'angle φ diminue et, pour $\omega = \sqrt{\dfrac{D}{m}}$, il devient tel que

$$\operatorname{tg} \varphi = r\omega C_0 = \frac{d^2}{C_0 V_0^2} f\omega.$$

En continuant à augmenter ω, l'angle φ diminue toujours et, enfin, peut devenir négatif.

Le téléphone électrostatique se comportera alors comme une résistance inductive.

La condition nécessaire pour qu'il en soit ainsi est

$$(m\omega^2 - D) > \frac{d^2}{C_0 V_0^2}\left[f^2\omega^2 + (D + m\omega^2)^2\right];$$

donc elle pourra être toujours satisfaite, en choisissant pour C_0 et V_0 des valeurs convenables. Or, tg φ devient de nouveau infini, quand $\omega = \infty$, donc l'angle φ passe par un minimum qui a lieu pour

$$\omega = \sqrt{\frac{-\left(f^3\dfrac{d^2}{C_0V_0^2} - 2Df\dfrac{d^2}{C_0V_0^2}m - mf\right) + \sqrt{\left(f^3\dfrac{d^2}{C_0V_0^2} - 2Df\dfrac{d^2}{C_0V_0^2}m - mf\right)^2 + 4fD\left(1 + \dfrac{d^2}{C_0V_0^2}D\right)m^2f\dfrac{d^2}{C_0V_0^2}}}{6m^2f\dfrac{d^2}{C_0V_0^2}}},$$

Nous voyons, d'après l'équation (11), que le courant $\overline{I}$, qui passe par le téléphone électrostatique, peut être mis sous la forme de la sommme de deux courants

$$\overline{I} = \overline{I}_1 + \overline{I}_2.$$

$$\overline{I}_1 = \overline{V}\left(\frac{\varepsilon s k}{4\pi d^2} V_0\right)^2 \left[\frac{f\omega^2 + j\omega(D - m\omega^2)}{f^2\omega^2 + (D - m\omega^2)^2}\right],$$

$$\overline{I}_2 = \overline{V} j\omega \frac{\varepsilon s k}{4\pi d}$$

$\overline{I}_1$ est le courant dû au mouvement du diaphragme; $\overline{I}_2$, le courant qui passe quand le diaphragme est immobilisé.

Voyons comment varie le vecteur $\overline{I}_1$, en fonction de ω. En premier lieu, l'angle φ_1, qu'il fait avec le vecteur v est tel que

$$\varphi_1 = \operatorname{arc\,tg} \frac{D - m\omega^2}{f\omega}.$$

Donc, ce vecteur tourne de 180° à mesure que ω croît de 0 à ∞. Pour $\omega = 0$, il est en phase avec le vecteur $\overline{I}_2$; pour $\omega = \sqrt{\dfrac{D}{m}}$, il est en phase avec le vecteur $\overline{V}$.

La valeur efficace du courant $\overline{I}_1$ est donnée par l'expression

$$I_1 = \left[\frac{C_0^2 V_0^2}{d^2}\sqrt{\frac{\omega^2}{f^2\omega^2 + (D - m\omega^2)^2}}\right] V. \qquad (14)$$

Elle varie de zéro à zéro, quand ω croît de zéro à l'infini, en passant par un maximum pour $\omega = \sqrt{\dfrac{D}{m}}$. Si nous représentons $\overline{I}_1$ graphiquement en coordonnées polaires, nous obtenons le cercle de la figure 4, passant par l'origine des coordonnés O et dont le centre se trouve sur la ligne OA, définissant la phase du vecteur

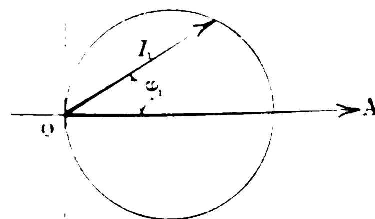


Fig. 4. — Représentation du courant du téléphone en coordonnées polaires.

de tension V et à la distance $\frac{1}{2} V \times \dfrac{C_0^2 V_0^2}{d^2 f}$ du point O.

L'équation du courant I_1 sera, dans ces conditions,

$$I_1 = V \frac{C_0^2 V_0^2}{d^2 f} \cos \varphi_1.$$

La connaissance des constantes du diaphragme m, f, D rend possible le calcul de toutes les valeurs, comme par exemple l'amplitude X, la puissance absorbée par le téléphone; le courant permet donc de se rendre complètement compte du fonctionnement du téléphone, si la tension e est connue. Nous pouvons écrire par exemple,

$$X = \frac{C_0 V_0 V_{\max}}{d}\sqrt{\frac{1}{(D - m\omega^2)^2 + \omega^2 f^2}}. \qquad (15)$$

L'amplitude X devient maximum pour $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$ et alors elle est égale à

$$X_0 = \frac{C_0 V_0 V_{max}}{d \omega f}. \quad (16)$$

La phase des vibrations du diaphragme varie, par rapport à la phase de la tension v, avec ω. Pour ω très petit, X est presque en phase avec v; pour $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$, la phase des vibrations du diaphragme est en avance de 90° par rapport à la phase de la tension; et, enfin, pour ω très grand, la phase des vibrations se rapproche de 180°.

La puissance $VI \cos \varphi_1$ absorbée par le téléphone, peut être calculée d'après la formule suivante,

$$P = \frac{V^2 \left(\frac{C_0 V_0}{d}\right)^2 f \omega^2}{f^2 \omega^2 + (D - m\omega^2)^2}. \quad (17)$$

Cette puissance est égale à zéro pour $\omega = 0$ et pour $\omega = \infty$. Le maximum de la puissance est atteint au moment de la résonance. Au voisinage de la résonance, m ne dépend que faiblement de ω. Ayant en vue la distorsion du langage, il serait avantageux de choisir m petit et f grand. Il est évident, qu'on ne peut pas aller trop loin dans l'augmentation de f, parce qu'en même temps on diminue la puissance absorbée par le téléphone.

II. Théorie du transformateur téléphonique. — L'énergie qu'absorbe un récepteur donné dépend non seulement de ses propriétés, mais encore des propriétés du réseau auquel il est lié.

Si nous voulons donc que notre récepteur absorbe la puissance maximum pour une valeur donnée de la force électromotrice, il faut accorder convenablement tout le système.

Ceci explique pourquoi le téléphone électrostatique inséré dans un circuit approprié au téléphone électromagnétique donne un son beaucoup plus faible que ce dernier, quoique son rendement soit plus grand; c'est que le téléphone électrostatique est mal accordé avec le circuit et n'est pas capable, par conséquent, de lui soutirer autant d'énergie que le téléphone électromagnétique. Il est donc indispensable, quand on désire employer un téléphone électrostatique, avec succès, de calculer son circuit de telle façon que la puissance du téléphone, pour la force électromotrice donnée de la source d'énergie, soit maximum. Le rendement du système joue ici un rôle peu important.

Le circuit du téléphone se compose du primaire d'un transformateur, inséré dans le circuit microphonique, ou dans un circuit dans lequel agit une force électromotrice alternative, et du téléphone. Schématiquement, nous pouvons le représenter comme sur la figure 1.

Cherchons les conditions de résonance pour ce système qui lui est équivalent, c'est-à-dire les conditions telles que $\omega = \sqrt{\frac{D}{m}}$, en partant de l'équation (12).

Dans ce cas, la résistance apparente est constituée par la résistance de valeur $\left(\frac{d}{CV_0}\right)^2 f$ mise en parallèle avec la capacité C_0. Cette résistance est très grande, le rapport du transformateur sera également grand, aussi bien que la résistance de l'enroulement secondaire et, alors, ce dernier aura une capacité propre qui ne sera pas négligeable. Dans ce qui suit, nous en tenons compte en admettant qu'elle est mise en parallèle avec le circuit secondaire du transformateur. Le schéma du système se présente alors comme le montre la figure 5, dans

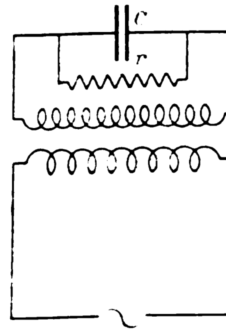


Fig. 5. — Autre schéma des conditions électriques du téléphone électrostatique dans lequel on tient compte de la capacité de l'enroulement secondaire du transformateur.

laquelle C est la capacité propre de l'enroulement du transformateur plus C_0 et r, la résistance équivalente à la résistance ohmique du téléphone et à la résistance d'isolement des conducteurs.

Désignons par :

R_1, la résistance du circuit microphonique. Cette résistance se compose d'une partie constante r'_1, et d'une partie r''_1 variable sous l'effet des ondes acoustiques. Donc $R_1 = r'_1 + r''_1 \sin \omega t$ pour les sons simples :

L_1, l'inductance du circuit primaire non couplé avec le secondaire ;

M, la mutuelle inductance des deux circuits ;

L_2, l'inductance du circuit secondaire non couplé avec le primaire ;

R_2, la résistance du circuit secondaire du transformateur ;

i_1 et i_2, le courant primaire et le courant secondaire ;

e, la force électromotrice agissant dans le circuit primaire.

Les équations différentielles pour le système donné seront

$$L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} + R_1 i_1 = e,$$

$$L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} + R_2 i_2 + v = 0.$$

Ces équations mènent à des équations d'ordre supérieur. En les résolvant, nous obtiendrons pour i_1 et i_2 des formes assez compliquées ; mais l'expérience montre, que, lorsque nous émettons devant le microphone un son simple, dans le téléphone nous entendons le même son. Ceci nous permet d'admettre, que les choses se passent comme si, dans le circuit du microphone, agissait une force électromotrice sinusoïdale ou, en résumé, que toutes les grandeurs varient sur la loi sinusoïdale.

Nous pouvons donc écrire nos équations sous la forme symbolique :

$$j\omega L_1\overline{I}_1 + j\omega M\overline{I}_2 + R_1\overline{I}_1 = \overline{E}, \tag{18}$$

$$j\omega L_2\overline{I}_2 + j\omega M\overline{I}_1 + R_2\overline{I}_2 + \overline{V} = 0.$$

Puisque

$$v = i_2\frac{r}{1+c^2\omega^2r^2} - \frac{cr^2}{1+c^2\omega^2r^2}\frac{di_2}{dt} \tag{19}$$

ou

$$\overline{V} = \overline{I}_2\left[\frac{r}{1+c^2\omega^2r^2} - j\omega\frac{cr^2}{1+c^2\omega^2r^2}\right], \tag{19}$$

nous pouvons donc écrire

$$j\omega L_1\overline{I}_1 + j\omega M\overline{I}_2 + R\overline{I}_1 = \overline{E} \tag{21}$$

sous la forme

$$j\omega\left(L_2 - \frac{cr^2}{1+c^2\omega^2r^2}\right)\overline{I}_2 + j\omega M\overline{I}_1 + \left(R_2 + \frac{r}{1+c^2\omega^2r^2}\right)\overline{I}_2 = 0. \tag{22}$$

Nous avons ainsi les équations du transformateur mises sous leur forme usuelle. Ce qui nous intéresse surtout ici, c'est la puissance prise par le téléphone et les conditions dans lesquelles cette puissance devient maximum.

Cette puissance, sous forme symbolique, est

$$\overline{P} = \overline{V}\overline{I}_2. \tag{23}$$

Par $\overline{X}'$, je désigne le vecteur conjugué du vecteur $\overline{X}$. En tenant compte des équations (18), (19) et (20) et en posant

$$\overline{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1, \quad \overline{Z}_2 = R_2 + j\omega L_2,$$

nous obtenons

$$\overline{P} = \frac{\omega^2M^2\overline{E}\overline{E}'\overline{D}}{\overline{B}\overline{B}'} \tag{24}$$

où les lettres représentent les expressions suivantes :

$$\overline{D} = \frac{r}{1+c^2\omega^2r^2} - j\omega\frac{cr^2}{1+c^2\omega^2r^2} = d_1 - j\omega d_2;$$

$$\overline{B} = \overline{Z}_1(\overline{Z}_2 + \overline{D}) + \omega^2M^2.$$

Le maximum de P pour une force électromotrice donnée, agissant dans le circuit primaire, aura lieu quand l'expression

$$\frac{\overline{B}\overline{B}'}{\omega^2M^2}$$

sera minimum. Le problème posé se réduit alors à la recherche des conditions dans lesquelles le vecteur représentant $\frac{\overline{B}\overline{B}'}{\omega^2M^2}$ sera le plus court possible.

Mais on a

$$\frac{BB'}{\omega^2M^2} = K = \frac{Z_1Z_1'}{\omega^2M^2}\left[Z_2Z_2' + Z_2\left(D' + \frac{\omega^2M^2}{Z_1'}\right) + Z_2'\left(D + \frac{\omega^2M^2}{Z_1}\right) + DD' + \frac{D'M^2\omega^2}{Z_1} - \frac{DM^2\omega^2}{Z_1'} + \frac{\omega^4M^4}{Z_1Z_1'}\right] = \frac{R_1^2+\omega^2L_1^2}{\omega^2M^2}\left[R_2^2 + \omega^2L_2^2 + 2(R_2d_1 - \omega L_2\omega d_2) + \frac{2\omega^2M^2(R_2R_1 - \omega^2L_1L_2)}{R_1^2+\omega^2L_1^2} + d_1^2 + \omega^2d_2^2 + \frac{2M^2\omega^2(R_1d_1 + \omega L_1\omega d_2)}{R_1^2+\omega^2L_1^2} + \frac{\omega^4M^4}{R_1^2+\omega^2L_1^2}\right]. \tag{25}$$

En différentiant cette équation par rapport à L_2, nous voyons que $\overline{K}$ devient minimum pour

$$\omega L_2 = \omega d_2 + \frac{\omega^2M^2\omega L_1}{R_1^2+\omega^2L_1^2}. \tag{26}$$

On peut encore arriver à ce résultat en procédant d'une autre façon. En s'appuyant, par exemple, sur ce théorème que le récepteur, branché sur un réseau à courant alternatif, reçoit la puissance maximum, quand le vecteur représentant sa résistance apparente est conjugué du vecteur représentant la résistance apparente du réseau, mesuré du côté du récepteur. En effet, dans ce cas, la résistance apparente du système, mesurée du côté du téléphone électrostatique est égale à

$$\overline{Z} = \frac{\overline{Z}_2\overline{Z}_1 + M^2\omega^2}{\overline{Z}_1}.$$

En l'égalant à $d_1 + jd_2$, nous retrouvons la relation (26). Il est évident, qu'à l'égard du maximum de la puissance $\overline{P}$, il est avantageux que la résistance R_2 soit le plus petite possible.

Nous ne gagnons pourtant pas beaucoup, si cette résistance est inférieure à

$$d_1 = \frac{M^2\omega^2R_1}{R_1^2+\omega^2L_1^2}.$$

De la même façon, en différentiant la relation (25),

par rapport à ωL_1, nous aurons la valeur la plus avantageuse pour ωL_1, à savoir,

$$\omega L_1 = \frac{M^2\omega^2(\omega L_2 - \omega d_2)}{(R_2 + d_1)^2 + (\omega L_2 - \omega d_2)^2}; \qquad (27)$$

et, en différentiant, par rapport à ωM, nous avons

$$\omega M = \sqrt[4]{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2)\left[(R_2 + d_1)^2 + (\omega L_2 - \omega d_2)^2\right]}. \qquad (28)$$

En combinant les relations (26), (27) et (28), nous obtenons

$$R_1^2 + \omega^2 L_1^2 = \frac{M^2\omega^2 R_1}{R_2 + d_1}, \qquad (29)$$

$$(\omega L_2 - \omega d_2)^2 = (R_2 + d_1)\left[\frac{M^2\omega^2}{R_1} - (R_2 + d_1)\right]. \qquad (30)$$

Portant les valeurs ci-dessus dans l'équation (25), nous obtenons pour K la valeur minimum

$$K = 4R_1(R_2 + d_1). \qquad (31)$$

Cette valeur ne dépend pas de M.

Si nous éliminons L_1 et M ou L_2 et M de l'équation (25) en se basant sur les équations (26), (27) et (28), on trouve pour K toujours la même valeur, donnée par la relation (31).

Donc la puissance maximum aux bornes du secondaire du transformateur, ayant un récepteur et une force électromotrice dans le primaire donnés, peut être déduite, en changeant n'importe laquelle des trois grandeurs L_1, L_2 ou M.

Mais en changeant en même temps deux quelconques de ces grandeurs, on peut avoir le maximum maximorum de cette puissance. La valeur de ce maximum maximorum ne dépend pas de la valeur admise pour la troisième grandeur, de telle façon que, pour n'importe quelle valeur, par exemple, de M, en prenant L_1 et L_2 d'après les équations (29) et (30), on peut avoir le maximum maximorum de la puissance et sa valeur sera toujours la même.

On calculera la même puissance en choisissant L_2 et M appropriés à la valeur donnée L_1, etc.

Cette puissance est

$$P_{\max\max} = \frac{E^2 D}{4R_1(R_2 + d_1)}. \qquad (32)$$

L'équation (32) montre, en même temps, quelle est l'influence des résistances sur la puissance maximum maximorum.

Ainsi, nous possédons toutes les données qui sont nécessaires pour définir le transformateur téléphonique.

Le rendement de ce transformateur η, dans les conditions ci-dessus, mesuré par le rapport de la puissance réelle du récepteur à la puissance disponible dans le circuit primaire, sera

$$\eta = \frac{E^2 d_1}{4R_1(R_2 + d_1)} : \frac{E^2}{2R_1} = \frac{d_1}{2(R_2 + d_1)}. \qquad (33)$$

Ce rendement est d'autant plus grand que d_1 est plus grand devant R_2, mais ne peut pas dépasser 50 pour 100.

L'équation (33) montre que, dans le cas du maximum maximorum, les deux circuits, primaire et secondaire, consomment les mêmes quantités d'énergie.

K. Dobrski,
Ingénieur, professeur agrégé à l'Institut polytechnique de Varsovie.

Revues, analyses et informations

Une théorie quantique de la diffusion des rayons X par les éléments légers (1).

La théorie classique de la diffusion des rayons X, quoique vérifiée par les premières expériences de Barkla et d'autres, a été trouvée cependant incapable d'expliquer un grand nombre des expériences les plus récentes. Cette théorie, basée sur l'électrodynamique usuelle, conduit au résultat que l'énergie diffusée par un électron rencontré par un faisceau de rayons X d'intensité donnée est la même quelle que soit la longueur d'onde des rayons incidents et que, lorsque les rayons X traversent une mince couche de matière, l'intensité de la radiation diffusée sur les deux faces de la couche doit être la même. Les expériences faites sur la diffusion des rayons X par les éléments légers ont montré que ces prédictions sont correctes lorsqu'on emploie des rayons X de dureté modérée ; mais, avec des rayons X très durs, ou des rayons γ, on trouve une énergie diffusée nettement inférieure à la valeur théorique de Thomson et fortement concentrée sur la face d'émergence de la lame diffusante.

Il y a plusieurs années, l'auteur a suggéré que cette diffusion réduite des rayons X de très courte longueur d'onde pourrait être le résultat d'une interférence entre les rayons diffusés par différentes parties de l'électron, si le diamètre de l'électron était comparable avec la longueur d'onde de la radiation. En supposant pour l'électron un rayon approprié, cette hypothèse fournissait une explication quantitative de la diffusion pour une longueur d'onde particulière. Mais de récentes expériences ont montré que l'on doit ainsi supposer que la taille des électrons croît avec la longueur d'onde des rayons X employés, et la conception d'un électron dont la taille varie avec la longueur d'onde des rayons incidents est difficile à défendre.

Récemment, une difficulté plus sérieuse encore est survenue. On sait, depuis longtemps, que les rayons γ secondaires sont plus mous que les rayons primaires qui les

(1) A.-H. Compton, *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 483-502, 8 000 mots, 7 fig.

excitent et de récentes expériences ont montré que cela est vrai aussi pour les rayons X. Ce n'est qu'une petite partie de la radiation X secondaire qui a la même longueur d'onde que la radiation primaire

Un tel changement de longueur d'onde va directement à l'encontre de la théorie de Thomson et, même, l'hypothèse d'un gros électron ne suggère aucun moyen de résoudre la difficulté. En définitive, il paraît peu probable qu'une explication satisfaisante de la diffusion des rayons X puisse être atteinte sur la base de l'électrodynamique classique.

L'hypothèse quantique de la diffusion. — Selon la théorie classique, une radiation X affecte tous les électrons de la matière traversée et l'effet de diffusion observé est celui dû aux effets combinés de tous les électrons. Du point de vue de la théorie du quantum, nous pouvons supposer qu'un quantum particulier de rayons X n'est pas diffusé par l'ensemble des électrons du radiateur, mais dépense la totalité de son énergie sur quelque électron particulier. Cet électron diffusera à son tour le rayonnement dans une direction définie, caractérisée par un angle déterminé avec le faisceau incident. Cette courbure de la trajectoire du quantum de radiation a pour résultat un changement de sa quantité de mouvement. En conséquence, l'électron diffusant reculera avec une quantité de mouvement égale à la diminution de la quantité de mouvement du quantum. L'énergie du rayon diffusé sera égale à celle du rayon incident, moins l'énergie cinétique qui correspond au recul de l'électron diffusant ; comme le rayon diffusé ne peut que transporter un quantum entier, la fréquence correspondante sera réduite dans le même rapport que l'énergie. Ainsi, cette théorie nous conduit à la prévision d'un accroissement de longueur d'onde produit au cours de la diffusion.

L'effet de la variation de quantité de mouvement du quantum de rayons X est de mettre l'électron diffusant en mouvement suivant une direction faisant un angle inférieur à 90° avec le faisceau primaire. Mais, il est bien connu que l'énergie rayonnée par un corps en mouvement est plus grande dans la direction de son mouvement. Nous devons

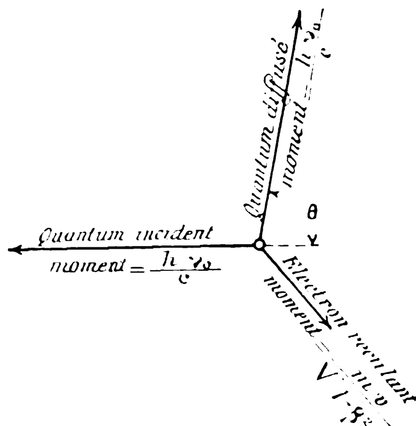


Fig. 1 A. — Mécanisme de la diffusion des rayons X.

par suite nous attendre, comme l'expérience le montre, à ce que l'intensité de la radiation diffusée soit plus grande dans la direction générale du faisceau primaire de rayons X que dans la direction inverse.

Le changement de longueur d'onde dû a la diffusion. — Imaginons, comme dans la figure 1 A, qu'un quantum de rayons X de fréquence ν_0 soit diffusé par un électron de masse m. La quantité de mouvement du quantum incident sera $\frac{h\nu_0}{c}$, où c = vitesse de la lumière et h = constante de Planck, et celle du quantum diffusé est $\frac{h\nu_\theta}{c}$, suivant une direction faisant l'angle θ avec la direction initiale. Le principe de la conservation de la quantité de mouvement exige donc que la quantité de mouvement correspondant au recul de l'électron diffusant soit égale à la différence vectorielle entre les quantités de mouvement de ces deux rayons, différence

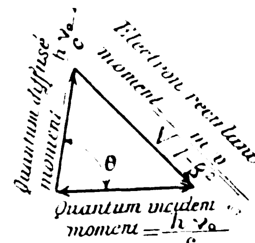


Fig. 1 B. — Calcul graphique du moment de l'électron diffusant.

que montre la figure 1 B. La quantité de mouvement de l'électron,

$$\frac{m\beta c}{\sqrt{1-\beta^2}},$$

est ainsi donnée par la relation

$$\left(\frac{m\beta c}{\sqrt{1-\beta^2}}\right)^2 = \left(\frac{h\nu_0}{c}\right)^2 + \left(\frac{h\nu_\theta}{c}\right)^2 + 2\,\frac{h\nu_0}{c}\cdot\frac{h\nu_\theta}{c}\cos\theta, \quad (1)$$

où β est le rapport de la vitesse de recul de l'électron à la vitesse de la lumière. Mais l'énergie $h\nu_\theta$ transportée par le quantum diffusé est égale à celle du quantum incident $h\nu_0$ moins l'énergie cinétique de recul de l'électron diffusant, c'est-à-dire :

$$h\nu_\theta = h\nu_0 - mc^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1\right). \quad (2)$$

Nous avons ainsi deux équations indépendantes contenant les deux quantités inconnues β et ν_θ ; en résolvant ce système, on obtient

$$\nu_\theta = \frac{\nu_0}{\left(1 + 2\alpha\sin^2\frac{\theta}{2}\right)}, \quad (3)$$

où

$$\alpha = \frac{h\nu_0}{mc^2} = \frac{h}{mc\lambda_0}. \quad (4)$$

Ou bien, en introduisant les longueurs d'onde au lieu des fréquences,

$$\lambda_\theta = \lambda_0 + \left(\frac{2h}{mc}\right)\sin^2\frac{\theta}{2}. \quad (5)$$

Il résulte de (2) que

$$\frac{1}{(1-\beta^2)} = \left\{1 + \alpha\left[1 - \frac{\nu_\theta}{\nu_0}\right]\right\}^2$$

ou, en résolvant explicitement par rapport à β,

$$\beta = 2\alpha \sin\frac{\theta}{2}\,\frac{\sqrt{1+(2\alpha+\alpha^2)\sin^2\frac{\theta}{2}}}{1+2(\alpha+\alpha^2)\sin^2\frac{\theta}{2}}. \qquad (6)$$

L'équation (5) indique un accroissement de longueur d'onde dû au mécanisme diffusant, qui varie de quelques centièmes dans le cas des rayons X ordinaires jusqu'à plus du double dans le cas de rayons γ diffusés en arrière. En même temps, la vitesse de recul de l'électron diffusant, donnée par (6), varie entre zéro, lorsque le rayon est diffusé directement en avant, jusqu'à environ 80 pour 100 de la vitesse de la lumière lorsqu'un rayon γ est diffusé suivant une direction éloignée de celle d'incidence.

Distribution de l'énergie rayonnée par un diffuseur isotrope en mouvement. — Pour étudier la distribution spatiale de l'énergie rayonnée par un électron reculant, étudions d'abord celle qu'émet un corps isotrope en mouvement. Si un observateur mobile avec le corps rayonnant trace une sphère autour de lui, la condition d'isotropie signifie que la probabilité est égale pour toutes les directions d'émission de chaque quantum d'énergie, c'est-à-dire que la probabilité pour qu'un quantum traverse la sphère dans une direction faisant un angle compris entre θ' et $\theta' + d\theta'$ avec la direction du mouvement, est égale à $\frac{1}{2}\sin\theta'\,d\theta'$. Mais, la surface que l'observateur en mouvement considère comme une sphère, est vue par l'observateur fixe comme un sphéroïde oblat (fig. 2 B), dont l'axe polaire est réduit dans le rapport de $\sqrt{1-\beta^2}$ à 1. En conséquence, un quantum qui traverse la sphère dans la direction θ' (fig. 2 A), paraît à l'observateur stationnaire traverser le sphéroïde dans la direction θ'' (fig. 2 B). Puisque

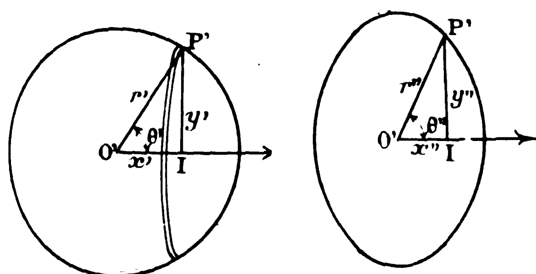


Fig. 2 A et 2 B. — Probabilité de traversée d'un quantum dans une direction donnée.

$$x' = x''\sqrt{1-\beta^2} \text{ et } y' = y'',$$

on a

$$\operatorname{tg}\theta' = \frac{y'}{x'} = \sqrt{1-\beta^2}\,\frac{y''}{x''} = \sqrt{1-\beta^2}\operatorname{tg}\theta'', \qquad (9)$$

et

$$\sin\theta' = \frac{\sqrt{1-\beta^2}\operatorname{tg}\theta''}{\sqrt{1+(1-\beta^2)\operatorname{tg}^2\theta''}}. \qquad (10)$$

Imaginons, comme dans la figure 3, qu'un quantum soit émis à l'instant $t = 0$, lorsque le corps rayonnant est en O.

S'il traverse la sphère de l'observateur mobile dans une direction θ', il traverse le sphéroïde oblat correspondant, vu par l'observateur stationnaire, suivant θ''. Après une seconde, le quantum aura atteint un point P sur une sphère de rayon c tracée autour de O, tandis que le radiateur aura parcouru la distance βc. L'observateur stationnaire en P trouve, par suite, que la radiation vient à lui du point O, suivant la direction θ, et l'on a

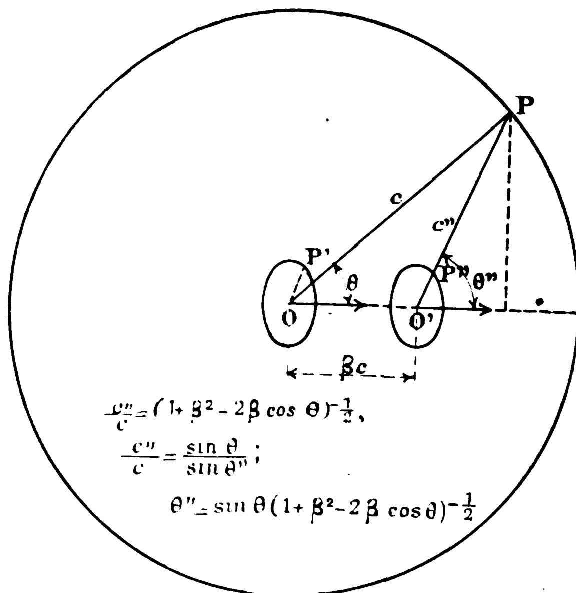


Fig. 3. — Le rayon qui traverse le sphéroïde mobile en P' suivant θ' atteint la surface sphérique stationnante en P suivant θ.

$$\frac{\sin\theta}{\sqrt{1+\beta^2-2\beta\cos\theta}} = \sin\theta'', \qquad (11)$$

Il en résulte, d'après la relation (10),

$$\sin\theta' = \sin\theta\,\frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta\cos\theta}, \qquad (12)$$

et, en différentiant,

$$d\theta' = \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta\cos\theta}\,d\theta. \qquad (13)$$

En définitive, la probabilité cherchée sera

$$P_\theta\,d\theta = \frac{1-\beta^2}{(1-\beta\cos\theta)^2}\times\frac{1}{2}\sin\theta\,d\theta. \qquad (14)$$

Supposons que l'observateur mobile note que n' quanta sont émis par seconde. L'observateur stationnaire estimera que la vitesse d'émission est égale à

$$n'' = n'\sqrt{1-\beta^2}$$

quanta par seconde, à cause de la différence d'allure entre les horloges mobile et fixe. De ces n'' quanta, le nombre émis entre les directions θ et $\theta + d\theta$ est $dn'' = n''P_\theta\,d\theta$; mais, si dn'' quanta sont émis par seconde dans la direction θ,

le nombre qu'en reçoit par seconde un observateur stationnaire dans cette direction est $dn = \frac{dn'}{1 - \beta \cos\theta}$, puisque le radiateur s'approche de l'observateur à la vitesse $\beta \cos\theta$. L'énergie de chaque quantum est, cependant, $h\nu_\theta$, où ν_θ est la fréquence de la radiation reçue par l'observateur stationnaire. Ainsi l'intensité, ou énergie par unité d'aire et par seconde, de la radiation reçue dans la direction θ et à la distance R est

$$I_\theta = \frac{h\nu_\theta dn}{2\pi R^2 \sin\theta d\theta} = \frac{h\nu_\theta}{2\pi R^2 \sin\theta d\theta} \frac{n'(1-\beta^2)^{\frac{1}{2}}}{(1-\beta\cos\theta)^3} \frac{1}{2} \sin\theta d\theta$$

$$= \frac{n' h\nu_\theta}{4\pi R^2} \frac{(1-\beta^2)^{\frac{1}{2}}}{(1-\beta\cos\theta)^3}. \qquad (15)$$

Si la fréquence de l'oscillateur émettant la radiation est mesurée par un observateur se déplaçant avec le radiateur comme étant égale à ν', l'observateur fixe juge sa fréquence égale à

$$\nu'' = \nu' \sqrt{1-\beta^2},$$

et, en vertu de l'effet Fizeau Doppler, la fréquence de la radiation reçue dans la direction θ est

$$\nu_\theta = \frac{\nu''}{1 - \beta\cos\beta} = \nu' \left[\frac{\sqrt{(1-\beta^2)^2}}{1-\beta\cos\theta}\right]. \qquad (16)$$

Substituant dans (15), nous obtenons

$$I_\theta = \frac{n' h\nu'}{4\pi R^2} \frac{(1-\beta^2)^2}{(1-\beta\cos\theta)^4}. \qquad (17)$$

Mais l'intensité de la radiation reçue par l'observateur mobile à la distance R de la source est $I' = \frac{n'h\nu'}{4\pi R^2}$. Ainsi

$$I_\theta = I' \left[\frac{(1-\beta)^2}{(1-\beta\cos\theta)^4}\right] \qquad (18)$$

est l'intensité de la radiation reçue dans la direction θ à partir d'un radiateur isotrope, mobile avec la vitesse βc, et qui rayonnerait avec l'intensité I' s'il était au repos.

Il est intéressant de noter, en comparant (16) et (18), que

$$\frac{I_\theta}{I'} = \left(\frac{\nu_\theta}{\nu'}\right)^4, \qquad (19)$$

résultat qui s'obtient très simplement pour le rayonnement total d'un corps noir, qui est un radiateur isotrope.

L'intensité de diffusion des électrons reculant. — Par des considérations analogues, l'auteur établit l'expression de l'intensité des rayons X diffusés dans une direction faisant un angle θ avec le faisceau incident

$$I_\theta = I \frac{Ne^4}{2R^2m^2c^4} \frac{1 + \cos^2\theta + 2\alpha(1+\alpha)(1-\cos\theta)^2}{[1+\alpha(1-\cos\theta)]^5} \qquad (20)$$

où I est l'intensité du faisceau primaire rencontrant les N électrons diffuseurs.

Le calcul de l'énergie soustraite au faisceau primaire peut être fait sans difficulté. On a supposé que n quanta sont diffusés par seconde; ce nombre a pour valeur

$$n = \frac{8\pi}{3} \frac{INe^4}{h\nu_0 m^2c^4(1+2\alpha)}.$$

L'énergie perdue par le faisceau primaire en une seconde est $nh\nu_0$. Si nous définissons le *coefficient d'absorption par diffusion* comme étant la fraction d'énergie du faisceau primaire enlevée par la diffusion, par unité de longueur du parcours à travers le milieu, sa valeur a pour expression

$$\sigma = \frac{nh\nu_0}{I} = \frac{8\pi}{3} \frac{Ne^4}{m^2c^4} \cdot \frac{1}{1+2\alpha} = \frac{\sigma_0}{1+2\alpha}, \qquad (21)$$

où N est le nombre d'électrons diffusant par unité de volume et σ_0, le coefficient diffusant calculé sur la base de la théorie classique.

Pour déterminer l'énergie totale vraiment diffusée, nous devons intégrer l'intensité diffusée sur la surface d'une sphère entourant la substance diffusante, c'est-à-dire considérer

$$\varepsilon_s = \int_0^\pi I_\theta 2\pi R^2 \sin\theta d\theta.$$

En tenant compte de (20) et intégrant, on obtient

$$\varepsilon_s = \frac{8\pi}{3} \frac{INe^4}{m^2c^4} \frac{1+\alpha}{(1+2\alpha)^2}.$$

Le coefficient de diffusion vrai est ainsi

$$\sigma_s = \frac{8\pi}{3} \frac{Ne^4}{m^2c^4} \frac{1+\alpha}{(1+2\alpha)^2} = \sigma_0 \frac{1+\alpha}{(1+2\alpha)^2}. \qquad (22)$$

Il est clair que la différence entre l'énergie totale enlevée au faisceau primaire, et celle qui réapparait comme radiation diffusée, est l'énergie de recul des électrons diffusant. Cette différence représente, par suite, un type d'absorption vraie résultant du mécanisme diffusant. Le coefficient correspondant, relatif à l'absorption vraie due à la diffusion, est donc

$$\sigma_a = \sigma - \sigma_s = \frac{8\pi}{3} \frac{Ne^4}{m^2c^4} \frac{\alpha}{(1+2\alpha)^2} = \sigma_0 \frac{\alpha}{(1+2\alpha)^2}. \qquad (23)$$

L'auteur donne ensuite des résultats expérimentaux qui montrent que, pour le graphite et la radiation Mo — K, la longueur d'onde de la radiation diffusée est plus grande que celle de la radiation primaire, la différence observée

$$\lambda_{\frac{\pi}{2}} - \lambda_0 = 0{,}022$$

étant remarquablement voisine de la valeur calculée 0,024. Dans le cas de rayons γ, on a trouvé que la longueur d'onde varie en fonction de θ conformément à la théorie, croissant de 0,022 Å (primaire), à 0,068 Å ($\theta = 135°$). De même la vitesse des rayons β secondaires excités dans les éléments légers par les rayons γ s'accorde avec la suggestion que ce sont des électrons reculant. En ce qui concerne la variation prédite de l'absorption avec λ, les résultats d'Hewlett relatifs au carbone pour $\lambda < 0{,}5$ Å sont en excellent accord avec cette théorie ; la concentration prévue dans la direction du faisceau incident se vérifie bien. La diffusion est donc bien un phénomène de quantum et s'explique sans autre hypothèse sur les dimensions des électrons. — L. B.

Action de la lumière visible sur les électrodes.

A la séance de la Société française de Physique du 1er février 1924, M. René Audubert a communiqué les résultats de ses recherches sur le développement d'électricité produit par l'action de la lumière sur une électrode métallique plongée dans un électrolyte en regard d'une électrode identique. A la suite de cette communication, M. Cotton a rappelé les résultats obtenus par M. Athanasiu dans des recherches analogues. Nous reproduisons ci-dessous le résumé de la communication de M. Audubert et des observations de M. Cotton.

Becquerel, en découvrant son effet photovoltaïque, observa que des électrodes d'or et de platine étaient sensibles à l'action de la lumière; mais ayant remarqué que l'effet obtenu était d'autant plus faible que l'électrode était plus soigneusement nettoyée, il en avait conclu que la force électromotrice photovoltaïque était due, dans ce cas, à des impuretés organiques adhérentes au métal. Les expériences suivantes ont été faites dans le but de contrôler cette conclusion. A priori, il n'était pas absurde de penser que la lumière devait modifier le potentiel électrolytique d'un métal ; elle intervient, en effet, dans des phénomènes physicochimiques (adsorption, équilibre des suspensions...) [1].

Le platine, l'or, l'argent, le mercure et le cuivre furent étudiés en présence d'un grand nombre d'électrolytes. Deux lames identiques étaient plongées dans le liquide et réunies à un circuit de mesure (galvanomètre sensible à 10^{-10} A); l'une d'elles était éclairée par un faisceau condensé de lumière émis, soit par un arc, soit par une lampe de tungstène à atmosphère d'azote de 25000 bougies : ce faisceau était filtré afin de déterminer les actions comparées des radiations rouges et des radiations bleu-violettes. Les forces électromotrices obtenues sont faibles et instables (6×10^{-6} à 50×10^{-6} V).

Au point de vue qualificatif, les résultats sont les suivants :

Indépendamment de l'électrolyte, la surface éclairée fonctionne toujours comme anode pour le platine, le cuivre et le mercure, et toujours comme cathode pour l'or et l'argent.

Cette règle ne s'applique plus quand des actions secondaires se manifestent (décomposition photochimique de l'électrolyte ou altération de l'électrode).

Au point de vue quantitatif, on peut préciser les points suivants :

Dans tous les cas, les radiations bleues sont beaucoup plus actives que les radiations rouges ; les sensibilités des métaux étudiés à l'égard de ces dernières varient en sens inverse des tensions de dissolution. Il semble exister pour chaque métal un seuil d'excitation qui se déplace vers les fréquences élevées quand on considère des éléments de plus en plus électro-positifs.

L'effet varie peu avec l'électrolyte, il est indépendant de l'anion; aux erreurs d'expériences près, il semble d'autant plus faible que le cation possède une tension de dissolution plus élevée.

En définitive, l'existence pour un métal déterminé d'un effet spécifique permet de penser que le phénomène prend naissance dans la couche de passage où se localisent les transformations électrochimiques. D'autre part, la faible influence de la nature du cation conduit à supposer que deux effets doivent se superposer : un premier attribuable au métal même de l'électrode, un second, beaucoup moins important, dû à la couche de cations absorbés par la lame avec une intensité liée à la tension de dissolution de ce cation.

En outre ces forces électromotrices varient avec l'état de polarisation de la lame. L'étude de cette influence a conduit aux résultats suivants :

Pour les métaux fonctionnant comme anode sous l'action de la lumière (platine, cuivre et mercure) une polarisation positive de l'électrode éclairée diminue l'intensité de l'effet, tandis qu'une polarisation négative l'accroît. L'inverse est obtenu avec l'or et l'argent. Dans tous les cas, l'effet de la polarisation augmente avec cette dernière.

Pour une intensité suffisante de la polarisation, l'inversion de celle-ci change le sens de la force électromotrice créée pas la lumière : quels que soient l'électrolyte et le métal, la lame éclairée fonctionne toujours comme cathode quand elle est polarisée positivement et toujours comme anode quand elle est polarisée négativement.

Les faits précédents permettent de concevoir le mécanisme suivant lequel la lumière doit agir sur les électrodes de métaux purs. L'influence particulièrement nette de la polarisation conduit à penser que c'est par processus photoélectrique que ces forces électromotrices photovoltaïques apparaissent. Supposons, en effet, que la lumière en frappant le métal détache un électron de la partie superficielle du réseau cristallin: si la différence de potentiel entre le liquide et l'électrode est telle que cette dernière soit positive, le champ correspondant s'oppose au départ du corpuscule et ce dernier ne peut quitter l'électrode que si son énergie cinétique, $\frac{1}{2} mv^2$, est supérieure à Ve, V étant la différence de potentiel et e la charge élémentaire. La différence de potentiel critique pour laquelle l'effet photovoltaïque est nul est donnée par $\frac{1}{2} mv^2 = Ve$; pour des valeurs supérieures à cette dernière, c'est l'ion correspondant du réseau qui, sous l'action des forces électrostatiques et de la tension de dissolution, abandonne la surface du métal. Dans le cas d'une électrode polarisée négativement, la différence de potentiel est, au contraire, favorable au départ de l'électron.

Comme l'expérience le montre, pour des tensions de polarisation élevées, une inversion doit entraîner un changement de sens de l'effet.

Dans un travail antérieur (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 juillet 1922, t. CLXXV, p. 214), M. G. Athanasiu avait signalé que l'action de la lumière ultra-violette sur une électrode de mercure au contact d'une solution de $(NO^3)^2 Hg^2$ devait être due soit à des effets calorifiques, soit à une altération du métal ; dans une note récente (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 326) il expose le résultat des expériences effectuées avec différents métaux (Pt, Ag, Hg, Cu, Pb, Ni, Cd et Zn) ; il conclut que ces métaux finissant toujours par s'altérer, même au contact de solutions de leurs sels, l'effet produit par la lumière doit être attribué à l'existence d'une couche sensible.

Il est incontestable que des altérations interviennent souvent, mais il doit exister un effet métal : on peut en trouver la preuve d'abord dans l'influence du cation, ensuite dans l'inversion de l'effet photovoltaïque sous l'action de la polarisation et dans l'instantanéité de cette action, enfin dans la grande différence entre les forces électromotrices dues à des altérations et celles observées pour les métaux considérés comme purs.

[1] R. Audubert, *Société française de Physique*, 17 novembre 1922 et 2 décembre 1922.

M. A. Cotton donne quelques indications sur les recherches sur les actinomètres poursuivies par M. Athanasiu au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, recherches auxquelles M. Audubert a fait allusion à la fin de sa communication.

M. Athanasiu a d'abord signalé qu'on pouvait constituer des actinomètres en employant comme source un arc au mercure dans le quartz et comme électrodes du mercure soigneusement purifié. Mais il trouvait que, si la surface du mercure pur n'est pas altérée, et si on se met à l'abri des effets thermoélectriques, il n'observait aucun effet. Si, au contraire, la surface du mercure est altérée, si elle a subi notamment l'action d'un halogène, l'actinomètre devient sensible. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 24 juillet 1922.) M. Athanasiu a montré, d'autre part, que les sels de mercure formés sont altérés par les radiations ultraviolettes et peuvent même être utilisés pour faire des plaques photographiques. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 14 mai 1923.)

Il a, depuis, poursuivi ses recherches (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 janvier 1924) en perfectionnant la méthode de mesure de façon à pouvoir déceler des forces électromotrices de l'ordre du microvolt, en les étendant à divers métaux (Pt, Ag, Hg, Cu, Pb, Ni, Cd, Zn). Ces métaux étaient presque toujours systématiquement plongés *dans des solutions de leurs sels*, ceci pour réduire au minimum les effets de la polarisation. Il prenait un arc au mercure plus intense (arc dans le quartz consommant 3 A sous 80 V) ; et il utilisait la radiation totale de l'arc placé à 32 cm de l'électrode éclairée. (Les expériences sont actuellement poursuivies en utilisant un séparateur de radiations ultraviolettes construit spécialement dans ce but.)

Les résultats les plus importants obtenus par M. Athanasiu en employant la radiation totale de l'arc sont les suivants :

1° Avec la plupart des métaux, on constate que l'actinomètre formé est sensible à la lumière, que l'effet de celle-ci est instantané, mais que *la sensibilité de l'actinomètre croît avec le temps écoulé depuis la formation de l'élément*. Par exemple, considérons l'élément Cu — SO^4Cu — Cu pour lequel on trouve que l'électrode éclairée devient négative par rapport à l'autre. Les forces électromotrices mesurées croissent progressivement de — 0,04 millivolt à — 1,77 millivolt lorsque le temps écoulé varie de 2 minutes à 25 minutes. Au bout de dix jours de séjour (à l'obscurité) la force électromotrice devient — 18 millivolts. En même temps, on constate que les électrodes s'altèrent visiblement pendant le séjour dans la solution ; elles se recouvrent d'une couche rouge brun qui devient peu à peu verte. *C'est certainement à cette altération des électrodes de cuivre qu'on doit attribuer les forces électromotrices mesurées*, et il en est de même pour d'autres métaux.

2° Avec les métaux qui ne sont pas altérés dans les solutions de leurs sels (Pt dans le chlorure de platine, Hg dans le nitrate mercureux), on n'observe d'autre effet que celui qui est dû à l'élévation de température produite par le rayonnement. Cette élévation de température devient notable, avec la source employée, si on laisse l'actinomètre exposé aux radiations de l'arc voisin et M. Athanasiu trouve alors que les forces électromotrices mesurées croissent avec la durée de l'exposition à la lumière, et ne disparaissent plus aussitôt qu'on supprime l'éclairement. Les valeurs observées sont bien celles que l'on peut déduire de la mesure directe des températures du liquide et des valeurs des forces thermoélectriques, très importantes comme on sait, des couples ainsi formés.

Les courants obtenus avec les actinomètres de M. Athanasiu sont incomparablement plus intenses que ceux que M. Popesco, au même laboratoire, a mesurés en étudiant avec le même arc au mercure, l'effet photoélectrique du mercure pur dans le vide. M. Athanasiu estime que si l'émission d'électrons constatée dans le vide persiste pour le métal immergé, cette émission doit être complètement masquée, dans le cas de ses expériences, par les effets thermoélectriques et par l'altération progressive des électrodes qu'il a signalée.

A la suite des observations de M. Cotton, M. Audubert ajoute que, très vraisemblablement, deux effets doivent intervenir : un premier, dû à la couche de cations adsorbés, un second, attribuable au métal. Il semble possible cependant d'affirmer l'existence de l'effet métal ; aux raisons données plus haut, il convient d'ajouter celles-ci : l'inversion de l'effet, sous l'action d'un changement de sens de la polarisation, est instantanée ; le phénomène est indépendant du temps pendant lequel la polarisation a été appliquée ; l'influence de la polarisation s'exerce d'une manière toute différente sur les métaux purs ou sur les métaux altérés, ces derniers, en effet, ne donnent lieu à aucune inversion.

Un nouveau phénomène d'émission de rayons positifs [1].

L'auteur est parvenu à produire une émission régulière et importante de rayons positifs homogène en prenant une anode pointue et chauffée sur laquelle se trouve un sel métallique (de préférence un halogène) et qui est enfermée dans un tube où un bon vide est maintenu, d'une part, au moyen d'une pompe Holweck, d'autre part, par la condensation dans une partie de l'enceinte refroidie par l'air liquide des vapeurs émises par la cathode ; on obtient ainsi en face de la pointe de l'anode une émission de rayons positifs sous forme d'un cône de faible ouverture, dirigés suivant l'axe de l'anode, avec des débits de 2 ou 3 milliampères. Il a constaté que, pour une certaine température du sel déposé sur la pointe de l'anode, le phénomène d'émission commence brusquement quand le champ électrique entre l'anode et la cathode atteint une valeur déterminée ; il augmente rapidement d'intensité quand ce champ croît. Pour que le phénomène puisse prendre naissance, il faut que la chute de potentiel se répartisse régulièrement entre l'anode et la cathode, d'où la nécessité d'un très bon vide ; si le vide n'est pas suffisant, si les gaz résiduels sont ionisés, il y a émission de rayons cathodiques ; si l'on chauffe le sel au-dessus de son point de fusion, il se volatilise très rapidement et se précipite sur la cathode par petits paquets. Les rayons positifs émettent de la lumière en frappant la cathode ; on y trouve, avec une grande intensité, toutes les raies d'arc du métal du sel ; on y trouve aussi d'autres raies qui semblent être des raies d'étincelle. A l'extrémité de l'anode se trouve une petite touffe lumineuse riche en raies d'arc. — J. R.

(1) Max Morand. *Bulletin de la Société française de Physique*, 15 février 1924, n° 197, p. 32-34, 1000 mots.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

IX. — Moteurs électriques (1).

Dans la première partie de ce chapitre sont mentionnés les stands dans lesquels étaient présentés des moteurs à courant continu et à courant alternatif, à savoir ceux de la Compagnie générale d'Electricité et de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, qui a exposé entre autres un moteur triphasé série à collecteur dont les propriétés sont rappelées ici. On trouvera ensuite la description des divers dispositifs destinés à améliorer le facteur de puissance des moteurs asynchrones : c'est ainsi que sont mentionnés les condensateurs de M. A. Soulier, le moteur asynchrone synchronisé de la Compagnie générale électrique de Nancy et un des types de compensateur de phase de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. La dernière partie est consacrée aux moteurs de faible puissance exposés par les Etablissements E. Ragonot dans quelques-unes de leurs applications, parmi lesquelles on cite en particulier celle, toute récente, à la commande des phonographes. On retrouvera cette même application des moteurs électriques dans le stand de M. L. Rosengart.

Dans les chapitres qui précèdent, nous nous sommes uniquement occupés des appareils et du matériel destinés à la production, à la transmission, à la distribution et à la transformation de l'énergie électrique et nous espérons avoir mis en évidence les efforts réalisés par les représentants des diverses branches de cette industrie électrique, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., pour montrer au public les intéressants résultats obtenus.

Nous nous proposons maintenant d'examiner les machines, dispositifs et appareils dans lesquels l'énergie, reçue sous forme d'énergie électrique, revêt une nouvelle forme sous laquelle elle peut être directement utilisée. Là encore, l'Exposition de Physique fut une heureuse démonstration de la diversité de ces applications de l'énergie électrique. On la trouve sous une forme ou sous une autre dans toutes les industries métallurgiques, chimiques, etc., chez le particulier, auquel elle facilite l'existence en lui apportant de multiples commodités, dans la vie sociale où elle intervient pour assurer la rapidité des communications, dans la salle d'opération du médecin, dans les laboratoires du savant, aux découvertes desquels elle contribue, sans parler de tant d'autres applications d'un caractère moins général, mais n'en étant pas moins intéressantes. Or, cette variété fut peut-être le trait le plus frappant de l'Exposition de Physique; aussi, lorsqu'il s'agit d'établir une classification de ce matériel, peut-on être embarrassé. Tant que l'on se place à un point de vue purement théorique, on peut ne distinguer les applications de l'électricité que par la forme de l'énergie utilisée et l'on est conduit aux trois catégories fondamentales : applications mécaniques, applications thermiques et applications chimiques. Mais cette classification serait sinon incomplète, tout au moins fastidieuse pour le lecteur qui trouverait, dans les applications mécaniques, une étude sur les moteurs de puissance élevée jointe à des considérations sur la télégraphie et même la téléphonie. Il semble plus rationnel, pour éviter des rapprochements maladroits, de prendre comme base de la classification des appareils d'utilisation le rôle qu'ils sont destinés à remplir. C'est ainsi que dans ce chapitre même, où nous nous proposons de parler des moteurs électriques, nous n'examinerons pas certains types de moteurs prévus pour rendre des services bien déterminés dans des cas particuliers et qui présentent un certain intérêt par la nature même de leur application : nous citerons, par exemple, les moteurs que l'on rencontre dans les dispositifs de signalisation et de commande à distance, dans certaines applications domestiques, etc., et que nous aurons l'occasion de mentionner avec le dispositif dont ils ne constituent qu'un élément.

Mais, en dehors de ces moteurs spéciaux, affectés à une catégorie d'appareils bien définis, il y avait à l'Exposition de Physique un certain nombre de moteurs de construction courante auxquels est précisément consacré ce chapitre.

(1) Voir les chapitres I à VIII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 janvier, 1er, 8, 15, 22 et 29 mars 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518 et 539-550.

1. Moteurs de puissance moyenne. — Dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité, était exposée une série de moteurs à courant continu et à courant alternatif.

La Société alsacienne de Constructions mécaniques présentait plusieurs moteurs à courant continu, dont cinq du type normal, un moteur de traction, de 50 ch, 600 v, 620 t : mn, un autre moteur blindé fermé, de 18 ch, 500 v, 600 t : mn destiné à la commande d'appareils de levage. Les moteurs à courants triphasés étaient également représentés par un lot de cinq moteurs asynchrones, de construction courante, un moteur fermé, de 0,6 ch, 200 v, 950 t : mn, 50 p : s, du type spécial pour la commande des métiers à tisser, un second, également fermé, de 10 ch, 190 v, 1 455 t : mn, 50 p : s, destiné à la commande d'appareils de levage; dans cette même catégorie rentre un moteur fermé à nervures de refroidissement, de 7 ch, 200 v, 1 465 t : mn, 50 p : s. Il n'y a évidemment pas lieu d'insister sur le principe de ces machines, ni sur leur construction, étant donné que, depuis de nombreuses années, elles ont fait leur preuve dans les applications diverses auxquelles elles sont destinées. Elles figuraient à l'Exposition de Physique et leur place y était tout indiquée pour y représenter non pas les résultats de progrès récents, mais ceux obtenus dans le cours de ce dernier demi-siècle ; car, ne l'oublions pas, il s'agissait d'une manifestation à l'occasion du cinquantenaire de la Société française de Physique. Nous le rappellerons également au lecteur qui pourrait être surpris que les types de machines présentés ne se caractérisent pas par des dimensions importantes, laissant entrevoir des puissances mises en jeu considérables. De tels résultats sont plus du ressort de la technique proprement dite que de la physique.

Enfin, nous signalerons dans ce même stand un moteur de conception plus récente que les précédents et qui tend depuis quelques années seulement à devenir d'un usage courant, nous voulons parler du moteur à courants triphasés à collecteur.

Bien que les premiers brevets relatifs à ces moteurs polyphasés à collecteur datent de 1888 (brevet anglais de Wilson) et 1891 (brevet allemand de Görges [1]), ce n'est qu'au commencement de notre siècle qu'eurent lieu les premières applications de ces machines; rappelons à ce propos la contribution importante qu'apportèrent au perfectionnement de cette catégorie de moteurs M. A. Blondel, M. Marius Latour et M. J. Bethenod. C'est à M. Marius Latour que l'on doit, en particulier, l'idée d'intercaler sur l'enroulement du rotor le transformateur destiné à amener la tension au collecteur à une valeur qui assure une bonne commutation. Le brevet qu'il a pris au sujet de cette disposition date de 1901.

Pour bien comprendre le rôle de ce transformateur, dont l'introduction dans le circuit du rotor constitue en quelque sorte le principe de son bon fonctionnement, il suffit d'examiner ce qui se produit si les deux enroulements, celui du stator et celui du rotor, sont montés en série et parcourus par le courant d'alimentation. Il se développe dans le rotor une force contre-électromotrice dont la valeur est égale au produit du nombre de lames du collecteur qui se trouvent entre deux lignes de balais consécutives par la valeur moyenne de celle qui est induite dans l'ensemble des conducteurs compris entre deux lames. Or, cette force contre-électromotrice devrait pouvoir atteindre une valeur du même ordre de grandeur que celle de la tension du réseau, à la chute de tension près; mais le nombre de lames entre lignes de balais est limité, ainsi que la tension maximum admissible entre lames, le premier nombre, par des considérations relatives à l'exécution mécanique et le second, en raison de la commutation. On est donc amené à réduire la tension appliquée aux bornes de l'enroulement du rotor à une valeur voisine de celle que peut atteindre la force contre-électromotrice développée dans l'enroulement, d'où la nécessité de prévoir le transformateur dit rotorique, car il n'intéresse que l'enroulement du rotor, et non celui du stator. Son rôle est tout différent du transformateur abaisseur de tension qui alimenterait l'ensemble des deux enroulements. Il importe de remarquer, en particulier, que la puissance pour laquelle il doit être prévu dépend non pas uniquement de la puissance du moteur auquel il est destiné, mais des limites dans lesquelles la vitesse du moteur doit pouvoir être réglée.

Nous reproduisons sur la figure 104 le schéma des connexions du moteur avec son transformateur.

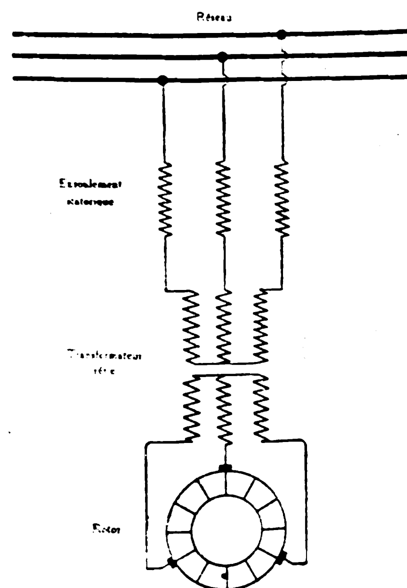


Fig. 104. — Schéma des connexions du moteur triphasé série à collecteur. (Société alsacienne de Constructions mécaniques.)

schéma emprunté à des documents qu'a bien voulu nous communiquer la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

En ce qui concerne le fonctionnement de ce moteur,

(1) Marius Latour; Sur les moteurs polyphasés à collecteur. *Revue générale de l'Électricité*, 25 juin 1921, t. IX, p. 914.

nous ne croyons pas devoir insister sur son principe, la question ayant été mise au point depuis longtemps et ayant encore fait l'objet d'études publiées récemment et parmi lesquelles nous citerons celles de M. Blondel (¹) et de M. Ernstein (²).

Nous rappellerons uniquement ses propriétés qui sont les suivantes : réglage facile de la vitesse par simple décalage des balais, couple au démarrage du même ordre de grandeur que le couple normal et facteur de puissance élevé.

Il est d'ailleurs facile de les mettre en évidence en considérant les deux champs tournants, statorique et rotorique, qui existent dans le moteur et qui tournent dans le même sens. Si l'on modifie les positions relatives de ces champs tournants, on fait varier le couple qui dépend, comme on le sait, de l'angle que forment entre elles les lignes des pôles du stator et du rotor ; or la direction de la ligne des pôles du rotor est fixée par celle des lignes de balais. En agissant donc sur le décalage des balais, on fait varier cet angle et par conséquent, soit le couple moteur, si le couple résistant varie avec la vitesse, soit la vitesse, si le couple résistant est constant. On conçoit de suite qu'au démarrage, si les balais sont convenablement placés, c'est-à-dire dans la position correspondant à la plus faible vitesse, le couple peut atteindre facilement une valeur suffisante pour provoquer la mise en route du moteur.

Si l'on compare ce moteur au moteur d'induction, au point de vue du facteur de puissance, on se rend compte qu'il est dans de meilleures conditions que ce dernier pour avoir un facteur de puissance élevé. En effet, on peut assimiler ce moteur à un transformateur dont le secondaire, en l'espèce le rotor, serait alimenté par une source d'énergie électrique de telle façon que le courant secondaire soit sensiblement en opposition avec le courant primaire. La différence de phase entre les deux courants étant réglable par le décalage des balais, il est facile de faire varier le facteur de puissance, de sorte qu'il soit voisin de l'unité. Il suffit que le rapport du nombre des spires des deux enroulements statorique et rotorique soit convenablement choisi, ainsi que le rapport de transformation du transformateur qui alimente le rotor.

Quant aux manœuvres de démarrage et de réglage de la vitesse, elles sont remarquablement simples, ce qui a son importance lorsqu'on se place à un point de vue pratique.

Le moteur de ce type que présentait la Société alsacienne de Constructions mécaniques (fig. 105) est un moteur de 8 ch, 200 v, 50 p : s, à vitesse variable de 700 à 1 100 t : mn, destiné à la commande des métiers continus de filatures. Ainsi que le fait remarquer M. J. Bethenod dans un article publié dans le « Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques » (¹), le moteur triphasé série à collecteur qui a les propriétés du moteur monophasé à répulsion n'a pas eu tout de suite la même vogue que ce dernier. C'est à partir de 1909 seulement qu'en présence de l'adoption presque générale des courants triphasés pour la distribution de l'énergie électrique, on songea à substituer le moteur triphasé au moteur monophasé. Il est notamment tout indiqué pour la commande des métiers continus à filer dont la vitesse doit pouvoir varier dans de grandes limites et dont le couple résistant est sensiblement constant. Le moteur représenté sur la figure 105, étanche par rapport à l'air de la salle, est disposé pour être raccordé à des canaux de ventilation servant l'un à l'amenée d'air frais et l'autre à l'évacuation d'air chaud, de sorte qu'il n'y a pas à craindre d'introduction de poussières de coton, très inflammables, à l'intérieur du moteur.

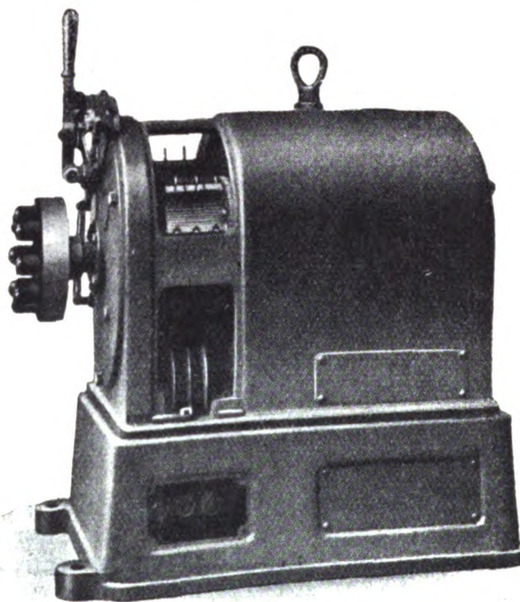


Fig. 105. — Vue du moteur triphasé série à collecteur spécial pour la commande des métiers continus à filer. (Société alsacienne de Constructions mécaniques.)

L'interrupteur est commandé par la manette même de décalage des balais : il ne peut être fermé que lorsque les balais sont dans la position convenable pour le démarrage, c'est-à-dire celle qui correspond à la vitesse minimum, comme nous l'avons dit plus haut.

Signalons que la variation de la vitesse peut être rendue automatique grâce à un mécanisme d'asservissement commandé par le métier même qu'entraîne le moteur.

(¹) A. Blondel; Remarques sur le diagramme des moteurs polyphasés à collecteur. *Revue générale de l'Électricité*, 11 juin 1921, t. IX, p. 835-840.

(²) Fernand Ernstein; Moteurs polyphasés série à collecteur et à calage des balais variable. *Revue générale de l'Électricité*, 4 juin 1921, t. IX, p. 795-805.

(¹) J. Bethenod; Applications des moteurs à collecteur pour courants polyphasés. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, juillet 1923.

Nous avons cru devoir insister sur les propriétés du moteur triphasé à collecteur, parce qu'il est moins répandu et, de ce fait, moins connu que le moteur asynchrone. Il est curieux de constater le succès qu'a toujours ce dernier type de moteur que ne parviennent pas à supplanter les moteurs à collecteur, sauf dans certaines applications bien déterminées. Malgré son défaut absolu de souplesse et malgré son facteur de puissance relativement faible, il conserve sa place, souvent même là où le moteur à collecteur serait tout désigné.

La Société alsacienne de Constructions mécaniques a parfaitement compris son rôle en présentant à l'Exposition de Physique et de T. S. F., à côté des machines de construction courante, le moteur à collecteur qui, sans être de création toute récente, est cependant relativement moins connu du public en général.

II. **Moteurs asynchrones synchronisés et compensateurs de phase.** — Il s'agit ici des solutions adoptées pour améliorer le facteur de puissance des moteurs asynchrones. Cette question est, comme on le sait, à l'ordre du jour depuis quelques années et a fait l'objet d'un très grand nombre d'études à quelques-unes desquelles nous aurons l'occasion de faire allusion dans ce qui va suivre. Pour reprendre la remarque que nous avons faite plus haut, nous insistons sur le fait que l'on s'efforce de remédier à l'inconvénient du faible facteur de puissance du moteur asynchrone pour conserver ce type de machine, ce qui confirme bien ce que nous venons de dire sur la place qu'il s'est acquise, et qu'il garde malgré ses défauts. On peut améliorer son facteur de puissance, soit au moyen de condensateurs, montés en dérivation sur la ligne d'alimentation du stator, soit en agissant électriquement sur le circuit du rotor, et ceci en l'alimentant en courant continu, ce qui rend le moteur asynchrone synchronisé, ou en opposant à la force électromotrice du rotor une nouvelle force électromotrice qui prend naissance dans un appareil auxiliaire, dit compensateur de phase. Or ces trois solutions étaient représentées à l'Exposition de Physique et de T. S. F., et cette constatation mérite d'être relevée ; elle nous permet, une fois de plus, d'insister sur la collaboration étroite de la technique et de la science. En effet, la question qui nous occupe est soulevée par des considérations d'ordre plus technique que scientifique, mais les solutions proposées ont un caractère aussi scientifique que pratique et il n'était que juste de les faire figurer à cette manifestation des travaux effectués dans les divers domaines de la physique.

M. Alfred Soulier qui a largement contribué au succès des diverses dispositions adoptées pour améliorer le facteur de puissance des moteurs asynchrones a été amené à étudier un type de condensateurs susceptibles de satisfaire aux conditions voulues. Il s'agit de condensateurs du type électrolytique, constitués par un liquide à base de trinitrophénol, dans lequel plongent des lames d'aluminium convenablement préparées ; ils étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F., en service, dans des expériences suggestives dont nous aurons l'occasion de parler dans un autre chapitre. Nous ne faisons que signaler ici ces appareils dont un des services qu'ils sont susceptibles de rendre consiste précisément à relever le facteur de puissance des moteurs asynchrones.

Le moteur asynchrone synchronisé était exposé dans le stand de la Compagnie générale électrique de Nancy (¹). L'amélioration du facteur de puissance est assurée par l'injection d'un courant continu dans les enroulements du rotor. En 1902 déjà, Danielson avait étudié ce procédé ; mais sa proposition ne fut pas mise à exécution. Depuis quelques années seulement, aussitôt que fut envisagée la nécessité de réduire l'énergie réactive mise en jeu dans les réseaux de distribution d'énergie électrique et que l'on commença à donner à cette question l'importance qu'elle a maintenant, la Compagnie générale électrique de Nancy a entrepris l'étude des moteurs réunissant les avantages du moteur synchrone et les commodités du démarrage du moteur asynchrone. En 1920, M. J. Le Monnier, ingénieur principal de cette Compagnie, expose dans la « Revue générale de l'Electricité » les résultats obtenus (²). Il rappelle à ce propos qu'à l'époque même où la Compagnie générale électrique de Nancy commençait à travailler cette question, M. Soulier signala l'expérience qui consiste à injecter du courant continu dans le rotor d'un moteur asynchrone dont les bagues sont accessibles. « Bien entendu, ajoute M. A. Soulier, le procédé serait parfait avec un bobinage spécial sur le rotor, mais nous avons plutôt cherché une combinaison qui s'appliquerait sans frais aux moteurs actuels qui sont aujourd'hui légion (³). » La question est donc à l'ordre du jour et on en cherche la solution pratique. Or comme le fait remarquer M. Marius Latour, dans une lettre (⁴) que lui a suggérée la lecture de l'article précité de M. J. Le Monnier « dans ces questions, c'est surtout l'exécution qui importe ». Et la Compagnie générale électrique de Nancy a précisément mis au point l'application du principe dont l'expérience de M. Soulier démontre l'efficacité.

Le moteur asynchrone synchronisé que cette compagnie a présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. (fig. 106) comporte un stator analogue à celui d'un alternateur, un rotor à enroulement triphasé, dont les extrémités sont reliées à des bagues, comme dans le moteur

(¹) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., III. Appareillage électrique. *Revue générale de l'électricité*, 23 février 1924, t. xv, p. 300, fig. 24.

(²) M. J. Le Monnier; Un nouveau genre de machine électrique pour courants polyphasés. *Revue générale de l'Electricité*, 13 novembre 1920, t. viii, p. 687-690.

(³) M. A. Soulier; Notes pratiques : Sur l'amélioration du facteur de puissance. *Revue générale de l'Electricité*, 7 juin 1919, t. v, p. 831-832.

(⁴) M. Marius Latour. A propos de l'article : Un nouveau genre de machines électriques pour courants polyphasés. *Revue générale de l'Electricité*, 4 décembre 1920, t. viii, p. 785.

asynchrone extérieur, et une excitatrice spéciale montée en bout d'arbre et destinée précisément à l'alimentation de l'enroulement du rotor. A première vue, le moteur asynchrone synchronisé ne diffère pas du moteur asynchrone ordinaire, si ce n'est par son excitatrice ; mais en fait, lors de l'étude de ce moteur, ainsi que le fait remarquer M. J. Le Monnier, on cherche bien plutôt à réaliser un moteur synchrone dont le rotor est non pas à pôles saillants, mais, comme nous venons de le dire lisse et à bobinage uniformément réparti. Au point de vue de son exécution, il n'est plus nécessaire, comme dans le moteur asynchrone ordinaire, de chercher à réduire au minimum l'épaisseur de l'entrefer, ce qui permet de prévoir des encoches ouvertes dans lesquelles on peut loger des bobines amovibles, faites sur gabarit et présentant plus de sécurité au point de vue de l'isolement, en même temps que plus de facilité de remplacement que ce n'est le cas pour les moteurs asynchrones ordinaires.

Fig. 106. — Vue du moteur asynchrone synchronisé. (Compagnie générale électrique de Nancy).

Fig. 107. — Schéma de l'appareil de démarrage du moteur asynchrone synchronisé. (Compagnie générale électrique de Nancy).

L'appareil de démarrage est un rhéostat comprenant deux jeux de résistances (fig. 107); l'un de ces jeux est destiné à être intercalé en série dans l'enroulement du rotor au commencement du démarrage, comme s'il s'agissait d'un moteur asynchrone ordinaire, et l'autre, mis en service après le démarrage proprement dit, est introduit en série dans le circuit inducteur de l'excitatrice; grâce à cette résistance, la tension aux bornes de cette machine est augmentée progressivement jusqu'à ce qu'elle ait atteint la valeur normale. Remarquons que les deux manœuvres du démarrage et de l'accrochage sont assurées par le même appareil et qu'elles ont lieu dans l'ordre voulu sans même que l'opérateur s'en rende compte.

Le moteur fonctionne donc normalement en machine synchrone. Si, par suite d'un couple résistant trop élevé, il se décroche, le moteur devient asynchrone ; le courant du rotor de très faible fréquence dû au glissement se superpose au courant continu dans le circuit du rotor et de l'induit de la génératrice sans aucun danger pour ses organes. Aussitôt d'ailleurs que le couple résistant reprend une valeur normale, le moteur devient de nouveau moteur synchrone.

En ce qui concerne les résultats obtenus, nous les résumons sur les courbes de la figure 108, courbes qui ont été relevées sur un moteur de 300 ch, fonctionnant sous tension constante, et qui représentent respective-

ment les variations du rendement, du facteur de puissance et de l'intensité du courant en fonction de la puissance utile. Nous donnons, d'autre part, sur la même figure, pour permettre la comparaison, les courbes de variations de ces mêmes grandeurs, le moteur fonctionnant en moteur asynchrone.

Signalons encore que cette même machine peut être génératrice synchrone, et qu'elle présente sur les alternateurs ordinaires l'avantage d'une grande facilité de couplage. Les manœuvres pour ce couplage sont les mêmes que celles pour le démarrage du moteur.

La Compagnie générale électrique de Nancy a établi une série de moteurs de ce type, de 40 kw à 1 210 kw, ce qui montre bien que la mise au point en est achevée et cela dans des conditions satisfaisantes. En résumé, la simple addition d'une excitatrice sur l'arbre d'un moteur convenablement établi (et c'est précisément ce ce résultat qu'a atteint la Compagnie générale électrique de Nancy) suffit à assurer une réelle amélioration du facteur de puissance. L'existence de l'excitatrice ne modifie en rien les manœuvres du démarrage qui sont les mêmes que pour le moteur asynchrone, c'est-à-dire très simples, et son fonctionnement ne nécessite aucune surveillance spéciale.

Au sujet de la réversibilité du moteur asynchrone à laquelle nous venons de faire allusion, signalons l'expérience de M. A. Soulier qui la mettait nettement en évidence, à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Etant donné le caractère scientifique de cette démonstration, nous sortirions du cadre de ce chapitre en en développant le principe ici. Nous nous réservons d'en parler ultérieurement.

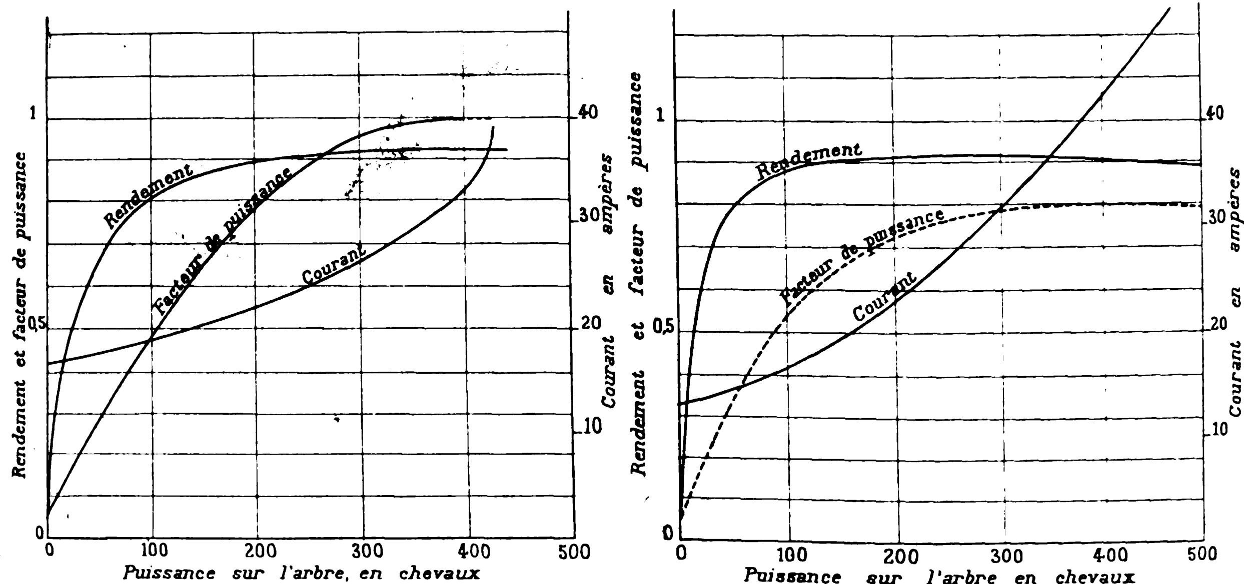


Fig. 108. — Caractéristiques de fonctionnement d'un moteur asynchrone synchronisé de 300 ch. (Compagnie générale électrique de Nancy).

A gauche, le moteur étant synchronisé; à droite, le moteur fonctionnant en moteur asynchrone.

La troisième solution envisagée pour améliorer le facteur de puissance, celle qui conduit à l'emploi d'un compensateur de phase, était représentée dans le staud de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. Cette société construit deux types de compensateurs de phase; les appareils de la première catégorie n'ont de connexions électriques qu'avec le rotor du moteur principal et jouent le même rôle qu'un condensateur introduit dans le circuit du rotor. Ceux de la seconde catégorie sont de véritables convertisseurs de fréquence : ils créent une force électromotrice qui se superpose à celle induite dans l'enroulement du rotor; cette force électromotrice supplémentaire a pour effet de modifier le déphasage du courant rotorique résultant et, de ce fait, si elle est convenablement réglée, d'améliorer le facteur de puissance du moteur.

Le type de compensateur exposé est de la première catégorie c'est-à-dire un avanceur de phase à collecteur. Il est constitué par un induit de machine à courant continu ne comportant pas d'inducteurs. Sur le collecteur de cette machine reposent trois lignes de balais équidistantes. Les balais sont reliés aux bagues du moteur à compenser. L'induit est entouré d'une couronne de tôle concentrique ce qui a uniquement pour rôle de diminuer la réluctance du circuit des lignes de force dues au courant rotorique qui parcourt l'induit. Cette couronne peut faire corps avec l'induit ou être fixe, comme le stator d'une machine ordinaire. Le courant parcourant les conducteurs de cette machine crée un flux à répartition à peu près sinusoïdale le long de l'induit et dont le déplacement dans l'espace, indépendant du mouvement de l'induit, est très lent et correspond à la fréquence d'alimentation aux balais.

Tant que l'induit est immobile, son introduction dans le circuit du rotor du moteur a pour effet d'augmenter la self-induction du circuit, d'où résulte une diminution du facteur de puissance du moteur. Si les conducteurs de l'induit tournent dans le sens du champ à la même vitesse que ce champ, la force électromotrice de self-induction devient nulle, puisque les conducteurs restent fixes par rapport au champ; par contre, lorsqu'ils atteignent une vitesse supérieure à celle du champ, la force électromotrice induite s'oppose à la force électromotrice de self-induction. L'effet de cet appareil, qui est de donner ainsi naissance à une force électromotrice déphasée en avant sur le courant qui la produit, est le même que celui obtenu par l'emploi de condensateurs dans le circuit du rotor du moteur. La valeur de cette force électromotrice dépend directement de l'intensité du courant rotorique; elle varie avec ce courant et, en particulier, lorsque le moteur à compenser fonctionne à vide, l'action de l'avanceur de phase est nulle.

Il suffit, pour l'entraîner, d'un petit moteur auxiliaire de très faible puissance, étant donnée la valeur réduite de la puissance mise en jeu dans l'appareil qui ne correspond guère qu'à celle perdue par les frottements. Le schéma des connexions à adopter pour le montage du compensateur est représenté sur la figure 109. On se rendra facilement compte que la

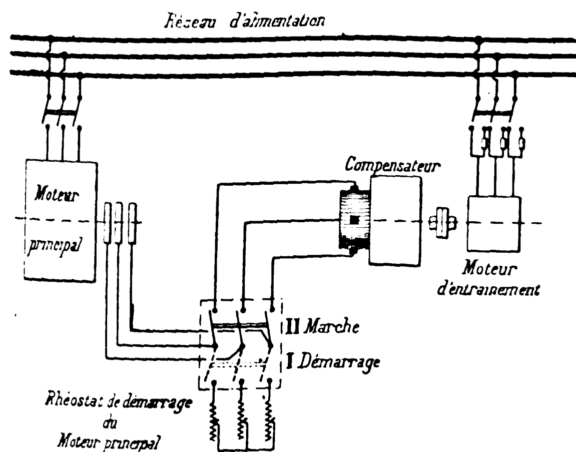


Fig. 109. — Schéma des connexions du compensateur de phase par convertisseur de fréquence à collecteur. (Société alsacienne de Constructions mécaniques.)

manœuvre de démarrage est très simple : on introduit d'abord les résistances du rhéostat de démarrage dans le circuit du rotor du moteur principal; lorsque ce dernier a démarré et que le compensateur a été mis en route, au moyen d'un commutateur, on relie les bagues du rotor aux balais de l'induit. Il est d'ailleurs aisé de prévoir un système de verrouillage pour éviter toute fausse manœuvre.

La figure 110 représente les courbes de la variation du facteur de puissance d'un moteur de 210 ch suivant que l'on utilise, ou non, un compensateur.

Remarquons que cet appareil peut être relié à tous les moteurs asynchrones à induit bobiné, sans que ces derniers aient été prévus spécialement à cet effet.

L'appareil présenté par la Société alsacienne de Constructions mécaniques est prévu pour le moteur asynchrone d'un groupe convertisseur de 1 200 kw destiné à l'Union d'Electricité de Paris.

III. Moteurs de faible puissance. — Il s'agit ici de moteurs dont la puissance est, pour ainsi dire, insignifiante, inférieure à 1 ch et dont les applications, tant domestiques qu'industrielles, sont si nombreuses.

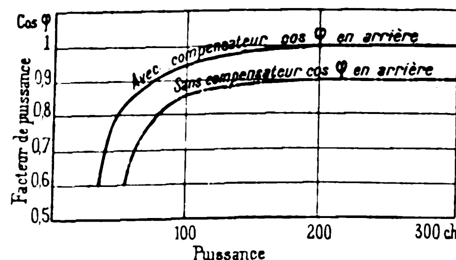


Fig. 110. — Courbes représentant la variation du facteur de puissance d'un moteur asynchrone de 210 ch en fonction de la puissance.

L'étude et la réalisation de ce petit matériel constituent une spécialité : les difficultés à vaincre diffèrent de celles que l'on rencontre dans la construction des machines plus puissantes. Une de ces difficultés est la question du rendement qui, sans avoir la plus grande importance, doit néanmoins être prise en considération, sinon les résultats obtenus sont réellement inadmissibles, même envisagés avec la plus extrême indulgence.

Or, l'Exposition de Physique et de T. S. F. nous a permis de constater la mise au point de cette branche de l'industrie électrique, dans le stand des Etablissements E. Ragonot, que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner précédemment [1]. Les moteurs exposés par ces Etablissements sont du type dit « universel », moteur à collecteur et série qui peuvent être alimentés indifféremment par du courant continu ou du courant alternatif.

Les inducteurs sont feuilletés; l'induction, relativement faible et le coefficient de self-induction des enroulements, aussi réduit que possible. Le flux résultant, ou utile, à travers l'induit, reste constant pour toutes les positions de l'induit, grâce à l'inclinaison convenablement établie des encoches de l'induit par rapport à l'axe. Il en résulte évidemment une plus grande difficulté de bobinage; mais, d'autre part, la constance du flux assure celle du couple de démarrage et supprime les vibrations.

C'est encore pour éviter les vibrations et pour obtenir un fonctionnement silencieux du moteur que le plus grand soin est apporté à l'équilibrage de l'induit,

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Ch. VII. Machines génératrices et appareils destinés à la transformation de la nature des courants. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mars 1924, t. XV, p. 504.

au moyen de cales en laiton découpées et introduites à la partie supérieure des encoches. Les tôles et les portées de l'arbre sont rectifiées et le jeu entre l'arbre et les paliers ne dépasse pas 0,02 mm.

Toutes les précautions nécessaires sont également prises dans la construction du collecteur, notamment pour assurer son équilibrage et pour réaliser les conditions de bonne commutation. Le nombre des lames est très grand et celles-ci sont, comme d'habitude, isolées au mica.

Ces quelques indications, qui ne sont qu'un résumé très sommaire et tout à fait incomplet des résultats de longues recherches, sont destinées à montrer que le matériel en question a été et est encore l'objet d'études approfondies aux Etablissements E. Ragonot, qui sont parvenus, grâce à ces diverses précautions, à créer des moteurs dont le couple de démarrage est double environ du couple normal, dont le rendement atteint 60 pour 100, chiffre réellement appréciable, étant données les faibles puissances mises en jeu, et dont le facteur de puissance à vide, pour des moteurs de 1/8 ch, s'élève à 0,90.

La figure 111 représente l'aspect extérieur du moteur du type dit « universel ».

Ses applications sont très variées ; il convient, dans tous les cas où il s'agit de réaliser un couple de démarrage élevé, pour la commande des machines à coudre, par exemple, ou s'il faut pouvoir faire varier la vitesse dans de grandes limites. Il est tout indiqué pour entraîner, soit des appareils à couple résistant constant, tels que les appareils cinématographiques, les phonographes, etc., soit ceux dont le couple résistant augmente avec la vitesse, comme les pompes centrifuges, les ventilateurs et tant d'autres de ce genre.



Fig. 111. — Vue du moteur du type dit « universel ». (Etablissements E. Ragonot).

Les moteurs prévus pour ces diverses applications sont munis d'un rhéostat permettant d'obtenir le régime voulu dans des conditions nettement déterminées, sans que l'on soit obligé pour cela de construire un moteur spécial pour chacune des diverses applications qui peuvent être considérées.

Il y a toutefois certaines applications pour lesquelles le moteur est établi pour fonctionner sans rhéostat de réglage ; son bobinage est alors étudié en conséquence. Tel est le cas notamment des moteurs destinés à la commande des ventilateurs centrifuges pour les aspirateurs de poussières, des perceuses à main, etc.

Parmi les différentes catégories de moteurs présentés dans leur stand par les Etablissements E. Ragonot, nous mentionnerons le moteur rentrant dans la constitution du groupe convertisseur dont nous avons déjà parlé précédemment [1]. Dans ce cas, il est prévu un rhéostat dans le circuit du moteur permettant de faire varier la tension aux bornes de la génératrice, en agissant sur la vitesse de rotation. On pouvait remarquer également des ventilateurs centrifuges pour forges et chalumeaux, un petit groupe moteur-pompe avec un dispositif de mise en marche et d'arrêt automatique au moyen d'un flotteur.

Une application nouvelle des moteurs mérite d'être examinée de près, c'est celle de la commande des phonographes, à laquelle nous avons fait allusion plus haut. Les Établissements E. Ragonot ont exposé un mouvement complet construit par eux, et qui peut être monté sur n'importe quel phonographe de modèle usuel. Cet appareil, qui utilise les propriétés du régulateur ordinaire du phonographe, est constitué par une petite boîte en aluminium qui se fixe sur la table du phonographe. Un arbre vertical supporte un plateau dont la partie inférieure présente un chemin de roulement cylindrique de 15 cm de diamètre environ. Le moteur « universel » est fixé à ce même bâti au moyen de deux tourillons horizontaux autour desquels il peut légèrement pivoter ; son arbre vertical porte à sa partie supérieure un petit galet en caoutchouc qui, sous l'action d'un ressort de rappel fixé au moteur, vient s'appuyer sur le chemin de roulement du plateau et l'entraîne par friction.

L'axe du plateau porte une roue tangente en fibre qui attaque de la façon habituelle la vis d'un régulateur ordinaire à boules.

La puissance demandée au moteur est de 1/200 ch. Dans son circuit est intercalée une résistance constituée par une lampe de 50 bougies à filament métallique.

Le rôle du moteur dans ce dispositif est celui d'un simple ressort. Il n'intervient nullement dans le réglage de la vitesse, réglage assuré uniquement par le régulateur à force centrifuge.

A côté des quelques applications que nous venons d'énumérer, nous retrouvons le moteur « universel » dans d'autres stands, notamment dans ceux qui présentaient le matériel destiné aux applications domestiques que nous aurons l'occasion d'étudier ultérieurement, dans des dispositifs de commande à distance, dans les appareils de télégraphie sans fil, etc. Il est d'un usage si courant que nous ne croyons pas utile d'insister davantage ; nous espérons avoir mis en évidence dans ce qui précède la part qu'ont prise les Etablissements E. Ragonot aux progrès réalisés dans la conception et la construction du petit matériel, présenté d'une façon

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., ch. VII. Les machines génératrices et les appareils destinés à la transformation de la nature du courant. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mars 1924, t. xv, p. 504.

si heureuse et si vivante à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

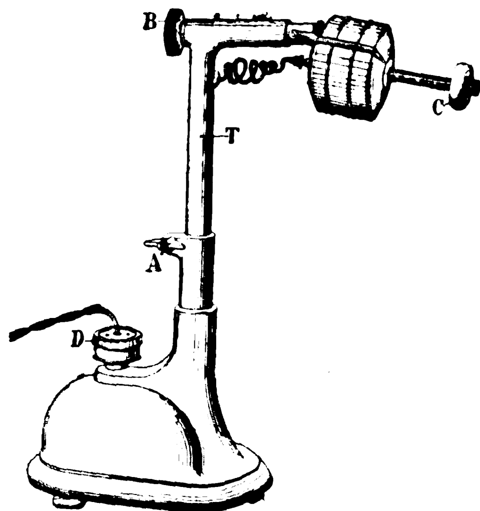


Fig. 112. — Vue de l' « alterphone ». (M.-L. Rosengart).

Nous venons de signaler une intéressante application du moteur « universel » à la commande des phonographes. Dans ce même ordre d'idées, nous devons faire mention du moteur « alterphone », présenté par M. L. Rosengart.

Il s'agit ici d'un petit moteur prévu spécialement pour entraîner le disque du phonographe, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un second disque, convenablement établi, qui est intercalé entre le disque même du phonographe et le plateau qui supporte ce disque. L'ensemble de l'appareil (fig. 112) est constitué par un socle sur lequel est monté un tube ; dans ce tube peut coulisser une tige T qui tient lieu de support du moteur. La vis A étant serrée, la tige T est maintenue dans la position convenable, telle que la poulie C du moteur repose sur le disque d'entraînement. Il importe que l'axe du moteur soit dirigé suivant un rayon du disque. La vitesse de rotation du disque est réglable, au moyen de la vis micrométrique B, qui permet de faire varier la position du point d'entraînement par rapport au centre du disque.

Rappelons ici l'application du moteur synchrone construit par M. L. Rosengart au redressement du courant, et qui constitue un des organes du redresseur dont nous avons déjà parlé [1].

(*A suivre.*)

A. Curchod
Licencié ès sciences. Ingénieur E. S. E.

Les appareils destinés à mesurer le rapport de deux couples électrodynamiques

L'auteur développe quelques considérations théoriques qui ont permis aux Ateliers Chauvin et Arnoux d'apporter un certain nombre de perfectionnements à la construction des appareils de mesure électriques à cadre : ohmmètres, phasemètres et fréquencemètres, tous compris dans l'appellation générique de quotienmètres

I. **Aperçu général.** — On sait que la plupart des appareils de mesure électrique, sauf les appareils thermiques, fonctionnent suivant le principe suivant :

La grandeur électrique qu'il s'agit d'évaluer se traduit par une force ou un système de forces auxquels on oppose un couple créé par un ressort spiral ou un contrepoids. On agit sur le couple antagoniste de façon à conserver aux systèmes fixe et mobile une même position relative ou on laisse ce dernier se déplacer librement jusqu'au repos.

Il existe encore une autre catégorie d'appareils d'un emploi moins commun, appelés quotienmètres ou logomètres, dans lesquels on n'oppose plus au couple déterminé par une action électrique la force élastique d'un ressort, par exemple, mais bien un autre couple électrique.

La stabilité de l'équilibre impose certaines relations entre le déplacement angulaire de l'équipage mobile et la variation correspondante des couples en jeu ; de plus, les couples parasites dûs aux amenées de courant, au déséquilibre, etc..., doivent pouvoir être négligés. Lorsque ces conditions sont réalisées, la position d'équilibre de l'équipage mobile peut être définie par l'égalité

$$C_1 f(\alpha) = C_2 f'(\alpha),$$

C_1 et C_2 étant les couples déterminés par des actions électrodynamiques, électromagnétiques ou électrostatiques, par exemple, et α, l'angle de déplacement à partir d'une position origine.

On voit que les variables en facteur, communes à C_1 et C_2, n'interviennent pas, d'où l'emploi de l'appareil comme ohmmètre, phasemètre, fréquencemètre, pyromètre, etc..., et, en général, dans tous les cas où il est nécessaire de faire certaines mesures électriques en éliminant toutes les autres variables.

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Ch. VII. Les machines génératrices et les appareils destinés à la transformation de la nature du courant. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mars 1922, t. XV, p. 508.

Dans l'ordre mécanique, le quotienmètre peut être comparé, par exemple, à une balance (système mobile à position relative fixe) ou à un pèse-lettre (système mobile à déplacement), qui mesurent non pas des poids, mais le rapport des masses en s'affranchissant de l'accélération terrestre.

On peut dire que, d'une manière générale, les quotienmètres existant dans l'industrie sont formés de deux appareils associés plus ou moins étroitement, utilisant chacun des effets électrodynamiques ou électromagnétiques.

Les premiers sont formés de deux cadres mobiles avec amenées de courant appropriées et plongés dans le champ d'un aimant permanent ou d'un électroaimant ; pour les deuxièmes, on utilise l'action opposée de bobines fixes parcourues par les courants sur une ou deux palettes de fer doux ou sur un système à fers mobiles polarisés, répulsifs ou attractifs ; ils ne comportent aucune amenée de courant, sont robustes, mais, en général, moins sensibles et moins précis que les appareils à cadre. Nous citerons, à seule fin de généraliser, la combinaison possible d'effets électrodynamiques avec des effets inductifs ou électrostatiques.

II. Quotienmètre à deux cadres plongés dans un champ homogène. — 1. RELATION ENTRE LES FORCES AGISSANT SUR LES CADRES. — C'est le cas le plus simple. Le champ rectiligne est supposé réalisé par un aimant ou un électroaimant à entrefer limité par des faces droites ; la variation du flux à l'intérieur des cadres est alors sensiblement sinusoïdale ($\varphi = HS \cos \alpha$).

En faisant faire aux deux cadres un angle initial différent de 90°, on pourra obtenir, suivant leurs connexions relatives, une échelle plus petite ou plus grande que 90°. De toute façon, le couple directeur est augmenté aux dépens de la sensibilité et vice versa.

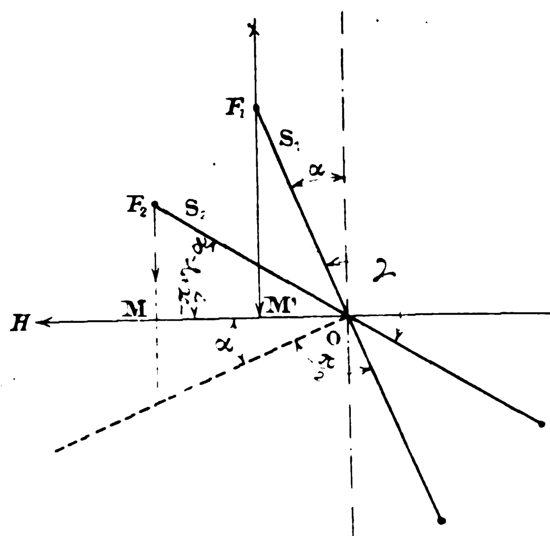


Fig. 1. — Schéma généralisé d'un quotienmètre à deux cadres.

Pour l'angle limite de 180° (équipage mobile indifférent), il devient égal à zéro.

Les conditions de stabilité sont satisfaites lorsque les couples agissant sur chaque cadre sont opposés :

Soit (fig. 1) γ l'angle des deux cadres S_1 et S_2, supérieur à 90° ; α, l'angle que fait la perpendiculaire au plan de S_1 avec la direction du champ H ; F_1 et F_2, les forces appliquées sur les côtés latéraux des cadres, les côtés diamétraux étant supposés égaux. Les deux positions extrêmes sont définies par

$$\frac{F_1}{F_2} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{F_1}{F_2} = \infty .$$

Au moment de l'équilibre, nous pouvons écrire que la somme des moments de F_1 et F_2 par rapport à O est nulle ; on a donc $F_1 \times OM' - F_2 \times OM = 0$, et en remplaçant OM et OM' par leurs valeurs,

$$F_1 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = F_2 \cos\left(\gamma - \alpha - \frac{\pi}{2}\right),$$

$$F_1 \sin \alpha = F_2 \sin(\gamma - \alpha),$$

$$\frac{F_1}{F_2} \operatorname{tg} \alpha = \sin \gamma - \cos \gamma \operatorname{tg} \alpha ;$$

d'où

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2 \sin \gamma}{F_1 + F_2 \cos \gamma}. \qquad (1)$$

Si les cadres sont parcourus par des courants i_1 et i_2 continus ou alternatifs, mais en phase avec le champ de l'inducteur, on a

$$F_1 = K_1 N_1 l_1 H i_1 \qquad F_2 = K_2 N_2 l_2 H i_2,$$

N_1 et N_2, l_1 et l_2, désignant le nombre de spires et les longueurs des côtés latéraux des cadres.

Pour

$$\gamma = \frac{\pi}{2}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_2}{F_1} = K \frac{i_2}{i_1}$$

formule que l'on peut comparer à celle qui traduit l'équilibre d'un fléau de balance incliné d'un angle α sur l'horizontale sous l'action d'une surcharge m sur l'un des plateaux :

$$\operatorname{tg} \alpha = K' \frac{m}{M},$$

M étant la masse concentrée au centre de gravité de la partie mobile.

La formule (1) peut s'écrire encore

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{F_1 + F_2 \cos \gamma}{F_2 \sin \gamma}$$

ou lorsque γ est voisin de 180°

$$\operatorname{cotg} \alpha = \frac{F_1 - F_2}{F_2 \gamma} ; \qquad (2)$$

la déviation est alors proportionnelle à la différence des couples.

2. Sensibilité de l'appareil. — Nous allons nous proposer d'étudier la sensibilité de l'appareil, F_2 étant pris comme variable ; cette sensibilité est définie par le rapport $\frac{d\alpha}{dF_2}$, qui se déduit de l'équation (1), à savoir

$$(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)\frac{d\alpha}{dF_2} = \frac{F_1 \sin\gamma}{(F_1 + F_2 \cos\gamma)^2}$$

ou, après avoir remplacé $\operatorname{tg}^2\alpha$ par sa valeur,

$$\frac{d\alpha}{dF_2} = \frac{F_1 \sin\gamma}{(F_1 + F_2\cos\gamma)^2 + F_2^2 \sin^2\gamma}$$

$$= \frac{F_1 \sin\gamma}{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\gamma}. \qquad (3)$$

Si $\gamma \leq \frac{\pi}{2}$, $\frac{d\alpha}{dF_2}$ décroît quand F_2 croît, c'est-à-dire que la graduation se resserre.

Si

$$\frac{\pi}{2} < \gamma < \pi,$$

le numérateur est positif.

Posons

$$F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\gamma = A;$$

on a

$$\frac{dA}{dF_2} = 2F_2 + 2F_1\cos\gamma.$$

Lorsque F_2 croît de 0 à l'∞, A décroît d'abord, passe par un minimum pour $F_2 = -F_1\cos\gamma$, puis croît.

La valeur de $\operatorname{tg}\alpha_1$ correspondante serait

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = -\frac{F_1\cos\gamma\sin\gamma}{F_1 - F_1\cos^2\gamma} = -\frac{1}{\operatorname{tg}\gamma};$$

d'où

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{2} + \gamma.$$

Cette relation permet de déterminer l'angle des deux cadres lorsque l'on se donne l'angle des deux divisions extrêmes et que l'on veut obtenir un élargissement maximum de l'échelle en un point quelconque du cadran.

On peut encore agir sur la sensibilité en joignant les extrémités des deux cadres par une résistance appropriée.

III. Quotienmètre à cadres dans un champ non homogène.

— Afin de renforcer le champ et de pouvoir modifier à volonté la forme de l'échelle, on est amené à placer, à l'intérieur des cadres mobiles, un noyau en métal magnétique. Les côtés des cadres se meuvent alors dans les entrefers limités par les pièces polaires et le noyau ; les lignes de force peuvent, en première approximation, être considérées comme radiales, de sorte que c'est l'intensité des forces appliquées qui varie avec la rotation des cadres et non leur direction, comme dans le cas d'un champ rectiligne.

Les conditions de stabilité imposent certaines formes à l'entrefer ; il faut que l'un des cadres au moins se meuve dans un entrefer variable, de telle sorte que le couple qui tend à le ramener au repos croît quand on l'éloigne de cette position. La sensibilité est d'autant plus grande que les entrefers se rapprochent plus d'une épaisseur uniforme.

La mise en place d'un noyau à l'intérieur de deux cadres croisés et se chevauchant est très malaisée, car on ne peut rendre cet ensemble solidaire sans alourdir considérablement l'équipage mobile. On peut, il est vrai, donner aux deux cadres un grand écartement angulaire; mais, alors, on se heurte à certains inconvénients de largeur et de forme d'échelle, principalement dans le cas où l'on recherche une échelle symétrique autour d'un point (phasemètres, fréquencemètres à résonance). Remarquons que, pour peu que les cadres soient larges, le soutien fixe du noyau sur lequel ils viennent buter constitue une autre gêne. Certains constructeurs séparent les deux cadres en les superposant et en les munissant chacun d'un noyau indépendant, dispositif qui résout les difficultés mécaniques, mais, outre qu'il augmente l'encombrement et le poids, il ne permet d'utiliser réellement que la moitié du flux total de l'inducteur. D'autres déforment les côtés diamétraux des cadres, lesquels ne jouent aucun rôle au point de vue du couple, de façon à embrasser circulairement le noyau (système en cloche).

Cette disposition, intéressante dans les cas où l'on a une rotation ininterrompue (compteurs, synchronoscopes), complique un peu la construction pour les appareils ordinaires ; de plus, si l'on veut de forts couples (enregistreurs), il est nécessaire d'avoir des entrefers étroits et des cadres larges et minces, et ceux-ci se prêtent mal à la déformation exigée.

Nous avons adopté la disposition suivante :

Les deux cadres sont inégaux (fig. 2 et 4) et font entre eux un angle de 90°. L'un d'eux, C_1, embrasse complètement le noyau ; l'autre, C_2, a sa surface réduite de moitié. Un de ses côtés est pris comme axe de rotation et passe par le centre du noyau qui est percé d'une ouverture circulaire et d'une échancrure S.

Une fois introduit, on fait tourner le noyau de 180°, de façon que l'échancrure se trouve sur une partie non balayée par les cadres et sur laquelle viendra se visser le support.

Cette solution très simple a donné, dans tous les cas, de bons résultats.

Comme on est amené généralement (ohmmètres, enregistreurs) à établir une certaine différence d'am-

pères-tours entre les bobinages des deux cadres, la réduction comme surface de l'un d'eux ne présente aucun inconvénient ; il est d'ailleurs souvent nécessaire de mettre plus de spires sur le cadre C_1 que sur le cadre C_2, lequel étant relativement léger est équilibré soit par l'aiguille elle-même, soit par un petit contrepoids.

On peut même arriver à supprimer complètement l'entrefer du côté opposé au petit cadre à l'aide d'une cale magnétique, ce qui se traduit par un accroissement notable du champ et, par conséquent, du couple. La figure 2 est la reproduction de l'équipage mobile avec son support et son noyau, de la forme en T commune à la plupart de nos quotienmètres.

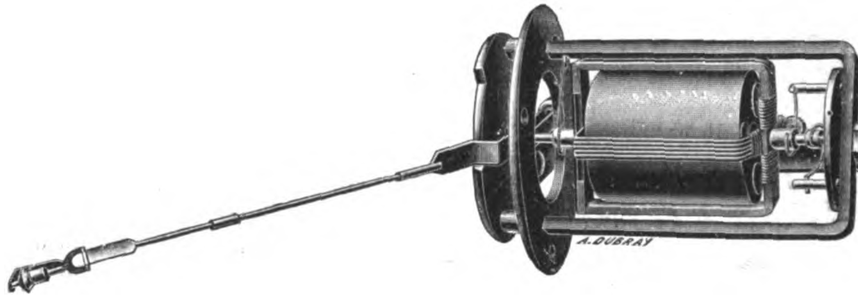


Fig. 2. — Photographie d'un système de cadres en T commun à la plupart des quotienmètres Chauvin et Arnoux.

IV. **Emploi du quotienmètre.** — Nous allons maintenant dire quelques mots sur certaines applications du quotienmètre à cadres, tels que les ohmmètres, phasemètres et fréquencemètres, qui sont les appareils les plus employés.

Ohmmètre. — Si les cadres se meuvent dans un champ rectiligne, on a, en appelant r_1 la résistance totale d'un cadre, r_2 la résistance totale de l'autre cadre (les résistances de tarage et de protection sont comprises dans r_1 et r_2), R la résistance à mesurer en série avec r_2,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_2 r_1 \sin \gamma}{K_1 (R + r_2) + K_2 r_1 \cos \gamma}, \qquad (4)$$

et, pour

$$\gamma = \frac{\pi}{2}, \quad \operatorname{tg} \alpha = K \frac{r_1}{R + r_2}. \qquad (5)$$

En introduisant un noyau de fer à l'intérieur des cadres du système en T déjà décrit, on construit un ohmmètre sensible et de faible encombrement. La stabilité de l'équilibre exige que l'un des cadres au moins coupe, dans sa rotation, un nombre de lignes de force variable et puisse s'orienter dans une position fixe quand le courant s'annule dans l'autre cadre. On peut obtenir une échelle quelconque avec un noyau répartiteur de forme étudiée et des pièces polaires circulaires.

Nous avons obtenu de bonnes échelles avec un noyau rond et des pièces polaires droites, ce qui permet d'utiliser directement des aimants de forme très simple (fig. 2 bis).

La sensibilité pour les hautes résistances reste toujours grande, car le cadre C_1 (en série avec la résistance à mesurer) se trouve, pour les valeurs voisines de l'infini, dans la position où le champ est maximum, tandis que le cadre C_2 (couple antagoniste avec résistance de tarage) est soumis à un couple minimum.

Il est évident que, si l'on veut mesurer avec sensibilité de hautes résistances, il convient de donner au grand cadre C_1 un nombre de spires maximum dans un entrefer le plus réduit possible. L'ohmmètre où tous les éléments seraient le mieux utilisés serait celui où le grand cadre actif C_1 serait coupé par presque la totalité du flux, la surface des pièces polaires étant limitée à son déplacement et le petit cadre (qui ne sert qu'à fournir

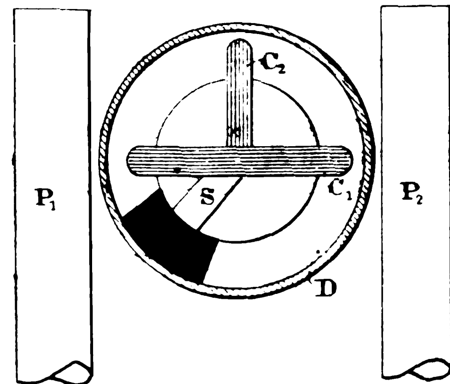


Fig. 2 *bis*. — Ohmmètre avec noyau rond et pièces polaires droites.

le couple antagoniste) ne recevant que le flux de fuite et en quelque sorte perdu des pièces polaires. Dans ces conditions, l'appareil pourrait être alors assimilé à un galvanomètre ordinaire sensible dans lequel le petit cadre ne jouerait que le rôle d'un spiral à faible couple, mais proportionnel à la tension.

Une illustration de ce principe est visible sur la figure 3. Le grand cadre C_1 se meut dans un entrefer cylindrique régulier, tandis que le petit cadre C_2 pénètre dans un entrefer décroissant.

Le cadre C_1 tend à se placer, lorsque la résistance à mesurer est infinie, sur la ligne neutre du flux qui se trouve déportée d'un côté par suite de la dyssymétrie des masses polaires. Pour cette raison et afin de conserver un déplacement angulaire de 90°, les axes des deux cadres sont légèrement excentrés l'un par rapport à l'autre.

Il est facile de voir que l'on a une grande sensibilité à partir de l'infini pour les hautes résistances et un large élargissement de l'échelle pour ces valeurs tandis

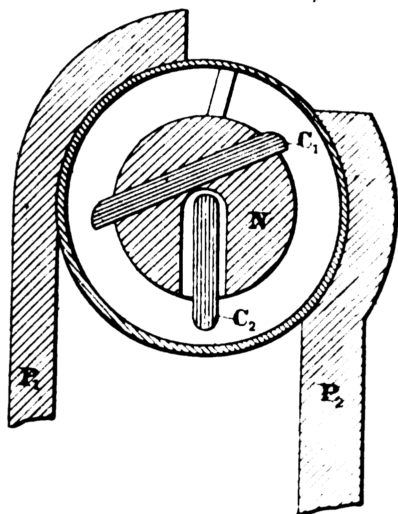


Fig. 3. — Autre modèle d'ohmmètre avec entrefer cylindrique uniforme.

que, pour les résistances faibles, l'échelle se resserre. Ces résultats sont obtenus simplement avec un noyau rond et deux pièces polaires concentriques.

On arrive ainsi à constituer des ohmmètres sensibles, de volume et de poids réduits donnant des lectures indépendantes de la vitesse de la magnéto utilisée.

A titre d'exemple, nous citerons notre ohmmètre de sensibilité moyenne qui permet, avec un jeu de deux shunts, de faire des mesures depuis 5 ohms jusqu'à 50 mégohms et dont le poids en ordre de marche, y compris sa magnéto de 200 v, n'excède pas 3,5 kg.

En intercalant entre la magnéto et le redresseur un petit transformateur spécial (poids 600 g), de façon à augmenter la tension on peut, avec le même appareil, mesurer jusqu'à 1 000 mégohms environ.

Phasemètre monophasé. — Le champ H est créé par un inducteur excité par le courant I. Les deux cadres sont branchés en dérivation sur une différence de potentiel U; le courant i_1 du premier cadre est supposé déphasé d'un angle θ_1 sur U et le courant i_2 du deuxième, d'un angle θ_2; soit, d'autre part, φ l'angle de déphasage entre I et U.

(H est supposé en phase avec I ce qui exige que l'inducteur ne comporte ni circuit fermé, ni écran conducteur dans son champ.)

On a alors, en appliquant la formule (1) (cas d'un champ rectiligne)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_2 i_2 \cos(\varphi - \theta_2) \sin \gamma}{K_1 i_1 \cos(\varphi - \theta_1) + K_2 i_2 \cos(\varphi - \theta_2) \cos \gamma}. \quad (6)$$

Si la fréquence de la source est constante, on peut écrire

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K'_2 \cos(\varphi - \theta_2) \sin \gamma}{K'_1 \cos(\varphi - \theta_1) + K'_2 \cos(\varphi - \theta_2) \cos \gamma}.$$

En faisant

$$\theta_1 = 0, \quad \theta_2 = \frac{\pi}{2} = \gamma, \text{ on a } \operatorname{tg} \alpha = K \operatorname{tg} \varphi. \quad (7)$$

On peut obtenir un déphasage exact de $\frac{\pi}{2}$ en arrière du courant i_2 sur U à l'aide d'une combinaison de deux self-inductances et d'une résistance, l'emploi d'une capacité étant peu recommandable à cause des harmoniques.

Dans un article ultérieur nous montrerons comment on peut construire des phasemètres monophasés pour différentes tensions avec une seule échelle et insensibles à la fréquence dans d'assez grandes limites.

Phasemètre triphasé. — On s'arrange pour obtenir, dans les deux cadres, deux courants déphasés de 90° l'un par rapport à l'autre soit à l'aide de résistances groupées en étoile dyssymétrique, soit par un système analogue à celui de Scott.

Fréquencemètre. — D'une manière générale on peut dire qu'un appareil à deux cadres donnera des indications dépendant de la fréquence si l'on introduit dans un des cadres un élément variable avec la fréquence (self-inductance ou capacité). On peut utiliser aussi des effets d'induction.

Une classification complète des fréquencemètres nous entraînerait trop loin, car ces appareils peuvent présenter de grandes variétés de formes.

Parmi les appareils à cadres, les plus simples utilisent les effets suivants :

Variation de l'intensité dans les cadres avec la fréquence (sans ou avec circuits résonants) et variation de la différence de phase entre les courants dans les cadres (courants d'intensités fixes ou variables) avec le courant inducteur.

Cette dernière disposition constitue un véritable phasemètre gradué en fréquences.

Autour du point de résonance, la sensibilité, qui dépend du rapport de la self-inductance du circuit résonant à sa résistance, peut être poussée très loin.

Les phasemètres et fréquencemètres à cadres doivent, dans de larges limites, être indépendants de l'intensité et de la tension et avoir un fort couple pour le régime normal ; l'influence des harmoniques et de la température doit être négligeable. Les erreurs peuvent

provenir de l'influence des couples parasites (spiraux, déséquilibrage) qui prennent de l'importonce aux faibles charges, ou de la saturation du fer ou encore de la distorsion des lignes de force dans les entrefers où se meuvent les cadres ; ces derniers produisant un champ propre réagissant sur le champ principal.

En rendant le champ des cadres mobiles négligeable vis-à-vis du champ inducteur, en étudiant la meilleure forme de distribution des lignes de force dans l'entrefer, où se meuvent les cadres en employant surtout des selfs-inductances à *entrefers*, travaillant dans la partie rectiligne de leurs caractéristiques magnétiques, on arrive à obtenir des appareils pratiquement indépendants des tensions et des courants.

Ainsi, nous avons construit des phasemètres donnant des indications avec une erreur inférieure à $\pm$ 0,02 en valeur absolue du cos φ pour des variations d'intensité allant de 1/10 à quatre fois la valeur normale et des tensions variant du 1/4 au quadruple de la tension normale.

Pour les fréquencemètres, l'erreur observée en triplant la tension normale ou en la diminuant de moité n'a pas excédé 2 pour 100 de la fréquence moyenne.

V. Quotienmètres spéciaux. — A) TYPE BALANCE, A DEUX CADRES. — D'une manière générale, l'emploi des quotienmètres (ohmmètres, phasemètres, fréquencemètres) exige qu'à un moment donné le couple s'exerçant sur un cadre devienne égal à zéro; l'autre cadre s'oriente alors pour prendre sa position d'équilibre. Dans les appareils ordinaires à deux pôles, il se place sur la ligne neutre du flux. Pour les appareils à noyaux de fer, l'échelle est élargie autour de ce point, car le cadre peut recevoir, de part et d'autre de la ligne neutre, un notable déplacement angulaire alors que le couple qui le sollicite varie peu. D'autre part, dans les fréquencemètres à résonance, l'augmentation des ampères-tours inducteurs favorable aux couples se traduit par un excès de sensibilité quelquefois gênant, dans les enregistreurs, par exemple, où l'on dispose d'une faible ouverture d'échelle ; il est vrai qu'il est possible d'y remédier dans une certaine mesure en donnant une forme convenable au noyau répartiteur de façon à avoir des entrefers à grandes variations, mais ceci aux dépens du flux total.

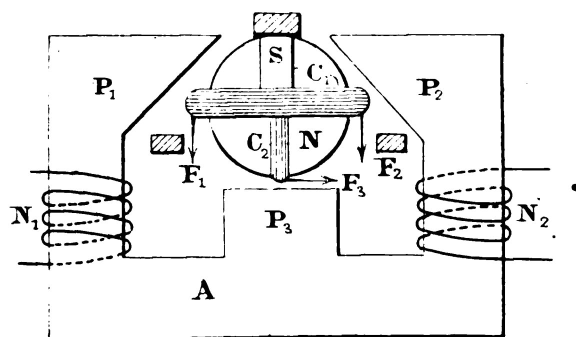


Fig. 4. — Schéma d'un fréquencemètre ou d'un phasemètre enregistreur du type balance à deux cadres.

En vue d'obtenir des enregistreurs à sensibilité faible et à fort couple, nous avons réalisé l'appareil suivant (fig. 4).

A représente la carcasse en fer feuilleté ; N, le noyau ; P_1 et P_2, les pièces polaires figurées droites (sensibilité minimum), mais qui peuvent avoir toute autre forme à condition que les deux entrefers aillent en se reserrant graduellement d'une extrémité à l'autre.

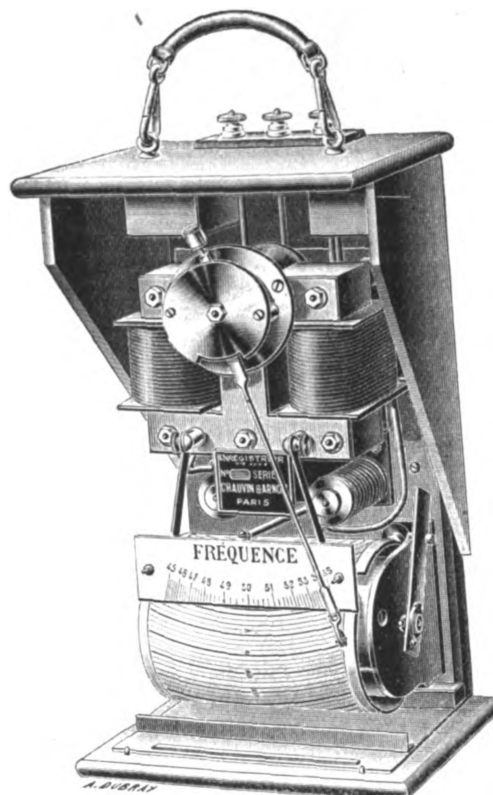


Fig. 4 *bis*. — Photographie d'un fréquencemètre enregistreur du type balance à deux cadres.

Les deux bobines fixes N_1 et N_2 fournissent deux flux opposés se fermant par la pièce polaire P_3.

Les cadres sont du système en T. Le grand cadre C_1 est soumis à deux forces antagonistes F_1 et F_2. On voit que, si rien ne passe dans le cadre C ou si le courant qui le parcourt est déphasé de $\frac{\pi}{2}$ par rapport au courant des bobines, le grand cadre se place comme un fléau de balance dans la position horizontale pour laquelle $F_1 = F_2$.

Lorsqu'un courant circule dans le petit cadre, une rotation tend à se produire et comme les couples opposés créés par F_1-F_2, d'une part, et F_3, d'autre part, varient en sens inverse l'un de l'autre, la condition de stabilité est satisfaite.

Pour les fréquencemètres à résonance, cet appareil a l'avautage d'uniformiser le couple sur l'étendue de l'échelle.

La photographie de la figure 4 bis est la reproduction d'un fréquencemètre enregistreur type balance à deux cadres, construit dans les ateliers Chauvin et Arnoux.

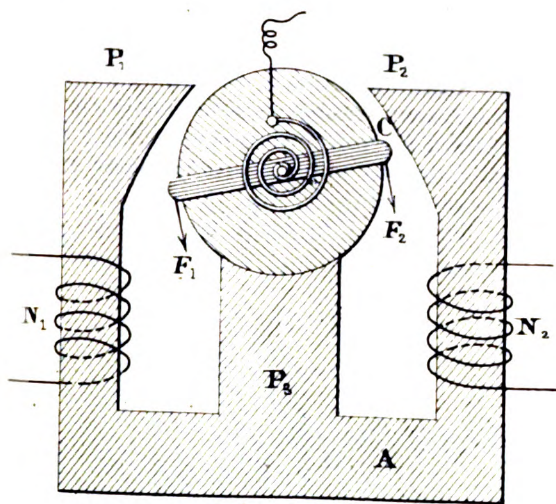


Fig. 5. — Quotienmètre du type bipolaire ou balance à un cadre mobile.

B) Quotienmètres a un cadre mobile. — En vue de se libérer de certains inconvénients que l'on rencontre avec les appareils à deux cadres et pour répondre à différents cas spéciaux, nous avons créé des quotienmètres dans lesquels la partie mobile est formée d'un cadre unique bobiné, tel un cadre ordinaire d'ampèremètre, par exemple, ou d'une spire en court-

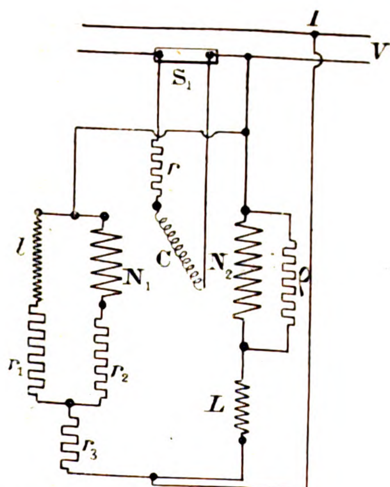


Fig. 6. — Schéma des connexions d'un phasemètre monophasé à un cadre mobile.

circuit et d'un noyau fixe avec un nombre variable de pièces polaires et de bobines inductrices.

Nous ne donnerons ici de ces appareils qu'une description succincte.

Premier type tétrapolaire. — La carcasse a la forme d'une machine tétrapolaire avec deux groupes de bobines fixes placées dans deux phases rectangulaires; les deux groupes créant deux flux à angle droit se fermant par le noyau central. Le cadre se meut dans des entrefers variables sous l'action de forces directrices et antagonistes dont l'inclinaison et l'intensité varient avec sa rotation. On obtient de bons résultats avec un noyau rond et des pièces polaires limitées par des faces droites.

Deuxième type bipolaire ou balance à un cadre. — Les bobines fixes N_1 et N_2 (fig. 5) produisent deux flux antagonistes se fermant par la branche médiane P_3 et produisant, sur les côtés latéraux des cadres, deux forces opposées F_1 et F_2 variant avec la rotation. C'est une véritable balance électrodynamique dont la position ne dépend que du rapport $\frac{F_1}{F_2}$.

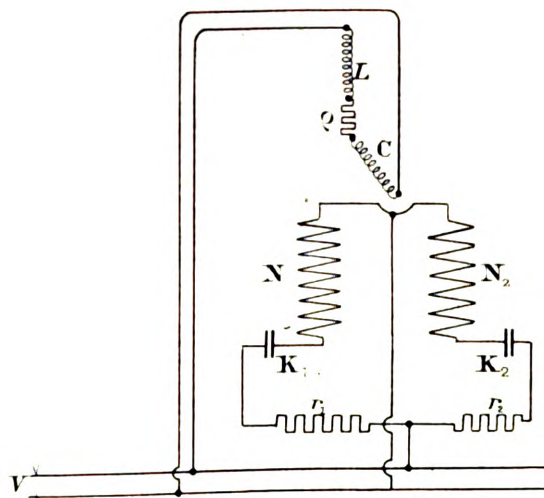


Fig. 7. — Schéma des connexions d'un fréquencemètre à un cadre mobile.

A titre d'exemple, nous donnerons trois applications des quotienmètres à un cadre.

Phasemètre monophasé. — Les deux groupes de bobines fixes du type tétrapolaire N_1 et N_2 (fig. 6) sont montées en dérivation sur la source et doivent être parcourues par des courants sensiblement déphasés de $\frac{\pi}{2}$.

Pour la commodité du réglage, on a recours à des combinaisons de self-inductances et de résistances. Le cadre mobile est parcouru par le courant I ou une fraction de ce courant.

On se sert pour cela d'un transformateur d'intensité ou d'un shunt.

Ce phasemètre permet de mesurer la différence de phase entre deux tensions très différentes dont l'une de valeur très faible, 100 v et 1/10 de volt, par exemple, avec une consommation totale, pour les deux circuits, n'excédant pas 0,070 ampère.

Fréquencemètre. — Les bobines N_1 et N_2 sont montées en série avec des condensateurs K_1 et K_2 de façon à constituer deux circuits résonants (fig. 7). Le cadre mobile C est en série avec une self-inductance et une résistance ρ ou avec une self-inductance ou une capacité de façon à constituer un troisième circuit résonnant.

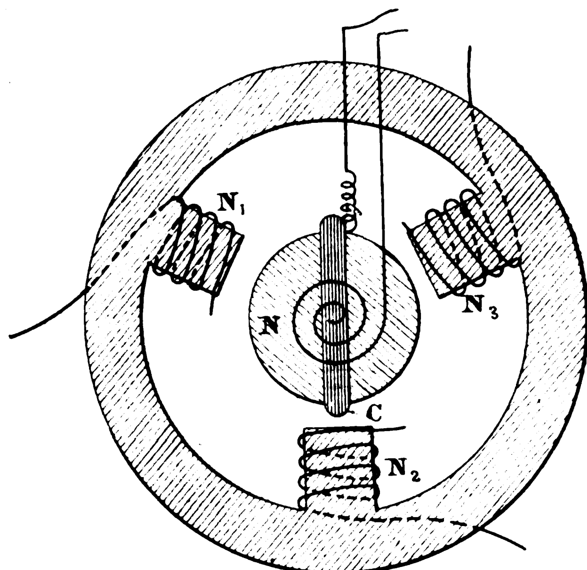


Fig. 8. — Phasemètre triphasé avec inducteur tripolaire et noyau cylindrique à un cadre mobile.

On peut obtenir de très grandes sensibilités en faisant résonner les bobines fixes, pour deux fréquences voisines.

Phasemètres diphasés et triphasés. — Pour le phasemètre diphasé, les bobines N_1 et N_2 du type tétrapolaire sont montées en série sur les deux circuits diphasés tandis que le cadre mobile est branché en dérivation sur l'un de ces circuits. En triphasé (fig. 8), on adopte un inducteur tripolaire à noyau cylindrique, à pôles plats décalés de 120° l'un par rapport à l'autre. Les bobines N_1, N_2, N_3 sont montées en série dans chacune des phases et le cadre mobile, en dérivation sur une des phases.

Ohmmètre. — En remplaçant, dans le type tétrapolaire, le cadre par une mince lame de fer doux ou d'acier portant l'aiguille indicatrice, on construit un ohmmètre particulièrement sensible ; les bobines N_1 et N_2 sont alimentées en dérivation par une magnéto, l'une d'elles étant en série avec la résistance à mesurer et l'autre, avec une résistance de tarage.

Nous donnons, en figure 9, une nouvelle forme de

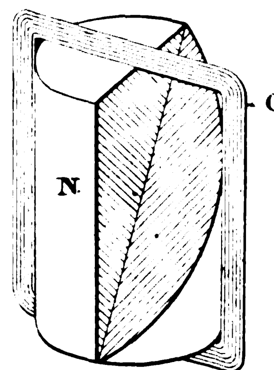


Fig. 9. — Nouvelle forme de noyau répartiteur présentant une troncature destinée à faire varier suivant une loi déterminée le flux traversant le cadre mobile.

noyau répartiteur présentant une troncature destinée à faire varier le flux traversant le cadre suivant une loi déterminée.

S. Held,
Chef du Laboratoire d'Etudes aux usines « Chauvin et Arnoux ».

Modifications au cahier des charges pour la fourniture des huiles de transformateurs

Les modifications que nous reproduisons ci-dessous ont été arrêtées par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité, le 7 mars 1923, sur étude de la 4e Commission de l'Union. Ces modifications se rapportent au cahier des charges actuellement en vigueur, qui a été arrêté par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité, le 14 avril 1920, et dont le texte a été publié intégralement dans la « Revue générale de l'Electricité » du 29 mai 1920, t. VII, p. 727-733.

Les renvois ci-dessous sont relatifs au cahier des charges publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 29 mai 1920, t. VII, p. 727-733.

Page 727, 1re colonne. — Ajouter au paragraphe « Proposition et livraison » la phrase suivante :

« La livraison sera faite de préférence en récipients métalliques ».

Page 727, 2e colonne. — 1° Rédiger comme il suit le renvoi (1) :

« Sont exclues de cette spécification les huiles à point d'inflammabilité de vapeur inférieur à 150°C. »

2° Compléter comme il suit le début du paragraphe « Tendance à former des dépôts ».

« *a*) Après un chauffage de cinq heures à 150°C, il ne doit exister aucun dépôt.

« Après une cuisson de cinquante heures à 150°C, il ne doit y avoir que des traces de dépôt soluble dans le tétrachlorure de carbone. Le poids de ce même dépôt ne doit pas dépasser 0,15 pour 100 après cent vingt-cinq heures de cuisson à 150°C. »

La suite de l'article à partir des mots « Le poids du dépôt » est sans changement.

Page 728, 1re colonne. — 1° Ajouter dans le paragraphe « Points d'inflammabilité des vapeurs et de l'huile » les mots :

« avec une tolérance de — 10°C. ».

2° Dans le paragraphe « Viscosité à différentes températures, rayer les mots :

« 8 pour une température de 20°C et à ».

3° Au paragraphe « Température de décongélation » noter que cette température est abaissée à — 5°C. »

4° Les spécifications relatives à la deuxième qualité d'huile sont supprimées.

Comme conséquence, supprimer à la page 727, 2e colonne, en tête du paragraphe « Spécifications », le sous-titre « Huile de première qualité ».

Page 732, 2e colonne. — Dans l'avant-dernier alinéa supprimer les mots :

« ou en la filtrant dans une presse à filtrer construite spécialement pour ce travail. »

Page 733, 1re colonne. — 1° Rédiger comme il suit le début du dernier alinéa :

« Après avoir chauffé l'huile pendant un certain temps pour la sécher, on en prélève une certaine quantité, sur laquelle on fait l'essai de rigidité diélectrique dans l'appareil... ».

2° Rédiger comme il suit la dernière phrase du premier alinéa du paragraphe intitulé « Pouvoir isolant ».

« Cet essai sera fait, sans filtrage préalable, au moyen de l'appareil d'essai (fig. 8). »

Revues, analyses et informations

Un phénomène physique et ses applications à la téléphonie, télégraphie, etc. (1).

Au cours d'expériences de téléphonie effectuées en 1917, les auteurs ont découvert qu'entre deux corps en contact, entre lesquels existe une différence de potentiel, il se produit une « adhérence » appréciable.

Ils ont constaté ensuite qu'un son faible est émis, lorsque le doigt est passé légèrement sur une surface métallique, pendant qu'un courant de fréquence audible passe entre le doigt et le métal. En 1920, ils construisirent un appareil, qui fut exposé à Copenhague, à l'occasion du centenaire de la découverte de l'electromagnétisme par Oerstedt. Le courant de consommation en est pratiquement nul, quoique les effets mécaniques soient très puissants.

La production du son, en passant le doigt sur une plaque de métal, est due à l'adhérence variable entre le doigt et le métal; mais cette adhérence naturelle est accrue quand un courant passe et ne dépend pas du sens de ce dernier. On constate qu'avec un courant alternatif sidusoïdal, on entend une note à une octave plus haut que dans un téléphone (polarisé), utilisant le même courant.

La figure 1 montre l'appareil, qui sert à constater la force considérable d'adhérences entre une plaque métallique et un morceau de pierre lithographique connectés à une source de courant continu à la tension de 440 v. L'épaisseur de la pierre est de 5 cm. Sa face inférieure est recouverte d'une feuille d'étain fixée avec de la colle de poisson, par exemple (cette colle ne doit pas être très isolante). La face supérieure de la pierre est très unie et polie. Sur cette dernière face, on pose un disque de laiton de 5 cm de diamètre. Avec une balance, on peut constater qu'il faut plus d'un kilogramme pour séparer le disque de la pierre.

Il faut une force également importante, pour vaincre le frottement disque-pierre.

La résistance électrique de la pierre est très élevée ; aussi le courant n'est-il généralement que de quelques microampères et dépend de l'état hygrométrique de l'air.

Le phénomène cesse à la disparition du courant, et il n'y a pas de diminution perceptible de l'adhérence, si le courant passe à travers le corps de l'opérateur.

L'utilisation de l'adhérence est donc avantageuse, lorsqu'on ne dispose que de faibles courants.

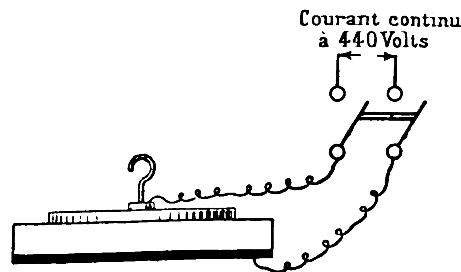


Fig. 1. — Dispositif expérimental permettant de constater l'adhérence entre un métal et un corps semi-conducteur quand on leur applique une différence de potentiel.

Explications des auteurs. — La pierre lithographique appartient à la classe des corps dits semi-conducteurs. Ces corps allient une résistance interne modérée à une résistance de contact relativement élevée avec les corps solides conducteurs appliqués sur leur surface sans interposition de liquide conducteur ou de ciment.

Il est vraisemblable que la pellicule très mince d'air, qui couvre ordinairement la surface des corps solides, joue un certain rôle, par le fait que le contact n'existe qu'en un petit nombre de points, malgré les précautions prises pour les ajuster exactement l'une sur l'autre.

Par exemple, la résistance de contact apparait, même avec une mince feuille d'étain soigneusement appliquée sur le corps semi-conducteur, alors qu'elle n'existe pas avec le mercure. De plus, il apparait qu'une tension relativement grande est nécessaire pour libérer les ions électrolytiques, qui sont dans ce cas les seuls véhicules du courant (même à

(1) Alfred Johnsen et Knud Rahbek, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juillet 1923, t. LXI, p. 713-725, 10 000 mots, 13 fig. Nous rappelons que ce sujet a été traité dans la *Revue générale de l'Electricité* des 18 février 1922, t. XI, p. 49 D; 26 août 1922, t. XII, p. 57 D; 9 décembre 1922, t. XII, p. 177 D; 13 janvier 1923, t. XIII, p. 51 et 5 janvier 1924, t. XV, p. 21.

travers la plus petite épaisseur d'air), alors que les électrons passent librement à travers un léger contact métallique.

Une preuve encore que la majorité des ions, doivent traverser un certain espace libre au point de contact, est apportée par le fait que la résistance électrique de contact n'est pas constante, mais décroît quand la différence de potentiel augmente.

Le courant n'est pas tout à fait proportionnel au carré de la force électromotrice. La courbe correspondante rappelle

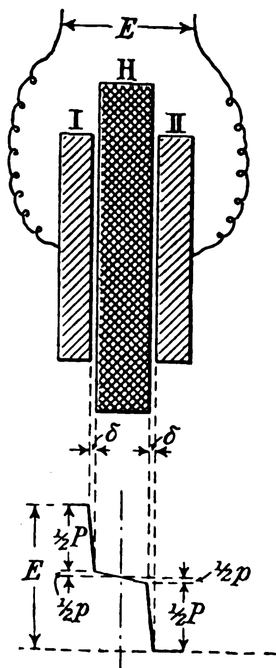


Fig. 2. — Diagramme de la chute de potentiel entre deux armatures métalliques séparées par un corps semi-conducteur.

la partie inférieure d'une caractéristique de valve thermoionique, comme il ressort de la figure 2, où H est le corps semi-conducteur; I et II. les plaques métalliques au contact (on a figuré un petit espace d'air pour plus de clarté) si l'on applique une différence de potentiel E entre I et II, le diagramme de la chute de potentiel entre les armatures est bien celui indiqué au bas de la figure. La chute p est faible à travers les conducteurs électrolytiques, tandis qu'à chaque point de contact où la résistance est très grande, il y a une chute $1/2\ P$ considérable; on a $E = p + P$. Cette distribution du potentiel peut très bien se vérifier à l'aide d'un voltmètre électrostatique.

Attraction produite. — Dans un condensateur, l'attraction entre les deux armatures étant inversement proportionnelle au carré de la distance entre les plaques, si la différence de potentiel est constante, comme ici l'espace δ est théoriquement infiniment petit, il devrait donc en résulter une attraction infinie. En pratique, avec des potentiels même modérés, on obtient une attraction effectivement très grande.

Il y a en même temps un accroissement du frottement entre H et chacune des plaques I et II et si la tension qui leur est appliquée est suffisamment élevée, il faut développer une force considérable pour faire glisser I ou II sur H. C'est précisément cette augmentation du frottement qui a été utilisée par les auteurs. L'attraction varie quelque peu avec les divers semi-conducteurs, mais dépend surtout de la conductivité intérieure et du degré de polissage des surfaces.

Corps semi-conducteurs employés. — Les pierres les plus efficaces sont : la pierre lithographique, quelques variétés d'ardoises, les pierres calcaires, le marbre, le flint, l'agate, le jaspe et les minéraux de silice, à l'exception du quartz pur qui est très isolant; des substances organiques telles que l'os, l'ivoire, la gélatine, la colophane, la pyroxiline, quelques variétés de papier. La peau humaine sèche a aussi des propriétés semi-conductrices.

L'effet est augmenté lorsque le métal est légèrement chauffé à cause de l'humidité de la peau. Il est à remarquer que la peau mince du poignet ou de l'avant-bras donne de meilleurs résultats que la peau cornée et celle des extrémités des doigts.

On emploie de préférence l'agate parce qu'elle est dure, et susceptible d'un beau poli. Elle possède une conductibilité plus d'un million de fois supérieure à celle du verre, de l'ébonite, du mica, du soufre ou de toute autre substance similaire.

D'une manière générale, on peut dire que les corps semi-conducteurs sont ceux qui absorbent ou retiennent l'humidité. Ils peuvent être divisés en deux classes :

a) substances à pores très fins (ardoise, marbre, stéatite, agate, flint);

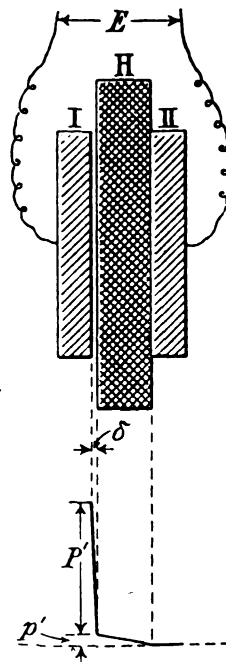


Fig. 3. — Modification du diagramme précédent quand l'une des armatures est collée au corps semi-conducteur avec un ciment conducteur.

b) substances colloïdales (peau, gélatine, colophane, pyroxyline, collodion, albumine).

Les substances de la classe *b*) se gonflent dans l'eau et perdent à peu près leur conductibilité lorsqu'elles sont chauffées. Si on leur applique une différence de potentiel constante, on constate une diminution progressive de l'intensité du courant, parce que leur humidité, dans le voisinage des électrodes, est décomposée par électrolyse. On observe alors

une diminution considérable de l'attraction, qui disparait en quelques heures ou quelques jours suivant les circonstances. Mais si on abandonne le corps à lui-même, il reprend sa conductivité au bout de quelques heures.

Si une des plaques (II en fig. 1) est appliquée sur le semi-conducteur à l'aide de ciment ou de colle suffisamment conductrice, la résistance de contact et par conséquent la chute de potentiel disparaîtra entièrement. La figure 3 montre que la chute est localisée entre I et H. La chute intérieure p' ne représente qu'un faible pourcentage de E (quelquefois une fraction de centième).

Il est évident que l'on obtient une plus grande attraction entre I et H dans le cas de la figure 3 que dans celui de la figure 2; c'est pourquoi, dans les appareils réalisés, on s'est efforcé d'éliminer, autant que possible, la résistance de contact entre le semi-conducteur et l'une des électrodes.

C'est un grand avantage de pouvoir utiliser un semi-conducteur de bonne épaisseur. D'autres constructeurs ont, en effet, essayé de construire des relais électrostatiques, en insérant des diélectriques minces entre deux plaques conductrices. L'attraction étant inversement proportionnelle au carré de l'épaisseur, on a employé une couche extrêmement mince de 1/1000 mm au plus, ce qui constitue un diélectrique bien fragile et exposé à la perforation.

L'appareil le plus ancien basé sur ce principe est dû à R.-A. Fessenden, qui emploie le mica comme diélectrique dans un télégraphe enregistreur à courant alternatif. (Le courant continu n'est pas possible, parce que, dans le temps très court du fonctionnement, la charge de surface contrarierait l'attraction à travers le diélectrique, phénomène analogue à celui de la charge résiduelle dans les condensateurs). Il n'est donc pas possible de baser sur ce principe un appareil téléphonique parce que la polarisation est obligatoire dans tous les téléphones électrostatiques.

Description de l'appareil. — La figure 4 montre le cylindre semi-conducteur H, monté sur un arbre tournant

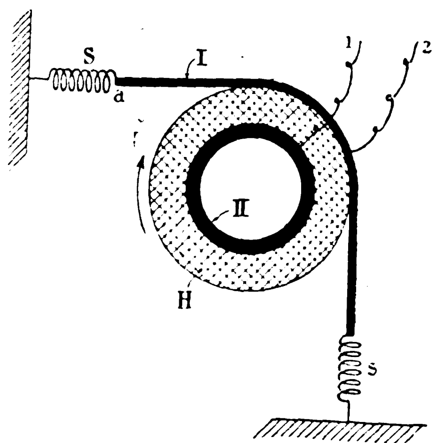


Fig. 4. — Disposition du corps semi-conducteur quand il est appliqué à un relais.

constamment dans la direction de la flèche et schématisé tel qu'il existe dans les relais. Un ruban de métal I s'enroule autour et est maintenu tendu par les ressorts S et s. A l'intérieur, le revêtement II est métallique et cimenté à H. (Dans les derniers appareils, ce revêtement est remplacé par un liquide).

Le conducteur 2 peut être connecté au bas du ressort; le conducteur 1 à une bague ou aux paliers de l'arbre supportant le cylindre semi-conducteur.

Dès qu'on applique une tension électrique entre I et II, le frottement s'accroît entre le cylindre et le ruban, alors S est tendu; il se contracte, au contraire, si la tension décroît ou disparaît.

Si le point a est relié à un style enregistreur, l'appareil peut être utilisé pour recevoir des messages télégraphiques. Il peut également servir à la transmission. Si on remplace S par le diaphragme d'une boîte sonore, on a un téléphone haut-parleur.

Attraction. — Elle devrait être proportionnelle au carré de la force électromotrice appliquée, comme dans le cas des condensateurs. En réalité, elle est proportionnelle à la cinquième puissance de la force électromotrice, de 25 à 300 V. A une tension plus élevée, l'attraction croît plus lentement, jusqu'à ce qu'une forte ionisation diminue la résistance de contact. La figure 5 représente l'augmentation du frottement entre un petit cylindre d'agate et une épaisse feuille d'étain

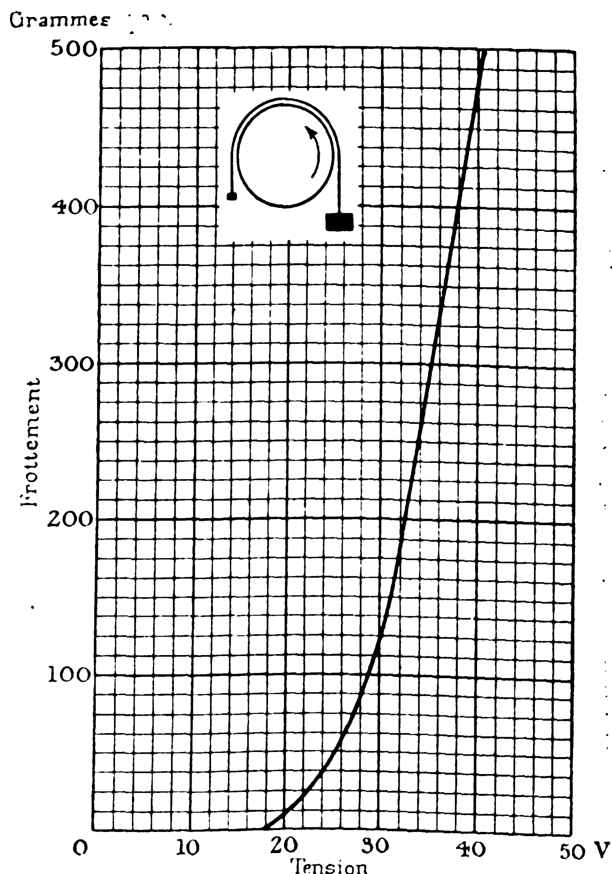


Fig. 5. — Courbe montrant l'augmentation du frottement avec la tension entre un cylindre d'agate et une épaisse feuille d'étain.

enroulée autour de la demi-périphérie, en fonction de la tension. (Observer que ce frottement est approximativement proportionnel à la cinquième puissance de la tension appliquée.)

Si les surfaces sont dures et rugueuses et ne permettent pas un contact intime, la proportionnalité ne dépasse pas la troisième puissance de la tension. Si les surfaces sont abso-

lument rugueuses, la loi de l'attraction électrostatique s'applique (il faut naturellement que la plus grande partie de l'espace entre les surfaces soit occupée par de l'air non ionisé).

Semi-conducteurs imprégnés. — Si le semi conducteur est trempé dans un électrolyte et séché ensuite, sa résistance intérieure et celle de contact sont diminuées. Avec un sel approprié, la résistance intérieure peut être réduite à une valeur inférieure à celle de contact, de sorte que les qualités semi-conductrices sont augmentées, ce qui est important parce qu'on dispose ainsi d'un moyen de communiquer à un semi-conducteur toute conductibilité désirée. Mais cette qualité acquise est instable, car, lorsque le courant passe, l'humidité disparait et le sel est décomposé par électrolyse.

On a fait des tentatives pour assurer une conductivité constante. On a employé des cylindres creux, contenant une solution aqueuse. Ils restent imprégnés, sans que leur surface extérieure soit humide. L'agate (mais non l'ardoise, ni la pierre lithographique) possède cette qualité; l'humidité se diffuse de l'extérieur au point où le cylindre touche la surface métallique. La surface extérieure du cylindre reste parfaitement sèche par suite de l'évaporation.

Les cylindres employés sont montés sur un arbre entre deux flasques. Le liquide est placé entre l'arbre et la surface intérieure du cylindre (l'arbre et les flasques sont argentés pour empêcher les corrosions).

Il faut éviter la formation de cristaux dans les pores de l'agate, sinon on aurait des craquelures et une désagrégation rapide de la pierre.

Pour empêcher l'hydrogène libre de se dégager à l'intérieur du cylindre hermétiquement clos, dont l'arbre constitue la cathode, on ajoute à l'électrolyte du peroxyde de manganèse. Les résistances interne et de contact du semi-conducteur sont indépendantes de la polarité du courant et de la tension; il devrait donc en être de même de l'attraction. Mais, s'il y a beaucoup d'humidité dans le semi-conducteur, l'effet du renversement de polarité est très marqué.

Si le semi-conducteur est négatif par rapport au conducteur de contact, le courant décroît graduellement, mais jusqu'à une certaine valeur seulement. D'un autre côté, l'attraction restera constante au début, un petit accroissement étant observé quelques minutes après, à condition d'employer certains électrolytes.

S'il est positif, le courant croît graduellement après l'application de la tension, et l'attraction se trouvera avoir décru considérablement au bout de quelques minutes. Ici, c'est la résistance de contact qui diminue jusqu'à ce que, finalement, il existe seulement une petite chute de potentiel à la surface.

La cause de cette réduction de résistance de contact n'a pas été établie exactement par les auteurs. Elle est certainement due au passage du courant, et il semble que l'humidité soit entraînée avec le courant à la surface du semi-conducteur, l'effet étant très probablement intimement lié à l'électrocapillarité. On a observé cet effet à la fois pour une imprégnation acide ou alcaline.

On peut ici se reporter à l'électromotographe d'Edison. Cet appareil consiste en un cylindre de craie poreuse imprégnée d'électrolyte, dont la surface est maintenue humide, ce qui est la condition exactement inverse de celle exigée pour l'adhérence. L'extrémité d'une petite bande plate et élastique de métal, portant une pointe de contact de platine-irridium, frotte avec une pression déterminée sur le cylindre. La bande de métal est reliée à un diaphragme. Si un courant passe entre le cylindre (connecté au +) et la pointe, le frottement naturel est diminué (d'où une méthode de reproduction du son du diaphragme si un courant alternatif de téléphone est superposé au courant continu). Dans ce cas, le fonctionnement de l'appareil est exactement l'inverse de celui qui utilise l'adhérence.

Le fait que la même polarité qui diminue le frottement naturel dans l'électromotographe diminue aussi la résistance de contact dans l'appareil à électro-adhérence a suggéré aux auteurs l'idée d'approfondir ce qui se passe dans l'appareil Edison.

Si un courant circule à travers un corps poreux ou colloïdal, trempé dans un électrolyte ou dans l'eau, et si la surface extérieure est humide mais non mouillée, ce liquide apparaîtra généralement à l'une ou l'autre des électrodes, en produisant une sorte de lubrification de la surface de contact. Cette diffusion du liquide est lente aux densités ordinaires de courant, et on ne pourrait pas avoir un relais à travail rapide en se basant sur ce principe.

Dans l'électromotographe, où la surface du cylindre est tenue constamment mouillée, l'effet de lubrification est généralement attribué à la génération électrolytique d'hydrogène au point de contact. C'est la théorie la plus ancienne, mais estelle suffisante pour expliquer les variations rapides du frottement qui se produisent lorsqu'on entend un son?

Les recherches des auteurs n'ont pu que confirmer cette théorie ancienne.

Au passage du courant, l'hydrogène se dégage en bulles dans chacun des pores microscopiques de la craie où celleci est en contact avec le métal. Le gaz développe une pression considérable et forme avec le liquide une écume très fine qui contrarie l'effort de pression du ressort métallique en diminuant le frottement. Il en résulte que, pour une certaine densité de courant, le métal flottera sur l'écume, sans contact avec le tambour; bien plus, le frottement diminuera même avec le courant croissant, parce que l'épaisseur de l'écume augmentera.

Il n'y a pas de retard dans l'action de l'appareil parce qu'il faut une très petite quantité d'hydrogène pour convertir le liquide en écume, et aussi parce que le mouvement du tambour empêche tout effet d'intégration. Si la vitesse de rotation est très lente et si, au lieu d'une pointe, on a une bande enserrant une partie appréciable de la phériphérie du cylindre, on observera alors une distorsion considérable, parce qu'un courant intense instantané aura un effet lubrificateur de beaucoup supérieur à celui d'un courant faible de longue durée, au moins dans de certaines limites.

Classe d'instruments où l'attraction de surface elle-même produit des effets mécaniques. — La figure 6 montre le semi-conducteur H à surface cylindrique incurvée et polie, la plaque métallique de revêtement II et une bande élastique I en face du semi-conducteur. En appliquant la tension entre I et II, on observe une attraction considérable dans la partie où la lame touche II et où l'espace d'air est petit. La bande s'enroule peu à peu sur la surface, de nouveaux points viennent en contact et l'extrémité de I peut fermer un contact en c ou encore le déplacement peut servir à mesurer une différence de potentiel.

La figure 7 montre une disposition pour détecter une différence de potentiel entre I et II (de 70 à 700 v). C'est un électroscope dont la force d'attraction est considérable par rapport à l'appareil à feuilles d'or.

Il consiste en un « stylo » dont le corps est en ébonite et qui porte à son sommet le semi-conducteur H, et la lame I dont l'épaisseur est de 7/100 mm. Le métal de revêtement II est connecté avec le métal à travers une résistance de sécurité R de quelques mégohms. La lame est reliée à un ca-

puchon de métal C, qui protège la partie supérieure et l'instrument. Ce capuchon possède une petite fenêtre W. L'extrémité de la lame est coudée à angle droit, et est visible, au moment de l'attraction, par la fenêtre W.

Quand on tient l'instrument à la main et que sa pointe métallique est amenée en contact avec l'appareil à essayer, le corps de l'opérateur forme une mise à la terre suffisante, la résistance totale de l'instrument dépassant 100 mégohms.

ETUDE DES INCONVÉNIENTS DES APPAREILS A CYLINDRE. — 1. Le frottement entre le cylindre et le ruban finit par produire des poussières dont l'effet s'ajoute à celui dû aux poussières de l'atmosphère, d'où il résulte des sons aigus qui rendent le travail régulier impossible.

La lubrification n'est pas un remède, il est préférable d'adapter à l'appareil une brosse qui enlève tous les dépôts car l'électro-adhérence disparaitrait.

2. Comme le ruban de métal doit être positif par rapport à l'agate, la plupart d'entre eux seront attaqués par l'électrolyse, qui seule ou avec l'action combinée de l'atmosphère produit des sels ou des oxydes. Il faut donc faire un choix parmi les métaux.

3. Le passage du courant entre les surfaces du contact affecte la forme d'une décharge, qui provoque une désintégration lente. On peut s'en rendre compte en remplaçant le disque de métal par un disque de charbon dans l'appareil à pierre lithographique. Si on applique 200 v, en un quart d'heure le charbon est désagrégé et on voit sur la pierre blanche de la poudre noire de charbon partout où avait réellement lieu le contact.

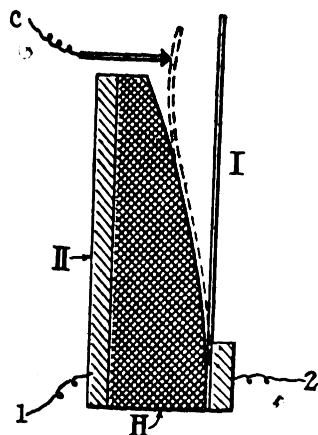


Fig. 6. — Dispositif montrant que l'attraction superficielle dans l'effet Johnsen-Rahbeck peut être utilisé pour produire du travail mécanique, par exemple, pour constituer un relais électrostatique, ou un indicateur de tension. — Fig. 7. Coupe schématique d'un électroscope utilisable de 70 à 700 v et basé sur l'attraction superficielle dans l'effet Johnsen-Rahbeck.

4. Les métaux ne sont que très légèrement décomposés, de sorte qu'avec un cylindre en agate et un ruban métallique, c'est l'agate qui est la plus altérée. Sa surface perd du brillant, et elle se couvre d'une couche extrêmement mince et transparente qui accroît considérablement le coefficient de frottement. C'est du silicate colloïdal qu'on ne peut enlever même avec une brosse métallique.

Comme palliatif, les auteurs se servent d'une sorte de gomme de caoutchouc contenant un abrasif qui, avec une brosse, tient l'agate polie et unie.

Les rubans de métal employés dans les appareils qui vont être décrits ont une épaisseur inférieure à 0,025 mm. Ils ont une largeur de 6 à 31 mm. La résistance de frottement établie pour 220 v est d'environ 0,450 kg à 6,800 kg.

LE RELAIS A TEMPS LIMITÉ. — Dans la figure 4, a est relié à un contact de relais. On peut apporter un retard au fonctionnement en réglant soit le chemin libre de a, soit la vitesse de rotation.

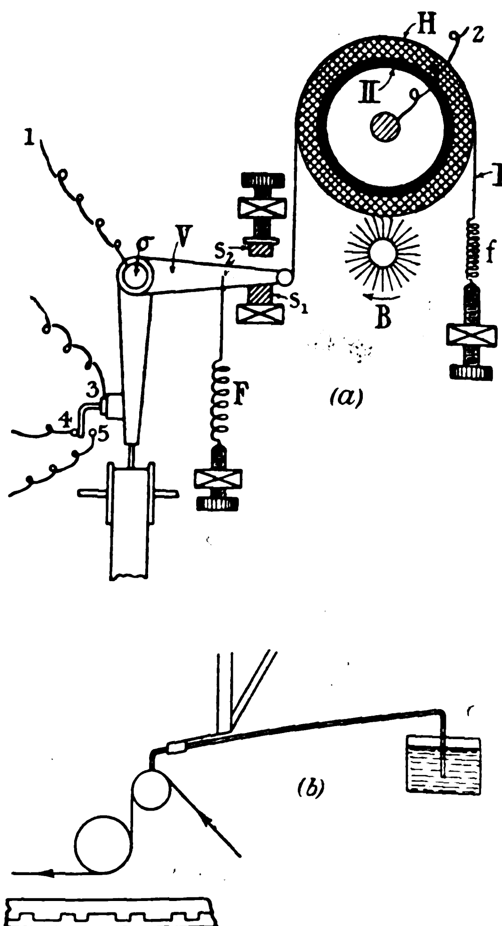


Fig. 8 a et 8 b. — Dispositif à frottement système Johnsen-Rahbeck associé à un siphon recorder.

Dans l'appareil effectif, le cylindre est mû par un mouvement d'horlogerie ou un moteur à vis sans fin. Un courant de 10^{-6} A suffit pour actionner le relais et est incapable d'abîmer les contacts, même sous la tension de fonctionnement de 50 v environ. On peut alors actionner directement un relais quelconque.

On a aussi construit un relais à temps limité avec deux disques circulaires plans glissant l'un sur l'autre, l'un fixe et connecté avec le contact du relais, l'autre entraîné par un mouvement d'horlogerie. L'un des disques est semi-conducteur et l'autre métallique ou tous les deux sont semi-con-

ducteurs. Cependant le nettoyage continuel des disques est plus difficile que celui du système cylindre-ruban.

Le recorder et le relais pour télégraphe [1]. — Dans la figure 8 *a*, H, I, II représentent le système à frottement. I est attaché à un régulateur à levier coudé pivotant en σ. Le ressort léger f maintient le ruban tendu. Le bras horizontal est normalement appliqué contre la butée fixe s_1 et armé d'un ressort réglable F. Le bras vertical porte le siphon ou le système enregistreur. L'application de la tension met le bras horizontal en contact avec s_2, ce qui détermine l'enregistrement. A la cessation du courant de travail, F ramène vivement le levier sur s_1. On a figuré sur l'arbre vertical le contact 3, qui peut toucher 4 et 5 tour à tour, et distribuer ainsi les impulsions du double courant d'une batterie locale, soit à un récepteur local, soit à un récepteur éloigné.

Les parties mobiles de l'enregistreur (ruban, levier et siphon) sont très légères (3 g environ); mais la force mécanique est très considérable (plusieurs kilogrammes si on le désire), de sorte que 300 t : mn d'un cylindre de 25 mm de diamètre suffisent pour des plus grandes vitesses.

Il faut remarquer qu'aux grandes vitesses la surface de contact du ruban et du semi-conducteur forme un condensateur qui malgré les faibles dimensions linéaires a 2 000 cm de capacité. Durant l'enregistrement des signaux, il est continuellement chargé, ou déchargé et le courant correspondant doit passer à travers le semi-conducteur. Comme conséquence, une très grande résistance intérieure du semi-conducteur produira un certain retard dans la charge et décharge du système électro-adhérent; ce qui limitera la vitesse d'enregistrement. En imprégnant chimiquement l'agate on obtient une résistance intérieure plus basse.

L'expérience montre que la résistance totale comprenant la résistance de contact du système de frottement doit être réduite à 650 000 ohms pour 400 mots par minute.

L'appareil consomme alors 10^{-4} A sous la tension de 65 v environ, la surface de contact étant d'environ 6,25 cm².

La figure 9 montre l'insertion du système sur les lignes télégraphiques ordinaires. Il est à remarquer que la mise à la terre de la ligne à la station de transmission est une chose nécessaire. Si elle était simplement déconnectée de la batterie durant les pauses entre les signaux, la charge de ligne

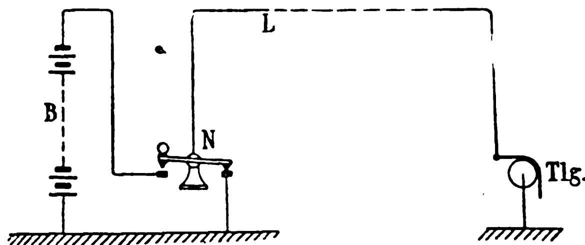


Fig. 9. — Connexions à réaliser pour insérer l'appareil ci-dessus dans une ligne télégraphique.

devrait s'écouler à travers la résistance de l'appareil et il faudrait un temps considérable.

En figure 10, *R* est la résistance d'anode d'une valve dont l'alimentation peut être réglée par un potentiomètre Sd; Tlg est l'enregistreur télégraphique. Les impulsions télégraphiques sont appliquées aux extrémités X et Y connectées à la grille et au filament. La petite batterie b maintient le potentiel de grille à une valeur négative convenable par rapport à l'extrémité Y du filament. C'est pourquoi le courant d'anode et, par conséquent, la chute de potentiel à travers *R* est très petite; elle produit un effet négligeable d'électro-adhérence dans le récepteur.

Si des impulsions de force suffisante sont appliquées entre X et Y, de telle façon que la grille soit plus positive durant les signaux, la chute de potentiel à travers *R* s'accroîtra suffisamment pour faire fonctionner l'appareil.

Si la valve est utilisée pour redresser un courant, le condensateur C adoucira les fluctuations du potentiel à travers

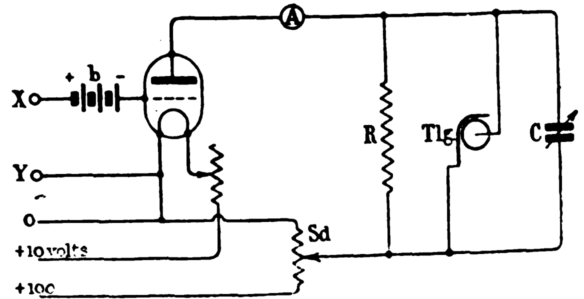


Fig. 10. — Schéma de la combinaison d'un cylindre à électro-adhérence et d'une valve électronique.

R, quoique la capacité du système à électro-adhérence soit en principe suffisante pour cela.

Lorsque le télégraphe à électro-adhérence est connecté à une petite valve, comme on en emploie généralement pour la réception radiotélégraphique (fig. 10), on obtient aisément 300 mots à la minute.

Le téléphone haut-parleur. — La figure 11 représente ce système où le ruban I, tendu, est relié au diaphragme d'une

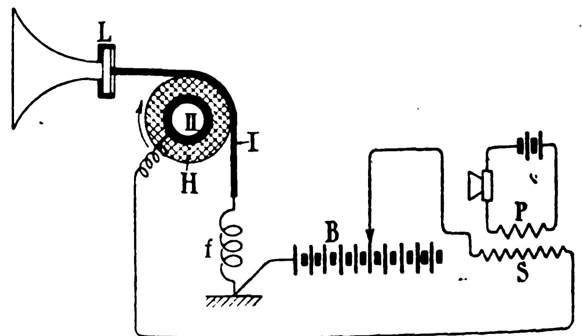


Fig. 11. — Association d'un haut-parleur et du système à électro-adhérence.

boîte sonore. La batterie B de 70 v est en série avec le secondaire S d'un transformateur, dont le primaire P est relié au microphone et à une batterie. Ce transformateur a un grand rapport de transformation, pour produire la grande force électromotrice alternative qui est superposée à la force électromotrice constante de la batterie. Cette dernière produit la force électromotrice de polarisation nécessaire dans tous les téléphones électrostatiques, où elle joue

[1] Voir à ce propos l'étude détaillée récemment publiée : L'application d'un tambour magnétique tournant aux relais électriques, siphons, recorders et manipulateurs de transmission radiotélégraphique. *Revue générale de l'Électricité*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 21.

le même rôle que le magnétisme permanent dans les téléphones électromagnétiques.

De plus, cette force électromotrice permet à l'appareil de travailler dans la partie à grande pente de la courbe caractéristique (fig. 5) de sorte qu'à de petites variations de la force électromotrice correspondent de grandes variations de la force de frottement. Enfin, la courbe pouvant, dans cette région, être remplacée par une droite, il n'y aura pas de distorsion de la transmission des mots de ce fait. Si le haut-parleur doit fonctionner en liaison avec un tube à vide, comme par exemple dans la radiotéléphonie, on emploiera le circuit de la figure 12.

Une grande inductance L (le primaire d'un transformateur d'amplificateur est généralement approprié) est insérée dans le circuit d'anodes; et le téléphone Tlf peut être considéré comme étant relié en série avec la partie ab du potentiomètre, à travers l'inductance L. Ainsi la résultante de la

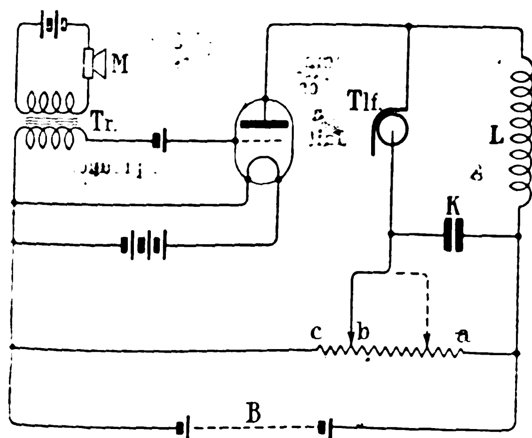


Fig. 12. — Emploi de l'appareil à électro-adhérence dans un circuit d'émission radiotéléphonique; pour la réception, il suffira de remplacer le transformateur Tr par un transformateur spécial.

force électromotrice alternative à travers L, et de la force électromotrice de polarisation, a b, est appliquée au téléphone. K est un condensateur shuntant la partie ab qui est nécessaire seulement dans le cas où ab est une très grande résistance.

La bobine d'anode L est employée avec avantage, si le tube est de petites dimensions. Il n'est pas possible, dans ce cas, d'élever le potentiel du téléphone avec un transformateur élévateur, par suite de la capacité du système électro-adhérent.

Il pourrait y avoir effet de résonance dans le circuit Tlf, L, K ou Tlf, L, a, b; il suffira de choisir L en conséquence.

Le téléphone à électro-adhérence est capable de produire des sons de grande intensité sans avoir besoin de microphones puissants ou d'amplificateurs.

La fidélité de la reproduction n'est dépassée par aucun appareil existant. Les auteurs ont fait entendre les sons rendus par une caisse de violon qui était reliée à la bande métallique suivant le schéma de la figure 11. Comme on le sait, cette caisse se met en résonance avec un grand nombre de notes, en sorte que la musique et la parole sont rendues dans toute leur pureté. — C. F.

Le développement de la lampe électrique à incandescence (1)

Dans ces articles, les auteurs font d'abord l'historique du développement de la lampe électrique à incandescence, puis décrivent, dans ses grandes lignes, les diverses phases de sa fabrication.

C'est dans le début du XIXe siècle que naquit l'idée d'utiliser pour l'éclairage le passage d'un courant électrique dans un fil métallique et, dès 1845, Grove assurait l'éclairage de la salle de conférence de la « Royal Institution » au moyen de lampes à filament de platine.

Afin de pouvoir suivre plus rationnellement depuis cette époque les progrès réalisés, les auteurs rappellent d'abord rapidement les lois régissant la production de lumière par les corps incandescents et dont les principales sont les suivantes :

a) L'énergie radiée par unité de surface croît rapidement avec la température;

b) L'ordonnée maximum de la courbe donnant l'énergie radiée en fonction de la longueur d'onde pour différentes températures se déplace vers les plus petites longueurs d'ondes quand la température croît ;

c) La quantité d'énergie radiée perceptible à l'œil croît avec la température.

Ces lois montrent l'avantage découlant de radiations obtenues avec un corps à la plus haute température possible.

D'autre part, les matériaux usuels ont, au point de vue de la radiation, des propriétés notablement différentes de celles du corps noir envisagé jusqu'ici et, en particulier, il y a lieu pour eux de tenir compte d'un phénomène appelé « radiation sélective », et qui peut se traduire par la proportion de radiations perceptibles à l'œil dans la quantité totale de radiations émises par un corps. Cependant, pour les matériaux les moins sélectifs, on rattrape cet écart en augmentant d'environ 2 pour 100 la température. Donc, en fait, le choix d'un matériau pour le filament dépend surtout de la température à laquelle on peut le porter. D'autre part, au point de vue conservation du filament, il importe d'avoir une tension de vapeur aussi basse que possible. En résumé, on voit donc que les recherches sont dirigées vers un conducteur à point de fusion très élevé, basse tension de vapeur ayant, en outre, des propriétés mécaniques permettant de lui donner la forme voulue et d'une résistance mécanique suffisante pour répondre aux conditions pratiques de l'emploi.

Les auteurs passent en revue les différents types de lampes depuis celle à filament de platine jusqu'aux lampes actuelles dites « demi-watt » en indiquant succinctement, pour chacune, les différentes étapes principales dans son développement.

La première substance utilisée pour la fabrication des filaments fut le platine. Elle fut abandonnée parce que, pour obtenir une production économique de lumière, il fallait réaliser une température voisine du point de fusion qu'on atteignait parfois par suite des variations dans la tension d'alimentation inévitables à l'époque. La consommation était de 4,75 w par bougie sphérique moyenne.

Les lampes à filament de carbone se développèrent concurremment aux précédentes, cependant des progrès marqués ne furent faits dans cette branche qu'à partir de 1878 (brevets d'Edison et de Swan). Parmi les points marquants dans ce

(1) Bernard-P. Dudding, A.R.C.Sc. et Colin J. Smithells D. Sc. *B.E.A.M.A.*, octobre et décembre 1923, t. XIII, p. 221-229 et 342-349, 11 500 mots, 25 fig., 2 tab.

développement, on peut citer le brevet de Swan de 1881 pour la jonction du filament de carbone aux conducteurs d'amenée du courant en produisant un dépôt de carbone au moyen d'un arc dans le benzène, et ensuite la fabrication du filament par filage. Enfin, dès 1881, Maxim, a eu l'idée pour régulariser le filament, de le nourrir en le portant au blanc dans une atmosphère d'hydrocarbure, procédé complètement mis au point en 1904.

De 1905 à 1908 des essais furent faits afin d'obtenir un filament très sélectif en recouvrant la surface par des oxydes nitrates, silicates, etc... Les meilleurs résultats obtenus dans ce sens furent les lampes Hélion dont le filament était une combinaison de carbone et de silicium. Cette lampe consommait environ 3,5 w par bougie. Mais les progrès réalisés, d'autre part, dans les lampes métalliques détournèrent l'attention de ce côté.

Parmi les lampes à filaments non métalliques et ayant été employées avec succès, il faut citer la lampe Nernst à filament formé d'un mélange à 85 pour 100 de zircone et 15 pour 100 d'oxyde d'yttrium. Ces oxydes deviennent conducteurs à haute température et sont très sélectifs. Pour l'allumage de la lampe, on obtenait la température nécessaire au moyen d'une hélice de platine branchée en parallèle avec le filament et qui était mise automatiquement hors circuit vers 950°C. La consommation était de 2,2 w par bougie hémisphérique moyenne et la durée de la lampe, de 870 heures environ en courant alternatif. Mais, comme la précédente, cette lampe fut détrônée par la lampe à filament métallique.

C'est vers 1890 qu'on reprit l'idée du filament métallique, en utilisant l'iridium, mais ce n'est guère que vers 1902 que l'on vit sur le marché des lampes à filament d'osmium (brevet von Welsbach), qui consommaient 2,4 w par bougie sphérique moyenne, mais étaient très fragiles et ne pouvaient fonctionner que dans la position verticale.

La lampe au tantale fut mise sur le marché en 1905 (brevet Siemens-Halske 1904); elle était plus robuste que celle à l'osmium et, quoique consommant un peu plus, elle l'aurait sans doute supplantée si la lampe au tungstène, pour laquelle les recherches avaient commencé en 1904, n'était apparue en même temps. La difficulté de ce côté fut d'obtenir un filament ductile et solide, et de nombreux procédés furent imaginés pour arriver à ce résultat jusqu'à ce qu'on eût reconnu qu'à basse température, en travaillant mécaniquement le métal, on pouvait le rendre ductile. Et c'est sur cette propriété qu'est basé le procédé actuel de fabrication des filaments de tungstène.

On a signalé plus haut la nécessité pour la conservation du filament d'avoir une tension de vapeur aussi basse que possible. C'est dans ce but qu'on chercha à remplir les lampes d'un gaz inerte, mais, au début, on constata que le gain fait du côté production de lumière par l'augmentation possible de la température était plus que compensé par la perte de chaleur dans le gaz environnant. C'est Langmuir qui par ses travaux sur les pertes d'énergie par conduction et convection d'un fil chauffé au sein d'un gaz, montra le moyen d'obtenir un bon résultat. Il constata qu'il se forme, autour et au contact immédiat du fil chauffé, une couche de gaz immobiles dont l'épaisseur est invariable suivant le diamètre du fil, et que la perte d'énergie se fait par les courants gazeux qui entourent cette couche. Le rapport de la surface de cette couche à celle du fil est plus grand, à longueur égale, pour les petits fils que pour les gros et, par suite, aussi la perte d'énergie par unité de surface. Donc, pour une valeur donnée de l'évaporation, il y aura une valeur critique du diamètre du filament au-dessus de laquelle le rendement sera meilleur dans le gaz que dans l'air. Mais cette dimension de filament entraînerait à une consommation énorme. La difficulté fut tournée par Langmuir en utilisant des fils fins enroulés en hélice très serrée, l'effet étant sensiblement le même que pour un fil de même grosseur que l'hélice ainsi formée. Ces lampes ont une consommation par bougie sphérique moyenne qui varie de 0,7 à 1 w pour les lampes de plus de 100 w, et de 1,1 à 1,5 w pour celles de moins de 100 w.

Les auteurs passent ensuite à la question de fabrication des lampes, dont ils indiquent les diverses phases. Un des points les plus importants de cette fabrication est l'obtention du vide qui, pour la lampe à vide, doit être très poussé, car la présence d'un gaz quelconque à une pression égale ou supérieure à 0,001 mm de mercure entraîne la production d'une décharge électrique qui détruit le filament. Or la pression du gaz dans l'ampoule, après passage aux pompes à vide (pompes à mercure ou pompes rotatives), est encore de 0,02 à 0,05 mm de mercure. Les gaz résiduels sont éliminés au moyen de phosphore qui a été placé sur le filament lors de sa fabrication. On produit l'évaporation de ce phosphore par passage d'un courant et il y a alors production d'une décharge électrique qui ionise les vapeurs de phosphore et les gaz résiduels qui sont précipités sur les parois de l'ampoule auxquelles ils adhèrent et sont maintenus par une pellicule phosphoreuse. On arrive ainsi, pour une lampe de 200 v, à un vide de 0,0002 mm de mercure. La permanence du vide ainsi produit est assurée parce que, d'une part, après la première décharge dans la vapeur de phosphore, on ne peut en provoquer une autre, dans les mêmes conditions de vide qu'à une tension beaucoup plus élevée et que, d'autre part, la pellicule phosphoreuse qui fixe les gaz sur l'ampoule ne disparaît par évaporation que vers 350°C.

Pour les lampes dites « demi-watt, » elles sont remplies d'un gaz inerte à la pression de 60 mm de mercure. Ce gaz est soit de l'argon, de l'azote ou un mélange des deux et est obtenu par distillation de l'air liquide. Quel qu'il soit, le gaz employé doit être bien sec et exempt d'oxygène.

Avant expédition, on doit procéder à des essais des lampes. Ces essais sont faits pour chaque lot sur un certain nombre de lampes prises au hasard dans le lot. On détermine leur puissance lumineuse, et leur durée.

Enfin pour terminer les auteurs disent quelques mots des propriétés et qualités que doit présenter le verre employé pour fabriquer les ampoules, et sur les métaux utilisés pour la fabrication des conducteurs d'amenée du courant. Rappelons à ce sujet que le métal employé doit avoir un coefficient de dilatation aussi voisin que possible de celui du verre et être « mouillé par le verre » pour obtenir un joint parfaitement étanche. On utilisa d'abord le platine, puis des fils composés formés d'une âme en cuivre, argent ou or recouverte de platine, et enfin des alliages fer-nickel d'un coefficient de dilation convenable recouverts de cuivre et, en plus, d'une couche de platine pour former le joint. On utilise aussi aujourd'hui des fils analogues à ceux-ci, mais non recouverts de platine; ils sont enduits au four d'une couche de borate de potassium qui empêche l'oxydation du cuivre et favorise l'adhérence du verre sur le fil. — J. S.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Importations et exportations britanniques de matériel électrique pendant le mois de février 1924

Exportation. — PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER. — Les exportations britanniques de matériel électrique pendant le mois de février 1924, dont le total en valeur est de 1 253 176 livres sterling, montrent une diminution de 2474 livres par rapport aux exportations pendant le mois de janvier 1924 et un accroissement de 316694 livres par rapport à celles du mois de février 1923.

Si l'on considère maintenant le détail des objets exportés, on voit que les différentes rubriques, matériel et appareillage électriques, lampes à incandescence, lampe à arc, piles et accumulateurs, compteurs et instruments de mesure, moteurs de traction, autres moteurs et générateurs et, enfin, tableaux de distribution autres que ceux de téléphonie, sont en diminution par rapport au mois précédent. Pour les autres rubriques, l'augmentation n'est guère sensible.

Comparées avec les valeurs du mois de février 1923, seules les lampes à incandescence, piles et accumulateurs, compteurs et instruments de mesure sont en diminution.

PENDANT LES DEUX PREMIERS MOIS DE L'ANNÉE. — Le total des exportations pendant les deux premiers mois des années 1923 et 1924 se présente comme il suit :

	1923 Livres sterling.	1924 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	1 400 334	1 621 201
Machines électriques	732 238	887 625
Total pour les deux premiers mois	2 132 572	2 508 826

On voit, d'après ces nombres, que la valeur des exportations de matériel et appareillage électrique a, d'une année sur l'autre, augmenté de 220 867 livres; les machines électriques ont elles-mêmes augmenté de 155387 livres.

Le total des exportations a augmenté de 376254 livres pour les deux premiers mois de l'année 1924 par rapport à celui des deux premiers mois de l'année 1923.

Importation. — PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER. — Les importations de matériel électrique pendant le mois de février 1924 dont le total est de 289434 livres sterling sont en diminution, pour une valeur de 6 487 livres par rapport au mois de janvier 1924 et en augmentation, pour une valeur de 43 880 livres par rapport au mois de février 1923.

Si l'on considère le détail des objets importés, il n'y a eu diminution par rapport au mois précédent que pour les lampes à incandescence, les compteurs et instruments de mesure, les machines électriques en général et pour l'appareillage de téléphonie et télégraphie.

Toutes les autres rubriques sont en augmentation, mais cependant pour de faibles valeurs.

PENDANT LES DEUX PREMIERS MOIS DE L'ANNÉE. — Le total des importations pendant les deux premiers mois des années 1923 et 1924 se présente comme il suit :

	1923 Livres sterling.	1924 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	334 524	457 532
Machines électriques	195 132	128 183
Total pour les deux premiers mois	529 656	585 715

On voit d'après ces nombres, que la valeur des importations de matériel et d'appareillage électriques a diminué d'une année sur l'autre de 123 008 livres, tandis que la valeur des machines électriques a augmenté de 66 949 livres.

Le total des importations a diminué de 56059 livres pour les deux premiers mois de l'année 1924 par rapport à celui des deux premiers mois de l'année 1923.

Réexportations. — PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER. — Les réexportations de matériel électrique, dont la valeur totale pendant le mois de février 1924 a été de 17 624 livres sterling, présentent une diminution de 15 601 livres par rapport au mois de février 1924 et une augmentation de 798 livres par rapport au mois de février 1923.

Si l'on considère maintenant le détail des objets réexportés, il y a eu diminution par rapport au mois précédent, principalement pour les lampes à incandescence (3 751 livres), ainsi que pour le matériel et appareillage électriques, les câbles et conducteurs isolés, les lampes à arc, les charbons et l'appareillage de télégraphie et téléphonie. Comparés avec les nombres du mois de février 1923, ceux de 1924 montrent qu'il y a eu diminution des réexportations pour les câbles et

Tableau I.

	Exportations			Importations			Réexportations		
	Valeur pour le mois de fév. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec janv. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec fév. 1923 livres sterling	Valeur pour le mois de fév. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec janv. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec fév. 1923 livres sterling	Valeur pour le mois de fév. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec janv. 1924 livres sterling	Augmentation ou diminution comparée avec fév. 1923 livres sterling
Matériel et appareillage électriques	136 757	— 7 000	+ 51 565	77 628	+ 5 371	+ 23 790	4 582	— 1 135	+ 1 442
Câbles et conducteurs isolés	232 643	+ 16 300	+ 46 309	32 993	+ 7 845	+ 12 042	75	— 90	— 23
Lampes à incandescence	22 424	— 4 895	— 3 782	6 828	— 5 787	— 18 977	427	— 3 751	— 195
Lampes à arcs	805	— 724	+ 505	1 291	+ 346	+ 309	57	— 91	+ 57
Piles et accumulateurs	38 671	— 15 403	— 8 497	28 144	+ 6 215	+ 18 834	576	+ 306	+ 241
Compteurs et instruments de mesures	29 053	— 17 634	— 2 306	11 158	— 5 728	+ 507	2 058	+ 1 695	+ 1 678
Charbons	4 701	+ 2 936	+ 1 212	13 963	+ 3 973	+ 9 392	21	— 15	— 545
Machines électriques.									
Machines électriques en général	194 416	+ 18 567	+ 70 264	57 451	— 13 223	— 26 635	6 620	— 739	— 3 945
Moteurs de traction	30 532	— 9 317	+ 2 362						
Autres moteurs et générateurs	184 337	— 52 766	+ 52 360						
Tableaux de distribution autres que ceux de télégraphie et de téléphonie	12 252	— 1 035	+ 4 714	53	+ 48	+ 53			
Matériel téléphonique.									
Conducteurs et câbles télégraphiques et téléphoniques	90 975	+ 24 454	+ 23 975	4 628	+ 413	— 1 863	280	+ 280	+ 280
Câbles télégraphiques sous-marins	54 421	+ 18 048	+ 27 147						
Appareillage de télégraphie et de téléphonie	221 789	+ 25 995	+ 50 857	55 297	— 6 320	+ 26 428	2 928	— 12 061	+ 1 808
Totaux	1 253 176	— 2 474	+ 316 694	289 434	— 6 847	+ 43 880	17 624	— 15 601	+ 798

conducteurs isolés, les lampes à incandescence, les charbons et les machines électriques en général.

Pendant les deux premiers mois de l'année. — Le total des réexportations pendant les deux premiers mois des années 1923 et 1924, se présente comme il suit :

	1923 Livres sterling.	1924 Livres sterling.
Matériel et appareillage électriques	19 334	36 870
Machines électriques	17 512	13 979
Total pour les deux premiers mois	36 846	50 849

On voit, d'après ces nombres, que la valeur des réexportations de matériel et d'appareillage électriques a, d'une année sur l'autre, augmenté de 17 536 livres sterling tandis que la valeur des machines électriques a diminué de 3 533 livres. Le total des exportations a cependant augmenté de 14 003 livres pour les deux premiers mois de 1924 par rapport à celui des deux premiers mois de l'année 1923.

Résumé. — Le tableau ci-dessus donne le détail des exportations, importations et réexportations pour le mois de février 1924, ainsi que les augmentations et diminutions par rapport au mois de janvier 1924 ou au mois de février 1923. — M.-H. B.

SECTION DE LÉGISLATION

La défense internationale des droits de propriété industrielle et commerciale

L'auteur, qui examinait dans une précédente étude publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » du 1er mars 1924, p. 395, le programme de revision des grandes conventions internationales de la propriété industrielle, en vue de la Conférence de La Haye de 1925, et indiquait les résolutions adoptées par le Groupe français de l'Association internationale pour la Protection de la Propriété industrielle, dont il annonçait le Congrès en ayant pour but la mise au point, rend compte ci-après des modifications proposées définitivement aux textes actuellement en vigueur en les justifiant par un court commentaire.

Le Congrès du Groupe français de l'Association internationale pour la Protection de la Propriété industrielle, annoncé au cours de notre précédente étude [1] a eu lieu, comme prévu, les 15 et 16 février dernier au Cercle de la Librairie à Paris, et il a remporté un grand succès.

Non seulement les représentants de l'industrie et du commerce (délégués des chambres de commerce, des grands groupements syndicaux) ingénieurs-conseils spécialisés en la matière et juristes qualifiés, étaient présents et suivirent attentivement ses travaux, mais de nombreux délégués étrangers d'Angleterre, de Belgique, de Luxembourg, de Suisse et d'Italie s'y associèrent, de telle façon, que les textes finalement adoptés reçurent en quelque sorte une consécration internationale, qui est du meilleur augure pour leur admission par la conférence internationale de revision.

Ces textes consacrent diverses réformes d'intérêt pratique considérable pour la défense, sur les marchés extérieurs, des droits des inventeurs, des industriels, des commerçants, des créateurs ou propriétaires à un titre quelconque de brevets, marques de fabrique, dessins et modèles, usagers d'appellations d'origine et de provenance ; ils permettraient d'assurer, s'ils étaient admis internationalement, une répression beaucoup plus complète qu'actuellement de la concurrence déloyale sous toutes ses formes.

Il s'agissait d'élaborer sous la forme de textes précis les résolutions votées antérieurement, après une longue étude, qui s'était poursuivie déjà avant la guerre, et notamment depuis 1919 et jusqu'à ce jour, en tenant compte des efforts parallèles du Comité économique de la Société des Nations et de la Chambre de Commerce internationale.

Ces efforts ont abouti à l'établissement des textes suivants, qui concernent la matière des brevets, des marques, des dessins et modèles, des indications d'origine et de la concurrence déloyale.

[1] Un programme français de revision des grandes conventions internationales sur la protection de la propriété industrielle. *Revue générale de l'Electricité*, 1er mars 1924, t. XV, p. 399-400.

I. Réformes concernant les brevets d'invention. — Les principales dispositions, concernant les brevets d'invention, trouvent leur place dans les articles 4, 4 bis, 5, 5 bis de la Convention générale d'Union de Paris (modifiée depuis et en dernier lieu, à Washington) et le protocole de clôture n° 2.

Le nouvel article 4, qui constitue la charte essentielle de la protection internationale des brevets en droit international, après un minutieux examen, et une discussion approfondie, est devenu le suivant : [1]

ART. 4. — *a*) Celui qui aura régulièrement fait le dépôt d'une demande de brevet d'invention, d'un modèle d'utilité, d'un dessin ou modèle industriel, d'une marque de fabrique ou de commerce, dans l'un des pays contractants, ou son ayant cause, jouira, pour effectuer le dépôt dans les autres pays, d'un droit de priorité pendant les délais déterminés ci-après.

b) En conséquence, le dépôt ultérieurement opéré dans l'un des autres pays de l'Union, avant l'expiration de ces délais, ne pourra être invalidé par des faits accomplis dans l'intervalle, soit notamment par un autre dépôt, par la publication de l'invention ou son exploitation, par la mise en vente d'exemplaires du dessin ou du modèle, par l'emploi de la marque. *Les tiers ne pourront acquérir aucun droit valable ni de brevet, marque, dessin ou modèle, ni de possession personnelle, ni un droit d'une forme quelconque, entre la date du premier dépôt dans un des pays de l'Union et celle du dépôt sous le bénéfice du droit de priorité dans le pays considéré.*

c) Les délais de priorité mentionnés ci-dessus seront de douze mois pour les brevets d'invention, les modèles d'utilité, les dessins et modèles industriels et les

[1] Les parties nouvelles sont en italique.

marques de fabrique ou de commerce. *Ces délais comprendront le jour anniversaire de la demande au pays d'origine, et, si le dernier jour du délai est férié dans le pays où la protection est demandée, le délai sera prolongé jusques et y compris le premier jour ouvrable.*

d) Quiconque voudra se prévaloir de la priorité d'un dépôt antérieur sera tenu de faire une déclaration indiquant la date et le pays de ce dépôt *antérieur.*

Ces indications seront mentionnées dans les publications émanant de l'administration compétente, notamment sur les brevets et les descriptions y relatives.

Les déclarations peuvent intervenir dans les trois mois de la demande du brevet, mais l'administration de chaque pays aura la faculté d'exiger une taxe quand la déclaration sera postérieure à la demande.

Les pays contractants pourront exiger de celui qui fait une déclaration de priorité la production d'une copie de la demande (description, dessins, etc.), déposée antérieurement, certifiée conforme par l'administration qui l'aura reçue. Cette copie sera dispensée de toute législation. On pourra exiger qu'elle soit accompagnée d'un certificat de la date du dépôt émanant de cette administration et d'une traduction. *Un délai de trois mois au moins à partir du dépôt de la demande sera accordé sans aucune pénalité pour produire ces pièces à l'appui de la déclaration de priorité. Ultérieurement d'autres justifications pourront être demandées : et en aucun cas la priorité ne pourra être refusée pour dépôt tardif de pièces, si le demandeur justifie qu'il a fait le nécessaire pour obtenir les pièces requises.*

Celui qui, dans un pays quelconque de l'Union n'aura pas fait de déclaration de priorité dans le délai de trois mois à partir de son dépôt dans le pays considéré, ou dans le délai plus long fixé par ce pays, perdra pour ledit pays le droit de priorité.

e) Sera recevable dans chaque pays de l'Union, le dépôt d'une demande de brevet unique pour laquelle il sera invoqué des priorités multiples, ou qui comprendra des éléments nouveaux, à la seule condition que la demande ne soit pas complexe au sens de la loi du pays où la protection est demandée. Si l'examen révélait que la demande est complexe, le demandeur aurait la faculté de diviser sa demande en conservant comme date de chaque demande divisionnaire la date du dépôt initial de la demande complexe et le bénéfice de la priorité correspondante.

Si le nombre des priorités invoquées dépassait trois, il serait loisible à l'administration d'exiger une taxe supplémentaire de dépôt pour chaque priorité en sus de trois.

f) Si le dépôt du brevet initial a été précédé d'un certificat légal de protection temporaire délivré à l'occasion d'une exposition par l'administration du pays, où a eu lieu ladite exposition, le délai de priorité remontera, si l'intéressé en fait la demande, à la date à partir de laquelle le certificat de protection temporaire produira ses effets. Les pays contractants pourront exiger de celui qui fera une telle déclaration de priorité une copie certifiée de la demande de certificat de protection temporaire en même temps qu'une copie certifiée du premier brevet basé sur ce certificat.

Ces importantes modifications qui amélioreraient considérablement le sort des inventeurs soumis à l'étranger à tant d'incertitudes et de difficultés, ont pour but d'étendre les délais pour accomplir les trop nombreuses formalités imposées dans la plupart des pays.

Le rapport présenté au nom de la Commission des brevets les commentait en ces termes :

« La première modification proposée vise la suppression du membre de phrase « sous réserve des droits des tiers » dans le paragraphe *a* de l'article 4, et l'introduction, dans le paragraphe *b* de ce même article, d'une disposition stipulant que les tiers ne pourront acquérir aucun droit valable pendant le délai de priorité si le premier déposant a usé de cette priorité.

» L'unanimité n'a pu se faire à Washington sur la suppression de la réserve du droit des tiers, et des décisions récentes intervenues en Allemagne et en Autriche montrent qu'on peut, en faisant jouer habilement cette réserve, limiter singulièrement les effets du droit de priorité, et porter ainsi une grave atteinte à la disposition la plus importante de la Convention et la plus favorable aux inventeurs.

» Or, il importe absolument de ne pas revenir en arrière en ce qui concerne les avantages assurés aux inventeurs dans le domaine international : le délai de priorité fixé à l'origine à six mois et porté ensuite à douze mois est à peu près le seul avantage positif que la Convention assure aux inventeurs ; il faut consolider cette mesure de justice et non l'ébranler. Si on admet que les tiers puissent acquérir dans un pays de l'Union des droits de possession personnelle entre la date de dépôt du brevet d'origine et la date de dépôt du brevet dans le pays considéré, il n'y aura plus aucune sécurité pour le premier et véritable inventeur, et le délai de priorité ne sera plus qu'un piège.

» On doit, en effet, interpréter le délai de priorité dans ce sens que l'inventeur unioniste, qui a fait le dépôt régulier de son premier brevet, doit avoir une tranquillité complète pendant douze mois dans toute l'étendue de l'Union; il peut donc librement divulguer son invention, faire des essais, soumettre des spécimens aux industriels ou aux groupements que son invention peut intéresser, sans avoir à craindre que des tiers puissent, en aucune manière, le devancer dans les autres pays unionistes, pourvu qu'il dépose son brevet dans ces pays avant l'expiration du délai de douze mois. Si on admet que les tiers puissent, sur le territoire de l'Union, acquérir des droits de possession personnelle sur l'invention postérieurement au dépôt du premier brevet, tout le système est faussé et l'inventeur n'a plus aucune garantie.

» Naturellement, on ne prétend réserver la possession antérieure que lorsqu'elle aura été acquise de bonne foi, mais en fait le tiers prétendra toujours être de bonne foi et, comme la mauvaise foi ne se présume pas, l'inventeur aurait toujours la charge d'une preuve

à peu près impossible à administrer. D'ailleurs, même si le tiers est de bonne foi, il faut décider qu'il ne peut acquérir aucun droit postérieurement au dépôt du premier brevet, si l'inventeur vient demander la protection de la loi dans le pays considéré avant la fin du délai de priorité. C'est le seul moyen d'éviter des fraudes qui tendraient vite à se généraliser et aboutiraient à une véritable usurpation de l'invention.

» Il faut considérer, au surplus, que la possession personnelle envisagée ici n'est en rien comparable à à celle qui est consacrée par les lois de plusieurs pays; dans les lois nationales, en effet, la possession personnelle s'entend de celle qui est antérieure à la première manifestation de l'inventeur, au dépôt de son premier brevet; elle est intéressante parce qu'elle est antérieure à l'invention. Mais ici, il s'agit d'une possession personnelle postérieure au dépôt du premier brevet; elle est donc postérieure à l'invention, et, même si le tiers est de bonne foi, il est venu le second et n'a fait aucune invention. Il est donc infiniment moins intéressant que l'inventeur, et c'est lui qui doit céder, puisque la reconnaissance de cette possession personnelle permettrait d'enlever très vite au délai de priorité toute son efficacité et à la Convention, sa haute portée de protection internationale ....

» La seconde modification à l'article 4 vise l'introduction dans le paragraphe *c* de cet article d'une disposition assurant une règle uniforme et libérale dans tous les pays de l'Union concernant la computation des délais de priorité. Elle s'explique d'elle-même. Le délai de quatre mois pour les dessins et modèles et les marques est notoirement insuffisante.....

» Les troisième et quatrième modifications à l'article 4 visent l'introduction dans le paragraphe *d* de cet article de dispositions assurant aux inventeurs, dans tous les pays de l'Union, un délai minimum pour réclamer le droit de priorité après le dépôt de leur demande et un autre délai plus long, sans aucune pénalité, pour produire les pièces à l'appui de la déclaration de priorité.

» L'intérêt de ces mesures pour les inventeurs est évident. Il est en effet inadmissible, que si, par suite d'un oubli, l'inventeur ne réclame pas le droit de priorité, le jour même où il dépose sa demande de brevet, il soit forclos, ce qui équivaut le plus souvent à la perte de son brevet qui pourra, en effet, être nul par suite de la divulgation de l'invention entre le dépôt d'origine et le dépôt considéré.....

» Une cinquième modification, se rapportant au même paragraphe *d* de l'article 4, stipule que, par contre, celui qui n'aura pas fait de déclaration de priorité dans le délai spécial accordé après le dépôt de sa demande dans le pays considéré, perdra, pour ledit pays, le droit de priorité. Cette disposition créerait une situation très nette dans tous les pays unionistes et serait finalement avantageuse, non seulement pour les industriels qui ont intérêt à être fixés avec précision sur le point de départ des brevets, mais aussi pour tous les inventeurs en général qui ont un égal intérêt à savoir si les brevets sont ou ne sont pas anticipés dans chaque pays par d'autres brevets pris par des tiers.....

» La sixième modification à l'article 4 vise l'introduction d'un nouveau paragraphe *e* donnant la possibilité de déposer, dans chaque pays de l'Union, une demande de brevet unique en évoquant plusieurs priorités pourvu que la demande ne soit pas complexe au sens de la loi du pays où la protection est demandée; si l'examen révélait que la demande est complexe, celle-ci pourrait être divisée, et les demandes divisionnaires bénéficieraient de la date de dépôt de la demande globale et de la priorité correspondante. Il est très important que cette disposition soit introduite dans la Convention, car elle est juste et favorable aux inventeurs.....

» Cette nouvelle disposition unifierait les lois des pays unionistes sur un point important, et cela au grand avantage des inventeurs et sans dommage pour personne.....

» La septième modification à l'article 4 a pour objet de permettre la protection valable dans les autres pays de l'Union des inventions brevetables ayant figuré à une exposition dans le pays d'origine avant le dépôt du brevet, de manière à compléter les dispositions de l'article 11 de la Convention qui oblige simplement les pays de l'Union à assurer par leur législation intérieure une protection temporaire aux produits brevetables qui figureront aux expositions. Les lois intérieures, telles que la loi française assurant la protection temporaire d'un produit exposé, permettent à l'inventeur de tâter le terrain, de recueillir les suffrages du public, sans avoir à faire préalablement les frais d'une demande de brevet et sans perdre pourtant la possibilité de breveter valablement par la suite son invention dans le pays dans lequel a eu lieu l'exposition.

» Mais au point de vue international, la protection de l'invention qui a été ainsi exposée n'est pas assurée, si l'inventeur veut prendre des brevets dans les autres pays unionistes, les administrations de ces pays n'admettent par application de l'article 4, comme point de départ du délai de priorité, que le dépôt antérieur de la demande de brevet; comme les divulgations de l'invention résultant de l'exposition ou faites au cours de cette exposition sont antérieures au dépôt du brevet d'origine, et par conséquent au point de départ de la priorité, les brevets pris par la suite dans la plupart des pays unionistes sont nuls pour défaut de nouveauté.....

» Il est indispensable de remédier à cet état de choses et c'est pour cela qu'il est proposé d'introduire dans l'article 4 un paragraphe spécial suivant lequel le délai de priorité remontera, si l'intéressé en fait la demande, à la date à partir de laquelle produit ses effets le certificat de protection temporaire qu'il a obtenu dans le pays où a eu lieu l'exposition. Chaque pays dans lequel sera invoquée une telle priorité, pourra exiger du déposant une copie certifiée de la demande de certificat

de protection temporaire en même temps qu'une copie certifiée du premier brevet basé sur ce certificat...... »

Nous avons insisté sur le nouveau texte de l'article 4 et les commentaires qu'il réclame, à cause de sa grande importance pratique.

Les articles suivants, bien que contenant des dispositions de caractère pratique intéressant, que le Congrès a sanctionnés dans leur amélioration proposée (spécification du point de départ de la durée des brevets (art. 4 bis) et suppression des causes de déchéance (art. 5) peuvent se passer de commentaires.

Quant au nouvel article 5 concernant la question des dispositions brevetées à bord des « organes de transport » ne faisant que transiter dans un pays (navires, avions, etc...), il a paru envisager une question trop nouvelle pour avoir chance de réunir l'unanimité à La Haye et a été finalement réservé.

Les nouveaux articles 4 bis et 5 seraient en conséquence les suivants :

Article 4 bis. — Les brevets demandés dans les différents pays contractants par des personnes admises au bénéfice de la Convention aux termes des articles 2 et 3, seront indépendants des brevets obtenus pour la même invention dans les autres pays, adhérents ou non à l'Union.

Cette disposition doit s'entendre d'une façon absolue notamment en ce sens que les brevets demandés pendant le délai de priorité sont indépendants, tant au point de vue des causes de nullité et de déchéance qu'au point de vue de la durée normale.

En particulier, la durée d'un brevet déposé sous le bénéfice de la Convention, se calculera comme s'il s'agissait d'un brevet d'origine et sans tenir compte de la date de dépôt du brevet étranger antérieur dont la priorité sera réclamée.

Les dispositions du présent article s'appliquent à tous les brevets existant au moment de la mise en vigueur.

Il en sera de même en cas d'accession de nouveaux pays pour les brevets existant de part et d'autre au moment de l'accession.

Art. 5. — L'introduction par le breveté dans le pays où le brevet a été délivré, d'objets fabriqués dans l'un ou l'autre des pays de l'Union n'entraînera pas la déchéance.

Toutefois, le breveté restera soumis à l'obligation d'exploiter son brevet conformément aux lois du pays où il introduit les objets brevetés, *mais avec la double restriction que le brevet aura dans chaque pays de l'Union, pour cette mise en exploitation un délai minimum de trois ans compté à partir du dépôt de la demande dans ce pays, et que la sanction de la non-exploitation dans le délai légal et seulement dans le cas où le breveté ne justifierait pas des causes de son inaction ne pourra être la déchéance du brevet, mais seulement la licence obligatoire.*

La protection des dessins et modèles ne sera liée à aucune obligation, et aucune déchéance ne pourra être encourue du fait de l'introduction d'objets conformes à ceux protégés.

Le dernier paragraphe concerne les dessins et modèles, trop difficilement protégeables en droit international ; aussi la disposition les concernant est-elle encore plus justifiée que pour les brevets d'invention.

Quant au protocole de clôture n° 2, qui a pour objet d'interpréter ces divers textes, il serait le suivant (complété seulement dans ses deux derniers paragraphes) :

Protocole de clôture n° 2. — *a*) Sous le nom de brevets d'invention sont comprises les diverses espèces de brevets industriels admises par les législations des pays contractants, telles que brevets d'importation, brevets de perfectionnement, etc....tant pour les procédés que pour les produits.

b) Il est entendu que la disposition de l'article 2 qui dispense les ressortissants de l'Union de l'obligation de domicile et d'établissement a un caractère interprétatif et doit par conséquent s'appliquer à tous les droits nés en raison de la Convention du 20 mars 1883 avant la mise en vigueur du présent acte.

c) Il est entendu que les dispositions de l'article 2 ne portent aucune atteinte à la législation de chacun des pays contractants en ce qui concerne la procédure suivie devant les tribunaux et la compétence de ces tribunaux, ainsi que l'élection de domicile ou la constitution d'un mandataire requises par les lois sur les brevets, les modèles d'utilité, les marques, etc.

d) *Mais il est entendu que, par application des dispositions de l'article 2, si la législation intérieure d'un pays comporte en matière de brevets la procédure de conflit ou d'inférence, les étrangers ressortissants de l'Union qui seront engagés dans le conflit auront les mêmes droits et avantages que les nationaux et pourront notamment faire remonter, s'il y a lieu, leurs droits sur l'invention à une date antérieure à celle du dépôt de leur brevet d'origine, si la loi du pays considéré donne cette faculté aux nationaux.*

e) *Il est entendu que dans les pays de l'Union, qui ne délivrent les brevets qu'après un examen préalable sur la nouveauté, aucune demande de brevet ne pourra être rejetée pour défaut de nouveauté sans que les antériorités aient été expressément signalées à l'inventeur et sans que celui-ci ait été mis à même de les discuter.*

Enfin un vœu concernant l'adoption d'une classification internationale uniforme pour les brevets fut adopté.

II. **Réformes concernant les dessins et modèles.** — On sait l'immense difficulté de faire protéger internationalement les dessins et modèles, du fait que ceux-ci sont assimilés, dans beaucoup de pays, à de petits brevets, et sont en conséquence régis par la législation formaliste concernant ceux-ci, (alors qu'en France, considérés comme des créations de la forme, de l'aspect, sans être liés à un but technique, envisagés en eux-mêmes, quelle qu'en soit la destination, même industrielle, ils sont protégés par une législation

très libérale loi du 14-17 juillet 1909) et dans la plupart des cas même par la législation sur la propriété artistique (lois de 1793-1902). Le Groupe français de l'Association internationale a tenté d'en assurer plus équitablement et plus sûrement la défense en s'efforçant de pallier aux effets lamentables du dépôt attributif, pratiqué dans un grand nombre de pays, en leur assurant en tous cas, cumulativement au besoin, la protection des lois sur la propriété artistique.

Pour y parvenir, un article 2 bis a été adopté; en même temps que les dispositions concernant la prolongation du délai de priorité (uniforme pour les brevets, les marques et les dessins) la suppression des déchéances pour non-exploitation ou introduction y trouvent leur place, comme il a été indiqué dans l'article 4 et dans l'article 5, reproduits plus haut.

Pour le cas où le paragraphe 2 de l'article nouveau 2 bis (protection cumulative des lois spéciales sur les modèles et des lois sur la propriété artistique) ne pourrait pas être admis à La Haye, un vœu subsidiaire de rédaction analogue a été adopté.

L'article 2 bis, voté à l'unanimité, après une longue discussion, consécutive à l'exposé des travaux de la Commission spéciale, serait ainsi conçu :

Dans tous les pays de l'Union où le dépôt des dessins et modèles est exigé par les dispositions de la loi interne, ce dépôt ne pourra avoir aucun caractère attributif. En tout cas, et indépendamment de la protection assurée par les dispositions des lois spéciales sur les dessins et modèles, les œuvres des arts figuratifs, quel que soit leur mérite ou leur destination, même industrielle, seront protégées par les dispositions des lois sur la propriété artistique.

III. **Réformes concernant les marques de fabrique.** — L'effort dans ce domaine s'est porté essentiellement sur l'article 6 de la Convention internationale, en vue de limiter l'arbitraire des pays étrangers, appliquant le système de l'examen préalable, qui leur permet sans contrôle possible de porter atteinte au principe cependant catégorique de l'article 6 accepté à la Conférence initiale de Paris en 1883, qui garantissait dans tous les pays unionistes la protection de la marque « telle qu'elle est protégée dans le pays d'origine ».

Pour parvenir à assurer cette réforme absolument capitale en la matière, sans risquer un échec, qui serait quasi automatique, vu les difficultés rencontrées dans les diverses conférences de revision, il a fallu éviter de modifier essentiellement le texte actuel, et tout l'effort a porté sur l'adjonction dans le paragraphe premier d'une disposition ayant pour effet d'assurer une protection minimum de vingt ans pour toutes les marques, et le remplacement, dans le numéro 2 du paragraphe 2 du même article 6, de l'expression « ou bien » par « c'est-à-dire ».

Si cette modification d'apparence anodine était admise, elle aurait pour effet (et il est regrettable de ne pouvoir s'en expliquer suffisamment ici) de ne permettre à certains pays, qui, nonobstant le principe général et certain assurant la protection de la marque « telle quelle » dans tous les pays unionistes, refusent à l'enregistrement chez eux sans raison plausible de nombreuses marques protégées dans leur pays d'origine, cette modification aurait pour effet, affirmons-nous, de restreindre à des cas *limitativement* spécifiés, le refus d'enregistrement et par suite de protection.

Le Congrès a sanctionné également par une disposition nouvelle (art. 6 bis) la défense de la possession personnelle en matière de marque déposée, et tenté de remédier à ce qu'a d'excessif le dépôt attributif dans de trop nombreux pays.

Voici comment la commission spéciale a justifié cette modification, dont l'intérêt est capital lui aussi :

« L'addition d'un article 6 bis répond à une préoccupation depuis longtemps consacrée par les vœux des congrès internationaux de la Propriété industrielle.

» L'Association internationale a toujours manifesté son désir d'assurer la protection des droits de possession personnelle des propriétaires de marques, régulièrement protégés dans leur pays d'origine, dont ils peuvent actuellement dépouiller à l'étranger des tiers, souvent de mauvaise foi, par l'accomplissement d'une simple formalité administrative à caractère attributif.

» La rédaction proposée, qui reproduit dans son esprit, sinon dans ses termes, celle adoptée par le Groupe allemand, aurait pour résultat d'assurer, nonobstant le dépôt effectué par un tiers à l'étranger, avant que le titulaire d'une marque régulièrement protégée dans son pays d'origine ait eu le temps d'accomplir cette formalité, un droit de concession personnelle lui permettant de continuer l'exploitation de sa marque dans les pays unionistes et même d'en revendiquer l'exclusive propriété, à titre de premier usager, dans la mesure où la loi étrangère le lui permettrait.

» Ainsi serait supprimée une pratique au plus haut point déloyale et spoliatrice, et atténués, dans ce qu'ils ont d'injustes, les effets du dépôt attributif, sans faire échec trop brutalement aux dispositions de certaines législations qui attachent à l'accomplissement de la formalité de l'enregistrement un caractère trop absolu ».

Ce nouvel article 6 bis serait ainsi conçu :

Le ressortissant de l'un des pays de l'Union, qui, régulièrement protégé dans son pays d'origine, aura, le premier, fait usage d'une marque dans l'un des autres pays unionistes, pourra toujours en continuer l'usage dans ce pays, nonobstant l'appropriation qu'en aura pu faire un tiers déposant, sans préjudice de son droit, de revendiquer la propriété de cette marque, conformément à la loi du pays où le dépôt aura été effectué par ce tiers.

Enfin, le Congrès ratifia le vœu déjà admis par le Groupe français et tendant à assurer, par l'intermédiaire du Bureau international de la Propriété industrielle de Berne, la mise au point d'une classification uniforme internationale des marques de fabrique.

IV. Réformes concernant la répression internationale de la concurrence déloyale. — Cette répression n'est consacrée, dans la Convention actuelle, que par une disposition d'ordre général (article 10 bis).

Suivant en cela le texte élaboré par la Chambre de Commerce internationale, afin d'avoir son entier concours, et ne le modifiant que très partiellement pour le perfectionner dans toute la mesure du possible, le Congrès, laissant de côté l'ancien texte (dont le but était le même d'ailleurs) du Groupe français de l'Association internationale, a voté le texte suivant qui n'a pas besoin de commentaire et qui constituerait le nouvel article 10 bis de la Convention internationale :

En vue d'assurer aux ressortissants de l'Union une protection effective contre la concurrence déloyale, tous les actes contraires à la loi, tous les faits de nature à tromper le public, ou à lui faire adopter ou abandonner un produit ou un fournisseur déterminé, ainsi que les faits de dénigrement des concurrents, la provocation des subordonnés à la violation de leurs engagements résultant de la loi et des contrats..., et généralement tous les actes contraires aux usages commerciaux ou à l'équité doivent donner ouverture dans tous les pays de l'Union à une action à la requête de toute partie lésée.

Les pays contractants s'engagent à prendre les mesures appropriées pour interdire et réprimer tous les actes et manœuvres susceptibles de créer une confusion avec la personne, l'établissement ou les produits des concurrents par l'emploi abusif d'un nom ou d'une raison de commerce, d'une marque ou d'une enseigne, par des annonces, brochures circulaires ou affiches, par la production de factures ou documents quelconques mensongers, par des affirmations verbales inexactes ou par tout autre moyen, étant entendu que l'énumération ci-dessus donnée ne saurait avoir qu'un caractère indicatif et non pas limitatif.

Les syndicats et associations intéressés, régulièrement constitués dans leur pays d'origine, auront, ainsi que toute partie lésée, le droit d'agir ou d'intervenir en justice à raison de tous actes de concurrence déloyale.

V. Réformes en vue d'assurer la répression des fausses indications d'origine. — Les principes, qui avaient guidé le Groupe français pour assurer une répression internationale efficace des fraudes sur l'origine et la provenance des marchandises, peuvent se résumer ainsi : ne rien introduire de nouveau dans la Convention générale, dont l'article 10 contient la base même de la répression desdites fraudes, et concentrer l'effort sur le perfectionnement de l'Arrangement spécial de Madrid.

L'expérience a démontré, en effet, que pour aboutir à l'unification progressive des législations respectives, but des accords diplomatiques en question, il fallait procéder, lorsque l'unanimité paraissait impossible à obtenir, par conclusion d'unions restreintes, se perfectionnant peu à peu, tant en complétant les textes de ceux-ci qu'en obtenant l'accroissement du nombre de leurs adhérents, avec, comme but final, l'incorporation de ces textes, admis par la majorité des pays, dans la Convention générale.

Toute tentative de perfectionnement, au gré des concessions réciproques d'un texte, qui doit recevoir l'agrément unanime de plus de trente pays, est un leurre et aboutit à une régression ; or, l'Arrangement de Madrid, perfectible en soi et qui comprend déjà un nombre important de pays, est à la veille, d'après des déclarations concordantes et autorisées, de se voir agréer par de nouveaux pays qui le combattaient avant 1914 (notamment l'Allemagne, l'Autriche, la Hongrie, la Belgique, etc...) et par les pays créés par les traités de paix, sans compter certains pays devenus depuis la guerre protecteurs jaloux de leur production nationale.

Par suite, le moment est particulièrement bien choisi pour concentrer l'effort sur le perfectionnement et le développement de l'Arrangement de Madrid, alors surtout que l'extension d'un de ses articles essentiels (l'art. 4) est prévu pour s'appliquer aux produits autres que les seuls produits vinicoles.

Ces raisons ont conduit le Groupe français de l'Association internationale et le Congrès, dont il s'agit, à adopter pour les articles 1er, 2 et 4 les rédactions suivantes, votées à l'unanimité :

Article premier. — Tout produit portant une fausse indication de provenance dans laquelle un des pays contractants ou un lieu situé dans l'un d'eux serait directement ou indirectement indiqué comme pays ou comme lieu d'origine, sera saisi à l'importation dans chacun desdits pays.

La saisie sera également effectuée dans le pays où la fausse indication de provenance aura été apposée ou dans celui où aura été introduit le produit muni de cette fausse indication. Si la législation d'un pays n'admet pas la saisie à l'importation, cette saisie sera remplacée par la prohibition d'importation.

Si la législation d'un pays n'admet pas la saisie à l'intérieur, cette saisie sera remplacée par les actions et moyens que la loi de ce pays assure, en pareil cas, aux nationaux. »

A défaut de législation spéciale assurant la protection des appellations d'origine et de provenance, les sanctions prévues par les dispositions correspondantes des lois sur les marques et les noms commerciaux seront applicables.

Art. 2. — *La saisie aura lieu à la diligence de l'administration des douanes qui avertira immédiatement l'intéressé, particulier ou société, pour lui permettre de régulariser, s'il le désire, la saisie opérée conservatoirement ; toutefois, le ministère public, ou toute autre autorité compétente, pourra requérir la saisie, soit à la demande de la partie lésée, soit d'office : la saisie sera, dans ce cas, définitive.*

Les autorités ne seront pas tenues d'effectuer la saisie en cas de transit.

Art. 3. — Les tribunaux de chaque pays auront à décider quelles sont les appellations qui, à raison de leur caractère générique, échappent aux dispositions

du présent arrangement, les appellations régionales de provenance des produits vinicoles n'étant cependant pas comprises dans la réserve spécifiée par cet article, *ainsi que les désignations géographiques, qui, pour des raisons locales ou d'autres motifs, font la réputation d'un produit.*

Les pays contractants notifieront par l'intermédiaire du Bureau de Berne, les appellations régionales ou locales ou les désignations géographiques qu'ils entendent revendiquer, et ce, en spécifiant leur portée.

Qu'il nous soit permis de reproduire ici le commentaire que nous donnions nous-mêmes pour justifier ces modifications :

« La première adjonction, si elle pouvait être admise, aurait une importance capitale, puisqu'elle étendrait, comme l'avait toujours demandé le Groupe français de l'Association internationale, le bénéfice de l'article 4 à tous les produits qui tirent leur valeur de l'origine, et ont jusqu'ici été l'objet de fraudes innombrables et impunies. A Washington, la délégation française avait proposé cette extension en utilisant la formule adoptée dans les Congrès : « produits tirant du sol ou du climat », elle avait échoué et, partagé entre diverses opinions, le groupe français avait estimé, en 1922, opportun de ne plus conserver l' « initiative » de l'extension de la disposition de l'article 4, mais de suivre éventuellement toute proposition analogue d'un autre pays.

» Il se trouve que la formule précitée est, cette fois, mise en avant par un ancien adversaire de l'Arrangement, qui, pour divers motifs, se décide à adhérer à l'Arrangement, et qui, sans doute pour atteindre d'un seul coup la perfection, prône l'ancienne proposition de la délégation française à l'aide d'une formule, d'ailleurs meilleure, il faut l'avouer, et qui paraît susceptible de décider de nombreux pays, non producteurs de vins, à adhérer à l'Arrangement de Madrid.

» En effet, cette formule réalise parfaitement le but poursuivi depuis de longues années par les producteurs de vins français, et, conformément à ses résolutions antérieures, la délégation française ne manquera pas, sans doute, de s'y rallier.

» Il importe de rappeler que, depuis la guerre, la situation a considérablement changé, et que de nombreux pays, du fait de leur participation aux traités de paix (art. 274 et 275 du traité de Versailles) ou de la conclusion de traités bilatéraux avec la France, comportant des prescriptions analogues, ou de l'élaboration de lois internes consacrant ces principes, seront enclins, en présence de cette formule heureuse, à adhérer à l'Arrangement.

» La seconde adjonction est le complément nécessaire de la disposition précédente étendant aux produits de toute nature, tirant leur valeur de l'origine, les dispositions accordées aux produits vinicoles par l'article 4.

» Elle reproduit presque servilement une proposition antérieure du Bureau internationale de Berne ; elle n'a pas besoin d'être justifiée. »

Enfin, le Congrès a remis à l'étude le projet d'arrangement spécial visant l'enregistrement international des dessins et modèles, sur les bases élaborées avant la guerre, remises sur pied en 1919, qu'une commission internationale aura mission de rédiger définitivement, en substituant notamment au dépôt légal, différemment considéré par les divers pays, le système, qui recueille enfin le succès qu'il mérite, et que, pour notre part, nous nous sommes efforcé de faire connaître, de « l'enveloppe perforée Soleau » (1).

Tel est le résultat des travaux entrepris depuis 1919 par le Groupe français de l'Association internationale pour la protection de la propriété industrielle.

Il méritait d'être connu, pour que d'ici la réunion de la Conférence internationale de revision de La Haye de 1925, tous les intéressés, et notamment tous les grands groupements du commerce et de l'industrie de France, le soutiennent de toutes leurs forces, afin d'en assurer l'acceptation par la Conférence de revision, et ce dans l'intérêt de la défense positive de leurs droits.

FERNAND-JACQ.
Docteur en Droit, avocat à la Cour de Paris, secrétaire de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle, membre du Comité du Groupe français de l'Association internationale.

(1) La production, en France et à l'étranger, des modèles et des créations de toute nature. *R. G. E.*, 30 juillet 1921, t. X, p. 179-181.

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur les justifications à fournir en vue de l'impôt cédulaire sur les bénéfices commerciaux.

Le « Journal officiel » du 23 février 1924 publie, page 1019 des « Débats parlementaires. Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

20267. — M. René Lefebvre (Nord), député, demande à M. le ministre des Finances si l'industriel qui a produit le compte présumé des profits et pertes, prévu par la loi de juillet 1917 sur la cédule des bénéfices commerciaux, est tenu de fournir d'autres pièces au contrôleur des contributions ou si, au contraire, ce n'est pas au contrôleur, s'il désire d'autres justifications, à venir en prendre connaissance dans les bureaux de l'industriel. (Question du 23 janvier 1924.)

Réponse. — Conformément à l'article 4 de la loi du 31 juillet 1917, les contribuables qui, entendant être soumis à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux d'après

leur bénéfice réel, ont remis au contrôleur des contributions directes un résumé de leur compte de « profits et pertes » sont tenus de fournir à l'appui des énonciations de ce document toutes les justifications qui peuvent leur être demandées par le contrôleur. Mais celui-ci ne peut, en vue de la vérification de ces justifications, obliger les contribuables à déplacer leurs documents comptables ou à en fournir des extraits.

Les amendes encourues pour erreurs ou omissions dans la déclaration du chiffre d'affaires sont indépendantes de celles que ces erreurs ou omissions entraînent aux titres des bénéfices commerciaux et du revenu global.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1141 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent :

19990. M. Marcel Plaisant, député, demande à M. le ministre des Finances si, lorsqu'un commerçant ou un industriel, après redressement de sa comptabilité, s'est rendu passible d'une amende pour omission ou inexactitude dans la déclaration de son chiffre d'affaires, il est admissible que la même erreur soit la source d'une deuxième amende dans la rectification à laquelle donne lieu l'établissement de l'impôt sur le revenu dans la cédule des bénéfices industriels et commerciaux, puis d'une troisième amende à l'occasion du calcul de l'impôt général et global sur le revenu, alors qu'en droit français la même faute ne peut être frappée que d'une pénalité unique. (Question du 10 janvier 1924.)

Réponse. — Les insuffisances respectivement constatées dans les déclarations relatives à la taxe sur le chiffre d'affaires, à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et à l'impôt général sur le revenu comportent des sanctions distinctes, qu'un même contribuable peut simultanément encourir. Par suite, les contribuables qui, ayant déclaré un chiffre insuffisant pour la perception de la taxe sur le chiffre d'affaires, ont volontairement commis la même inexactitude dans leurs déclarations relatives à l'impôt cédulaire et à l'impôt général sont passibles, le cas échéant, des majorations prévues en ce qui concerne les deux impôts par l'article 11 de la loi du 31 juillet 1917 et l'article 18 de la loi du 15 juillet 1914, modifié par l'article 2 de la loi du 31 juillet 1920, alors même qu'ils auraient été frappés de l'amende prévue, en matière de taxe sur le chiffre d'affaires, par l'article 68 de la loi du 25 juin 1920.

Sur la situation des représentants de maisons étrangères au regard des impôts commerciaux.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1140 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

19755. — M. Grinda, député, demande à M. le ministre des Finances, quelle est la situation des représentants de maisons de commerce étrangères et de leurs maisons au regard de la taxe sur le chiffre d'affaires, de l'impôt sur les bénéfices commerciaux et de la patente. (Question du 17 décembre 1923.)

Réponse. — En principe et dans l'état actuel de la législation, les maisons étrangères ne sont redevables des impôts visés par la question que si elles possèdent en France un établissement, un bureau ou une succursale. Quant aux intermédiaires qui opèrent pour leur compte dans notre pays, ils sont assujettis à ces mêmes impôts s'ils ont la qualité de commissionnaires. Ils échappent, au contraire, personnellement à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et à la taxe sur le chiffre d'affaires s'ils agissent comme de simples représentants et, dans ce cas, ils sont également exonérés de la contribution des patentes, à condition, toutefois, qu'ils n'aient pas une personnalité professionnelle distincte de celle de leurs commettants. On ajoute que par application de l'article 72, 2e alinéa, de la loi du 25 juin 1920, la vente, par un commerçant français, à une maison étrangère, de marchandises que cette maison donne l'ordre à son vendeur de livrer directement à un acheteur français, est passible, outre l'impôt dont un commerçant est redevable en vertu de l'article 59 de la même loi, d'un impôt de 1,10 pour 100 ou de 10 pour 100 suivant la qualité du tiers qui a reçu la livraison et la nature des marchandises ou objets livrés.

Sur l'évaluation du bénéfice normal en vue de la contribution sur les bénéfices de guerre.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1140 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », les questions et les réponses qui suivent.

19967. — M. Henri Avril, député, demande à M. le ministre des Finances si une commission du premier degré peut, en établissant les bases d'imposition d'une période déterminée, modifier d'autorité le bénéfice normal d'un contribuable alors que ce bénéfice avait été fixé d'un commun accord pour les périodes antérieures, d'après le produit moyen des trois exercices précédant la guerre et que, non contesté dans les délais, il avait acquis la force de chose jugée. (Question du 10 janvier 1924.)

Réponse. — Les bases de la contribution extraordinaire étant établies distinctement pour chaque période d'imposition isolément considérée, l'évaluation du bénéfice normal retenu pour une période déterminée ne lie pas obligatoirement, pour les périodes suivantes, les commissions du premier degré dont les taxations ne présentent pas au surplus, le caractère de décisions de justice auxquelles s'attache la force de la chose jugée. Si dès lors, la commission du premier degré reconnait exagéré le chiffre de bénéfice normal attribué à un contribuable pour certaines périodes d'imposition, rien ne s'oppose à ce qu'elle adopte un chiffre moins élevé pour une période ultérieure.

19968. — M. Henri Avril, député, demande à M. le ministre des Finances si un contribuable est autorisé, à l'occasion d'une période déterminée, à discuter son bénéfice normal devant les diverses commissions compétentes, bien que, pour les périodes antérieures, ce bénéfice ait été déjà fixé par la commission du premier degré, d'après le résultat moyen des exercices d'avant guerre, sans recours du contribuable. (Question du 10 janvier 1924.)

Réponse. — Les bases de la contribution extraordinaire étant établies distinctement pour chaque période d'imposition isolément considérée, l'évaluation du bénéfice normal retenu pour une période déterminée peut notamment être remise en cause par le contribuable à l'occasion de la fixation de l'imposition d'une période ultérieure.

8e Année. Tome XV — N° 15. 12 Avril 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. — TOME XV. — N° 15. — 12 AVRIL 1924.

Pour l'unification du langage technique : A propos du « cheval ». — L'unité de puissance désignée sous le nom de « cheval-vapeur » ou, le plus souvent, de « cheval », vient d'être l'objet de commentaires non seulement dans la presse technique, mais encore dans la presse politique. Comme bon nombre d'erreurs ont été commises dans la rédaction de ces commentaires, il nous paraît utile de profiter de ce que la question est ainsi remise à l'ordre du jour pour rappeler succinctement les discussions qu'a soulevées, depuis une quarantaine d'années, l'emploi de cette unité.

I. — Une première observation qui s'impose c'est qu'il est extrêmement fâcheux que notre pays, où a été institué le système de mesures décimal basé sur le mètre qui s'implante peu à peu dans le monde entier, il puisse être encore question d'une unité qui, primitivement, n'était ni décimale, ni métrique, et qui, aujourd'hui, ne dérive du mètre que par une convention restée longtemps tacite entre ceux qui en faisaient usage. Le « cheval-vapeur », en effet, n'était autre, à l'origine, que le « horse-power » des mesures anglaises, puissance nécessaire pour élever de 550 feet, en 1 seconde, un poids de 1 pound. Ce ne fut que beaucoup plus tard que l'on fit rentrer le « cheval » dans le cadre du système métrique en convenant que ce mot désignerait, en France, une unité de puissance correspondant à 75 kilogrammètres par seconde, différente, par conséquent, du « horse-power », lequel vaut 75,9 kilogrammètres par seconde.

En fait, si le « cheval » s'est conservé jusqu'à ce jour, ce n'est pas faute que des critiques nombreuses et autorisées n'aient été formulées contre son emploi. Peu après l'adoption du système C. G. S. par le Congrès international des Electriciens de 1881, la presse électrotechnique, à l'instigation de notre regretté confrère E. Hospitalier et de M. Ch.-Ed. Guillaume, du Bureau international des Poids et Mesures, faisait observer combien il était regrettable que les ingénieurs mécaniciens continuent à exprimer en « chevaux » la puissance des moteurs, alors que le système adopté par les électriciens leur fournissait une unité décimale et métrique, le « kilowatt », répondant aussi bien que le « cheval » aux besoins de la pratique. Cette campagne de presse eut un succès relatif, car, en 1889, le Congrès international de Mécanique appliquée adoptait comme unité de puissance le « poncelet », valant 100 kilogrammètres par seconde (soit 0,98067 kilowatt). Mais, malgré cette décision, les ingénieurs-mécaniciens dédaignèrent l'emploi du « poncelet » et, douze ans après le Congrès de 1889, Hospitalier écrivait dans son « Formulaire de l'Electricien » : « Nous espérions que cette réforme logique figurerait parmi les résultats du Congrès de 1900, car il est scandaleux de voir conserver ce facteur

75, introduit là, contre les principes du système métrique et décimal, pour rendre égaux, ou à peu près, le « cheval-vapeur » et le « horse-power ». Notre espoir a été déçu et la routine a prévalu ».

Hospitalier aurait pu ajouter que la routine avait résisté non seulement à la logique, mais aussi à une arme considérée généralement comme plus terrible, l'ironie. Nous nous souvenons, en effet, que, à la même époque, un ingénieur-électricien belge, aujourd'hui un des dirigeants de l'Administration des télégraphes de Belgique, proposait aux ingénieurs-mécaniciens, dans « L'Industrie électrique » dirigée par Hospitalier, d'adjoindre à leur unité de puissance, le « cheval », au moins une unité multiple, l' « éléphant » et quelques unités plus petites telles que le « chien », l' « écureuil », la « souris », voire la « puce », de manière à avoir ainsi toute une gamme d'unités leur permettant d'évaluer les puissances de leurs machines, depuis les plus grandes jusqu'aux plus petites et portant les noms d'animaux dont la force motrice est, ou pourrait être, utilisée par l'homme.

Lorsque, en 1912, la Commission nommée par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes en vue de préparer la réforme des poids et des mesures entreprit ses travaux, le « cheval » continuait à être employé par les ingénieurs-mécaniciens ; les liaisons entre l'électricité et la mécanique avaient, d'autre part, forcé les ingénieurs-électriciens à l'employer concurremment avec le « kilowatt ». La Commission fut dès lors amenée à donner au « cheval » une existence légale, tout au moins à titre provisoire, et elle inscrivit, dans le projet du décret qui devait être pris en application de la loi sur les unités de mesure, le paragraphe suivant :

> L'unité de puissance est le kilowatt.
>
> Le kilowatt est la puissance qui produit un kilojoule par seconde.
>
> Dans les transactions et *à titre provisoire*, on peut employer comme unité de puissance le cheval, puissance qui produit 75 kilogrammètres par seconde, et le poncelet, puissance qui produit 100 kilogrammètres par seconde. Le cheval et le poncelet peuvent être considérés comme pratiquement égaux respectivement à 0,735 et 0,98 kilowatt.

Mais il convient de remarquer que c'est forcée par les circonstances que la Commission prit cette décision. On lit, en effet, dans le rapport du président de la Commission, M. A. Pérot :

> Des difficultés beaucoup plus grandes se sont présentées quand la Commission a voulu fixer les unités où entrent la force, par exemple, celles de travail et de puissance. ... Le système des mécaniciens, seul usité jusqu'au moment où, par l'emploi de l'électricité, la notion de travail fut envisagée indépendamment de celle de force et de chemin parcouru, présente un grave inconvénient théorique..... Par contre, son emploi très répandu et *la nécessité de ne pas heurter trop violemment* les habitudes prises ont amené la Commission à ne pas rejeter, de prime abord, le système des mécaniciens et à le laisser légalement subsister à titre de transition.

On sait que la loi sur les unités de mesure, en vue de laquelle la Commission avait été instituée, n'a pu être promulguée qu'en 1919. Un projet de loi avait été déposé sur le bureau de la Chambre des Députés par le ministre du Commerce dès le 11 novembre 1913 et il avait été adopté par la Chambre, avec quelques modifications concernant principalement les unités électriques (¹), le 3 avril 1914. Mais, en raison de la guerre, la discussion ne put en être commencée par le Sénat que dans sa séance du 29 mars 1918; les événements tragiques de l'époque (au moment même où la discussion avait lieu, les canons allemands faisaient 88 morts et 68 blessés dans l'église Saint-Gervais) interrompirent cette discussion qui ne fut reprise que le 11 mars 1919 et terminée le 21 mars pour aboutir à la loi du 2 avril 1919 sur les unités de mesure et au décret du 26 juillet 1919 portant règlement d'administration publique pour l'application de cette loi (²). Ce dernier décret contient la proposition faite par la Commission d'admettre le « cheval-vapeur » et le « poncelet », *à titre transitoire*, comme unités secondaires de puissance.

Le « cheval » est donc aujourd'hui une unité légale. Les mécaniciens ont donc satisfaction. Il leur est également permis d'exprimer la puissance de leurs moteurs en « chevaux ». Mais ils ne doivent pas oublier que le « cheval » est une unité de puissance d'après la loi et qu'ils se mettent en contradiction avec celle-ci lorsque, comme il leur arrive trop souvent, ils l'appellent unité de force. La loi ne leur permet pas non plus de lui accoler des qualificatifs tels que : hydraulique, thermique, utile, nuisible, installé, sauvage, etc. Une unité n'a pas à être qualifiée ; c'est la grandeur qu'elle sert à mesurer qui, seule, peut recevoir un qualificatif : on peut considérer une puissance utile ou nuisible, une puissance installée ou sauvage, mais, dans tous les cas, on doit se servir, pour son évaluation, de l'unité que l'on a choisie, le « cheval » par exemple, et se garder d'employer des expressions telles que « cheval utile », « cheval nuisible », « cheval installé », « cheval sauvage ». Cette dernière remarque s'adresse d'ailleurs aussi aux électriciens, car eux également emploient parfois, sans doute par esprit d'imitation, des unités tout aussi illégales, telles que « kilowatt installé ».

II. — Passons maintenant à la question du symbole représentatif du « cheval » qui est précisément celle qui a motivé les commentaires auxquels nous faisions allusion en débutant.

Si l'on examine les revues techniques françaises pu-

(¹) On trouvera une discussion très complète de ces modifications dans l'article suivant :
A propos des définitions des unités électriques récemment votées par la Chambre des Députés; R. de Baillehache. *La Revue électrique*, 3 juillet 1914, t. xxii, p. 39-42.

(²) La loi du 2 avril 1919, publiée au « Journal officiel » du 4 avril, p. 3474, a été reproduite dans la « Revue générale de l'Électricité », du 19 avril 1919, t. v, p. 616. Le décret du 26 juillet, publié au « Journal officiel » du 5 août, p. 8198-8207, a été reproduit dans la « Revue générale de l'Électricité » du 6 septembre 1919, t. vi, p. 311-319.

bliées au cours des cinquante dernières années, on trouve que la plupart d'entre elles emploient le symbole « ch ». Dans les revues anglaises et américaines, on emploie, et c'est logique, le symbole « H. P. ». L'admiration que manifestent les Français pour tout ce qui vient de l'étranger a fait peu à peu adopter ce dernier symbole dans les dessins techniques. C'était absurde puisque le « cheval » n'est pas égal au « horse-power », mais, malgré les protestations de nombreuses personnalités, l'usage du symbole « H. P. » devint de plus en plus commun, à mesure que l'automobilisme et l'aviation se répandirent.

Le décret du 26 juillet 1919 sur les unités de mesure n'ayant pas indiqué le symbole du « cheval », cette unité n'étant adoptée qu'à titre provisoire, aucune autorité ne pouvait être invoquée pour trancher le différend. Les constructeurs de moteurs d'aviation finirent néanmoins par s'apercevoir qu'il y a une différence entre « cheval » et « horse-power » et que l'emploi du symbole « H. P. » pour le « cheval » pouvait avoir des inconvénients pour leurs intérêts commerciaux. Aussi se préoccupèrent-ils de trouver un autre symbole et la Direction de l'Aéronautique opta pour le symbole « C. V. ». La Chambre syndicale de l'Industrie des Moteurs à gaz, à pétrole et des Gazogènes, suivit le mouvement et, le 4 avril 1923, cette dernière nous adressait la lettre suivante, que nous reproduisons textuellement, bien quelle contienne une confusion entre la puissance et l'énergie.

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que notre Comité, en sa séance du 14 mars, a décidé qu'il y avait lieu d'attirer l'attention des usagers de l'abréviation H. P. (Horse-Power) sur l'erreur qu'ils commettent en l'employant.

H. P., expression anglaise, correspond à environ 76 kilogrammètres (*sic*), unité de puissance anglaise.

L'unité de puissance française étant de 75 kilogrammètres (*sic*), il est donc irrégulier et dangereux de se servir d'une abréviation ajoutant 1 kilogrammètre à notre unité française.

En mettant par exemple 10 H. P., on veut dire en France : 10×75, c'est-à-dire 750 kilogrammètres, alors qu'on écrit : 10×76, c'est-à-dire 760 kilogrammètres.

Il est facile de se rendre compte des ennuis que l'emploi erroné de l'abréviation H. P. pourrait occasionnellement créer à nos constructeurs.

Il y aurait donc lieu de se servir et de vulgariser l'appellation française cheval-vapeur et l'abréviation C. V., laquelle appellation et laquelle abréviation correspondent bien à notre unité française de 75 kilogrammètres.

D'ailleurs, la Direction de l'Aéronautique a également décidé que le terme H. P. ne serait plus employé pour définir la puissance des moteurs d'aviation et serait remplacée dorénavant par l'abréviation C. V.

En portant cette décision à votre connaissance, la Chambre syndicale de l'Industrie des Moteurs espère que vous en reconnaîtrez le bien fondé, et elle vous sera reconnaissante de la faire entrer dans la pratique.

Peu après la réception de cette lettre, nous étions avisé que la Société des Ingénieurs civils de France se préoccupait de cette décision et, dans une lettre adressée à M. Guillaume, nous lui exposions les raisons qui, à notre avis, militaient en faveur du maintien du symbole « ch », à l'exclusion de tous autres. Une commission, composée de M. A. Herdner, ancien président, et de MM. A.-H. Brot et M. Androuin, membres de la 3e section, fut chargée par la Société des Ingénieurs civils d'étudier la question; à la suite de cette étude, elle rédigea le projet de résolution suivant, qui a été adopté par la Société.

Le Comité de la Société des Ingénieurs civils de France,
Considérant :

1° Qu'il importe à la bonne tenue typographique des publications de la Société des Ingénieurs civils de France que des règles soient posées pour la désignation abrégée des différentes unités de mesure en usage, et que ces règles soient strictement observées ;

2° Que le Bureau international des Poids et Mesures a préconisé, pour la désignation des unités métriques, l'emploi de symboles dont l'usage s'est beaucoup répandu, mais n'en a créé aucun pour la désignation de l'unité de puissance connue sous le nom de cheval-vapeur ;

3° Que l'emploi des capitales H. P., suivies de points, pour la désignation du cheval-vapeur doit être repoussé :

a) Parce que ces capitales sont, dans l'espèce, la représentation abrégée de mots étrangers à notre langue ;

b) Parce qu'elles sont employées en Angleterre pour désigner une unité de puissance qui excède notre cheval-vapeur d'environ 1 kilogrammètre : seconde ;

c) Parce qu'introduites en France depuis peu d'années pour la désignation dudit cheval elles ne sont pas en harmonie avec les symboles adoptés par le Bureau international des Poids et Mesures ;

4° Que les capitales C. V. suivies de points, dont l'emploi a été proposé par la Chambre syndicale de l'Industrie des Moteurs à gaz, à pétrole et des Gazogènes, parce qu'elles sont les initiales du mot composé français cheval-vapeur, ne sont pas davantage recommandables :

a) Parce que la lettre C qui s'articule, suivant les cas, de trois façons différentes, laisse fort à désirer comme initiale, et que la véritable initiale de cheval n'est pas c mais ch ;

b) Parce que, dans le langage courant, il est depuis longtemps d'usage de faire abstraction du mot *vapeur*, qui, fort déplacé quand il s'agit d'un moteur à combustion interne, hydraulique ou éolien, est complètement inutile dans tous les autres cas ;

c) Parce que les capitales C. V. ne s'harmonisent pas mieux que les capitales H. P. avec les symboles adoptés et préconisés par le Bureau international des Poids et Mesures, et d'où sont bannis, non seulement les lettres capitales, mais encore les points, en tant qu'ils ne sont employés que comme signes abréviatifs et n'impliquent pas l'idée d'une multiplication. En fait, C. V. n'est qu'une imitation servile de H. P. ;

d) Parce qu'employées pour désigner des entités différentes (contre-vapeur, par exemple) les lettres C. V. peuvent donner lieu à des confusions ;

e) Parce qu'elles ne se prêtent pas à une désignation correcte de l'unité de travail couramment appelée cheval-heure. C. V. H. serait en effet d'une lecture difficile (1) ;

(1) On aurait pu ajouter la raison suivante qui, à elle seule, est péremptoire : les lettres C et V sont déjà employées, dans le décret, pour les symboles du coulomb et du volt ; le symbole C. V. désigne donc, légalement, le coulomb-volt, unité d'énergie correspondant à l'unité de puissance le

5° Que l'emploi du symbole « ch », sans signe abréviatif ni marque de pluralité, se recommande au contraire à tous égards:

a) Parce qu'il n'offre aucun des inconvénients que présente celui des capitales H. P. ou C. V., qu'il ne peut donner lieu, notamment, à aucune confusion, et que le symbole « ch » s'harmonise parfaitement avec les symboles adoptés par le Bureau international des Poids et Mesures;

b) Parce que ce symbole est adopté depuis un certain nombre d'années déjà par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par la « Revue générale des Chemins de fer », par la « Revue générale de l'Electricité », par la « Technique moderne » et, généralement, par toutes les administrations soucieuses de la correction typographique de leurs publications;

c) Enfin, parce que, sollicité par la Société des Ingénieurs civils de France de donner son avis sur la question, M. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, a répondu par la transmission d'une lettre de M. Blondin, directeur de la « Revue générale de l'Electricité », préconisant l'adoption du symbole « ch » et aux conclusions de laquelle il a donné sa haute approbation;

Décide d'employer exclusivement, dans les publications de la Société, les symboles :

« ch » pour la désignation du cheval-vapeur.

« ch-h » pour la désignation du cheval-heure.

Ces *symboles* ne devant pas être confondus avec des *abréviations* (1) et ne devant pas prendre, par suite, la marque du pluriel, ni être suivis d'un signe abréviatif, on écrira 50 ch de même qu'on écrit 50 cm ou 50 kg.

III. — Ainsi donc, en résumé :

1° Le « cheval » a une existence légale, mais provisoire, depuis 1919; il vaut 75 kilogrammètres par seconde;

2° Son symbole doit être « ch » d'après la décision de la Société des Ingénieurs civils de France.

Quant à la conclusion de cette longue note, elle est dans la lettre que nous adressions le 26 avril 1923 à M. Ch.-Ed. Guillaume.

J'estime que c'est dépenser bien du temps pour une unité qui n'est que *tolérée provisoirement* par le décret du 20 juillet 1919 et qui, vestige du passé, devrait disparaître au plus tôt. N'avons-nous pas une unité de puissance légale, le kilowatt, et ne conviendrait-il pas de diriger les efforts vers la substitution du kilowatt au cheval? La question du symbole du cheval se trouverait ainsi résolue.

Mais le « cheval » a la vie dure ; on l'a vu par ce qui précède. Il est donc certain qu'après avoir achevé de tuer le « poncelet », il subsistera encore alors que, depuis longtemps, nous aurons disparu. — J.-B.

volt-ampère ; il ne saurait donc être employé comme symbole de cheval-vapeur. — J. B.

(1) Signalons à ce propos que l'emploi du mot « symbole » pour désigner le signe distinctif d'une unité est relativement récent. Pour Hospitalier, les grandeurs seules ont des symboles, ce sont les lettres qui les représentent dans les équations et formules algébriques; les signes distinctifs des unités sont, pour lui, des abréviations. Et cette manière de s'exprimer lui permettait la règle générale suivante : les symboles doivent être imprimés en caractères italiques, les abréviations comme log, cos, d, cm, etc., doivent l'être en caractères romains.

Dans sa Publication 27, éditée en 1914, la Commission électrotechnique internationale met le mot « symboles » en tête de la colonne où sont indiquées les lettres italiques représentatives des *grandeurs* et le mot « signes » en tête de la colonne où sont imprimées celles qui représentent les *unités*. La Commission chargée de préparer la loi sur les unités de mesure a employé l'expression « signe abréviatif ». C'est dans les tableaux du décret du 26 juillet 1919 que l'on trouve, pour la première fois, le mot « symboles » pour la désignation générale des signes distinctifs des *unités*.

L'emploi du mot « symbole » se trouve donc consacré par la loi. Etymologiquement, il ne peut soulever aucune critique; d'ailleurs, depuis longtemps, on appelle « symbole » les signes distinctifs des éléments de la chimie, que l'on pourrait tout aussi bien appeler « abréviations ». Pour ces raisons et aussi pour tenir compte des observations de la résolution de la Société des Ingénieurs civils, nous avons pris soin, dans la rédaction de la note ci-dessus, de nous servir du mot « symbole » pour désigner les signes représentatifs des unités. Mais on conviendra que ces variations continuelles dans le choix du mot employé pour désigner une même chose ne sont pas faites pour éclaircir une question que beaucoup trouvent déjà fort obscure par elle-même. D'autre part, il faut ne pas oublier que, dans son « Vocabulaire électrotechnique », le Comité électrotechnique français, se conformant à la vieille tradition, continue à appeler « symbole » le signe représentatif d'une grandeur et « abréviation », celui d'une unité. — J. B.

Distinction honorifique : La Médaille Mascart est décernée à M. Blondel. — Une distinction honorifique a été instituée par le Comité d'Administration de la Société française des Electriciens, dans sa séance du 19 décembre 1923 ; elle a été appelée Médaille Mascart en souvenir de l'éminent savant français qui a rendu de si nombreux et signalés services à la science électrique.

Cette médaille doit être décernée, tous les trois ans, à un savant ou à un ingénieur, français ou étranger, membre ou non de la Société, qui se sera distingué par un ensemble de travaux sur l'électricité pure et appliquée.

Dans sa réunion du 27 février 1924, le Comité a décerné la Médaille Mascart à M. André Blondel, membre de l'Institut, pour les remarquables travaux qu'il a accomplis dans l'électricité, dans l'électrotechnique et dans la photométrie.

Nous sommes heureux que le premier titulaire de cette haute distinction honorifique soit précisément le président du Comité de Rédaction de la « Revue générale de l'Electricité » ; ce choix consacre la haute valeur que la Société française des Electriciens attache à cette création.

Bibliographie : Osservazioni pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915 (Observations pluviométriques recueillies au cours de l'année 1915), t. II, par le professeur Filippo Eredia (1). — Cet ouvrage donne, sous forme de tableaux, toutes les indications pluviométriques du bassin du Pô pendant l'année 1915. Une carte hydrographique de ce bassin complète utilement les renseignements qui y sont donnés.

(1) Une brochure, format 35 cm × 25 cm, de 52 pages, avec une carte du bassin versant du Pô, éditée par le Ministero dei Lavori pubblici, Consiglio superiore delle Acque, Rome. Prix de l'ouvrage complet, comprenant trois volumes : 139 lire.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Isolants et condensateurs

L'auteur, dans cette première partie, surtout bibliographique, essaye de dégager une vue d'ensemble sur les résultats des travaux des ingénieurs et des physiciens.

I. **Les résidus diélectriques.** — Une explication complète du rôle des diélectriques et des phénomènes dont ils sont le siège n'a jamais encore pu être fournie. L'idée fondamentale de Maxwell est que la polarisation ne s'effectue ni ne disparaît instantanément; mais le mécanisme qu'il avait imaginé et dont la théorie a été développée par Hess [1], basé sur une polarisation instantanée mais avec une certaine conductibilité intramoléculaire, n'a jamais conduit qu'à des formules de la polarisation résiduelle en contradiction avec l'expérience [2]. Cette idée était en corrélation avec la théorie de Mossotti-Clausius, qui suppose les molécules sphériques et conductrices de l'électricité et qui conduit à la relation

$$K = \frac{1 + 2u}{1 - u},$$

u étant la fraction du volume total réellement occupée par les molécules et K, la constante diélectrique; on était conduit à supposer les molécules composées d'un noyau conducteur et d'une enveloppe moins conductrice. D'ailleurs, la formule de Mossotti-Clausius, qui devrait se vérifier quels que soient la température et l'état d'agrégation, ne remplit cette condition que si on introduit la valeur de K correspondant aux fréquences lumineuses. Au surplus, la plupart des molécules ne sont pas sphériques comme l'a montré la compressibilité des gaz.

M. Décombes [3] a donné une théorie basée sur l'hypothèse d'une viscosité, mais qui n'explique pas la possibilité de l'apparition de charges résiduelles de signes contraires, c'est-à-dire la superposition des polarisations induites.

M. Houllevigue [4] a proposé une théorie d'après laquelle le déplacement de la molécule est d'abord brusque, puis plus lent, les molécules se déplaçant peu à peu sous l'influence de la tension de l'éther ; la formule finale s'accorde bien avec les trois lois de Curie, mais elle contient quatre exponentielles différentes, ce qui rend impraticable le calcul des coefficients d'après l'expérience.

(1) Hess., *L'Eclairage électrique*, 1895, t. IV, p. 205.
(2) A. Anderson et T. Kéane. *Philosophical Magazine*, 1912, t. XXIV, p. 437.
(3) L. Décombes. *Journal de Physique*, 1912, 5e série, t. II, p. 215.
(4) Houllevigue. *Annales de l'Université de Lyon*, fascicule 32, 1897.

M. R.-W. Wagner [1] a essayé l'hypothèse de doublets empêchés par une résistance visqueuse de se mettre immédiatement en équilibre avec le champ, mais les résultats d'expérience le conduisent à admettre plusieurs séries de doublets amortis, ce qui fait que cette théorie n'a pas grande valeur.

Enfin, W. Sutherland [2] a donné une théorie de la nature de la capacité diélectrique en relation avec les vibrations atomiques, mais il n'envisage même pas la variation de la capacité avec le temps de charge.

Ce sont là, à ma connaissance, toutes les théories proposées jusqu'à maintenant [3].

Avant de passer à l'analyse des résultats expérimentaux, je mentionnerai qu'une bibliographie assez complète est donnée dans le Traité de Physique de Chwolson. De plus, la question est très clairement traitée par M. Bouasse dans son Cours de Magnétisme et d'Électricité (3e partie), où l'on trouvera exposée la théorie de Boltzmann [4] appliquée aux diélectriques par Hopkinson [5] sur le conseil de Maxwell lui-même.

Théorie d'Hopkinson. — Cette théorie n'en est pas une, au sens français du mot ; elle essaye de traduire mathématiquement les faits sans donner d'interprétation physique. Elle repose sur les deux hypothèses suivantes :

a) Le corps se souvient pendant un certain temps des modifications subies ; ce souvenir s'efface suivant une certaine fonction décroissante du temps, appelée le « facteur d'oubli » et dont l'expérience indique la forme ;

b) La modification éprouvée sous l'influence d'une déformation est indépendante des déformations antérieures (principe de la superposition).

(1) R.-W. Wagner. *Annalen der Physik*, 1913, t. XL ; *Journal de Physique*, 1913.
(2) W. Sutherland. *Philosophical Magazine*, 1920, 6e serie, t. XXXIX.
(3) La vieille théorie de la pénétration des charges est abandonnée depuis vingt ans par tous les physiciens. Voir Pellat. *Annales de Chimie et de Physique*, 1899, t. XVIII, p. 150 et 571.
(4) Boltzmann. *Wiener Berichte*, 1872, t. LXVI ; 1873, t. LXVII ; Romich et Nowak. *Wiener Berichte*, 1874, t. LXXX.
(5) Hopkinson. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1877, t. CLXVII.

Si, à l'instant t, t' est le temps écoulé depuis l'instant où existait le champ dont on envisage l'oubli ; si H_t est l'intensité du champ à l'instant t ; $\mathcal{J}$, l'intensité de polarisation au temps t et k, la susceptibilité diélectrique, on a

$$\mathcal{J} = kH_t + \int_0^{\infty} kH_{(t-t')}\,\mathrm{f}(t')\,\mathrm{d}t', \qquad (1)$$

$\mathrm{f}(t')$ étant le facteur d'oubli.

La forme donnée ainsi à $\mathcal{J}$ est d'accord avec les trois lois énoncées par J. Curie (1) :

1° Les ordonnées de la courbe des intensités du courant de charge en fonction du temps sont rigoureusement proportionnelles à la force électromotrice.

2° Pour une même force électromotrice, les ordonnées de la courbe des intensités du courant de charge sont en raison inverse de l'épaisseur de la lame diélectrique.

3° Chaque variation de force électromotrice entre les faces de la lame agit comme si elle était seule (loi de superposition). La seconde de ces lois n'a pas été trouvée d'accord avec l'expérience par M. Bouty (2) qui opérait sur un condensateur fractionné en mica, mais M. J. Curie a bien indiqué que, vu les grandes différences existant entre les échantillons d'une substance, il est nécessaire d'opérer sur une même lame progressivement amincie. Toutes ces expériences sont d'ailleurs très difficiles du fait de l'influence énorme de la température sur l'électrisation résiduelle.

Voyons maintenant la forme que l'expérience conduit à donner au facteur d'oubli $\mathrm{f}(t')$.

Trouton et Russ (3), H.-A. Wilson (4) ont trouvé, pour la charge résiduelle en fonction du temps, une courbe logarithmique qui conduit à

$$\mathrm{f}(t') = \frac{a}{b + t'},$$

forme qui est, comme on le verra plus loin, en contradiction avec certain résultat relatif aux pertes diélectriques.

D'autre part, M. L. Malclès (5) a obtenu des résultats qui s'accordent très exactement avec

$$\mathrm{f}(t') = me^{-nt'}, \qquad (2)$$

et cette même forme convient, aux erreurs d'expériences près, pour représenter les résultats de M. J. Curie (6).

Nous conserverons la forme (2) qui se prête très bien au calcul.

Dans le cas de la charge d'un condensateur, la tension supposée constante étant établie à l'instant $t = 0$, on a, à l'instant t,

$$\mathcal{J} = kH + \int_0^t kHme^{-nt'}\,\mathrm{d}t'$$

$$\mathcal{J} = kH + kH\frac{m}{n}(1 - e^{-nt}), \qquad (3)$$

Dans le cas de la décharge d'un condensateur, le champ H ayant été maintenu entre les instants $t = 0$ et $t = T$, il est facile de voir que l'on a, à l'instant $t > T$,

$$\mathcal{J} = kH\frac{m}{n}[e^{-n(t-T)} - e^{-nt}]. \qquad (4)$$

Théorie de Pellat. — Or ces mêmes équations (3) et (4), qui sont sensiblement d'accord avec l'expérience, peuvent être obtenues en partant d'une hypothèse très simple.

Remarquons d'abord que l'intensité de polarisation $\mathcal{J}$ se compose d'un terme kH correspondant à la partie de la polarisation dont l'établissement est instantané et d'un terme que nous appellerons résiduel, subsistant seul dans le cas de la décharge. Soit R ce terme résiduel et $\mathcal{R}$, sa valeur au temps infini, valeur qui est nulle pour le cas de la décharge.

L'équation (3) se transforme en

$$R = \mathcal{R}(1 - e^{-nt}) = kH\frac{m}{n}(1 - e^{-nt}),$$

et l'on a

$$\frac{\mathrm{d}R}{\mathrm{d}t} = n(\mathcal{R} - R). \qquad (5)$$

De l'équation (4) relative à la décharge et qui devient

$$\mathcal{J} = R,$$

on tire

$$\frac{\mathrm{d}R}{\mathrm{d}t} = -nR,$$

ce qui est encore l'équation (5) puisqu'alors

$$\mathcal{R} = 0.$$

On peut donc dire que le taux d'accroissement du terme résiduel est proportionnel, à chaque instant, à la différence entre la valeur limite de R correspondant au champ électrique à l'instant considéré, et la valeur actuelle de R.

Si $\mathcal{R}_n$ est le terme résiduel relatif à un champ H pour un temps infini d'électrisation, on obtient alors : pour la charge, le champ étant établi au temps zéro.

$$\mathcal{J} = kH + \mathcal{R}_n(1 - e^{-nt}), \qquad (3')$$

(1) J. Curie. *Annales de Chimie et de Physique*, 1889, t. XVII et XVIII, 6e série.
(2) Bouty. *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIV, 6e série.
(3) Trouton et Russ. *Philosophical Magazine*, 1907, t. XIII, p. 578.
(4) H.-A. Wilson. *Proceedings of the royal Society of London*, 1909, t. LXXXII.
(5) L. Malclès. *Journal de Physique*, 1909, 4e série, t. VIII, p. 631.
(6) Pellat. *Annales de Chimie et de Physique*, 1899, t. XVIII.

et, pour la décharge, le champ étant supprimé à l'instant T,

$$\mathcal{J} = R = \mathcal{R}_n [e^{-n(t-T)} - e^{-nt}]. \qquad (4')$$

Les équations ci-dessus sont un peu plus générales que les équations (3) et (4), en ce qu'elles ne supposent pas que la polarisation finale est proportionnelle au champ, ce qui n'est pas vrai pour les champs très intenses, comme M. Pellat l'a reconnu pour l'ébonite, contrairement à la première loi de Curie.

L'hypothèse traduite par l'équation (5) a été proposée par Pellat en 1899 [1]. L'idée qui l'a inspiré était que les résidus diélectriques étaient dus à une espèce de viscosité. Or, cette supposition est visiblement incompatible avec la constatation, faite par Hopkinson, du changement de signe du résidu sur un condensateur ayant subi des charges alternatives convenables. En partant de la même idée, Schweindler [2] a tenté de généraliser la théorie de Pellat par l'introduction de plusieurs termes résiduels obéissant à l'équation (5); chaque terme correspond à un genre de molécules dont l'orientation ne peut se faire qu'avec un amortissement caractéristique.

Une interprétation du facteur d'oubli. — La théorie du facteur d'oubli heurte un peu le sens physique, mais on peut en concevoir une interprétation satisfaisante à ce point de vue. Remarquons en effet que le terme instantané de la polarisation est probablement lié à une perturbation des électrons intra-atomiques en relation sans doute avec le phénomène de Kerr. De cette modification résulte une tendance à une autre distribution des actions intermoléculaires, mais celle-ci ne peut s'établir à cause de l'énergie des mouvements internes, des chocs moléculaires pourrait-on dire un peu improprement. Il y a lutte entre, d'une part, le champ qui tend à orienter les molécules, et, d'autre part, les oscillations désordonnées de celles-ci qui détruisent progressivement le résultat de cette action suivant une loi qui pourrait être à la fois fonction du temps, de la température et des champs électriques imposés au corps. Mais la troisième loi de Curie nous dit précisément que l'influence de ces champs est négligeable. Peut-être n'est-ce là qu'une première approximation due à leur petitesse vis-à-vis des actions intermoléculaires. De même, dans la formule (1) sous le signe d'intégration, H devrait-il être remplacé, pour les champs intenses, par une expression un peu plus compliquée.

D'ailleurs, avec cette manière de voir, la présence de la susceptibilité sous le signe d'intégration ne se légitime pas; mais, comme l'on peut considérer en bloc le facteur $k\,f(t')$, il n'en résulte aucun changement dans l'expression mathématique.

On remarquera encore que, du fait de l'entrée en jeu des forces intermoléculaires, on se trouve en présence du mécanisme de la viscosité des fluides; comme dans ce dernier cas, on doit constater une influence considérable de la température. Il ne me reste plus qu'à souhaiter qu'un physicien veuille bien s'intéresser à la question.

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 1899, t. XVIII, 7e série, p. 571.

[2] *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIV.

Les résultats expérimentaux. — Voyons maintenant les résultats d'expérience; j'ai déjà dit que l'influence de la température est très considérable, ainsi probablement que celle des impuretés, car des échantillons d'une même matière sont rarement comparables. Rappelons que J. Curie a constaté une forte différence dans la vitesse de diminution du courant de charge d'un condensateur à lame de quartz, suivant que celle-ci était taillée parallèlement ou normalement à l'axe optique. Dans ce dernier cas, qui correspondait aux résidus les plus importants, un chauffage prolongé faisait disparaître toute trace de ceux-ci, ce qui peut s'expliquer par un départ d'humidité. Le courant résiduel était fréquemment, d'après Curie, de la forme

$$i = \frac{a}{t^n}.$$

De plus, l'établissement de la polarisation est généralement très lent et, après un temps d'électrisation d'une minute, le courant que l'on mesure est encore bien des fois supérieur à celui qui résulterait de la conductibilité véritable; des idées absolument fausses ont encore actuellement cours à ce sujet parmi les ingénieurs. Pour plus ample information, je renvoie aux mémoires déjà cités de J. Curie et Malclès où l'on trouvera des résultats relatifs à l'ébonite, au verre, au cristal, au mica, au quartz, à l'huile de vaseline, à l'essence de térébenthine, à la benzine, à l'éther de pétrole, ainsi qu'à ceux de Gaugain [1] et de M. Gouré de Villemontée [2].

Comme l'ont montré Gaugain et Malclès, il existe des corps qui, comme l'ébonite, ont une polarisation résiduelle notable et une conductibilité véritable nulle; s'ils ne touchent pas les électrodes, la charge finale reste très inférieure à ce qu'elle serait si la lame diélectrique était remplacée par une lame métallique de même épaisseur; dans le cas des liquides [3], cela ne semble toutefois jamais se produire, ce qui provient peut-être du transport des charges par convection. Il en est de même pour le verre; les verres blancs atteignent leur conductibilité limite en une demi-heure environ, mais, pour le cristal, ce temps est supérieur à un jour.

Quant à l'influence de la température, une augmentation de celle-ci entraîne une augmentation de la vitesse de polarisation ou de dépolarisation suivant

[1] Gaugain. *Annales de Chimie et de Physique*, t. LX, s. 3.

[2] Gouré de Villemontée. *Journal de Physique*, 1906, 4e série, t. V, p. 291 et 403; 1914, 5e série, t. IV.

[3] Malclès, loc. cit. et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 6 décembre 1915, t. CLXI, p. 694.

qu'il s'agit de la charge ou de la décharge, autrement dit, l'état final est plus vite atteint ; le même résultat est obtenu par des chocs et ce dernier effet, très sensible, n'a été expliqué jusqu'ici par aucune théorie. Pour fixer les idées, disons que la soi-disant conductibilité du verre, après une minute d'électrisation, varie dans le rapport de 1 à 35 entre 15° et 50° C et de 1 à 1400 entre 15° et 100° C (Curie).

Comme bibliographie sur ce sujet, on pourra consulter les mémoires de J. Curie (loc. cit.) et Hopkinson et Wilson [1].

II. **L'échauffement des isolants dans un champ alternatif.** — Sauf dans le cas des longues lignes télégraphiques et téléphoniques, la question des résidus ne semble pas intéressante pour les ingénieurs, mais il n'en est pas de même de celle connue sous le nom d'hystérésis diélectrique qui lui est étroitement liée ; c'est à l'échauffement causé par ce phénomène que nous devons attribuer la différence de rigidité diélectrique que présentent les isolants, selon qu'ils sont soumis à une tension continue ou à une tension alternative. Or, l'hystérésis diélectrique et les résidus ne sont probablement que deux aspects d'un même phénomène.

Précisons en quelques mots l'origine de la perte d'énergie du fait des résidus. Si θ est l'angle que font entre eux le vecteur H et le vecteur $\mathfrak{J}$, l'énergie du champ par unité de volume est

$$\frac{1}{8\pi} H(H + 4\pi \mathfrak{J} \cos\theta) = \frac{H^2}{8\pi} + \frac{1}{2} H\mathfrak{J} \cos\theta,$$

alors que l'énergie qu'il a fallu pour l'établir est

$$\frac{1}{4\pi} \int H \,\mathrm{d}(H + 4\pi \mathfrak{J} \cos\theta) = \frac{H^2}{8\pi} + \int H \,\mathrm{d}\mathfrak{J} \cos\theta.$$

La différence se révèle sous forme de chaleur et constitue une perte qui ne s'annule que si H et $\mathfrak{J}$ ont même direction et sont proportionnels, autrement dit, si la susceptibilité est constante. (Voir Bouasse. *Cours de Magnétisme et d'Électricité*, 2e partie, p. 55.)

Dans presque tous les cas de l'électrotechnique, H et $\mathfrak{J}$ sont des vecteurs parallèles, et alors, pour un cycle fermé, la perte d'énergie, Q, sera

$$Q = \int H \,\mathrm{d}\mathfrak{J} = -\int \mathfrak{J} \,\mathrm{d}H. \tag{5}$$

Appliquons cette équation au cas d'un champ sinusoïdal $H = H_0 \sin \omega t$ en supposant l'accommodation réalisée.

D'après (1),

$$\mathfrak{J} = kH_0 \left[\sin\omega t + \int_0^\infty \sin\omega(t - t')\,\mathrm{f}(t')\,\mathrm{d}t'\right]. \tag{6}$$

En développant $\sin\omega(t - t')$ et posant

$$\int_0^\infty \cos\omega t' \,\mathrm{f}(t')\,\mathrm{d}t' = a \cos\beta,$$

$$\int_0^\infty \sin\omega t' \,\mathrm{f}(t')\,\mathrm{d}t' = a \sin\beta,$$

il vient

$$\mathfrak{J} = kH_0 [\sin\omega t + a \sin(\omega t - \beta)]. \tag{7}$$

Ainsi donc, sans hypothèse sur le facteur d'oubli, l'équation (1) conduit à cette conséquence que, si l'on porte H en abscisses et $\mathfrak{J}$, en ordonnées, la courbe obtenue sera une ellipse, et la perte Q sera proportionnelle *au carré du champ*, si celui-ci est sinusoïdal.

On trouve

$$Q = \pi k a H_0^2 \sin\beta.$$

Donnons maintenant au facteur d'oubli la forme (2).

$$\left.\begin{aligned} \int_0^\infty m e^{-nt'} \cos\omega t' \,\mathrm{d}t' = a\cos\beta = \frac{mn}{\omega^2 + n^2},\\ \int_0^\infty m e^{-nt'} \sin\omega t' \,\mathrm{d}t' = a\sin\beta = \frac{\omega m}{\omega^2 + n^2},\end{aligned}\right\} \tag{8}$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\omega}{n}, \tag{9}$$

$$a = \frac{m}{\sqrt{\omega^2 + n^2}}. \tag{10}$$

En tenant compte de (7) et (8), on arrive, pour la chaleur dégagée par cycle, à

$$Q = -\int \mathfrak{J} \,\mathrm{d}H = \frac{k\omega m\pi}{\omega^2 + n^2} H_0^2. \tag{11}$$

Je n'ai reproduit cette démonstration, que l'on peut trouver dans le cours de M. Bouasse, qu'à cause de l'importance des résultats et pour bien faire saisir les hypothèses admises, mais aussi parce que je ne l'ai jamais vu citée, jusqu'à maintenant, dans les publications des ingénieurs, même récentes. On a cependant déjà discuté sur la proportionnalité de la perte par hystérésis au carré de la tension.

Pratiquement, n est toujours faible, de l'ordre de quelques unités au maximum, tandis que ω lui est bien supérieur. Aussi, l'équation (11) se réduit à

$$Q = \frac{k\pi m}{\omega} H_0^2,$$

et, en rapportant la perte à une seconde, la perte W de puissance est

$$W = \frac{km}{2} H_0^2, \tag{12}$$

c'est-à-dire indépendante de la fréquence.

[1] Hopkinson et Wilson. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1897.

Voyons maintenant ce que donne l'hypothèse traduite par l'équation (5), c'est-à-dire

$$\mathfrak{I} = kH + R,$$

avec

$$\frac{dR}{dt} + nR = n\mathcal{R}.$$

Admettons que H soit assez faible pour que

$$kH + \mathcal{R} = hH, \qquad (14)$$

h étant une constante. Alors

$$\frac{dR}{dt} + nR = nH_0 (h - k) \sin \omega t,$$

$$R = \frac{n(h-k) H_0}{\sqrt{n^2 + \omega^2}} \sin (\omega t - \beta),$$

avec

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\omega}{n};$$

$$\mathfrak{I} = kH_0 \sin \omega t + \frac{n(h-k) H_0}{\sqrt{n^2 + \omega^2}} \sin (\omega t - \beta). \qquad (15)$$

On est ainsi conduit à une équation tout à fait analogue à l'équation (7), avec cette seule différence que la quantité km est maintenant remplacée par $n(h-k)$. On arrive, en définitive, à

$$Q = \frac{n(h-k)\omega\pi}{\omega^2 + n^2} H_0^2, \qquad (16)$$

qui, pour les fréquences supérieures à 25 p : s, conduit à une énergie perdue

$$W = \frac{(h-k)n}{2} H_0^2. \qquad (17)$$

Ces dernières formules sont, d'ailleurs, au fond, identiques aux formules (11) et (12) obtenues par la théorie du facteur d'oubli. En effet, d'après la formule (3)

$$\mathfrak{I}_n = k\left(1 + \frac{m}{n}\right) H = hH,$$

d'où

$$h = k\left(1 + \frac{m}{n}\right),$$

et

$$n(h-k) = km.$$

Les deux théories conduisent donc *au même résultat*. La formule (16) permet toutefois de prévoir que, pour les champs intenses, h diminuant alors, on devra trouver expérimentalement

$$W = CH_0^n,$$

avec n d'autant plus inférieur à 2 que le champ sera plus élevé.

Je mentionnerai ici que MM. Pellat et Beaulard [1], partant de l'hypothèse de M. Pellat, avaient donné, en 1900, la formule

$$Q = \frac{nh\omega\pi}{\omega^2 + n^2} H_0^2,$$

mais leur calcul contient, à mon avis, une petite erreur.

Enfin, comme M. Beaulard l'a mentionné (loc. cit.), il est remarquable que M. Hess [2], en supposant qu'un diélectrique est assimilable à 2 condensateurs parfaits en série, dont l'un est shunté par une grande résistance, ait été également conduit pour Q à une équation de la forme (11) ou (16), les constantes n et $(h-k)$ étant alors remplacées par des fonctions de la résistance du shunt et des capacités.

Les données de l'expérience. — Voyons les résultats expérimentaux. Il faut reconnaître que les puissances à mesurer sont si faibles et les tensions si fortes, que le problème est difficile ; aussi les résultats manquent-ils de précision, d'autant plus que les auteurs qui ont opéré par décharge de condensateurs ne semblent pas toujours avoir pris la précaution de faire décrire au diélectrique un grand nombre de cycles avant chaque mesure. Certains ont étudié l'hystérésis tournante, d'autres ont opéré par amortissement d'oscillations, etc. Enfin, les précautions contre les effluves possibles ont été très probablement insuffisantes dans la plupart des cas ; on sait, en effet, que, s'il reste des bulles d'air contre les électrodes, le champ électrique y est bien plus élevé que si tout l'intervalle des électrodes est occupé par de l'air. En supposant les dimensions de la bulle négligeables devant l'épaisseur de l'isolant, le champ dans cette bulle est K fois plus grand que si l'isolant n'était que de l'air, K étant le pouvoir inducteur spécifique de l'isolant solide. La tension provoquant les effluves est donc facilement atteinte et je ne serais pas étonné que ce fût là la principale cause des divergences entre les résultats des expérimentateurs. Je vois notamment que M. Bouzon [3] mentionne une vive attaque des armatures de ses condensateurs, attaque qu'il a empêchée par dorure des électrodes; toutefois celle-ci n'a certainement pas supprimé les effluves, et la proportionnalité des pertes à la fréquence n'est, de ce fait, pas très étonnante.

Je rappelle que M. Guilbert a examiné ces questions de répartition du champ électrique dans un article publié dans le numéro du 3 juin 1922 de la « Revue générale de l'Electricité », t. xi, p. 829. Je ne puis mieux faire que d'y renvoyer le lecteur.

Une autre cause d'erreur réside dans l'influence con-

(1) Pellat et Beaulard. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1900, t. 1, p. 1457.

(2) Hess. *L'Eclairage électrique*, 1895, t. iv, p. 205.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 9 août 1919, t. vi, p. 182.

sidérable de la température sur les pertes ; s'il y a échauffement local de l'isolant, les pertes sont en ce point très augmentées, et la formule globale peut être nettement modifiée.

On conçoit toute la difficulté que présente la réalisation d'un condensateur sur lequel les mesures soient dignes de confiance. Il suffit d'une répartition inégale du champ pour que l'échauffement soit encore bien plus inégalement réparti. Comme cet échauffement est proportionnel approximativement au carré du champ électrique et à la puissance 3 ou 4 de la température; comme, d'autre part, la quantité de chaleur évacuée est sensiblement fonction linéaire de la température, il existe forcément un état de régime limite, au delà duquel la destruction de l'isolant n'est plus qu'une question de temps. On trouvera, dans le numéro du 28 avril 1923 de la « Revue générale de l'Electricité », t. XIII, p. 709, l'analyse d'un article de D.-W. Roper, dans lequel ces considérations sont très bien exposées pour les câbles, avec expériences à l'appui.

A signaler encore, comme cause d'erreur, l'humidité, dont Curie avait déjà remarqué l'influence même dans le cas du quartz. A plus forte raison, pour les isolants contenant des matières cellulosiques, est-elle considérablement gênante. Aussi, les auteurs indiquent-ils fréquemment que les résultats ne sont valables que pour les échantillons étudiés et qu'il existe des différences très notables entre les échantillons divers d'un même isolant. La variation de l'état hygrométrique de l'atmosphère en est certainement une des principales causes.

Après ces considérations, on ne peut plus s'étonner de rencontrer des résultats d'expériences passablement en désaccord.

1. *Influence de la fréquence.* — Voyons d'abord l'influence de la fréquence. Il semble bien acquis que la puissance consommée tend à s'annuler lorsque la période devient assez grande, de l'ordre de quelques minutes (1). Autrement dit, le cycle formé par la courbe de charge du condensateur en fonction de la tension s'amincit de plus en plus à mesure que la période augmente ; en outre, il semble bien que sa surface passe par un maximum pour une période de l'ordre de la seconde, ce qui est à peu près d'accord avec la formule (16), qui indique que la chaleur dégagée par cycle est maximum pour $\omega = n$. Or, d'après les expériences sur les résidus, n est bien compris en général entre une fraction de l'unité et quelques unités.

Les expériences de MM. Beaulard et Mercanton, qui avaient fourni ces résultats, ont été reprises tout récemment par M. Jean Thovert, en un travail présenté à la Faculté des Sciences de Lyon pour le diplôme d'études supérieures, et que l'auteur a eu l'amabilité de me communiquer. L'évanouissement de la courbe d'hystérésis avec l'accroissement de la période y paraît confirmée, et la période correspondant au maximum de pertes est comprise entre 0,3 et 0,5 s pour des condensateurs obtenus avec de l'acétate de cellulose (de provenance inconnue) ou de la toile isolante. De plus, l'auteur y montre qu'un facteur d'oubli de la forme $\frac{1}{b+t}$ n'est pas admissible, car il conduit, pour la perte par cycle, à une expression qui ne s'annule pas pour les grandes périodes. Dans les expériences de M. Thovert, la tension variait sinusoïdalement, ce qui n'était pas le cas dans les travaux de MM. Mercanton et Beaulard.

Je n'ai trouvé, comme travaux relatifs aux fréquences usuelles ou plus élevées, que l'article de M. Bouzon (*loc. cit.*) et celui de M. J. Granier (1), mais ce dernier ne donne que des résultats relatifs à des condensateurs particulièrement mauvais, sur lesquels, dit-il, les phénomènes sont plus visibles.

Les pertes diélectriques ne varient que comme la puissance 0,4 ou 0,5 de la fréquence; le facteur de puissance s'améliore beaucoup à mesure que celle-ci augmente et jusque dans le domaine des hautes fréquences.

Je rapellerai encore que M. de La Gorce (2) a remarqué une augmentation très notable du potentiel explosif avec la fréquence ; en passant de 25 à 500 p : s, la rigidité diélectrique augmente dans le rapport 1,4 pour le verre ; 1,7, pour le carton ; 1,25 environ pour l'ébonite. Ceci me semble difficilement compatible avec une augmentation rapide des pertes avec la fréquence, à cause de l'échauffement qui s'ensuivrait, et qui, par le processus dont nous avons déjà parlé, amènerait la destruction de l'isolant.

2. *Influence de la tension.* — Passons à l'influence de la tension. La proportionnalité de la puissance consommée au carré de la tension semble bien se vérifier pour les champs pas trop élevés comme l'ont observé Houllevigue (3), Steinmetz, (4), Monasch (5).

Ce dernier a opéré sur des diélectriques industriels par une méthode de pont.

M. John P. Minton (6), par l'emploi d'un oscillographe à rayons cathodiques, obtient des exposants compris entre 1,3 et 2,5 ; la méthode comporte, paraît-il, beaucoup de difficultés.

M. Skinner (7), par la méthode du wattmètre électrostatique, arrive pour le presspahn à des exposants

(1) BEAULARD. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1900, t. I, p. 1 182.
PORTER ET MORRIS. *Electrician*, 12 avril 1895, t. XXXV.
MERCANTON. *Journal de Physique*, 1902, 4e série, t. I, p. 33.

(1) Influence de la fréquence sur les pertes dans les diélectrique ; J. GRANIER. *Revue générale de l'Electricité*, 30 septembre 1922, t. XII, p. 459.
(2) *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 10 janvier 1912, 3e série, t. II, p. 9.
(3) *Loc. cit.*
(4) *Electrical Engineers*, mars 1892.
(5) *Annalen der Physik*, 1907, t. XXIII, p. 905 ; *Journal de Physique*, 1908, 4e série, t. VII, p. 81.
(6) *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1915, t. XXXIV, p. 1115 ; *La Revue électrique*, 16 juillet 1915, t. XXIV, p. 48.
(7) *Journal of the Franklin Institute*, juin 1917 ; *Revue générale de l'Electricité*, 2 mars 1918, t. III, p. 319.

compris entre 1,9 et 2,3. M. F.-M. Farmer, pour [1] des tronçons de câbles, trouve 2 à 2,3.

Enfin M. Chester Arthur Butman [2] signale, pour le presspahn, un exposant un peu inférieur à 2 et M. Bouzon (*loc. cit*) obtient; à haute fréquence, des pertes proportionnelles à la puissance en volts-ampères, autrement dit, au carré de la tension.

Pour l'hystérésis tournante, la concordance est du même ordre. M. Arno [3] indique un exposant de 1,65 et MM. Guye et Denso [4] trouvent 2 pour la paraffine.

On ne peut pas dire évidemment que la loi du carré de la tension soit très bien vérifiée, mais les valeurs obtenues encadrent la valeur théorique et l'étude de l'influence de la température légitime la possibilité d'écarts considérables.

On ne doit, en effet, pas oublier que les diélectriques sont, en principe, très mauvais conducteurs de la chaleur, qu'une inégale répartition du champ électrique provoque une répartition de la température encore bien plus inégale, laquelle réagit sur les pertes en accroissant encore ce déséquilibre. Au-dessus d'un certain champ dépendant de la conductibilité calorifique de la matière, on se trouve même dans le cas d'un équilibre instable.

3. *Influence de la température.* — Quoique l'on ait assez peu de renseignements sur l'influence de la température, il est bien certain, néanmoins, qu'elle est considérable. M. Farmer [5] et M. Frigon [6] indiquent, pour les pertes, une formule approximative de la forme

$$W = k\,T^n,$$

T étant la température et n étant compris entre 3,3 et 4,3 dans le cas de la cellulose imprégnée qui isole les câbles.

Un autre type de formule [1], qui semble assez d'accord avec les résultats obtenus par M. Skinner (*loc. cit*), est

$$\log W = a\,T + b,$$

avec, pour a, des valeurs telles que les pertes soient multipliées par 10 pour un accroissement de température compris entre 35° et 55°C. Ces chiffres sont relatifs au presspahn et à la cellulose imprégnée.

Nous arrivons au terme de cette analyse. Avant d'essayer d'en tirer parti pour arriver à comprendre ce que doit être logiquement la constitution d'un condensateur, nous allons en résumer les grandes lignes.

III. **Résumé.** — Parmi les diverses théories proposées, la théorie de Boltzmann-Hopkinson est encore celle qui traduit le mieux les faits relatifs à l'électrisation résiduelle. Sans autre hypothèse, elle conduit, pour un isolant placé dans un champ électrique sinusoïdal, à la loi de proportionnalité des pertes au carré du champ électrique maximum ; de plus, la courbe donnant l'intensité de polarisation en fonction du champ est une ellipse. Le phénomène est donc tout différent de l'hystérésis magnétique.

Quant à l'influence de la fréquence, certains résultats expérimentaux obtenus à propos des résidus conduisent à penser que, à champ maximum constant, l'énergie consommée par cycle, d'abord nulle pour une fréquence nulle, passe par un maximum pour une fréquence relativement basse. Elle irait ensuite en diminuant de telle sorte que la puissance transformée en chaleur tendrait vers une valeur indépendante de la fréquence. Ce dernier résultat est toutefois très discuté, mais il nous paraît peu probable que cette puissance soit proportionnelle à la fréquence.

Quant à la température, son influence est considérable, mais n'est reliée pour l'instant à aucune théorie.

(*A suivre.*)

J. LAHOUSSE,
Ingénieur E. C. L.,
Professeur à l'École centrale lyonnaise.

(1) *Proceedings of the american Institute of electrical Engineers*, février 1918, t. XXXVII, p. 125; *Revue générale de l'Électricité*, 26 octobre 1918, t. IV, p. 617.

(2) *Electrical World*, 20 avril 1918, t. LXXI, p. 812; *Revue générale de l'Électricité*, 3 mai 1919, t. V, p. 653.

(3) *Rendiconti Accademia dei Lincei*, 16 octobre 1892, 30 avril 1893, 26 janvier 1895. — *Journal de Physique*, 1898.

(4) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 13 février 1905, t. CXL, p. 433.

(5) *Revue générale de l'Électricité*, 26 octobre 1918, t. IV, p. 617.

(6) *Revue générale de l'Électricité*, 24 juin 1922, t. XI, p. 917; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 mai 1922, t. CLXXIV, p. 1338.

(1) D.-W. ROPER, *loc. cit.*

Revues, analyses et informations

Des aimants permanents et du rapport existant entre leurs propriétés et la constitution des aciers qui les composent [1].

La relation entre le flux qui traverse un aimant permanent et la force magnétomotrice disponible dans le circuit dont l'aimant fait partie est exprimée graphiquement par la portion de la courbe hystérétique située dans le deuxième quadrant. Pour un flux et une force magnétomotrice déterminés, le volume de l'aimant est inversement proportionnel au produit BH ; il y a donc lieu d'arrêter la préparation de l'aimant quand on a atteint sur la courbe des (B,H) le point correspondant à la valeur maximum du produit des coordonnées. La courbe change avec les valeurs extrêmes de l'intensité d'aimantation et de l'induction magnétique ; elle n'est donc, dans chaque cas étudié, qu'un des termes d'une famille infiniment nombreuse ; d'ailleurs, elle n'est pas réversible et ne peut pas servir à la représentation de phénomènes cycliques, pareils à ceux qui se manifestent incidemment dans les appareils de mesure et normalement dans les magnétos.

Lamont [2] affirma le caractère sensiblement hyperbolique de ladite portion de courbe en reconnaissant la nature linéaire de la fonction reliant le rapport entre les coordonnées de chaque point à l'une quelconque de ces deux coordonnées, à savoir $\frac{B}{H} = a + bH$. Selon Kennelly, la relation n'est rigoureuse que si l'on considère l'induction dans le fer seul, c'est-à-dire si l'on remplace B par $B - H$. D'autre part, la loi de Lamont ne peut être appliquée sans modification aux aimants vierges (de tout magnétisme rémanent) et à ceux de force coercitive considérable dont la courbe d'aimantation présente un point d'inflexion d'autant plus prononcé que cette force est plus grande. Faire abstraction du point d'inflexion, c'est dire que la courbe des (B, H) résulte par simple déplacement, de la courbe d'aimantation initiale, c'est se permettre d'étendre la loi de Lamont aux fers en question en faisant reculer la droite qui l'exprime le long de l'axe des abscisses, d'une distance H_c représentant le champ coercitif. Dans ces conditions, on a

$$\frac{H + H_c}{B} = a + \frac{H + H_c}{B_s}, \qquad (1)$$

où B_s est la densité magnétique correspondant à la saturation et a, le coefficient angulaire de la tangente au point $H = H_c$ de la courbe donnant H en fonction de B.

Au point $H = 0$, on a manifestement

$$a = \frac{H_c (B_s - B_{rem})}{B_s . B_{rem}} = \frac{H_c (r - 1)}{B_s}, \qquad (2)$$

B_{rem} étant la densité du magnétisme rémanent et r ayant été introduit à la place du rapport $\frac{B_s}{B_{rem}}$.

L'équation (1) devient

$$\frac{H + H_c}{B} (B_s - B) = H_c (r - 1). \qquad (3)$$

Elle représente la courbe des (B,H) et l'on constate sans peine que l'origine de l'hyperbole équilatère rapportée à des axes parallèles aux asymptotes, se trouve au point $H = - r H_c$, $B = B_s$ (fig. 1); on pourra désigner par

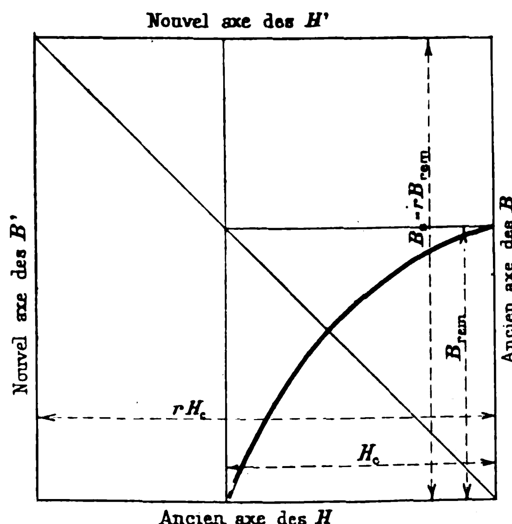


Fig. 1. — Courbe de l'induction en fonction du champ à caractère hyperbolique.

H' et B' les nouvelles coordonnées courantes $H + rH_c$ et $B_s - B$, l'équation de la courbe s'écrivant

$$B'H' = B_s H_c (r - 1) = \text{const.} \qquad (4)$$

Le maximum du produit $BH = (B_s - B')(H' - r H_c)$, obtenu par les procédés ordinaires, a lieu pour

$$0 = B_s \left[1 - \frac{H_c^2 r (r - 1)}{(H')^2} \right], \qquad (5)$$

et les coordonnées correspondantes sont

$$\left. \begin{aligned} H' &= H_c \sqrt{r (r - 1)}; \quad & H &= H_c \left[\sqrt{r (r - 1}) - r\right] \\ B' &= B_s \frac{r - 1}{\sqrt{r (r - 1)}}; \quad & B &= \frac{B_s}{r} \left[r - \sqrt{r (r - 1)}\right]. \end{aligned} \right\} \qquad (6)$$

Le rapport $\frac{B}{H}$, égal à $-\frac{B_s}{r H_c}$ ou à $-\frac{B_{rem}}{H_c}$, est constant; il s'ensuit que le point $(BH)_{max}$ est obtenu immédiatement à l'intersection de la courbe par la droite joignant l'origine au point $B = B_{rem}$, $H = - H_c$. D'ailleurs, ainsi que l'a montré M. Morris, on peut construire facilement toute la portion de courbe dont il s'agit ici quand on connaît trois points : les deux origines et le point $H = - H_c$; il suffit de mener des droites depuis la nouvelle origine, qui est, comme on l'a vu, le

(1) E.-A. WATSON. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, juin 1923, t. LXI, p. 641-660, 13 000 mots, 25 figures.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 18 janvier 1919, t. V, p. 18 D et 19 D.

point de concours des droites $B = B_s$ et $H = -rH_c$, jusqu'à l'intersection avec l'ordonnée $H = -H_c$ et avec l'axe $B = 0$; aux deux points ainsi obtenus, on élèvera des perpendiculaires dont l'intersection appartiendra à la courbe cherchée.

La comparaison de la courbe tracée par points à celle résultant des mesures directes de B_s, B_{rem} et H_c faites sur l'aimant étudié constitue un moyen de vérification d'une rigueur superflue; on peut y substituer le procédé plus expéditif qui consiste à examiner si l'ensemble des constructions graphiques repris dans l'ordre inverse sur une courbe obtenue par la voie expérimentale donne des obliques concourant en un seul point. En se basant sur de très nombreux essais, l'auteur de l'article a constaté que l'écart entre la théorie et l'expérience est d'autant plus marqué que les propriétés de l'aimant sont plus modestes. Les choses se passent comme si, l'aimant étant représenté par un assemblage d'éléments de propriétés différentes, un seul parmi ces éléments portait en lui ce qui constitue l'essence même de l'aimant.

C'est le carbure de fer, $Fe\,C^3$, qui associé intimement au fer donne à l'acier doux le caractère magnétique. Selon la théorie allotropique un $Fe\,C^3$ complètement dissous par le fer correspond à l'état γ, non magnétique et stable uniquement aux températures élevées; l'état magnétique α est stable aux températures ordinaires : certains auteurs admettent l'existence d'un état intermédiaire β caractérisé par une dissolution incomplète du carbure et par des propriétés magnétiques peu développées. Sans se prononcer pour ou contre la théorie allotropique, l'auteur de l'article considère la matière de l'aimant comme composée principalement d'une combinaison de deux éléments β et γ, dont le premier présente un champ coercitif, une densité de saturation, un magnétisme rémanent et un $(BH)_{max}$ appréciables, ces quatre grandeurs caractéristiques étant nulles dans l'élément γ. Selon la répartition de ces deux éléments au sein de la matière, l'aimant se présente généralement sous l'un des deux états suivants : l'élément forme la majeure partie de la masse et renferme des particules de l'élément β ; ce dernier constitue un réseau à mailles polygonales remplies de l'élément γ. Il existerait, entre les quatre grandeurs caractéristiques de l'aimant et les éléments β, γ, les relations suivantes :

La densité de saturation ne dépend que de la teneur en élément β et non pas de la structure de la matière ;

Le magnétisme rémanent peut être réduit dans une plus forte mesure quand l'élément γ entoure des noyaux formés d'éléments β que dans le cas contraire ;

La présence de l'élément γ correspond à un accroissement du champ coercitif toutes les fois que cet élément est entouré d'éléments β; il y a diminution lorsque l'élément γ entoure l'élément β ;

La valeur de $(BH)_{max}$ est proportionnelle à la teneur en élément β quand c'est cet élément qui forme l'enveloppe; dans le cas contraire, la chute de $(BH)_{max}$ est plus rapide que celle de l'élément β.

De nombreuses expériences ont pu être faites, principalement sur des aciers du groupe chrome-cobalt (10 à 35 pour 100 en cobalt, teneur en chrome et carbone très variée, tungstène et molybdène présents fréquemment). La température de trempe était de 950° à 1030° C.

L'appareil ayant servi à la mesure des grandeurs magnétiques est représenté schématiquement en figure 2. Cet appareil comprend une génératrice rudimentaire constituée par le disque A convenablement équipé et tournant entre deux pôles P ; sur le barreau expérimenté, supporté par les pôles, on glisse un solénoïde traversé par un courant variable à volonté : le flux engendré est mesuré par la tension induite dans le disque tournant. Deux résistances se trouvent en SC et LC; elles sont respectivement réglables selon les sections et les longueurs des barreaux essayés. Pour avoir les valeurs de l'induction dans le fer et non pas celles correspondant à la partie du circuit magnétique occupée par l'air, on a disposé en AC un shunt à contact coulissant ; la tension

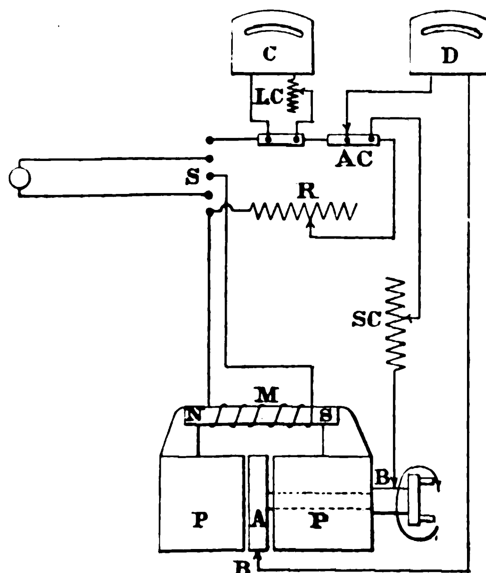


Fig. 2. — Schéma du circuit adopté pour les essais sur les aimants.

dans le shunt, proportionnelle au courant, est opposée et neutralise celle, également proportionnelle au courant, qu'induit dans le disque la partie du flux dans l'air du circuit magnétique.

Parmi les nombreux résultats des expériences, il y a lieu de citer les suivants :

On parvient à maintenir le fer à l'état γ si on chauffe le métal à 1150° C, et au delà de cette température, et si on le laisse ensuite se refroidir à l'air. En réchauffant de nouveau, on réalise, aux environs de 750° C, une recalescence marquée et une augmentation de volume, le champ coercitif étant faible. Par un refroidissement convenable, après la trempe, on obtient une matière dont le champ coercitif, le magnétisme rémanent, la densité de saturation et le $(BH)_{max}$ sont élevés. La transformation $\gamma - \beta$ a lieu dans une mesure qui dépend de la température initiale (fig. 3) et d'autres facteurs. C'est ainsi qu'un refroidissement très lent détermine la transformation $(\gamma - \alpha)$ à la température de 750° C, produit pouvant être qualifié de doux, tant au point de vue mécanique que magnétique ; si on accélère l'allure, la transformation $\gamma - \alpha$ n'a plus lieu ; mais, à une température notablement inférieure, l'élément γ se transforme en β et l'on a un produit dur. La température du milieu dans lequel l'acier est trempé joue un rôle important ; il en est de même de la fluidité lorsque ce milieu est l'huile. Dans l'aimant trempé, la transformation $\gamma - \beta$ semble suivre une loi logarithmique ; on peut dire que les variations subies par les différentes grandeurs caractéristiques se totalisent en un accroissement du produit $(BH)_{max}$ durant les quelques jours qui suivent la trempe. Il est possible d'améliorer des aciers à magnétisme rémanent faible en poussant le refroidissement au delà de la température de l'air ; sur des échantil-

lons de propriétés magnétiques insignifiantes, un refroidissement à — 180° C détermina un passage $\gamma - \beta$ incomplet, mais s'étendant sur toute la matière. En élevant la température de la trempe au-dessus de celle qui correspond à la meilleure valeur de $(BH)_{max}$, on réduit les propriétés

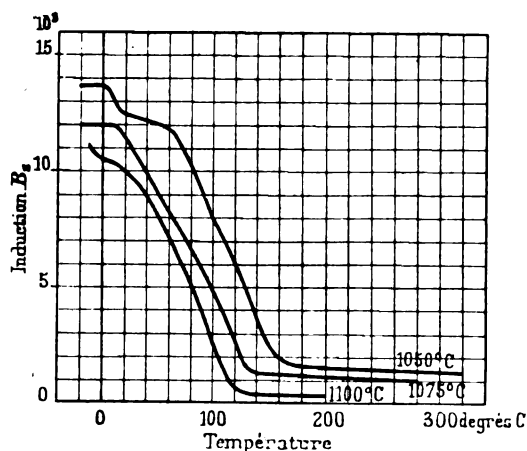


Fig. 3 — Accroissement des propriétés magnétiques des aciers au cobalt soumis au refroidissement.

magnétiques; le magnétisme rémanent et la valeur de saturation sont les premiers à s'en ressentir.

Dans les aciers qui comprennent l'élément β et l'élément α, on n'aperçoit pas, entre ces deux états de la matière, la distinction si nette qui existait entre les états γ et β; la tran-

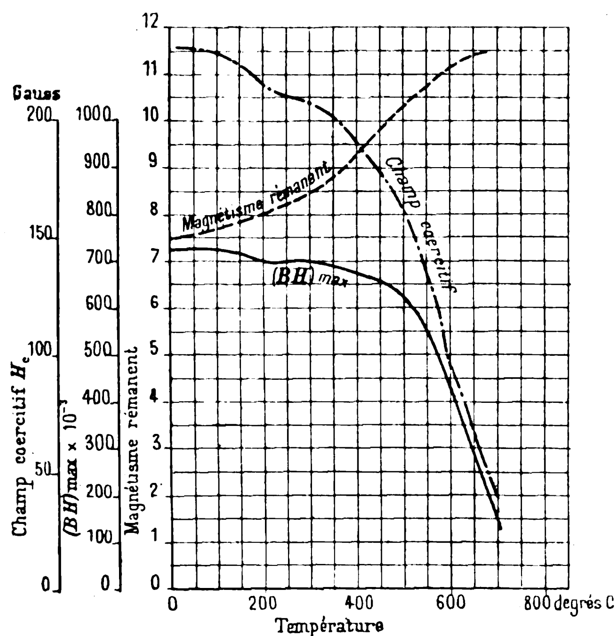


Fig. 4. — Effets du recuit sur les aciers au cobalt.

sition est ici graduelle. L'évolution produite par le recuit, après la trempe d'un pareil aimant, est le mieux visible sur la figure 4 : la courbe hyperbolique des B, H perd elle-même son caractère et prend une forme aplatie, voire même rectiligne. L'opération du refroidissement a une grande importance, car c'est de son allure que dépend la formation éventuelle de l'élément indésirable α. Les courbes du refroidissement accusent deux points critiques : l'un, aux environs de 750° C, représente le ralentissement du processus dû au passage à l'état α ; l'autre, aux environs de 300° C, correspond à la conversion du fer γ en fer β. On doit tâcher d'obtenir un refroidissement très rapide au point critique supérieur afin d'éviter la transformation directe en fer α ; la marche ultérieure a moins d'importance ; il faut néanmoins veiller à ce que la transformation soit complète au moment où l'acier a acquis la température de l'air. Le passage de γ en β doit, par conséquent, être amorcé à une température d'au moins 200° C ; d'autre part, cette période de l'évolution ne doit pas s'étendre sur un intervalle de temps trop considérable si l'on veut obtenir de l'homogénéité. Le mieux, c'est de régler la température initiale et l'allure du refroidissement de façon que la transformation $(\beta - \gamma)$ s'achève au moment même où le métal a pris la température du milieu ambiant. — Th. S.

Viscosité magnétique [1].

La viscosité magnétique, sorte de traînage qui correspond à une variation lente de l'aimantation dans le fer pur soumis à un champ faible, est, avec le vieillissement, un effet où entre en jeu le temps, un des nombreux facteurs qui influent sur l'aimantation.

Pour étudier ce phénomène, l'auteur a pris une courbe de base. Il a choisi pour cela, non pas, comme on fait généralement, la courbe de première aimantation ou lieu des sommets des cycles d'hystérésis, qui ne donne ni l'aimantation rémanente, ni le champ coercitif, mais le cycle limite d'hystérésis alternative, dont l'induction aux points est voisine de la saturation. L'échantillon étudié était un tore de fer électrolytique soumis à un recuit à 1000° C pendant au moins une heure, pour en accroître la viscosité. On applique au tore un champ H positif, qui lui donne une aimantation voisine de la saturation. Un champ h, négatif et de faible valeur, lui est superposé ; puis, au temps $t = 0$, on supprime le champ H. Le tore, dont l'aimantation évolue par voie de viscosité, est soumis au temps t, au champ $-H$. La variation de flux qui s'ensuit est mesurée au galvanomètre balistique. Elle dépend de t et l'on peut mettre l'induction sous la forme

$$B = B_\infty + \lambda e^{-f(t)}.$$

Par analogie avec les phénomènes représentés par une loi exponentielle, l'auteur appelle durée τ du phénomène le temps qu'il met à atteindre la moitié de son amplitude : $f(\tau) = \log 2$.

On trouve alors que cette durée est maximum au voisinage du champ coercitif.

Pour la détermination complète du cycle instantané, l'auteur a utilisé, au lieu des courbes de viscosité $\beta = f(t)$ à champ H constant qui ne donnent des valeurs mesurables que pour des champs relativement faibles, les courbes isochrones pour le temps t constant.

Le champ coercitif ainsi déterminé est voisin de 0,5 gauss, pour le cycle lent. Par effet de viscosité, il a pu aller jusqu'à 12 gauss, pour le cycle instantané, ce qui montre qu'aux variations rapides du champ, le fer électrolytique recuit et ultra-doux se comporte comme de la fonte recuite et même comme de l'acier non trempé. — G. H.

[1] Ch. Lapp, *Journal de Physique*, octobre 1923, t. IV, p. 349-369, 10000 mots, 10 fig., 1 tab.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

X. — Diverses applications mécaniques. (Horlogerie électrique, signalisation dans les chemins de fer, etc.) (1).

Parmi les applications mécaniques de l'électricité, autres que celles qui en sont faites par l'intermédiaire des moteurs proprement dits, et dont il est question dans le chapitre précédent, on a pu voir à l'Exposition de Physique et de T. S. F. des horloges électriques et des dispositifs de signalisation, notamment destinés aux chemins de fer. Bien que le principe de ces applications soit le même que celui que l'on retrouve dans la télégraphie, et même en partie dans la téléphonie, et qu'il s'agisse toujours de combinaisons de relais, elles se distinguent assez nettement les unes des autres pour que leur étude en soit faite dans un chapitre spécial. On trouvera donc ici une description de la pendule de M. Ch. Féry et l'on se rendra compte des perfectionnements apportés par son créateur à la première pendule, connue depuis 1901. Les Etablissements L. Bardon sont également mentionnés, ainsi que M. O'Keenan, qui a exposé une récente application du moteur de son compteur d'énergie à l'horlogerie électrique. La signalisation dans les chemins de fer était représentée par la Société d'Electricité Mors et la Société anonyme L'Aster. Des piles spéciales dites du type « signaux » figuraient dans le stand de la Société Le Carbone. — Dans la deuxième partie, il est question d'un dispositif de contrôle et de commande à distance, présenté par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, et du moteur asservi système Baule. Tous les dispositifs intéressant la radiotélégraphie, la radiotélémécanique et, comme il est dit plus haut, la télégraphie et la téléphonie avec fil, feront l'objet d'autres chapitres.

Dans un chapitre précédent (2), nous avons eu l'occasion de parler d'un certain nombre de dispositifs qui rentrent dans ce qu'on convient d'appeler l'appareillage électrique et qui constituent bien en quelque sorte une application mécanique de l'électricité. On pourrait donc être surpris du titre général de ce nouveau chapitre. Aussi croyons-nous devoir justifier la distinction établie entre les appareils auxquels nous venons de faire allusion et les dispositifs que nous nous proposons d'examiner ici : cette distinction est basée sur le rôle des organes en question. Tandis que les premiers sont destinés à la protection des machines et des réseaux de distribution d'énergie électrique, ou à la commande des machines génératrices et des moteurs, ceux qui vont faire l'objet de notre étude sont exactement des appareils d'utilisation de l'énergie électrique ; ils constituent d'ingénieuses applications des propriétés dynamiques du courant, applications nettement définies. Nous ne parlerons pas ici de la télégraphie ni de la téléphonie qui rentrent bien aussi dans la catégorie des applications qui nous occupent. Mais étant donné leur caractère un peu particulier, il sera réservé à chacune d'elles un chapitre spécial.

(1) Voir les chapitres I à IX dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars et 5 avril 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550 et 583-591.

(2) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Chapitre III, Appareillage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. XV, p. 295-306.

Pour la même raison, nous n'aborderons pas l'étude des dispositifs qui sont du domaine de la radiotélégraphie.

I. Horlogerie électrique. — En 1896 déjà, M. Ch. Féry prenait un brevet relatif à un dispositif d'entretien du mouvement des pendules par impulsions mécaniques constantes (1). Dès lors il poursuivit ses recherches dans ce domaine et créa, en 1901, le pendule entretenu par impulsion électromagnétique. C'est l'appareil basé sur ce principe, mais perfectionné que présenta M. Féry à l'Exposition de Physique et de T. S. F. dans le stand des Etablissements P. Garnier. Pour mettre en évidence le perfectionnement réalisé, rappelons le principe de la pendule dont nous venons de parler Il s'agit d'une horloge (fig. 113) à échappement libre munie d'un balancier qui porte à son extrémité un aimant en fer à cheval D. Un des pôles de l'aimant peut pénétrer à l'intérieur de la bobine E. Celle-ci est alimentée par une pile F, en série avec un interrupteur f et g qui est lui-même commandé par la roue à rochets C. On conçoit aisément que, dans chaque période du mouvement oscillatoire du balancier, il y a une rupture et une fermeture du circuit, et que l'énergie du système mobile perdue

(1) Marius LAVET : Les progrès récents de l'horlogerie électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 2 et 9 décembre 1922, t. XII, p. 845-854 et 895-905. — A. FAVARGER ; Sur l'entretien des pendules par impulsion constante (lettre). *Revue générale de l'Electricité*, 6 janvier 1923, t. XIII, p. 1 et 2.

par frottement et qui lui est restituée, est empruntée à la source d'énergie électrique. Cette pendule, construite par la Société H. Brillié-Magnéta, est assez connue pour que nous n'insistions pas davantage sur son principe. Elle est employée, en particulier, par la plupart des compagnies de chemins de fer, et est utilisée à l'émission de l'heure par le poste de radiotélégraphie de la Tour Eiffel. Son rendement, défini par le rapport $\frac{e}{E}$, de la force contre-électromotrice e développée par le système aimant et bobine à la force électromotrice E de la pile, s'élève à 80 pour 100. A ce propos, M. Féry fait remarquer que, pour déterminer le rendement, il suffit de comparer les amplitudes du mouvement en régime normal, d'une part, et, d'autre part, à un régime tel que l'intensité du courant dans le circuit de la bobine soit nulle ($e = E$). Le rendement est alors égal au rapport de ces deux amplitudes.

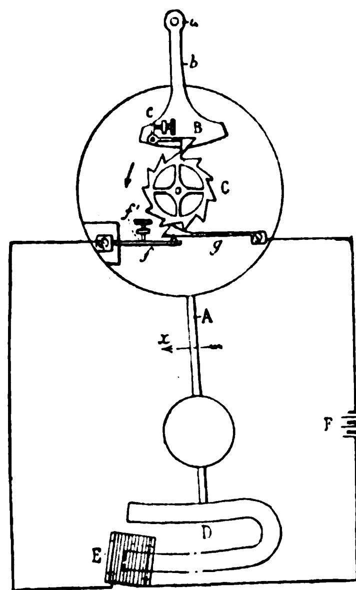


Fig. 113. — Vue schématique de la pendule électrique de M. Ch. Féry à laquelle ont été adaptés les nouveaux contacts.

Il importe de noter ce rendement, remarquable par sa valeur élevée, malgré la faible puissance nécessaire, soit de 2 g-mm : s, ce qui permet à M. Féry d'affirmer qu'une quantité d'énergie égale à 1 w-h suffit à l'entretien du système pendant trois ans. Grâce à cette faible consommation, on peut avoir recours à l'emploi d'un élément étalon pour l'alimentation de la bobine.

Le dernier perfectionnement apporté à ce dispositif concerne les contacts : la modification en question a pour effet d'éviter leur encrassement. Si l'on se reporte à la figure 113, on remarquera que le contact a toujours lieu entre les deux mêmes points des ressorts f et g ; or cette opération se répète 86 400 fois par jour, ou 30 000 000 fois par an, d'où résulte nécessairement une altération du métal qui se recouvre de poussière noire et, de ce fait, une augmentation de la résistance pouvant atteindre jusqu'à 500 et 1 000 ohms. L'intensité du courant diminue dans le circuit de la bobine et devient insuffisante pour assurer le fonctionnement du système. Avec le nouveau système de contacts (fig. 114), M. Féry remédie à cet inconvénient. La roue d'échappement est reliée électriquement à la pile par l'intermédiaire d'un frotteur D dont une extrémité repose sur l'axe de la roue. D'autre part, un ressort sautoir C est muni de deux pièces isolantes telles que, dans la position de repos (fig. 114 a), le circuit est ouvert ; il est au contraire fermé lorsque le doigt A porté par le pendule pousse la roue et que la dent de cette dernière vient frotter sur la partie non isolée du ressort C (fig. 114 b).

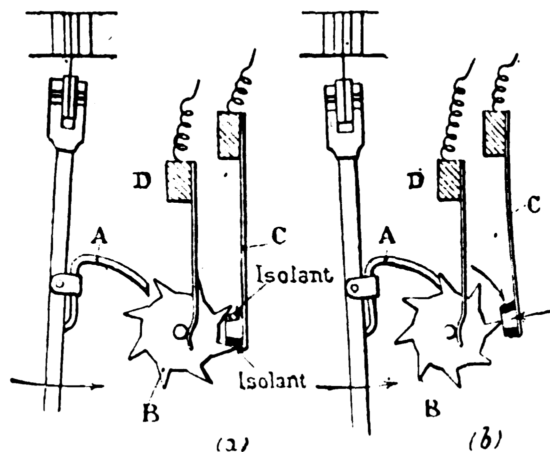


Fig. 114. — Vue schématique des nouveaux contacts de la pendule électrique de M. Ch. Féry.

A, doigt moteur fixé au balancier ; B, roue dentée ; C, ressort portant à son extrémité le contact et deux pièces isolantes ; D, ressort frotteur.

Dans ces conditions, le nombre des contacts qui ont lieu au même point de la roue est n fois plus petit, dans le même temps, qu'avec l'ancien dispositif, si n est le nombre de dents. D'autre part, la nature du contact n'est plus la même ; il s'agit ici d'un contact frottant, toujours dans le même sens, qui évite l'encrassement, et, plus encore, qui assure la disparition des poussières et le polissage de la surface métallique. M. Féry nous signale qu'il a pu graisser le ressort C avec de l'huile de paraffine très isolante sans causer l'arrêt de la pendule. Il y a donc ici un perfectionnement réel qui mérite d'être relevé, car il donne à la pendule électrique une sûreté de marche égale à celle d'une bonne pièce mécanique.

On retrouve le même souci de l'inventeur d'arriver à réaliser un système se rapprochant autant que possible de la perfection, dans la simplicité de la roue d'échappement et, d'une façon générale, dans la conception judicieuse de la minuterie qui assure au mécanisme une telle régularité que les variations annuelles peuvent ne pas dépasser cinq à six minutes ; elles sont d'ailleurs dues exclusivement à l'influence des varia-

tions de la température sur le balancier qui est en acier au nickel.

Les Etablissements L. Bardon ont présenté des pendules électriques de leur modèle et dont le principe est le même que celui des pendules que nous venons de décrire. Il y a toutefois une différence dans les dispositions relatives de l'aimant mobile et de la bobine. Dans celle du modèle qui nous occupe, l'aimant se déplace au-dessus de la bobine, comme le montre la figure 115,

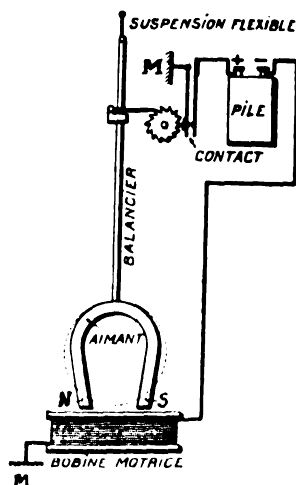


Fig. 115. — Vue schématique de la pendule électrique des Etablissements L. Bardon.

tandis que celle de M. Féry est du type dit à aimant plongeur [1]. Nous devons insister sur la relation étroite qui existe entre la force contre-électromotrice induite dans la bobine par suite du déplacement de l'aimant et la vitesse de ce déplacement. Comme l'augmentation de la force contre-électromotrice, correspondant à une augmentation de la vitesse du déplacement, entraine une diminution de l'intensité du courant, il en résulte une impulsion moindre de la bobine sur l'aimant, et inversement. Il y a donc un régime déterminé qui s'établit une fois pour toutes et qui assure la régularité de marche du système. On peut d'ailleurs modifier les constantes de ce régime en agissant soit sur la masse du balancier, soit sur les positions relatives au repos de la bobine et de l'aimant.

Sur la figure 116 est reproduite une vue de la pendule électrique que construisent les Etablissements Bardon, vue qui permet de se rendre compte de la simplicité du système.

Ajoutons qu'il existe deux types de pendules de ce modèle; dans le premier, le balancier a une longueur de 16 cm et la durée d'une oscillation est de 0,8 s; le balancier des pendules du second type a une longueur de 25 cm et la durée d'une oscillation est de 1 s. Le métal qui constitue la tige ne subit aucune variation de longueur due à des variations de la température.

(1) Voir à ce propos l'étude de M. Marius Lavet citée plus haut.

Les Etablissements L. Bardon garantissent une durée de trois ans pour la pile qui alimente la bobine de ces pendules.

On sait que l'horlogerie électrique assure aisément la régulation automatique de l'heure, ou, plus exactement, le fonctionnement en synchronisme d'un groupe déterminé de pendules. Il est prévu alors une horloge régulatrice, ou horloge mère, et une ou plusieurs horloges réceptrices. Ces dernières sont reliées électriquement à l'horloge régulatrice qui assure les émissions périodiques du courant dans leurs bobines. Ce sont des installations de ce genre qu'ont adoptées en particulier les compagnies de chemins de fer auxquelles nous faisions allusion plus haut à propos de l'horloge de M. Féry.

Un nouveau modèle de régulation à distance était

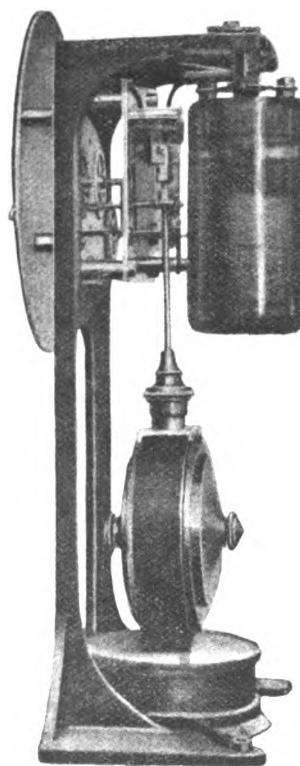


Fig. 116. — Vue intérieure du mouvement de la pendule électrique des Etablissements L. Bardon.

présenté dans le stand de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, et il est dû à l'ingéniosité de M. O'Keenan, bien connu par le compteur d'énergie électrique dont il est l'inventeur. Il s'agit d'ailleurs, précisément, comme nous allons le voir, d'une application du moteur qui constitue l'organe essentiel de ce compteur. Les horloges qu'a créées M. O'Keenan sont construites avec ou sans sonnerie des heures, demies, etc. Elles peuvent être indépendantes ou, au contraire, appartenir à une installation

de distribution et de régulation automatique de l'heure. Dans ce dernier cas, il y a lieu de distinguer l'horloge régulatrice, ou horloge mère, et les horloges réceptrices. La première est une horloge à balancier pendulaire ou circulaire, commandé par un petit moteur de compteur O'K, dont l'induit est de construction spéciale et qui est relié à la pile de l'horloge réceptrice. Les émissions de courant commandées par cette horloge ont lieu simultanément dans tous les circuits des moteurs de l'installation; d'où résulte le fonctionnement au synchronisme de toutes les horloges qui en dépendent.

La consommation du système est remarquable par sa faible valeur : une horloge réceptrice sans sonnerie absorbe sous 1,4 v, une intensité du courant de 0,006 mA, ce qui correspond à une consommation d'énergie annuelle de 0,8w-h.

En ce qui concerne le petit moteur qui rentre dans la constitution de ces horloges, notons quelques détails de construction : son induit extrêmement léger, à axe

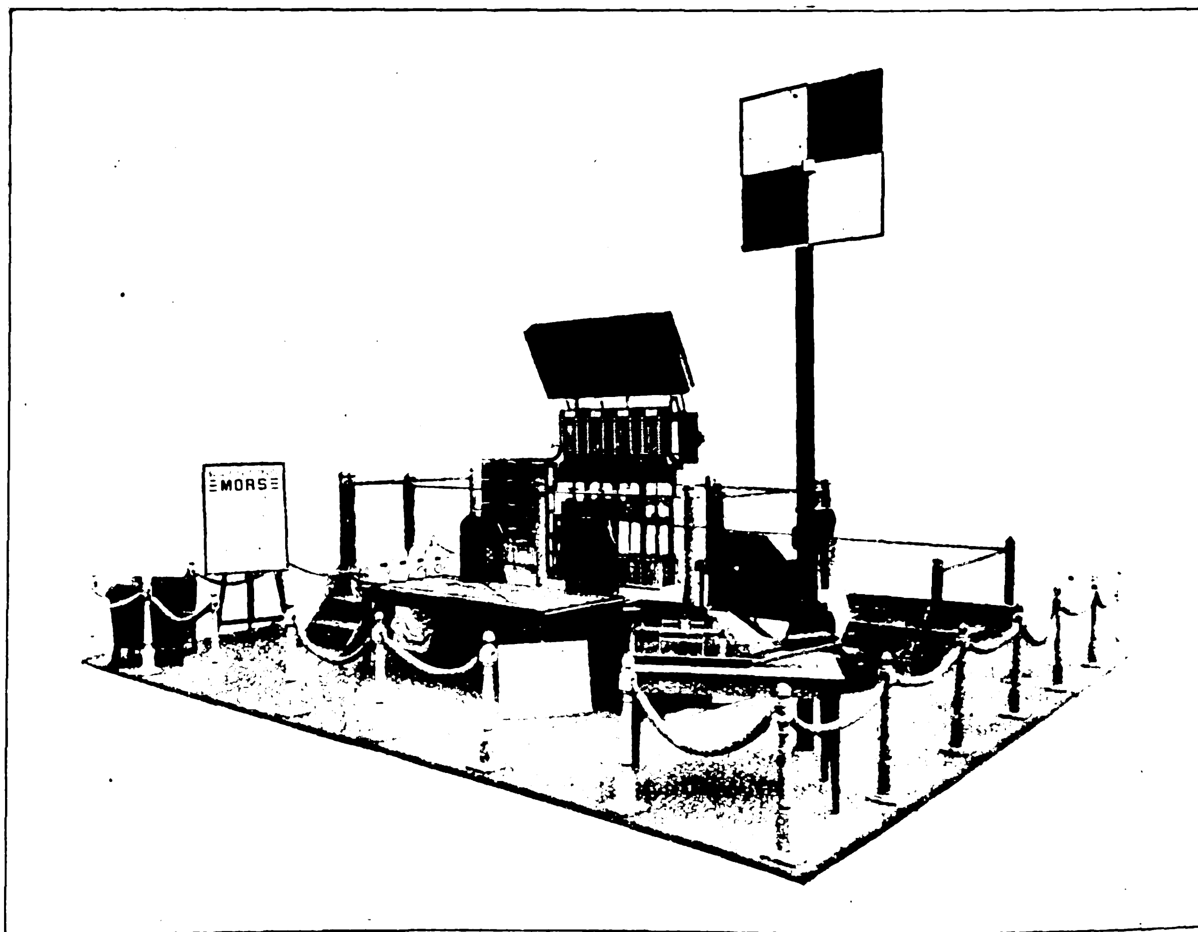


Fig. 117. — Vue du stand de la Société d'Electricité Mors.

vertical, comme on le sait, est supporté par un pivot; celui-ci est formé par une bille d'acier au tungstène trempé qui se meut dans une coupelle de rubis poli. La partie supérieure de l'axe de l'induit se termine par une vis sans fin qui engrène avec un pignon denté, premier organe de l'horlogerie proprement dite. Les lames du collecteur ainsi que les balais sont en or.

Les quelques exemples de l'application de l'électricité à la commande des mouvements d'horlogerie que l'Exposition de Physique et de T. S. F. nous a donné l'occasion de voir, montrent les résultats intéressants auxquels on est arrivé et qui, au point de vue purement électrique, sont les suivants : consommation d'énergie négligeable, fonctionnement au synchronisme des appareils qui dépendent les uns des autres et sécurité de marche. Au point de vue mécanique, nous n'avons pas assez insisté, à propos de chacun des types examinés, sur le souci qu'ont les inventeurs de simplifier le mécanisme, pour pouvoir en assurer plus aisément la précision et la robustesse.

II. **Signalisation dans les chemins de fer.** — Nous devons noter ici les progrès relativement récents réalisés dans les applications de l'électricité à la signa-

lisation dans les chemins de fer. Certes, depuis de longues années, un certain nombre de constructeurs se sont attachés à cette question un peu spéciale et ont été encouragés dans leurs travaux par quelques-unes des plus importantes compagnies de chemins de fer. Nous rappellerons, en particulier, la part qu'a prise au développement de ces applications E. Sartiaux, particulièrement bien placé d'ailleurs pour cela. La Compagnie des Chemins de fer du Nord, à laquelle il appartenait, a tenu à poursuivre son œuvre : elle continue à favoriser ce mode de signalisation qui, grâce aux efforts des constructeurs, s'impose actuellement et tend à être adopté par toutes les compagnies de chemins de fer.

Un examen des divers dispositifs présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. mettra d'ailleurs mieux en évidence que toutes autres considérations le parti que l'on peut tirer de l'application de l'électricité à la commande des signaux et des appareils.

Etant donnée la complexité du problème, envisagé dans son ensemble, nous distinguerons, d'une part, les appareils de manœuvre, de contrôle et de sécurité qui rentrent dans la constitution de ce qu'on appelle les postes à leviers d'itinéraires, et, d'autre part, les appareils de commande proprement dits, à savoir notamment les moteurs d'aiguilles et les moteurs de signaux, avec les appareils accessoires de sécurité et de contrôle qui en dépendent.

Postes a leviers d'itinéraires. — Il s'agit de grouper sur une table aussi simple que possible, dite table centrale ou *combinateur*, les organes de combinaison, de sélection, de contrôle des itinéraires et de commande des aiguilles et des signaux.

La Société d'Electricité Mors qui, depuis de longues années, s'est fait une spécialité de ces questions et qui, en 1910 déjà, exposait à Bruxelles des appareils d'enclenchement du système E. Sartiaux, a présenté un combinateur de sa construction. Son stand (fig. 117) était une véritable salle de démonstration, où le public pouvait voir fonctionner les divers organes des dispositifs qui nous occupent.

Sur le combinateur sont montés un certain nombre de leviers-curseurs, seuls organes qu'ait à manœuvrer l'opérateur. Chaque levier doit pouvoir donner l'un quelconque d'un certain nombre des itinéraires incompatibles entre eux et ne doit donner qu'un seul itinéraire à la fois; cette remarque qui définit la condition essentielle que doivent remplir les leviers intervient, lors de l'étude du combinateur, pour guider dans la répartition des divers itinéraires entre les leviers-curseurs prévus. Il ne nous appartient pas d'examiner ici en détail les diverses combinaisons possibles, ce qui ne serait d'ailleurs réalisable qu'en envisageant des cas bien déterminés, et nous sortirions ainsi du cadre de cet article. Plaçons-nous en face du combinateur, prêt à fonctionner. Nous constatons d'abord, au-dessus de l'appareil, un schéma des itinéraires, ainsi que l'on peut s'en rendre compte sur la vue du stand de la Société d'Electricité Mors, ou mieux encore sur la figure 118 ; le nombre des leviers est, en général, le même que celui des voies principales, mais cette règle n'est pas absolue et peut être

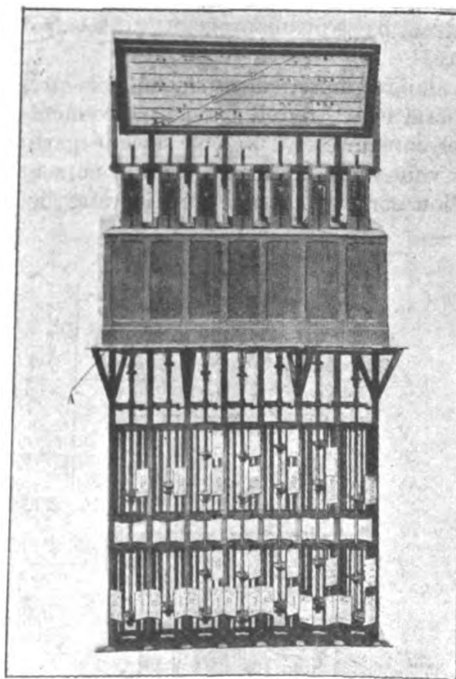


Fig. 118. — Vue d'un combinateur (Société d'Electricité Mors).

modifiée suivant le nombre de combinaisons que l'on a à envisager.

Dans le cas du combinateur présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F., il y a quatre leviers-

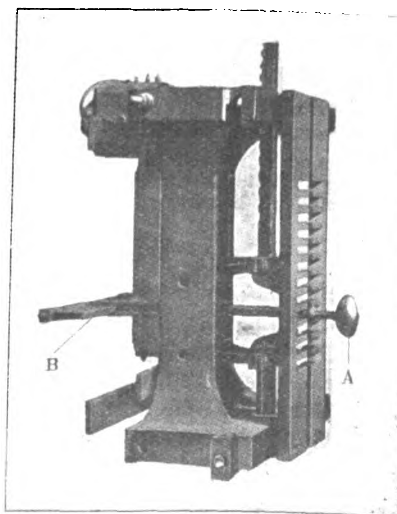


Fig. 119. — Vue d'un levier-curseur (Société d'Electricité Mors).

curseurs. Avec chacun de ces leviers, manœuvré séparément, il faut pouvoir d'abord préparer l'itinéraire,

ensuite s'assurer que l'itinéraire établi est compatible avec ceux qui sont établis par les autres leviers, et, enfin, réaliser l'itinéraire, si cette dernière condition est satisfaite. Il y a donc trois phases de l'opération qui se traduisent par trois mouvements successifs du levier considéré.

La première phase, correspondant à la préparation de l'itinéraire, se traduit par un mouvement vertical du levier-curseur et ne présente aucune particularité. On peut voir, sur la figure 119, le levier-curseur A dans la position correspondant à un itinéraire déterminé,

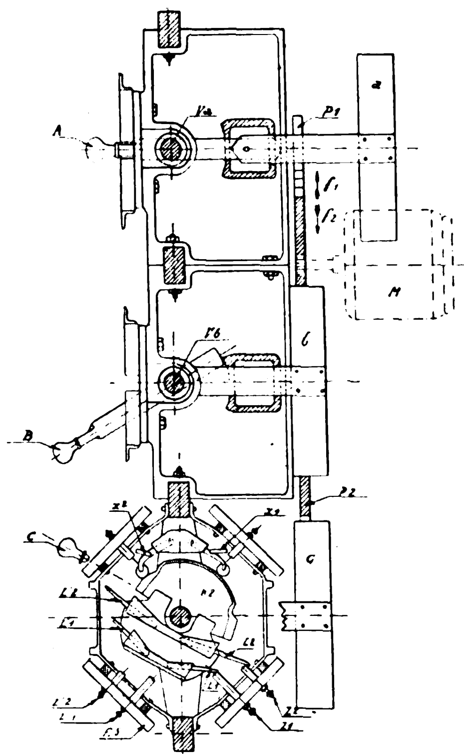


Fig. 120. — **Vue schématique d'un combinateur comportant trois leviers-curseurs A, B et C. (Société d'Electricité Mors).**

a, b, c, tés correspondant respectivement à A, B et C ; P_1, P_2, plaques d'enclenchement ; M, moteur électrique destiné à la commande des plaques ; K_2, came ; L_1, L_2, lames assurant les contacts.

et prêt à être mis en service pour permettre de s'assurer que cet itinéraire est compatible avec les autres.

Dans la deuxième phase, le levier-curseur est déplacé horizontalement de l'arrière à l'avant. Ici, interviennent, les appareils de contrôle, constitués, d'une part, par un té métallique B, également représenté sur la figure 119, fixé à l'extrémité arrière du levier-curseur, et par des plaques d'enclenchement. Par une judicieuse combinaison des plaques et des tés, le mouvement horizontal du levier n'est possible que si l'itinéraire correspondant est compatible avec ceux existants.

Nous croyons devoir donner ici quelques détails sur ce qu'est cette combinaison, et nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter aux figures 120, 121 et 122, qui constituent chacune une vue schématique, sous des aspects différents, du combinateur représenté sur la figure 118. Ce combinateur comporte trois leviers-curseurs A, B et C, munis chacun d'un té, a, b et c. Les plaques d'enclenchement métalliques, au nombre de deux, sont figurées en P_1 et P_2. La première enclenche A et B, la seconde B et C, et les deux peuvent être conjuguées pour enclencher A et C : ceci aura lieu lorsqu'elles seront en contact en e_1 et e_2 (fig. 121). Sur cette dernière figure, on remarque la façon dont sont découpées les plaques. Le principe de la disposition qui leur est donnée est le suivant : pour qu'un itinéraire soit établi, l'ensemble des plaques et des tés du système ne doit présenter aucune solution de conti-

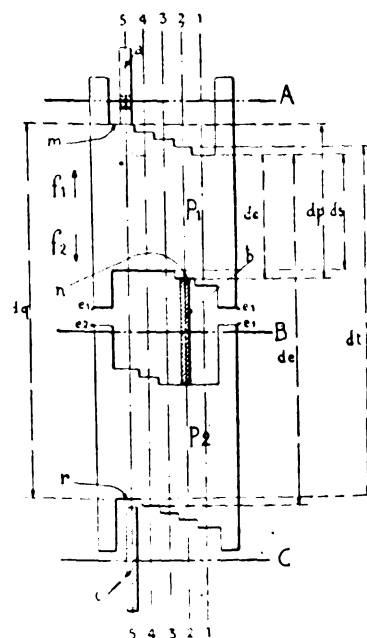


Fig. 121. — **Schéma de la table à double entrée que constitue un combinateur (Société d'Electricité Mors).**

P_1, P_2, plaques d'enclenchement ; m, n..., faces de ces plaques

nuité. A chaque ligne verticale correspondent, sur chaque plaque, deux faces, et si, par exemple, un itinéraire de A et un itinéraire de B sont incompatibles entre eux, la distance horizontale des deux faces correspondantes de la plaque P_1 est supérieure à la distance des deux extrémités voisines des deux tés a et b ; tel est le cas, par exemple, des itinéraires A_5 à B_1 (dp > dc). Il en résulte qu'en passant de A_5 à B_1, on rencontre une solution de continuité, la face m de la plaque P_1 s'opposant au déplacement du té a. Dans le cas de la compatibilité de deux itinéraires, au contraire, la distance des faces correspondantes de la plaque est inférieure à celle des extrémités des tés. On retrouve ce même principe pour l'ensemble des plaques P_1 et P_2 conjuguées de manière à enclencher A et C.

La figure 123 est une vue d'un de ces leviers-curseurs

avec une plaque d'enclenchement en D et son moteur C.

Le mouvement de chaque plaque est assuré par un petit moteur électrique représenté en M sur la figure 120 et en M_1 et M_2 sur la figure 122. On se rend compte sur cette figure des connexions adoptées pour les moteurs; ils sont munis chacun de deux enroulements inducteurs permettant l'inversion de leurs sens de rotation. Chaque té porte en avant une bande isolée a', pour a, b' pour b et c' pour c, dont le rôle est d'assurer la fermeture ou la rupture du circuit du ou des moteurs correspondants. S'il s'agit, par exemple, du moteur M_1,

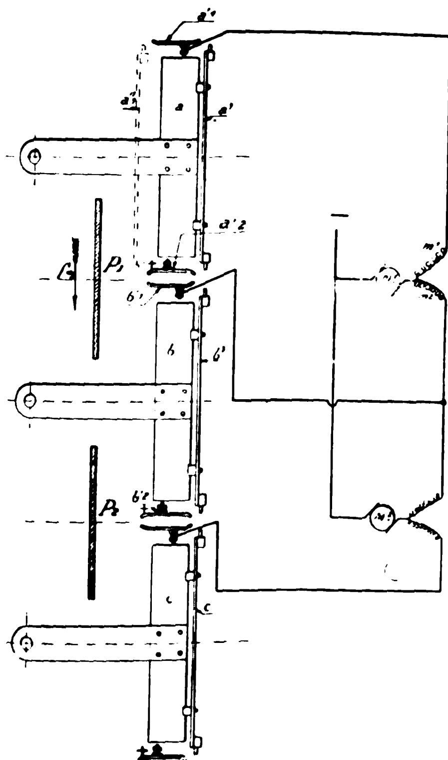


Fig. 122. — Nouvelle vue schématique d'un combinateur (Société d'Electricité Mors), représentant les connexions des moteurs M_1, M_2 qui commandent les plaques d'enclenchement P_1 et P_2.

son circuit est fermé tant que les extrémités de la bande a' reposent sur les contacts fixes a'_1 et a'_2, pendant le déplacement de l'arrière à l'avant du levier A. Le moteur M_1 provoque alors le mouvement de la plaque P_1 dans le sens de la flèche f, qui viendra buter ou non sur le té b, suivant que l'itinéraire à établir est incompatible ou non avec ceux qui sont établis. S'il y a incompatibilité, la plaque est arrêtée, et le té a ne peut passer. Pour éviter le calage du moteur résultant de cet arrêt, le pignon d'entraînement de la plaque est commandé par un embrayage à friction de sorte que le moteur continue à tourner en patinant. Lorsqu'au contraire l'itinéraire est compatible avec ceux existants, la plaque est déplacée de façon que le té a puisse passer et venir occuper la position convenable. A ce moment, le circuit du moteur est coupé et l'itinéraire est établi.

Nous venons d'exposer le principe des organes de contrôle, en envisageant un cas déterminé et nous laissons au lecteur le soin d'en étudier l'application aux diverses combinaisons qui peuvent être considérées. Signalons à titre de documentation, que les renseignements qui précèdent ainsi que les figures correspondantes sont extraits de la notice qu'a bien voulu nous communiquer la Société d'Electricité Mors sur ses postes à leviers d'itinéraires; on y trouve, en particulier, le tableau complet des combinaisons réalisées avec l'appareil pris comme exemple.

Revenons-en à la manœuvre du levier-curseur, supposé entièrement tiré en avant; il s'agit ici de la troisième phase de l'opération, celle par laquelle l'itinéraire est réalisé. Elle consiste à renverser le levier-curseur à gauche ou à droite, suivant l'itinéraire à établir. Dans ce renversement, le levier entraîne un arbre qui tourne du même angle que le levier lui-même. Sur l'arbre sont fixées des cames dont l'une est représentée en K_2 sur la figure 120 à laquelle nous prions le lecteur de se reporter; dans la position qu'occupe le levier C, sur cette figure, les lames L_1 et L_2 de la came K_2 reposent sur les plots Z_1 et Z_2; de même, d'autres cames solidaires du même arbre peuvent établir d'autres contacts. Les circuits des moteurs des aiguilles et des signaux correspondants sont fermés. La figure 124 donne la vue d'une came de commande de signaux; on peut d'ailleurs voir ces cames sur la figure 118, à la partie inférieure du combinateur.

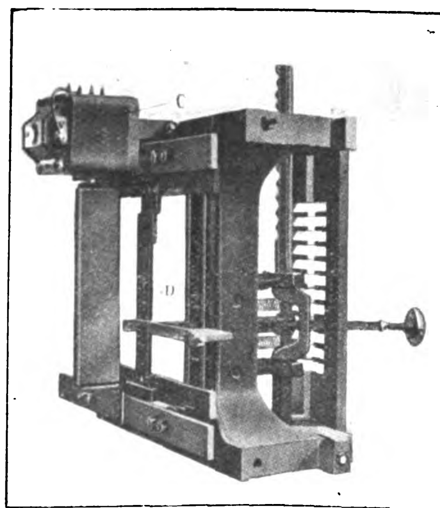


Fig. 123. — Vue d'un levier-curseur (Société d'Electricité Mors).

D, plaque d'enclenchement; C, moteur électrique.

Ajoutons qu'il est prévu un système de verrouillage empêchant de ramener le levier-curseur à la position neutre tant que l'itinéraire établi n'est pas effectivement dégagé de toute circulation et couvert par la fermeture du signal correspondant

Tel est le principe des postes à leviers d'itinéraires que construit la Société d'Electricité Mors. Nous espérons avoir montré, dans l'exposé que nous venons d'en faire d'une façon aussi sommaire que possible, que les conditions requises sont bien satisfaites ; nous avons particulièrement insisté sur la simplicité des manœuvres, une des conditions les plus importantes, mais aussi la plus difficile à réaliser, étant donnée la complexité du problème. En effet, en réduisant à peu de chose le rôle de l'opérateur, on est conduit à confier aux appareils eux-mêmes les manœuvres et le contrôle qui s'imposent, et à prévoir à cet effet des dispositifs dont la sécurité de fonctionnement doit être la qualité essentielle. L'accueil réservé par les compagnies de chemins de fer au matériel que nous venons de décrire est

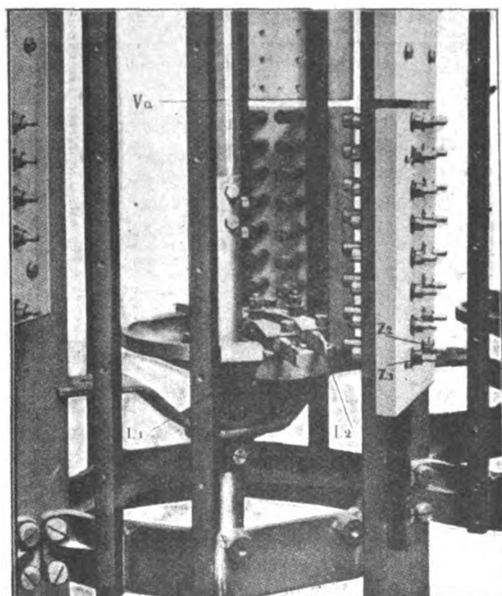


Fig. 124. — Vue d'une came de commande de signaux (Société d'Electricité Mors).

la meilleure preuve de son heureuse conception et de sa construction soignée. Parmi les dernières installations de ce système réalisées par la Société d'Electricité, nous mentionnerons celle de la gare de Laon de la Compagnie des Chemins de fer du Nord. L'installation permet la commande, par un seul agent, de 110 signaux, 102 aiguilles et 28 avance-pétard.

Les mêmes conclusions s'appliquent aux appareils du système M. D. M. présentés dans le stand de la Société anonyme l'Aster à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Cette société qui s'est attachée depuis fort longtemps à l'étude des questions de signalisation a d'abord créé des appareils à commande hydropneumatique [1], dont elle poursuit d'ailleurs encore la construction. Le nombre des postes de ce genre installés jusqu'à ce jour s'élève à plus de trente, ce qui correspond exactement à 1 069 leviers d'itinéraires, 893 aiguilles et 731 signaux. Aussi, est-elle peut-être, ou au moins était-elle, plus connue des lecteurs de la « Revue générale des Chemins de fer » que de ceux de la « Revue générale de l'Electricité ». Toutefois ces derniers ont déjà pu, en 1922, apprendre par cet organe [1], avec une certaine satisfaction professionnelle, que la Société anonyme

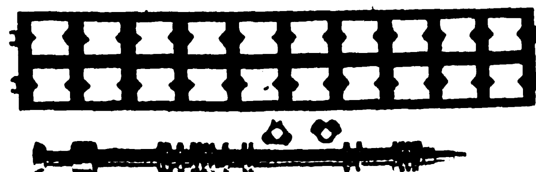


Fig. 125. — Vue d'un plan d'aiguille et d'un arbre à cames d'itinéraire (Société anonyme l'Aster).

l'Aster a un système M. D. M. entièrement électrique, en service actuellement dans une vingtaine de postes.

Le combinateur de ce système comporte des plans verticaux, dits plans d'aiguilles, à raison d'un plan par aiguille ou par groupe d'aiguilles conjuguées ; l'itinéraire est établi, comme dans le système que nous venons d'étudier, au moyen de leviers ; l'arbre commandé par le levier est muni de cames. La figure 125 montre ces deux organes essentiels. Les plans d'aiguilles sont disposés parallèlement les uns à côté des autres et peuvent être déplacés à gauche ou à droite,

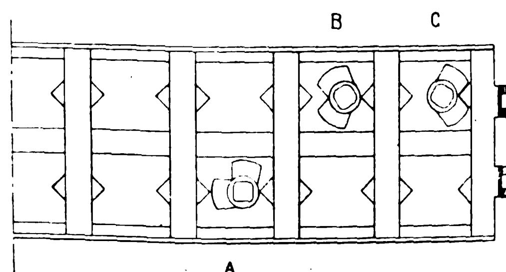


Fig. 126. — Schéma des enclenchements mécaniques d'aiguilles (Société anonyme l'Aster).

sur des roulements à billes par les cames des leviers d'itinéraire. Sur la figure 126, on remarquera un plan correspondant à une aiguille déterminée et la représentation de cames appartenant respectivement à trois leviers A, B, C : la came appartenant à A est placée de telle façon que l'itinéraire établi par ce levier com-

[1] Paul Aumont ; Nouvel autocombinateur M. D. M. système Aster. *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, septembre 1910.

[1] Lucien A.-H. Pahin ; La commande électrique des grands postes d'aiguilles et signaux de chemins de fer. *Revue générale de l'Electricité*, 8 juillet 1922, t. XII, p. 23-31.

porte la position gauche de l'aiguille, à laquelle correspond le plan figuré ici ; celui qu'établit le levier B comporte cette même position de l'aiguille ; il n'existe donc aucune incompatibilité entre ces deux itinéraires et, ainsi qu'on peut s'en rendre compte, le levier B peut être manœuvré librement. Il n'en est plus de même de l'itinéraire établi par C qui comporterait la position droite de l'aiguille ; aussi la came correspondante est-elle immobilisée comme le montre la figure.

Les plans d'aiguilles sont donc destinés à assurer el

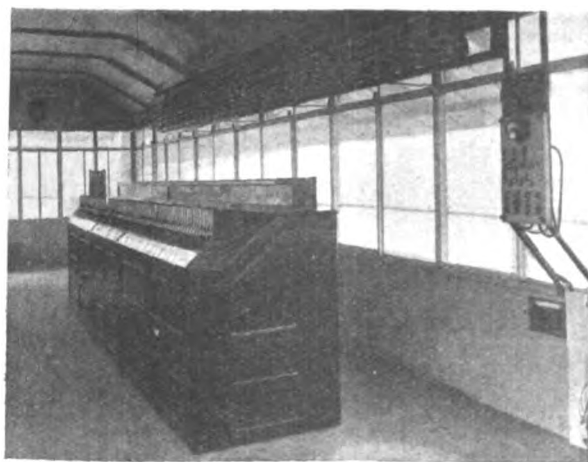


Fig. 127. — Vue du combinateur comportant 80 leviers d'itinéraires installé dans la cabine n° 3 de la gare de Tergnier (Société anonyme l'Aster).

contrôle automatique de la compatibilité de l'itinéraire que l'on veut établir avec ceux établis par les autres leviers.

Pour manœuvrer le levier, on le rabat en arrière (fig. 127) ; il en résulte une rotation de l'arbre horizontal dont nous venons de parler et qui est commandé par l'intermédiaire d'un pignon et d'une crémaillère ; d'autre part, cet arbre est prolongé et rabattu à l'arrière et porte les cames qui donnent les contacts pour la commande des signaux (fig. 128). Ces contacts interviennent dans la phase de la manœuvre, celle par laquelle l'itinéraire est réalisé.

En ce qui concerne la disposition générale du combinateur M. D. M., nous invitons le lecteur à se reporter à l'article précité qui a été publié par la « Revue générale de l'Electricité », le 8 juillet 1922, dans lequel il trouvera la description du dispositif en question.

Nous ne pouvons ici que relever la simplicité des manœuvres, condition essentielle que doivent remplir ces appareils et à laquelle nous avons déjà fait allusion plus haut.

Dispositifs de commande des signaux et des aiguilles. — Les circuits correspondant à l'itinéraire qui doit être établi étant fermés, à la suite des manœuvres que nous venons de définir, les signaux et les aiguilles intéressés fonctionnent. Nous ne pouvons pas entrer ici dans l'étude des détails des divers dispositifs permettant de réaliser les conditions imposées, variant d'un cas à un autre. En général, il s'agit de combinaisons de jeux de relais convenablement établis et qui dépendent les uns des autres suivant des règles bien définies. Or ces règles sont des cas d'espèce et nous ne pouvons ici que chercher à donner une idée du problème à un point de vue général, et décrire les divers organes qui rentrent dans la constitution du dispositif.

Dans le stand de la Société d'Electricité Mors dont nous avons déjà parlé plus haut, étaient installés un signal et une aiguille avec son moteur que l'on pouvait d'ailleurs voir fonctionner.

Sur la figure 129 est représenté le schéma des connexions des moteurs d'aiguilles, pour un itinéraire comprenant trois aiguilles. Tandis que l'aiguille 1 est prise dans la position renversée, les deux autres aiguilles doivent être dans la position normale. En X est représenté le contact établi par le levier-curseur. Les moteurs sont munis chacun de deux enroulements inducteurs intervenant chacun respectivement pour un sens de rotation déterminé. En fermant le circuit au moyen du contact en X, on alimente des électroaimants qui assurent à leur tour la fermeture du circuit correspondant du moteur, par les contacts A, B et C, celui-

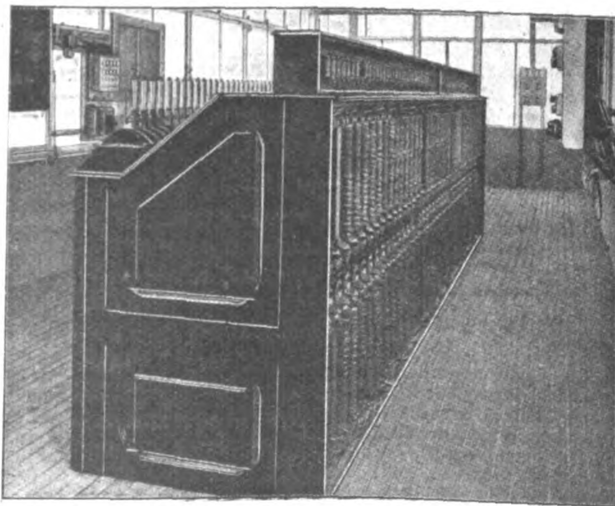


Fig. 128. Vue de l'arrière d'un combinateur (Société anonyme l'Aster).

ci tourne dans le sens voulu ; lorsque l'aiguille est parvenue à une extrémité de sa course, un organe du moteur coupe automatiquement le contact dr ou dn. La lame d'aiguille intervient à son tour par les contacts D dans la commande du signal. Le schéma des connexions du signal correspondant au système des trois aiguilles est figuré en dessous de celui du moteur d'aiguille. En Y est représenté le contact établi par le levier-curseur. Le circuit du moteur du signal n'est fermé que si les contacts 1 R, 2 N, 3 N, dans la position

de la figure, sont convenablement placés; ils sont commandés par les contrôleurs d'aiguille D.

Les électroaimants E forment avec les contacts A, B et C les relais de commande de moteur d'aiguille. Sur la figure 130 sont représentées trois vues différentes de ces relais. Ils sont montés en cabine et à chaque aiguille ou à chaque groupe d'aiguilles correspond un relais.

On donne le nom de relais de contrôle impératif aux appareils R de la figure 129, nom qui définit leur rôle, comme l'indique d'ailleurs leur disposition sur la vue schématique.

Le dispositif de commande d'aiguille que construit

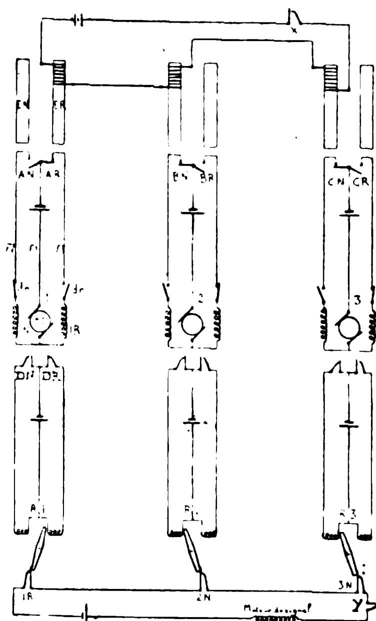


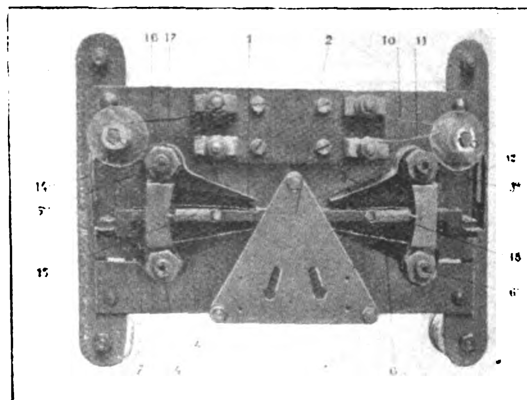
Fig. 129. — Schéma des connexions d'un poste de trois aiguilles avec les signaux correspondants (Société d'Electricité Mors).

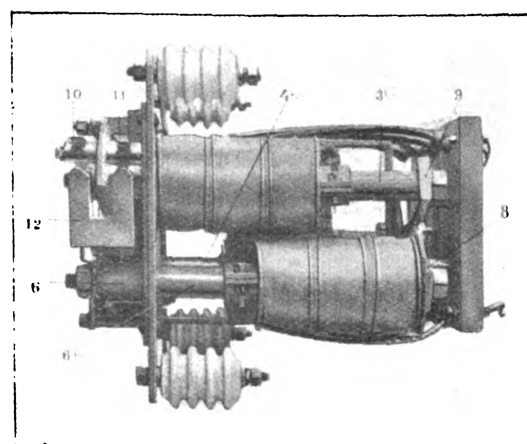
EN, ER, électroaimants pour aiguille en position normale et en position renversée; A, B, C, contacts des relais de commande de moteur d'aiguille; d, contacts du contrôleur d'aiguille sur le circuit du moteur d'aiguille; DN, DR, contacts du contrôleur d'aiguille, destinés à la commande du moteur du signal; R, relais de contrôle impératif.

la Société d'Electricité Mors est représenté sur la figure 131. Le moteur 1, à excitation série, avec deux enroulements inducteurs à bobinages inversés, pour la raison donnée plus haut, commande, par engrenage, une vis 5 sur laquelle se déplace un écrou 6. Ce dernier est muni de trois galets 7 et 7 bis qui engagent deux fourchettes 9 et 10; elles sont à leur tour calées sur l'arbre principal 11 par lequel le mouvement de l'écrou sur la vis est transmis à l'aiguille elle-même, et ceci par l'intermédiaire du boulon à œillet 13 monté à une extrémité de l'arbre et auquel est attelée l'aiguille.

L'examen de la figure 132 permet de se rendre nettement compte du fonctionnement de ce mécanisme.

Ajoutons que le dispositif est muni d'un contacteur, non représenté ici, qui comporte les contacts qui sont figurés en d et D sur le schéma donné plus haut sur la figure 129.





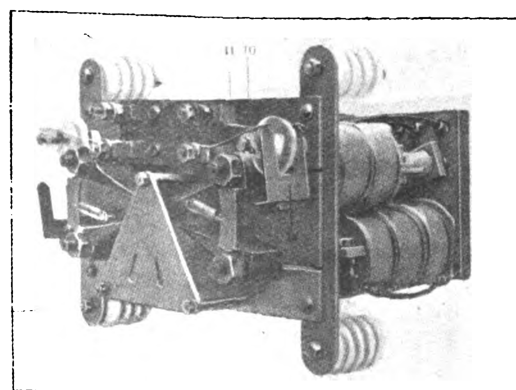


Fig. 130. — Trois vues, sous des aspects différents, des relais de commande de moteur d'aiguille (Société d'Electricité Mors).

L'équipement d'aiguille de la Société anonyme l'Aster, décrit dans l'article précité (1), est représenté

(1) Voir note (1) page 638.

sur la figure 133. Le moteur est relié à la voie par deux bielles; celles-ci s'articulent sur une plaque solidaire des traverses, tandis que le moteur lui-même est posé sur le sol. Cette disposition met les organes électriques du moteur à l'abri des chocs dus au passage des trains.

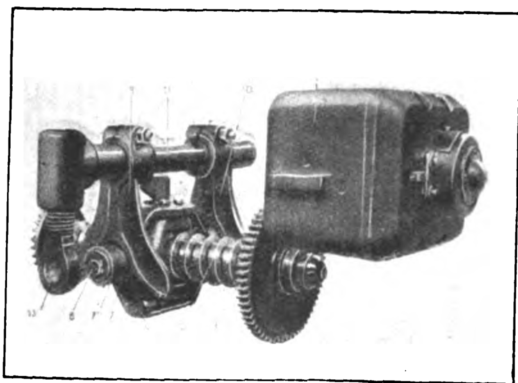


Fig. 131. — Vue du moteur d'aiguille de la Société d'Electricité Mors.

1, Moteur; 4, roue dentée; 5, vis; 6, écrou; 7 et 7 bis, galets tronconiques; 9 et 10, fourchettes mobiles; 11, arbre principal; 13, boulon à œillet.

Nous reproduisons sur la figure 134 le schéma général d'un itinéraire A B, levier renversé et signal ouvert. On remarquera, en particulier, la réalisation de la fermeture automatique, de l'immobilisation de l'aiguille pendant le passage du train et de l'enclenchement électrique du contrôle impératif de fermeture des signaux.

Nous venons de voir le problème dans son ensemble, en cherchant à donner une idée générale des solutions apportées. Mais, à côté des organes essentiels mentionnés jusqu'ici, les constructeurs des appareils de signalisation sont appelés à étudier un grand nombre de cas particuliers auxquels ne peuvent convenir que des appareils spéciaux. Nous ferons rentrer dans cette

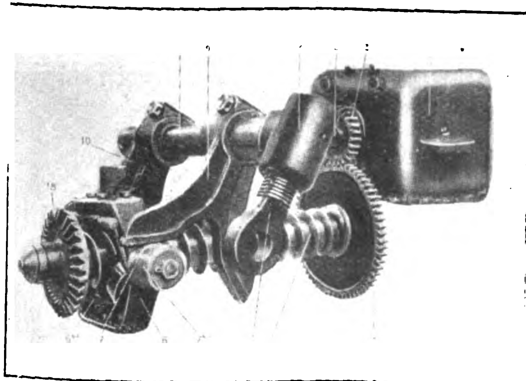


Fig. 132. — Autre vue du moteur d'aiguille de la Société d'Electricité Mors.

catégorie le levier de commande de signal « Aster », par exemple, qui peut être monté indifféremment en plein air ou à l'intérieur d'un poste; il comporte l'enclenchement électrique qui fait dépendre la possibilité de manœuvrer le signal correspondant d'une condition quelconque, ceci, au moyen d'électroaimants. Il est également muni d'un enclenchement mécanique avec des serrures Bouré, qui permet de lier la position du signal à celle des appareils de voie correspondants.

A propos de la serrure Bouré, mentionnons encore, dans le matériel présenté par la Société anonyme l'Aster, le transmetteur électrique « Aster » pour la clé de cette serrure. Rappelons que la serrure Bouré permet de lier deux appareils; chacun d'eux est muni d'une serrure qui l'immobilise dans une de ses positions; une seule clé existe pour les deux serrures; elle est libre si l'appareil correspondant est immobilisé, et prisonnier s'il est libre, d'où enclenchement réciproque des deux appareils. Or, le transmetteur électrique permet d'effectuer le transport instantané d'une clé entre deux postes. Il comporte (fig. 135) une serrure qui reçoit la clé à transmettre, une barre qui sera déplacée dans le sens longitudinal par la rotation de la clé, un cadre solidaire de l'armature mobile d'un électroaimant, une série de plots isolants portés par la partie inférieure de la barre et un voyant.

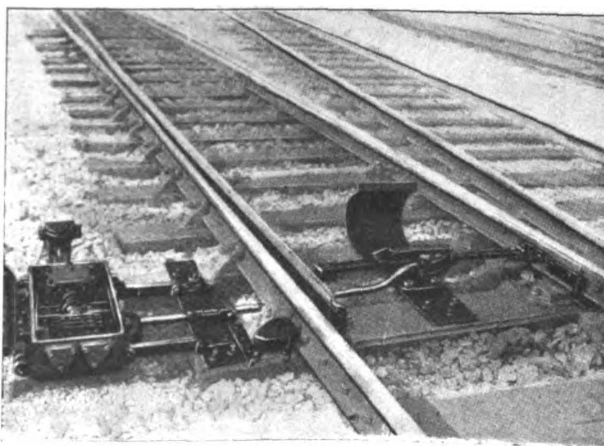


Fig. 133. — Vue de l'équipement d'un changement simple (Société anonyme l'Aster).

Deux transmetteurs réciproques sont reliés entre eux électriquement par l'intermédiaire des électroaimants. On conçoit alors aisément que, pour pouvoir sortir la clé d'un des transmetteurs B, par exemple, la clé de A doit être prisonnière, c'est-à-dire dans une position telle qu'elle assure la fermeture du circuit de l'électroaimant de B, d'où résulte la libération de la clé en B, et inversement, on libérera la clé de A par les opérations analogues en intervertissant le rôle des appareils.

Signalons encore, dans cet ordre d'idées, le commutateur de sélection pour levier Saxby et la serrure

électrique R. B. A. de la Société anonyme l'Aster. Sur la figure 136 est représentée une cabine munie du contrôle impératif de ce système. Les leviers de manœuvre sont enclenchés entre eux électriquement par un jeu de contacts convenablement disposés et qui constituent le commutateur de sélection proprement dit. Chaque levier est muni d'une serrure qui comporte un électroaimant; il n'est libéré que lorsque l'armature de l'électroaimant est attirée; autrement dit, lorsque la manœuvre est compatible avec les itinéraires existants.

Nous devons mentionner aussi le désengageur électrique Aster; il est placé au point où une transmission funiculaire se sépare en deux autres transmissions pour commander deux appareils différents; son rôle est d'assurer la soudure ou l'indépendance avec la transmission d'entrée de l'une ou des deux transmissions de sortie, suivant qu'un accouplement correspondant à chacune de ces transmissions, ou les deux, sont ou non parcourues par un courant électrique.

La transmission d'entrée est, en général, celle d'un signal; l'appareil est placé sur le mât ou dans son voisinage. Il se compose d'un arceau tournant autour d'un

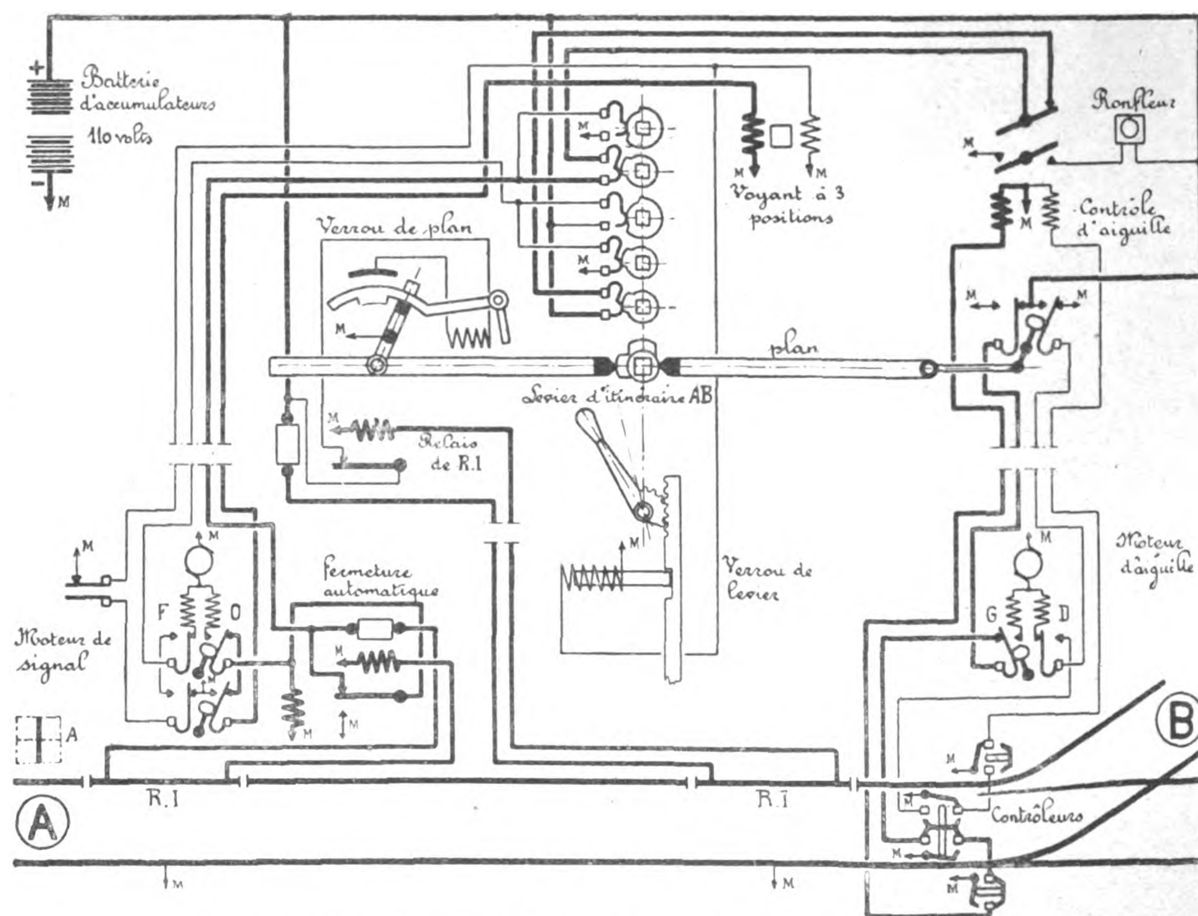


Fig. 134. — Schéma général d'un itinéraire A B (levier renversé, signal ouvert) (Société anonyme l'Aster).

axe et actionné par la transmission d'entrée, qui est tendue par un contrepoids réglable de rappel (fig. 137), et de deux tranches de désengagement comportant chacune un électroaimant et un balancier. Les électroaimants sont placés dans un circuit de contrôle, ou dans celui d'un poste désengageur ou encore dans un circuit de voie, suivant le rôle exact auquel l'appareil est destiné.

Pour terminer ce rapide examen, nous donnons sur les figures 138 et 139 les vues de la cabine n° 1 de la gare de Pontoise, de la Compagnie des Chemins de fer du Nord et de celle des signaux et des sémaphores commandés par la cabine n° 2 de la gare d'Aulnoye, de la même compagnie; tout le matériel de signalisation est celui de la Société anonyme l'Aster.

Nous mentionnerons encore, ici, la maquette de manœuvre de signaux et enclenchements pour chemins de fer dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Les leviers et appareils sont du système Ducousso-Rodary.

Sources d'énergie électrique. — En général, les relais, moteurs, électroaimants sont prévus pour être alimentés en courant continu, sous une tension de 110 V; la distribution de l'énergie électrique ne présente dans ces conditions aucune particularité. On peut avoir recours à l'emploi d'une batterie d'accumulateurs. Lorsque le courant du réseau est du courant alternatif, la batterie est chargée pendant la journée par l'inter-

médiaire d'un groupe convertisseur qui, dans ces conditions, fonctionne pendant un temps relativement court.

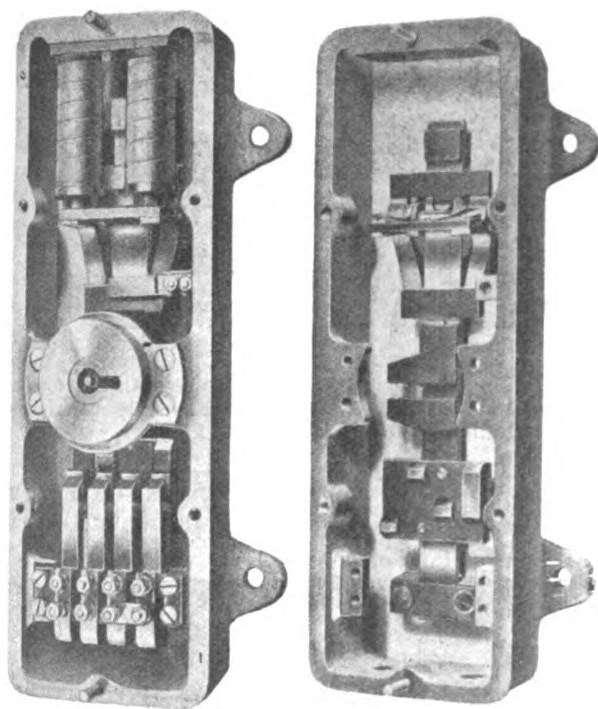


Fig. 135. — Deux vues sous des aspects différents d'un transmetteur électrique pour clef de serrure Bouré (Société anonyme l'Aster).

Si nous envisageons cette question des sources d'énergie électrique, c'est bien plutôt pour nous occuper

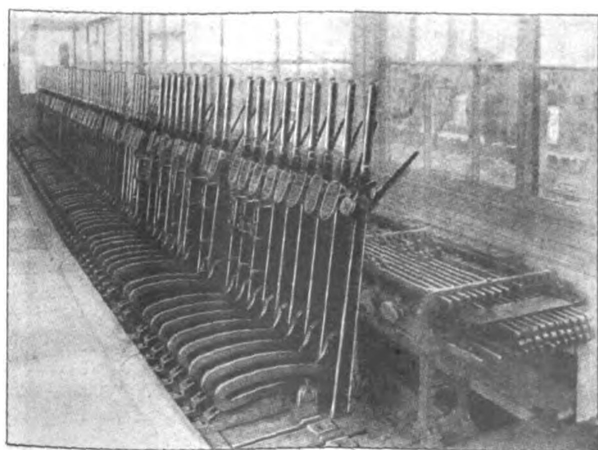


Fig. 136. — Vue d'une cabine Saxby, munie du contrôle impératif Aster (Société anonyme l'Aster).

des piles dont on a besoin dans certains systèmes de signalisation, et pour indiquer une pile spécialement étudiée pour cet usage, la pile AD, exposée dans le stand de la Société Le Carbone ([1]). Pour provoquer le déclenchement d'un relais, dit relais de voie, lors du passage d'un train sur une voie déterminée, on réalise souvent un montage tel que les piles qui alimentent le relais soient mises en court-circuit par le train lui-même, d'où une diminution de la tension aux bornes de la batterie, qui devient insuffisante pour maintenir le relais enclenché. Les piles généralement employées sont des éléments au sulfate de cuivre de faible résistance intérieure; or, il peut arriver que la durée de l'occupation par le train de la portion de voie intéressée se prolonge au delà de l'intervalle de temps prévu ainsi que le fonctionnement en court-circuit des piles qui sont, de ce fait, très rapidement mises hors service. Il faut, pour éviter cet inconvénient, d'abord augmenter la résistance intérieure des piles; ceci est réalisé dans les piles AD au moyen d'un artifice de construction permettant, en outre, l'emploi d'une solution concentrée normale de chlorure d'ammonium. Mais cette augmentation de la résistance intérieure n'étant pas d'une efficacité absolue, la Société Le Carbone conseille d'intercaler de plus, dans le circuit des piles, une résistance additionnelle qui permette d'éviter le court-circuit franc.

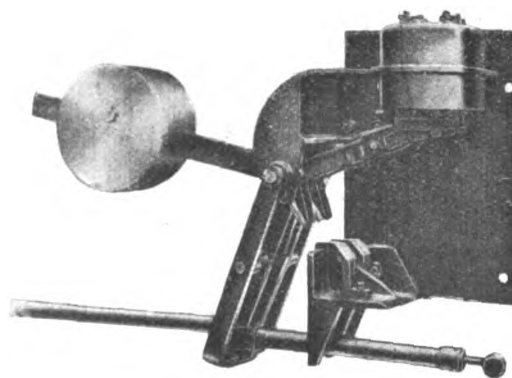


Fig. 137. — Vue du désengageur électrique à deux accouplements (Société anonyme l'Aster).

La pile AD, type signaux, peut également être employée pour l'alimentation des circuits de signaux avertisseurs des passages à niveau, des appareils de manœuvre des pétards de sécurité, des moteurs de signaux, etc.

III. **Divers dispositifs de signalisation et de commande à distance**. — Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment ([2]), la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston a

([1]) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. IV. Piles et Accumulateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 1er mars 1924, t. xv, p. 350-352.

([2]) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. III. Appareillage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. xv, p. 299. A ce propos, nous relevons une erreur de copie dans l'article précité : il s'agit d'un disjoncteur de 2 000 A et non de 20 000 A.



Fig. 138. — Vue de la cabine n° 1 de la gare de Pontoise de la Compagnie des Chemins de fer du Nord, épuipée avec le matériel de la Société anonyme l'Aster.

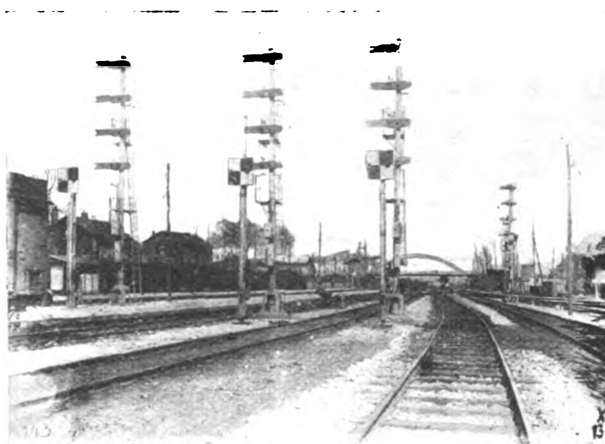


Fig. 139. — Vue de la gare d'Aulnoye de la Compagnie des Chemins de fer du Nord, équipée avec le matériel de signalisation de la Société anonyme l'Aster.

présenté un dispositif de contrôle et de commande à distance qui intéresse tous les organismes constitués par des postes disséminés et dépendant les uns des autres (stations centrales, sous-stations et postes de

Fig. 140. — Vue du stand de la Marine nationale sur laquelle se voit le moteur asservi système Baule.

transformation, sur les réseaux de distribution de l'énergie électrique ; postes de signalisation, cabines d'enclenchement, dans les chemins de fer, etc.).

Le contrôle peut être individuel ou multiple : dans le premier cas, trois conducteurs suffisent pour relier le poste principal aux appareils contrôlés et commandés ; dans le second cas, il est nécessaire de prévoir quatre conducteurs. Pour une distance de 40 km, ces conducteurs ont la même section que les fils téléphoniques. Le système peut comporter 48 dispositifs de commande et de contrôle différents ; s'il ne s'agit que d'un système de contrôle, le nombre des dispositifs peut être doublé et s'élever par conséquent à 96.

Le tableau du poste principal comporte des clefs pour effectuer les commandes, et des lampes de signalisation pour le contrôle. Il est également prévu une sonnerie d'alarme, secondée d'une lampe pilote qui indiquent au chef du poste si la manœuvre a été réalisée ; celui-ci est aussi prévenu de tout fonctionnement anormal de l'un quelconque des organes de la station commandée et contrôlée.

Ce système est alimenté par une batterie d'accumulateurs de 120 v, dont le point milieu est mis à la terre.

Nous signalerons encore le moteur asservi du système Baule exposé dans le stand de la Marine nationale (fig. 140). Cet appareil est constitué par trois électroaimants avaleurs ; leurs armatures sont articulées sur une même manivelle centrale. Les électroaimants sont excités successivement au moyen d'un distributeur tournant, placé au poste de commande : le moteur est donc relié à ce poste par quatre fils, dont un pour chaque électroaimant et un fil commun. On conçoit alors aisément la réalisation du mouvement de rotation de l'arbre central par les attractions exercées successivement par les trois électroaimants sur les armatures correspondantes. Nous n'insisterons pas davantage ici sur cet appareil, et nous ne parlerons ni des dispositions prévues pour assurer un mouvement continu, ni de ses applications dans la marine, sachant que M. Baule se propose d'en faire lui-même un exposé dans les colonnes de la « Revue générale de l'Electricité ».

(A suivre.)

A. Curchod,
Licencié ès sciences,
Ingénieur E. S. E.

Considérations sur l'emploi d'un compensateur synchrone pour modifier le facteur de puissance d'une usine consommatrice d'énergie électrique

Les distributeurs d'énergie électrique exigent, de plus en plus, dans la rédaction de contrats nouveaux pour la fourniture d'énergie électrique, une clause stipulant que le prix auquel elle sera fournie dépendra du facteur de puissance moyen de l'installation de l'acheteur d'énergie, suivant une certaine fonction précisée dans le contrat. L'acheteur, étant le plus souvent obligé d'accepter les nouvelles conditions que son fournisseur désire lui imposer et qui peuvent être préjudiciables pour lui si le facteur de puissance moyen de son installation est inférieur à une valeur déterminée, est généralement conduit, par raison d'économie, à étudier s'il n'aurait pas intérêt à produire à ses frais une partie ou la totalité de l'énergie réactive qu'il consomme, plutôt que de l'acheter au distributeur d'énergie. Une semblable question ne comporte pas une réponse pouvant être considérée comme exacte dans la généralité des cas, car tous les problèmes de ce genre sont des cas d'espèces ainsi qu'il apparaîtra à la lecture de l'étude suivante qui a été effectuée en vue de montrer combien peut être appréciable l'économie réalisée par un industriel contribuant lui-même à l'aide d'un compensateur synchrone, avec ou sans dispositif de réglage automatique, à la fourniture de la totalité ou d'une partie de l'énergie réactive consommée.

I. Généralités sur le compensateur synchrone.

— Définition du compensateur synchrone. — On appelle « compensateur synchrone » un moteur synchrone prévu pour tourner en ne développant sur son arbre aucune puissance mécanique, tout en fournissant de la puissance réactive au réseau sur lequel il est branché, ou tout en absorbant de la puissance réactive fournie par le réseau.

Un compensateur synchrone peut donc fonctionner en générateur d'énergie réactive (forte excitation) ou en récepteur d'énergie réactive (faible excitation). Le réglage de son débit, ainsi que le passage de la marche en générateur à la marche en récepteur, s'obtiennent en agissant sur la valeur du courant continu circulant dans ses inducteurs.

Le réseau fournit au compensateur de la puissance active qui est dissipée dans ses enroulements sous forme de pertes par effet Joule, par hystérésis et courants de Foucault, par frottement et ventilation, et par là assure la rotation de la machine.

On définit généralement un compensateur par la valeur de la puissance réactive qu'il peut débiter d'une manière continue sous la tension et à la fréquence normales.

Le fonctionnement du compensateur en générateur d'énergie réactive est seul à envisager dans la présente

étude, mais, pour résoudre certains problèmes, tels que le réglage de la tension des réseaux, il peut y avoir intérêt à faire fonctionner le compensateur en récepteur.

Réglage de l'excitation. — Les compensateurs synchrones de construction récente sont munis d'excitatrices avec pôles de réglage et avec pôles de compensation, de sorte qu'il est possible, sans inconvénient pour l'excitatrice, de régler entre de grandes limites le courant d'excitation du compensateur (courant circulant dans les inducteurs) en agissant simplement sur une résistance intercalée dans le circuit d'excitation de l'excitatrice.

Cette résistance peut être un simple rhéostat manœuvré à la main à l'aide d'un volant (dans le cas du réglage à main) ou une résistance réglée par un dispositif automatique (lorsque l'automatisme de réglage est prévu).

Cette disposition à rhéostat unique est identique à celle employée actuellement sur les alternateurs et présente le grand avantage de supprimer le rhéostat de champ principal, organe encombrant et coûteux, qui était inséré autrefois en série dans le circuit d'excitation des alternateurs, entre l'excitatrice et les inducteurs.

Vitesse des compensateurs. — Les qualités que l'on recherche toujours dans un compensateur sont, d'une part, des frais de premier établissement aussi faibles que possible, et, d'autre part, des pertes aussi réduites que possible; c'est pourquoi, d'une manière générale, on choisit des compensateurs synchrones à grande vitesse.

La construction de ces machines présentant toutefois quelques difficultés, les constructeurs ne se laissent pas uniquement guider par ces considérations de prix et de vitesse, mais aussi par l'expérience acquise dans la construction des alternateurs : ce qui explique la variété des vitesses que l'on rencontre, suivant les constructeurs, pour des compensateurs devant satisfaire aux mêmes conditions de fonctionnement.

Les compensateurs à 6 et 8 pôles (750 t : mn et 1 000 t : mn, à la fréquence de 50 p : s) sont les plus répandus pour les puissances moyennes. On a construit des compensateurs synchrones très puissants à 4 pôles, 1 500 t : mn et d'autres, à 12 pôles, 500 t : mn.

Pour les compensateurs de très petites puissances (20 kV-A), on utilise avec succès des machines à 4 pôles.

Dispositif de mise en route. — Pour mettre en route un compensateur synchrone, on emploie l'un des dispositifs connus pour la mise en route des moteurs synchrones, et dont les principaux sont rappelés ci-après :

Démarrage direct en moteur asynchrone, en 2 ou 3 temps, par autotransformateur ;

Démarrage par moteur autosynchronisant ;

Démarrage par moteur asynchrone ;

Démarrage par moteur asynchrone synchronisé.

Objet du compensateur synchrone. — Les raisons pour lesquelles il est utile de fournir de l'énergie réactive à un réseau ou, au contraire, de consommer à l'aide d'un compensateur synchrone de l'énergie réactive fournie par ce réseau, sont des plus variées et bien connues : les caractéristiques électriques (tension, intensité, facteur de puissance) d'un réseau sont, en effet, modifiées, lorsqu'on branche sur lui un compensateur synchrone.

Cette modification intéresse tout l'ensemble du réseau et non seulement le nœud de branchement du compensateur. La mise en route de ce dernier intéresse donc :

Le producteur d'énergie électrique (usine génératrice);

Le transmetteur et le distributeur d'énergie électrique (ligne et poste de transformation) ;

Le consommateur d'énergie électrique (acheteur d'énergie électrique).

Ce sont les nouvelles conditions de tarification de l'énergie électrique qui ont tout récemment attiré de nouveau l'attention sur les compensateurs synchrones dont les effets sont connus et utilisés depuis très longtemps.

Il est, en effet, de plus en plus répandu d'employer, pour facturer l'énergie électrique vendue par le distributeur au consommateur, une certaine fonction $k = f(P, H)$ donnant le prix k du kilowatt-heure facturé en fonction de l'énergie active P et de l'énergie réactive H, consommées par l'acheteur.

La forme définitive et universelle à donner à cette fonction a fait l'objet de nombreuses propositions, mais, quelle que soit la formule employée, l'acheteur constate que le prix du kilowatt-heure dépend du facteur de puissance moyen de son usine (moyen dans la période s'écoulant entre l'établissement de deux factures successives).

Dans ces conditions, l'acheteur qui possède une usine consommatrice A branchée sur un réseau B, considère le compensateur synchrone, installé par ses soins dans son usine, comme un véritable transformateur changeant, en énergie réactive, de l'énergie active fournie par le réseau et dissipée à l'intérieur du compensateur. Grâce à l'amélioration du facteur de puissance, il résulte une réduction du prix k du kilowatt-heure facturé par le distributeur à l'acheteur.

Sous cette forme, l'acheteur envisage donc l'action du compensateur synchrone sur une seule des caractéristiques électriques (facteur de puissance) de la branche du réseau alimentant son usine et, pour lui, la seule question qui se pose est de savoir si une telle installation sera, en définitive, rémunératrice.

C'est le problème limité à ce cas particulier que nous allons traiter dans cette note, cas où le compensateur synchrone n'est appelé à fonctionner qu'en générateur d'énergie réactive.

II. Dépenses annuelles afférentes à l'installation d'un compensateur. — Soit N la puissance nominale, en kilovolts-ampères, du compensateur synchrone dont l'installation est envisagée.

Les dépenses occasionnées par cette installation sont les suivantes.

A. Frais annuels d'amortissement du capital immobilisé. — Le capital est immobilisé, d'une part, en frais d'achat de matériel électrique (compensateur, appareillage, transformateur) et, d'autre part, en frais d'aménagement (montage, bâtiment, maçonnerie, transport).

On peut les répartir comme il suit :

a_1, frais d'achat du matériel électrique (compensateur, appareillage, transformateur), par kilovolt-ampère :

a_2, frais d'aménagement (montage, bâtiment, maçonnerie, transport), par kilovolt-ampère ;

z, taux d'amortissement du capital immobilisé.

Les frais annuels d'amortissement de ce capital sont donnés par la relation $A = zX(a_1 + a_2)$.

On choisit généralement un taux d'amortissement z de 10 pour 100 ou encore de $\left(\frac{100}{n}\right)$, n étant la durée du contrat de fourniture d'énergie électrique.

a_1 dépend de X et de plusieurs autres facteurs tels que : tension et fréquence du réseau, vitesse du compensateur synchrone, circonstances locales entraînant une complexité plus ou moins grande de l'appareillage.

Dans le but de fixer les idées et de donner approximativement l'ordre de grandeur relatif des diverses dépenses créées par une telle installation, les frais d'achat du matériel électrique par kilovolt-ampère ont été calculés pour un prix déterminé de la main-d'œuvre et un certain cours des matières premières.

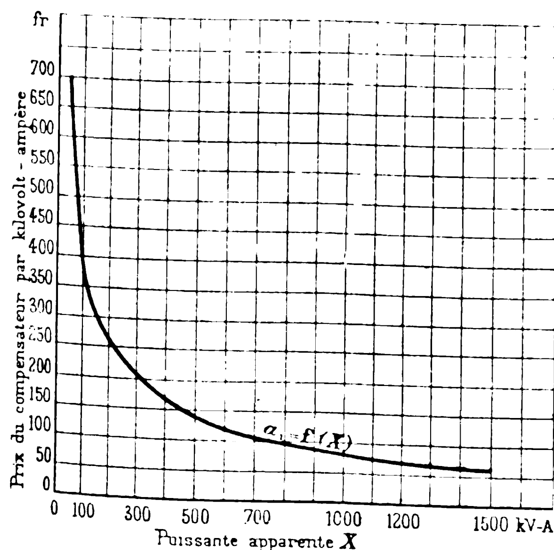


Fig. 1. — Courbe donnant le prix, en francs et par kilovolt-ampère, de compensateurs synchrones triphasés, 3 000 v, 50 p : s et 1 000 t : mn, de différentes puissances.

La courbe de la figure 1 donne la relation $a_1 = f(X)$ pour des compensateurs synchrones triphasés, 3 000 v, 50 p : s, 1 000 t : mn, branchés directement sur le réseau, sans l'intermédiaire de transformateurs, et prévus pour démarrer directement en moteurs asynchrones.

De l'examen de cette courbe, il apparaît que le prix a_1 du kilovolt ampère décroît de 720 à 65 fr quand la puissance nominale du compensateur augmente de 50 à 1 500 kV-A.

a_2 dépend de X et aussi des dispositions locales pouvant faciliter ou compliquer l'installation du compensateur :

Les frais de montage et de transport sont évalués généralement, en première approximation, à 20 pour 100 du prix d'achat du matériel électrique, mais il est impossible de fixer, a priori, l'ordre de grandeur de la dépense engagée pour l'aménagement des bâtiments, puisque ce sont uniquement les circonstances locales qui fixent l'importance des travaux à exécuter.

B. Frais annuels d'entretien et de surveillance. — Si l'on représente par :

b_1, les frais d'entretien du matériel électrique et des bâtiments, par kilovolt-ampère et par an (huile, chiffons, assurance, peinture, couverture, etc...) ;

b_2, les frais de surveillance, par kilovolt-ampère et par an,

le montant total des frais annuels de ces deux postes est donné par la relation $B = X(b_1 + b_2)$.

b_1 est évalué généralement à 2 pour 100 du capital immobilisé ;

b_2 dépend des conditions de réglage que doit remplir le compensateur.

L'installation d'un compensateur dans les conditions ci-dessus a souvent pour but de maintenir à une valeur déterminée le facteur de puissance de l'ensemble de l'usine, quelle que soit la puissance active absorbée par celle-ci, de manière à réduire le plus possible le prix d'achat du kilowatt-heure d'énergie électrique.

La puissance active absorbée par l'usine variant constamment, il convient de régler l'excitation du compensateur synchrone de manière à lui faire débiter la puissance réactive convenable : il n'y a pas d'intérêt, en effet, pour l'abonné, à améliorer le facteur de puissance de son usine au-dessus d'une valeur optimum qui dépend des conditions de tarification imposées.

Dans ces conditions, si la puissance réactive que doit débiter le compensateur varie lentement et régulièrement en fonction du temps, il peut être possible d'opérer le réglage de son excitation à la main, mais, dans le cas contraire, il est nécessaire d'avoir recours à un dispositif de réglage automatique de l'excitation.

Dans le cas du réglage à la main, il faut qu'un électricien se tienne en permanence à proximité du panneau de commande du compensateur synchrone : le traitement de cet électricien est donc à faire intervenir dans les frais de surveillance.

La figure 2 donne la fonction $b_2 = f(X)$ dans le cas du réglage à la main, pour une marche du compensateur de 24 heures par jour.

Cette courbe montre que b_2 décroît, par kilovolt-

ampère et par an, de 330 à 10 fr quand la puissance nominale du compensateur croît de 50 à 1 500 kv-A.

Dans le cas du réglage automatique de l'excitation, il n'y a aucune dépense de surveillance à faire intervenir, du fait que l'électricien de l'usine, tout en assurant son service habituel, vient simplement contrôler si le régulateur est bien au point au moment de la mise en route du compensateur.

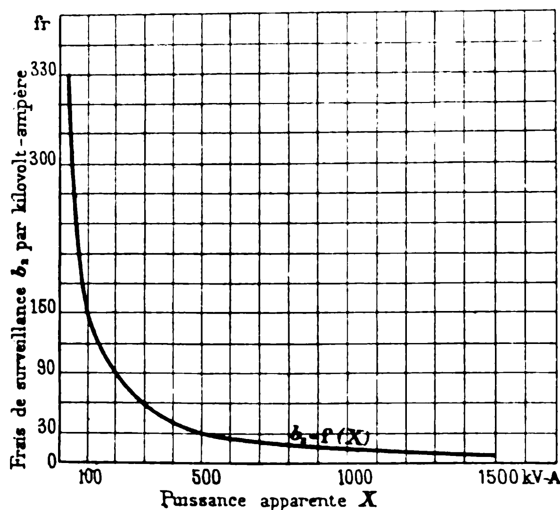


Fig. 2 — Courbe donnant les frais de surveillance, en francs et par kilovolt-ampère, de compensateurs synchrones triphasés, 3 000 v, 50 p : s, 1 000 t : mn, de différentes puissances et réglagle à la main.

C. Frais annuels de consommation supplémentaire d'énergie électrique. — Ainsi qu'il a été expliqué ci-dessus, le compensateur absorbe de l'énergie active pour tourner et la puissance active absorbée, à un instant quelconque, par un compensateur de puissance nominale déterminée dépend de la valeur de la puissance réactive débitée, ou absorbée, par le compensateur à l'instant considéré.

Elle est minimum lorsque la machine tourne sans débiter ni absorber aucune puissance réactive, ce qu'on appelle la « marche à vide ».

La puissance active absorbée peut être considérée comme la somme d'une quantité constante (pertes à vide) et d'une quantité variable dépendant de la charge.

Ces pertes variables comprennent principalement les pertes par effet Joule : nous admettrons qu'elles croissent sensiblement comme le carré du courant circulant dans le stator du compensateur, c'est-à-dire proportionnellement au carré de la puissance réactive fournie par le compensateur au réseau.

Désignons par :

T, le nombre d'heures de fonctionnement du compensateur par an ;

c_1, les pertes à vide en kilowatts par kilovolt-ampère ;

d_1, la différence, en kilowatts par kilovolt-ampère, entre les pertes à pleine charge et les pertes à vide.

Lorsque la puissance réactive débitée par le compensateur est x, la puissance active qu'il absorbe est

$$X\left(c_1 + \left(\frac{x}{X}\right)^2 d_1\right).$$

Soit alors k_2 le prix du kilowatt-heure facturé par le distributeur à l'acheteur après la mise en route du compensateur.

Les frais annuels de consommation supplémentaire d'énergie électrique sont

$$C = \int_0^T X\left(c_1 + \left(\frac{x}{X}\right)^2 d_1\right) \mathrm{d}t = X\left[c_1 T + d_1 \int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 \mathrm{d}t\right].$$

Le terme $c_1 T$ a une valeur constante pour une machine déterminée ; au contraire, le terme

$$d_1 \int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 \mathrm{d}t$$

varie avec l'utilisation de la machine. Il en résulte que, pour réduire la valeur de l'énergie électrique absorbée par le compensateur au bout du temps T, pour des pertes totales déterminées à pleine charge, il y a généralement intérêt à diminuer c_1 et à augmenter d_1 ; autrement dit, de deux compensateurs de même puissance nominale qui sont affectés des mêmes pertes totales à pleine charge, le plus intéressant pour l'acheteur d'énergie électrique est celui qui a les plus petites pertes à vide, et ce, d'autant plus que le compensateur sera appelé à fonctionner à plus faible charge pendant des périodes importantes vis-à-vis de T.

Cette question du rapport entre les pertes à vide et les pertes à pleine charge est très importante, bien qu'elle soit souvent négligée : il y aurait pourtant un grand avantage à payer, dans certains cas, plus cher un compensateur présentant cette qualité.

La figure 3 donne les relations $c_1 = f(X)$ et $d_1 = f(X)$ pour des compensateurs synchrones triphasés à 3 000 v, 50 p : s et 1 000 t : mn.

Cette courbe montre que c_1 varie de 0,100 à 0,050 kw par kilovolt-ampère quand la puissance nominale croît de 50 à 1 500 kv-A, et que d_1 décroît de 0,095 à 0,016 kw par kilovolt-ampère, quand la puissance nominale croît de 50 à 1 500 kv-A.

D. Total des dépenses annuelles afférentes à l'installation d'un compensateur. — Le montant total de la dépense annuelle engendrée par la mise en route du compensateur est

$$D = A + B + C.$$

E. Réduction du montant de l'énergie électrique facturée. — Par suite de la mise en route du compensateur, le facteur de puissance moyen de la branche du

réseau alimentant l'usine est amélioré, de sorte que le prix du kilovatt-heure facturé par le distributeur à l'acheteur est moins cher après la mise en route du compensateur qu'avant.

Si nous désignons par :

N, le nombre de kilowatts-heure absorbés par l'usine

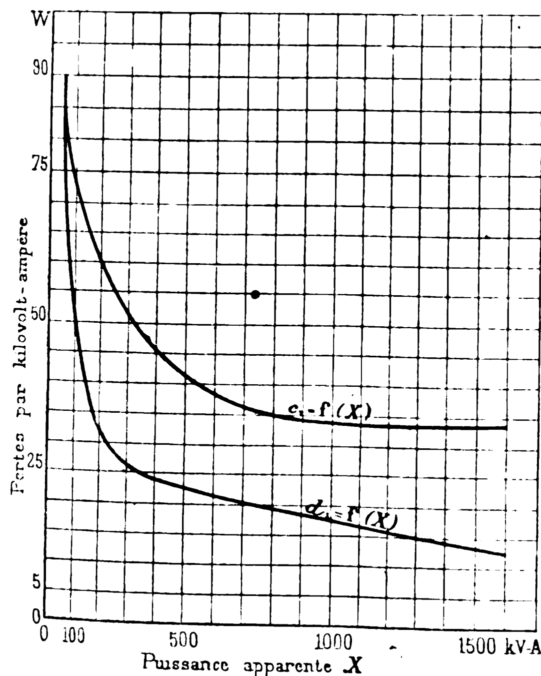


Fig. 3. — Courbes des pertes, en watts et par kilovolt-ampère, de compensateurs synchrones triphasés, 3000 v, 50 p : s, 1000 t : mn, de différentes puissances.

pendant une année, non compris l'énergie active absorbée par le compensateur pour tourner;

k_1, le prix du kilowatt-heure facturé avant la mise en route du compensateur;

k_2, le prix du kilowatt-heure facturé après la mise en route du compensateur;

après une année de fonctionnement avec compensateur, la réduction du montant des factures d'énergie électrique utilisée pour actionner les machines installées dans l'usine sera

$$E = N(k_1 - k_2).$$

Cette expression donne le gain brut et, pour obtenir le gain réel effectué, il convient d'en déduire le montant global D des dépenses annuelles ci-dessus.

F. Économie du système. — L'économie annuelle réalisée est $F = E - D$. Elle est obtenue par l'immobilisation supplémentaire d'un capital $X(a_1 + a_2)$; le taux d'intérêt de ce nouveau capital immobilisé est donc de

$$r = 100 \times \frac{E - D}{X(a_1 + a_2)}.$$

G. Choix de la puissance nominale X du compensateur à installer. — L'expression ci-dessus donnant r montre que le choix de la valeur nominale X à donner au compensateur synchrone n'est pas chose aisée : il convient, par suite, de procéder par approximations successives pour trouver la valeur de X conduisant à un taux d'intérêt suffisamment élevé pour justifier économiquement l'installation du compensateur.

Pour déterminer cette puissance X avec toute la précision désirable, il convient, avant de commencer l'étude, de connaître les données suivantes :

1° Conditions exactes de tarification;

2° Courbe de la puissance active absorbée par l'usine en fonction du temps;

3° Courbe de la puissance réactive absorbée par l'usine en fonction du temps;

4° Relevé des indications des compteurs d'énergie active et réactive au début et à la fin de la période correspondant au relevé des courbes de puissance ci-dessus;

5° Dispositif de réglage qui sera choisi.

III. Exemple d'installation d'un compensateur synchrone. — Une usine utilisant l'énergie électrique consomme annuellement, pour 300 jours de fonctionnement, une énergie active de 4 125 000 kw-h, soit en moyenne 13 750 kw-h par jour.

L'énergie réactive consommée pendant ce même temps est de 4 950 000 kv-a-h; soit, en moyenne, 16 500 kv-a-h par jour.

Ces deux consommations d'énergie sont déduites des lectures faites aux compteurs d'énergie active et réactive.

De ces deux chiffres de consommation, on déduit que le facteur de puissance moyen annuel est de 0,63.

L'usine fonctionne sans arrêt.

Les diagrammes de fonctionnement de l'usine ont été obtenus en relevant, de quart d'heure en quart d'heure, les indications d'un wattmètre pour puissance réactive et d'un wattmètre pour puissance active pendant ving-quatre heures consécutives de fonctionnement d'une journée normale correspondant à un travail moyen.

Sur la figure 4, le diagramme 1 donne

$$\sqrt{3}\, UI \cos\varphi = f(t);$$

le diagramme 2

$$\sqrt{3}\, UI \sin\varphi = f(t).$$

En évaluant les surfaces des aires comprises entre les courbes 1 et 2 et l'axe des temps, on trouve que, dans la journée considérée, l'énergie active consommée a été de 15 000 kw-h et l'énergie réactive, de 19 000 kv-a-h; ce qui correspond à un facteur de puissance moyen tel que $\cos\varphi = 0{,}62$.

Ces différentes valeurs étant voisines de celles trouvées comme moyennes journalières correspondant à 300 jours de fonctionnement et rappelées ci-dessus, les

diagrammes 1 et 2 pourront être employés avec raison pour servir de contrôle aux calculs qui vont suivre.

Il convient de noter que les diagrammes conduisent à une différence de 9 pour 100 sur la consommation journalière d'énergie active, à une différence de 15 pour 100 sur la consommation journalière d'énergie réactive et à une différence de 1,02 pour 100 sur le facteur de puissance moyen, par rapport aux consommations moyennes journalières déduites des 300 jours de fonctionnement constituant l'année normale.

Les conditions de tarification sont telles, que, quelle que soit la valeur du facteur de puissance moyen, le

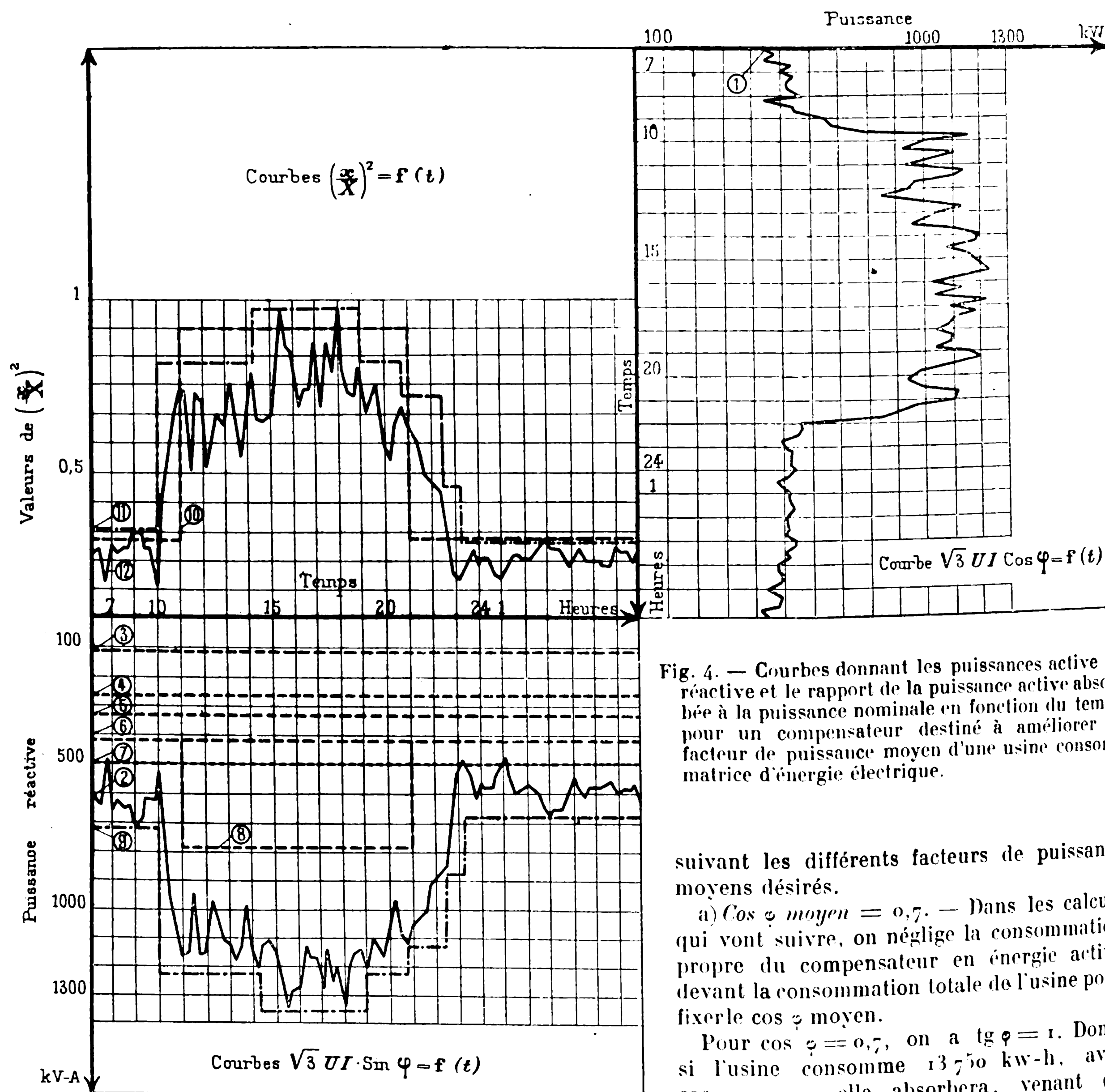


Fig. 4. — Courbes donnant les puissances active et réactive et le rapport de la puissance active absorbée à la puissance nominale en fonction du temps pour un compensateur destiné à améliorer le facteur de puissance moyen d'une usine consommatrice d'énergie électrique.

kilowatt-heure est facturé 0,25 fr et le kilovolt-ampère-heure d'énergie réactive, 0,05 fr.

Le compteur réactif n'enregistre les échanges d'énergie réactive que dans un seul sens.

On demande de déterminer la puissance du compensateur qu'il est, économiquement parlant, le plus intéressant d'installer.

Il convient d'évaluer d'abord quelles doivent être, approximativement, les puissances des compensateurs suivant les différents facteurs de puissance moyens désirés.

a) *Cos φ moyen* = 0,7. — Dans les calculs qui vont suivre, on néglige la consommation propre du compensateur en énergie active devant la consommation totale de l'usine pour fixer le cos φ moyen.

Pour cos $\varphi = 0{,}7$, on a $\operatorname{tg}\varphi = 1$. Donc, si l'usine consomme 13 750 kw-h, avec cos $\varphi = 0{,}7$, elle absorbera, venant du réseau,

$$13\,750 \times \operatorname{tg}\varphi = 13\,750 \times 1 \text{ kv-a-h d'énergie réactive.}$$

Le compensateur devra donc fournir la différence entre la consommation de l'usine en énergie réactive et la quantité d'énergie réactive envoyée par le réseau, soit

$$16\,500 - 13\,750 = 2\,750 \text{ kv-a-h.}$$

Si le compensateur synchrone tourne 24 heures à

pleine charge, il devra avoir une puissance nominale de

$$2750 : 24 = 120 \text{ kv-A, environ.}$$

Cette marche continuelle du compensateur à pleine charge est-elle possible ? Pour s'en rendre compte, il suffit de vérifier si, après la mise en route du compensateur, le facteur de puissance de l'usine peut, à un instant quelconque, devenir plus petit que 1 en correspondant à un déphasage du courant en avant de la tension; cette dernière marche, qui est appelée « la marche en surexcité de l'usine », n'est pas économique pour l'acheteur puisque, le compteur réactif ne tournant que dans un seul sens, l'énergie réactive fournie par l'usine au réseau lors de cette marche ne viendra pas en déduction de l'énergie fournie par le réseau à l'usine, de sorte que cette marche en compensateur surexcité aurait pour conséquence, qu'à l'expiration de la journée, le compensateur aurait fourni à l'usine moins que 2750 kv-A-h.

Le débit du compensateur, en fonction du temps, est représenté par la droite 3 de la figure 4, parallèle à l'axe des temps et correspondant à une ordonnée égale à 120 kv-A. Cette droite ne rencontrant pas le diagramme 2, il est certain que la marche en compensateur surexcité de l'usine n'est pas à craindre, et un compensateur de 120 kv-A produira bien l'effet désiré.

b) *Cos φ moyen* = 0,8. — En raisonnant comme au paragraphe a), on arrive aux résultats suivants :

Pour cos φ = 0,8, on a tg φ = 0,75 ; donc l'énergie réactive fournie par le réseau sera

$$13\,750 \times 0{,}75 = 10\,300 \text{ kv-A-h},$$

tandis que l'énergie réactive à fournir par le compensateur sera

$$16500 - 10\,300 = 6\,200 \text{ kv-A-h}.$$

On trouve, pour la puissance nominale du compensateur,

$$6\,200 : 24 = 260 \text{ kv-A-h}.$$

La droite 4 de la figure 4 représente le débit du compensateur en fonction du temps. Cette droite montre que la marche en compensateur surexcité n'est pas à craindre et le compensateur de 260 kv-A produira donc bien l'effet désiré.

c) *Cos φ moyen* = 0,85. — En raisonnant comme au paragraphe b), on trouve ce qui suit :

Pour cos φ = 0,85, on a tg φ = 0,625 ;

Energie réactive fournie par le réseau,

$$13\,750 \times 0{,}625 = 8\,600 \text{ kv-A-h} ;$$

Energie réactive à fournir par le compensateur,

$$16\,500 - 8600 = 7\,900 \text{ kv-A-h} ;$$

Puissance nominale du compensateur,

$$7\,900 : 24 = 330 \text{ kv-A}.$$

La droite 5 de la figure 4 représente le débit du compensateur en fonction du temps et montre que la marche en surexcité n'est pas à craindre. Le compensateur de 330 kv-A produira donc bien l'effet désiré.

d) *Cos φ moyen* = 0,9. — En employant toujours le même raisonnement, on trouve :

Pour cos φ = 0,9, tg φ = 0,485 ;

Energie réactive fournie par le réseau,

$$13\,750 \times 0{,}485 = 6\,700 \text{ kv-A-h} ;$$

Energie réactive à fournir par le compensateur,

$$16\,500 - 6700 = 9800 \text{ kv-A-h} ;$$

Puissance nominale du compensateur,

$$9800 : 24 = 410 \text{ kv-A}.$$

La droite 6 de la figure 4 représente le débit du compensateur en fonction du temps et montre que la marche en compensateur surexcité n'est pas à craindre. Le compensateur de 410 kv-A produira donc bien l'effet désiré.

e) *Cos φ moyen* = 0,95. — On trouve les résultats suivants :

Pour cos φ = 0,95, tg φ = 0,334 ;

Energie réactive fournie par le réseau,

$$13\,750 \times 0{,}334 = 4\,600 \text{ kv-A-h} ;$$

Energie réactive à fournir par le compensateur ;

$$16\,500 - 4\,600 = 11\,900 \text{ kv-A.h} ;$$

Puissance nominale du compensateur,

$$11\,900 : 24 = 500 \text{ kv-A}.$$

La droite 7 de la figure 4 représenterait le débit du compensateur de 500 kv-A en fonction du temps et, dans ce cas, la marche en surexcité serait à craindre, même en assurant un réglage soigné de l'excitation ; dans ces conditions, il sera envisagé l'installation d'un compensateur de 780 kv-A qui fonctionnera à charge réduite, pendant 14 heures, et à pleine charge, pendant 10 heures, conformément à la ligne brisée 8 de la figure 4.

f) *Cos φ moyen* = 1. — Dans ce cas, il faut un compensateur pouvant débiter la puissance réactive maximum absorbée par l'usine à un instant quelconque, soit 1 300 kv-A environ, ainsi qu'il apparaît sur le diagramme 2 de la figure 4.

Dans le cas du réglage à la main, pour être certain d'éviter que l'usine absorbe de l'énergie réactive fournie par le réseau, ce qui serait constaté au compteur d'énergie réactive, l'électricien chargé du réglage du compensateur jugera prudent de régler l'excitation de telle manière que l'usine ait tendance à fonctionner en étant légèrement surexcitée, de sorte qu'avec le réglage à la main le débit du compensateur en fonction du temps est représenté par la ligne brisée 9 de la figure 4.

Dans le cas du réglage automatique, le débit du compensateur en fonction du temps est représenté par le diagramme 2 de la figure 4, donnant la consommation même de l'usine en énergie réactive pour autant que le régulateur n'entraînera aucune erreur de réglage.

Calculs de A. — z sera pris arbitrairement égal à 10 pour 100. De la courbe de la figure 1, on déduit les valeurs suivantes de a_1, prix par kilovolt-ampère pour des compensateurs de puissances différentes.

Tableau I.

Puissance du compensateur kv-a	Prix a_1 par kilovolt-ampère fr
120	345
260	220
330	182
410	156
780	104
1 300	78 réglage à la main
1 300	85 réglage automatique

Les frais de transport et de montage seront évalués à 20 pour 100 de a_1, et les frais de bâtiment, à 15 000 fr, quelle que soit la puissance du compensateur installé.

Il s'ensuit que

$$a_2 = 345 \times 0,2 + 15000/120 = 188 \text{ fr pour } 120 \text{ kv-a},$$

l'application de cette formule à chaque cas nous donne le tableau ci-dessous :

Tableau II.

Puissance du compensateur kv-a	Valeur de a_2 par kilovolt-ampère fr
120	188
260	102
330	81
410	68
780	41
1 300	28 réglage à main
1 300	29 réglage automatique

En appliquant la formule

$$A = zX(a_1 + a_2),$$

indiquée au début, on obtient le tableau III.

Tableau III.

Puissance du compensateur kv-a	Valeur de A fr
120	6 700
260	8 400
330	8 700
410	9 200
780	11 300
1 300	13 800 réglage à main
1 300	14 800 réglage automatique

Sur la figure 5 se trouve représentée la courbe $A = f(\cos\varphi)$.

Calculs de B. — Pour l'évaluation des frais annuels d'entretien et de surveillance, b_1 sera pris égal à 2 pour 100 de $(a_1 + a_2)$ et b_2, égal à 0 pour les compensateurs

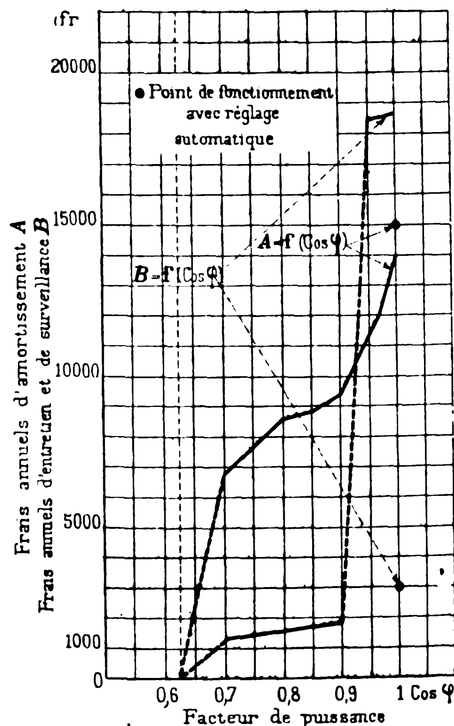


Fig. 5. — Courbes donnant, en fonction du facteur de puissance, les frais annuels d'amortissement A, d'entretien et de surveillance B pour des compensateurs synchrones 3000 v, 50 p : s, 1 000 t : mn, de différentes puissances.

avec réglage automatique ou sans réglage du tout, c'est-à-dire, pour les compensateurs ayant les puissances nominales suivantes :

120, 260, 330, 410, 1 300 kv-a.

Suivant la courbe de la figure 2, $b_2 = 21$ fr pour un compensateur de 780 kv-a et $b_2 = 12$ fr pour un compensateur de 1 300 kv-a, dans le cas du réglage à main.

En appliquant la formule $B = X(b_1 + b_2)$, indiquée au début, on trouve $B = 120 \times 6700 \times 2/100 = 1350$ fr pour 120 kv-a, et ainsi de suite, d'où le tableau IV.

Tableau IV.

Puissance du compensateur kv-a	Valeur de B fr
120	1 350
260	1 660
330	1 720
410	1 850
780	18 600
1 300	18 300 réglage à main
1 300	3 000 réglage automatique

Sur la figure 5 se trouve représentée la courbe $B = f(\cos\varphi)$. Comme on devait s'y attendre, cette courbe présente une discontinuité lorsqu'on passe des compensateurs sans réglage à main (120 à 410 kv-A) aux compensateurs à réglage à la main (780 à 1 300 kv-A).

Prix du kilowatt-heure. — D'après le mode de tarification adopté et précisé plus haut, le prix k du kilowatt-heure facturé par le distributeur à l'acheteur est le suivant, selon le facteur de puissance moyen de l'usine.

Tableau V.

cos φ	Prix k du kilowatt-heure fr
0,63	0,31
0,7	0,30
0,8	0,2875
0,85	0,28125
0,9	0,27425
0,95	0,2667
1	0,25

Calculs de C. — En se reportant à la figure 3, on trouve pour c_1 et d_1 les valeurs suivantes :

Tableau VI.

Puissance du compensateur kv-A	Valeurs, par kilovolt-ampère, de c_1 kw	d_1 kw
120	0,07	0,052
260	0,06	0,032
330	0,055	0,030
410	0,051	0,029
780	0,039	0,024
1 300	0,038	0,017

Il convient, ensuite, de calculer la valeur de l'intégrale

$$\int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 dt,$$

étant entendu que le temps d'intégration T est de 24 heures.

Pour les compensateurs de 120, 260, 330 et 410 kv-A, qui marchent constamment à pleine charge, il est évident que

$$\int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 dt = 24 \text{ heures.}$$

Pour les autres compensateurs qui fonctionnent à puissance variable, il convient de calculer cette intégrale aussi exactement que possible.

Dans la figure 4, la courbe 10 représente la fonction $\left(\frac{x}{X}\right)^2 = f(t)$ établie pour le compensateur de 780 kv-A, et en mesurant la surface de l'aire comprise entre la courbe 10 et l'axe des temps, on trouve que

$$\int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 dt$$

a pour valeur 13,8 heures.

Les courbes 11 et 12 de cette même figure 4 donnent respectivement la valeur de $\left(\frac{x}{X}\right)^2 = f(t)$ pour les compensateurs de 1 300 kv-A avec réglage à main et avec réglage automatique et, en mesurant la surface de l'aire comprise entre chacune de ces courbes et l'axe des temps, on trouve que

$$\int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 dt$$

a respectivement pour valeurs 14,9 et 11,3.

En portant les valeurs de X, k, c_1, d_1, T, et

$$\int_0^T \left(\frac{x}{X}\right)^2 dt$$

dans la formule déterminant C, on obtient

Tableau VII.

Puissance du compensateur kv-A	Valeur de C fr	
120	30 200	
260	49 600	
330	56 400	
410	64 500	
780	80 000	
1 300	114 000	réglage à la main
1 300	105 000	réglage automatique

Sur la figure 6, se trouve représentée la fonction $C = f(\cos\varphi)$.

Calculs de D. — En utilisant la relation $D = A + B + C$, on trouve les résultats suivants :

Tableau VIII.

Puissance du compensateur kv-A	Valeurs de D fr (environ)	
120	38 250	
260	59 700	
330	66 900	
410	92 500	
780	110 000	
1 300	146 000	réglage à la main
1 300	123 000	réglage automatique

Calculs de E. — Les dépenses afférentes à ce poste se déduisent de la formule $E = X(k_1 - k_2)$.

Les différentes valeurs de $(k_1 - k_2)$ sont les suivantes, en tenant compte du système de tarification adopté et précisé plus haut.

Tableau IX.

Facteur de puissance cos φ	Valeurs de $k_1 - k_2$ fr
0,7	0,01
0,8	0,0225
0,85	0,02875
0,9	0,03575
0,95	0,0433
1	0,06

En remarquant que la consommation annuelle est $N = 4\,125\,000$ kw-h, on peut établir le tableau suivant pour E.

TABLEAU X.

Facteur de puissance cos φ	Valeurs de E fr
0,7	41 250
0,8	93 000
0,85	118 000
0,9	148 000
0,95	178 500
1	247 500

Sur la figure 6 se trouve représentée l'expression

$$E = f(\cos \varphi).$$

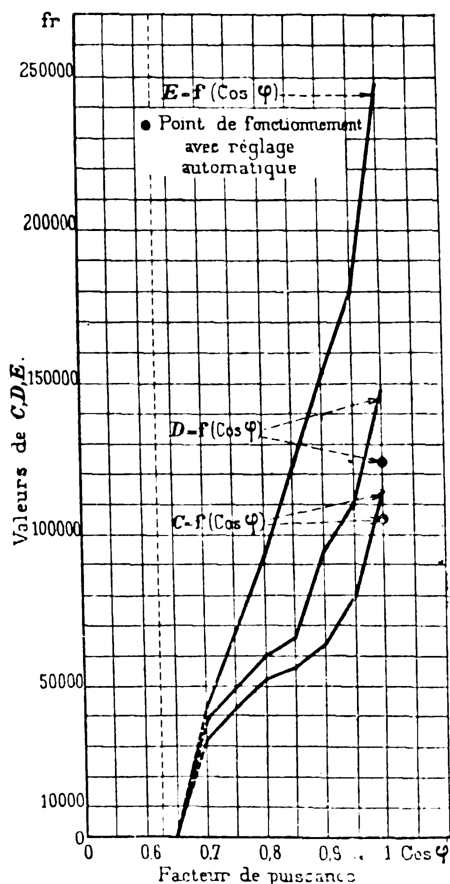


Fig. 6. — Courbes donnant, en fonction du facteur de puissance, les dépenses correspondant aux postes C, D et E, pour des compensateurs à 3000 v, 50 p : s et 1000 t : mn, de différentes puissances.

CALCULS DE F. — Comme F est lié à E et à D par la relation $F = E - D$, en portant dans cette dernière les valeurs de E et D ci-dessus, on obtient le tableau XI.

TABLEAU XI.

Facteur de puissance cos φ	Puissance du compensateur kv-a	Valeurs de F fr
0,7	120	3 000
0,8	260	33 300
0,85	330	51 100
0,9	410	55 500
0,95	780	68 500
1	1 300	101 000 réglage à la main
1	1 300	124 500 réglage automatique

Sur la figure 7, on a tracé la courbe $F = f(\cos \varphi)$.

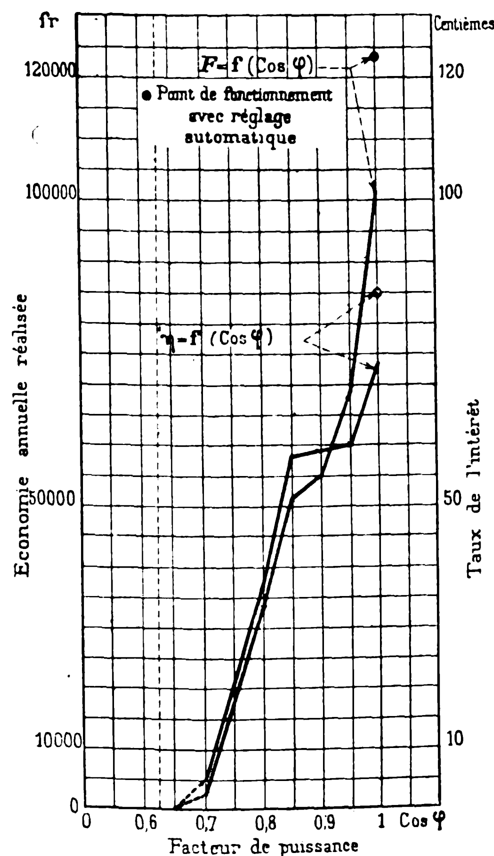


Fig. 7. — Courbes donnant, en fonction du facteur de puissance, l'économie annuelle F réalisée par l'emploi du compensateur et le taux r du capital immobilisé.

CALCULS DE « r ». — En appliquant la formule

$$r = 100 \frac{E - D}{X(a_1 + a_2)},$$

on trouve les valeurs de r consignées dans le tableau XII.

Tableau XII.

Facteur de puissance $\cos \varphi$	Valeurs de r en centièmes
0.7	45
0.8	39
0.85	59
0.9	60
0.95	60
1	73 réglage à la main
1	85 réglage automatique

Sur la figure 7, se trouve représentée la fonction $r = f(\cos \varphi)$.

IV. **Conclusions.** — Si l'on ne tient pas compte des disponibilités financières de l'acheteur d'énergie électrique, il est évident qu'en envisageant, soit le taux d'intérêt r du capital immobilisé, soit l'économie réelle F effectuée annuellement, le compensateur le plus avantageux à installer est, dans le cas présent, le compensateur synchrone de 1 300 kv-A avec réglage automatique, en considérant comme exacts les résultats des calculs.

Après une année de fonctionnement, l'économie du système se répartit en effet comme il suit :

Réduction du montant de l'énergie électrique facturée (utilisée pour actionner les machines installées dans l'usine), en francs...........		247 500
Capital immobilisé, en francs. 148 000		
Somme à prévoir pour amortissement du capital (10 pour 100), en francs..	14 800	
Frais d'entretien et de surveillance, en francs..........................	3 000	
Frais de consommation supplémentaire d'énergie électrique, en francs.	105 000	
Dépenses annuelles afférentes à l'installation d'un compensateur de 1 300 kv-A avec réglage automatique, en francs.		122 800
Économie réalisée annuellement par rapport aux dépenses résultant de l'état de choses existant avant la mise en route du compensateur, en francs...............................		124 700

Soit 85 pour 100 du capital immobilisé.

Il faut, toutefois, éviter, d'une part, de généraliser les résultats ci-dessus en disant, par exemple, que, dans tous les cas, il y a intérêt à prendre un compensateur conduisant à un facteur de puissance moyen égal à 1 avec réglage automatique, et, d'autre part, de considérer comme d'une exactitude mathématique les nombres obtenus, soit pour l'économie réelle F, soit pour le taux d'intérêt r.

L'acheteur, en effectuant l'étude de l'installation d'un compensateur dans le cas ci-dessus, cherche en effet à résoudre un problème d'économie, et chacun sait que, dans tous les problèmes de ce genre, les prévisions paraissant les plus certaines lors de l'avant-projet sont souvent modifiées par des événements inattendus, et parfois d'une manière profonde, transformant en cause d'accroissement de dépenses l'objet dont l'installation avait été envisagée pour réduire ces mêmes dépenses.

La plus grande incertitude rencontrée dans ce genre d'étude est généralement la connaissance précise des conditions de fonctionnement de l'usine, lorsque le compensateur sera effectivement en route : il s'écoule, en effet, un temps très long entre la commande et l'installation dans l'usine de l'acheteur, de sorte que les conditions de fonctionnement peuvent être alors très différentes de celles qui avaient été prévues dans l'avant-projet.

Une autre difficulté rencontrée est l'automatisme du réglage ; sur la partie mobile du régulateur automatique, quel qu'en soit le principe, s'exerce un couple qui dépend de l'intensité totale absorbée par l'usine et du facteur de puissance général instantané de cette usine, il s'ensuit que, suivant la charge de celle-ci, la sensibilité du régulateur ne sera pas la même, de sorte qu'il est impossible de connaître, a priori, quelle sera l'approximation du réglage moyen obtenu. Cette question est, dans bien des cas, secondaire, quand elle n'a pas pour but de permettre la comparaison de régulateurs de principes différents ; il suffit, en effet, pour l'acheteur d'énergie électrique de savoir si l'économie réalisée par l'emploi d'un compensateur avec réglage automatique sera plus grande que celle apportée par l'emploi d'un compensateur de même puissance nominale avec réglage à la main.

Quoi qu'il en soit, l'expérience est là pour montrer que, d'une part, la mise en route d'un compensateur est, dans des cas de ce genre, une source d'économie pour l'acheteur d'énergie électrique et que, d'autre part, dans le doute, il vaut mieux installer un compensateur trop puissant qu'un compensateur trop petit, à cause des extensions continuelles de l'usine.

La valeur élevée du taux d'intérêt r du capital immobilisé donne, toutefois, une grande marge de sécurité, et l'installation d'un compensateur de 1 300 kv-A avec réglage automatique semble se justifier, dans l'exemple décrit ci-dessus.

André-E. Bellan,
Licencié ès sciences, Ingénieur diplômé de l'École supérieure d'Électricité, Ingénieur à la Compagnie Électro-Mécanique.

Revues, analyses et informations

Les volants dans la commande des laminoirs (1).

L'auteur estime que l'adjonction d'un volant à un moteur électrique est un problème sur lequel les opinions sont encore contradictoires et un peu confuses parfois. Il se propose, sans rien écrire de neuf, d'exposer la question sous un angle nouveau, en faisant surtout le plus grand appel au bon sens.

Considérations générales. — Soit le cas d'un moteur d'induction. On sait que l'adjonction d'un volant a pour effet d'adoucir le diagramme de la puissance demandée au réseau. Il s'ensuit que cela permet une réduction de la puissance installée. En effet, deux facteurs limitent l'utilisation d'un moteur : son échauffement et son couple maximum. Or, l'échauffement est proportionnel au carré de la charge et, manifestement, l'examen d'un diagramme de laminage sans volant montre, qu'à cause des pointes énormes la racine carrée de la moyenne des carrés est plus élevée que la simple charge moyenne. La considération du couple maximum montre aisément que, sans volant, le moteur devrait souvent être de puissance élevée pour ne pas atteindre le décrochage; d'où mauvais facteur de puissance. Au point de vue premier établissement et entretien, le volant coûte cher. On peut s'en tirer à meilleur compte en réduisant son poids et en consentant, pour le même effet produit, à augmenter sa chute de vitesse. Mais ici intervient la question de la quotité à produire, d'une part, et de la diminution de rendement, d'autre part, due à l'énergie supplémentaire absorbée dans le rhéostat de glissement. Ce qui déterminera la capacité d'un volant, c'est l'énergie qu'il doit dépenser pour une chute de vitesse donnée. Quant à l'opportunité de son installation, seul l'examen des conditions de marche et de la nature du laminoir (à tôles, à fers ronds, etc...) le déterminera. Il est évident que les raisons de l'installation d'un volant sont différentes suivant qu'on a affaire à une machine à vapeur à pistons ou à un moteur électrique. Dans la première, le couple varie dans le tour alors qu'il est constant dans l'autre. Le volant, accouplé à la machine à vapeur, aura à effectuer, outre l'égalisation de la charge, l'amélioration de la vitesse dans le tour. Le moteur électrique, au contraire, n'a pas de point mort, et c'est pour cela qu'on est obligé de régler sa vitesse artificiellement pour faire agir son volant.

Calcul des volants. — On sait calculer l'énergie totale emmagasinée dans un volant de moment d'inertie PR^2 donné et tournant à une vitesse donnée; elle est proportionnelle à PR^2 et au carré de la vitesse angulaire; on peut l'exprimer en kilogrammes-mètre ou en chevaux-seconde (pour préciser qu'on a affaire à une *énergie*). La question se pose de savoir quel pourcentage de cette énergie peut être employé a la régularisation de la charge dans le cas de la commande des laminoirs.

Supposons qu'on puisse s'accorder une diminution de vitesse de 15 pour 100. Si, par exemple, à 83 t : mn, l'énergie totale emmagasinée était de 31 900 ch-s, elle n'est plus, à 70,5 t : mn, que de 22 950 ch-s. L'énergie délivrée est 31 900 — 22 950 = 8 950 ch-s, ou environ 28 pour 100 de la totalité. On aperçoit que le pourcentage d'énergie libérée n'est pas directement proportionnel à celui de la régulation de la vitesse. Il convient donc de trouver la relation entre ces quantités. Si on représente les énergies par E_1 et E_2; les vitesses angulaires par n_1 et n_2 et si on pose

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}, \text{ on trouve : } \frac{E_1 - E_2}{E_1} = 2s - s^2.$$

Si, par exemple, $s = 0{,}12$ (réduction de vitesse de 12 pour 100), le volant donne environ 22,5 pour 100 de son énergie totale correspondant à la vitesse maximum. Remarquons qu'à une variation de vitesse de 1 pour 100 au début du ralentissement correspond une plus grande énergie libérée que pour la même variation (1 pour 100) de vitesse lorsque le ralentissement est déjà commencé. Pour une réduction de vitesse de 50 pour 100, les trois quarts de l'énergie totale sont déjà dissipés.

Accélération et ralentissement du volant. — Supposons que le volant soit porté de la vitesse n_2 tours par minute, à la vitesse n_1 tours par minute en t secondes. L'accélération est

$$a = \frac{n_1 - n_2}{t} \text{ t : mn : s.}$$

Si le moment d'inertie est PR^2 kg-m², le couple d'accélération à fournir est

$$T = \frac{PR^2 \times a \times 2\pi}{9{,}81 \times 60}.$$

Par exemple si $PR^2 = 630\,000$ kg-m², avec $n_2 = 0$, $n_1 = 83$ t : mn, $t = 10$ secondes, le couple uniforme nécessaire est de 56 200 m-kg. Le moteur accouplé devra donc développer, en plus du couple dû aux frottements, un couple correspondant à une charge de

$$\frac{2\pi g \times 56\,200 \times 83}{60 \times 736} = 6\,500 \text{ ch.}$$

Quant au ralentissement, on calculerait de la même façon le couple développé par le volant tombant de 83 t : mn à 50 t : mn, par exemple, en un temps donné, 3 secondes, par exemple. On trouverait $T = 74\,200$ m-kg.

Caractéristiques du moteur d'induction. — Soit un moteur d'induction ayant une vitesse synchrone $n_s = 600$ t : mn, tournant avec un glissement $s = 0{,}05$ et développant un couple $T = 1\,215$ m-kg. Sa vitesse réelle est $n = n_s(1\text{-}s) = 570$ t : mn. La puissance sur l'arbre est

$$P = \frac{2\pi g \times T \times n}{60} = 970 \text{ ch.}$$

On sait que l'on peut écrire, semblablement,

$$P_s = \frac{T \times n_s \times 2\pi g}{60},$$

(1) E.-A. UMANSKY. *General electric Review*, octobre 1923, t. XXVI, p. 688-707, 13000 mots, 21 fig., 1 tab.

P_s désignant la puissance transmise à travers l'entrefer (tandis qu'on désignerait par P_2 la puissance indiquée par le wattmètre).

La valeur n_s (vitesse synchrone) est une constante ; donc le couple T et la puissance P_s sont toujours proportionnels. La puissance P_s est celle que le moteur fournirait, en développant le couple T, mais tournant à la vitesse synchrone. Elle devrait être appelée « puissance équivalente », car elle est la mesure de l'échauffement imposé à la machine quel que soit le glissement. Un moteur étant en rotation, si l'on introduit plus de résistance dans son secondaire, en maintenant constante la puissance transmise par la ligne, on observe que la vitesse n et la puissance mécanique (sur l'arbre) P, décroissent dans la même proportion ; cela signifie que le couple T n'a pas changé.

Dans le cas du moteur cité plus haut ($s = 0{,}05$), on avait

$$P_s = \frac{P}{1-s} = \frac{970}{0{,}95} = 1\,020 \text{ chevaux};$$

supposons qu'on porte le glissement à 10 pour 100 ; alors $n = 600 \times 0{,}90 = 540$ t : mn et $P = 1020 \times 0{,}9 = 920$ ch et le couple est égal à

$$\frac{920 \times 736}{540 \times \frac{2\pi g}{60}} = 1\,215 \text{ m} - \text{kg},$$

valeur posée ci-dessus. — Cette conclusion est importante ; elle signifie, par exemple, que, lorsqu'un moteur d'induction entraîne un laminoir, *sans volant*, et doit développer un certain couple supérieur au couple normal, on ne gagne rien en accroissant la résistance secondaire ; aussi longtemps que la nécessité de ce couple persiste, l'accroissement de résistance signifie seulement : vitesse et puissance sur l'arbre réduites, et pertes secondaires accrues ; mais la puissance absorbée au réseau reste la même. On voit qu'un moteur sans volant n'a aucunement besoin de posséder une résistance secondaire externe permanente.

L'auteur étudie ensuite la prédétermination des courbes de puissance pour un diagramme de laminage donné, le volant et le moteur étant donnés, ainsi que la prédétermination du volant, la pointe de puissance électrique étant limitée à une valeur donnée. Pour cela, posant $T =$ couple du moteur, à déterminer, $T_v =$ couple développé par le volant dans son ralentissement, $T_1 = T + T_v$, il écrit la formule de Gasche

$$T = T_1 - \frac{T_1 - T_0}{e^{At}},$$

T_0 étant le couple dû aux frottements ; t, le temps au bout duquel le moteur développe le couple A et T, une constante pour le groupe moteur-volant, pourvu que la résistance secondaire demeure constante. La valeur de A est exprimée par

$$A = \frac{60g}{2\pi} \times \frac{T_n}{WR^2 \times n_s \times s_n},$$

n_s étant la vitesse synchrone ; T_n et s_n étant le couple et le glissement normaux. Il suffira, en général, dans une étude rapide, de déterminer la puissance du moteur pour quelques points intéressants du diagramme de laminage.

Moyens de variations de la résistance secondaire. — L'auteur part du principe suivant, qu'il explique au moyen de l'exemple numérique qui lui a servi dans le cours de son exposé : il est désirable d'avoir, au début de la passe, une faible résistance dans le circuit rotorique afin de faire travailler le moteur, ce qui fera réaliser une vitesse moyenne de laminage élevée, et réduit les pertes secondaires ; mais quand la charge se met à croître et atteint, par exemple, 150 pour 100 de la charge normale, il faut alors augmenter la résistance secondaire afin d'empêcher la charge de dépasser cette valeur.

Méthode d'insertion brusque de résistances. — Elle atteint très bien le but cherché ; le principe est le suivant : la résistance de régulation du circuit rotorique est divisée en deux parties égales, par exemple, dont l'une est toujours en circuit (elle correspond, par exemple, à un glissement de 5 pour 100 à pleine charge) ; l'autre partie est normalement court-circuitée par un contacteur, mais quand la charge atteint une valeur prédéterminée, le jeu d'un relais introduit cette résistance, ce qui a pour effet de diminuer de moitié la charge du moteur, et de faire agir le volant. La figure 1 est un schéma de montage de cette méthode ; le

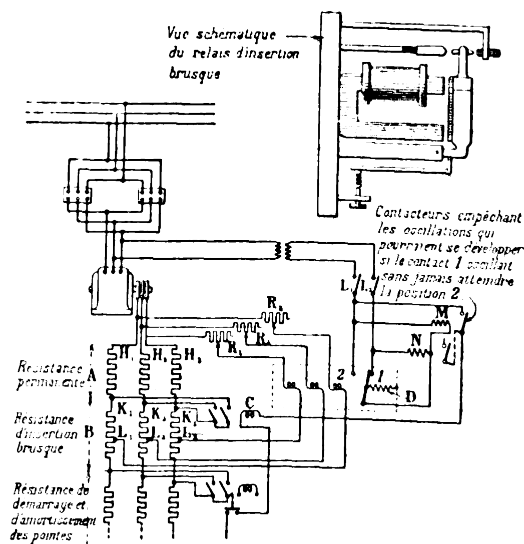


Fig. 1. — Schéma de montage d'un relais d'insertion brusque.

relais d'insertion brusque de la résistance B est figuré en D. Sa bobine est excitée par la chute de tension aux bornes de la résistance permanente A, c'est-à-dire que le flux magnétique de ce relais est proportionnel au courant secondaire du moteur, et, par cela même, aux kilowatts et non aux kilovolts-ampères du moteur. Le réglage du relais s'effectue dans de grandes limites en changeant la tension de son ressort, ou bien en variant la distance entre les contacts 1 et 2, ou encore en réglant les résistances R_1, R_2, R_3.

Régulateurs de glissement hydrauliques. — Ils consistent en une cuve A (fig. 2) pourvue de trois récipients isolants B. Dans chaque récipient, une électrode fixe E est montée sur un isolateur I. Chaque électrode fixe est connectée à une bague du rotor. Les électrodes E sont mobiles et suspendues aux leviers D montés sur l'arbre d'un petit moteur d'induction, appelé *moteur-couple*, dont le primaire est en série avec la ligne d'arrivée au moteur principal. La cuve est remplie d'une solution faible e bicarbonate de sodium. Le contre-

poids W est incapable de maintenir seul les électrodes levées ; normalement elles se trouvent dans la position inférieure, correspondant au minimum de résistance. Le fonctionnement, en cas de surcharge, s'explique facilement. Le même appareil peut être employé au démarrage ; on peut modifier à volonté la masse du contrepoids.

Pour amener rapidement à l'arrêt le groupe moteur volant, on inverse le champ tournant ; alors, afin de limiter l'afflux

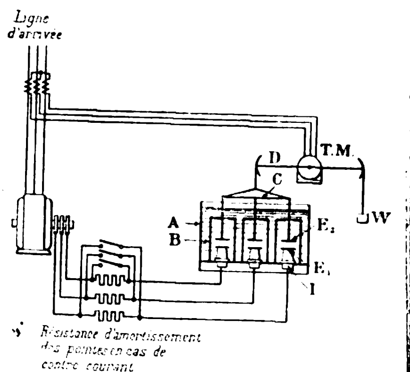


Fig. 2. — Schéma simplifié du régulateur de glissement hydraulique.

de courant, on insère, en série avec le rhéostat liquide, une résistance métallique, normalement court-circuitée au moyen d'un contacteur.

Comparaison du rhéostat liquide et du controle magnétique. — Le rhéostat liquide est peut-être un peu moins sensible aux variations rapides de la charge à cause de la résistance offerte par le liquide au mouvement des électrodes mobiles. Bien qu'une construction appropriée de tous les organes puisse diminuer cet inconvénient, on conçoit qu'on doit cependant désirer un certain effet de dash-pot, afin d'éviter des oscillations dangereuses de la charge absorbée par le moteur. D'ailleurs, un facteur important à considérer est la résistance permanente admise dans le circuit rotorique quand les électrodes sont à leur position inférieure ; il est évident que plus cette résistance est élevée, mieux sont réduites les pointes, quelle que soit l'inertie du système de régulation ; mais, d'un autre côté, une grande résistance permanente conduit à une réduction de la vitesse moyenne de laminage et à des pertes plus élevées dans le rotor. On peut expliquer facilement que le rhéostat liquide est mieux adapté aux laminoirs réversibles qu'aux nonréversibles, car, dans ces derniers, qui tournent d'une façon permanente, la charge croît brusquement au moment de l'introduction des lingots (diagrammes de laminage rectangulaires), tandis que, dans les premiers, la charge augmente au fur et à mesure de la vitesse. Bien que le rhéostat liquide comporte une installation électrique plus simple que la commande par relais, il nécessite un certain entretien (boues s'accumulant au fond de pots, etc.) ; le danger réside alors dans un remontage défectueux des électrodes mobiles, d'où déséquilibre dans le circuit rotorique et, parfois, coincements dans les pots ; si le couple moteur au moment de fortes surcharges, arrive quand même à soulever les électrodes, celles-ci risquent de rester à la partie supérieure ; alors on diminue la masse W et on arrive à avoir un appareil tout à fait inopérant. En résumé, il faut dire que la question n'est pas de savoir quel est, des deux systèmes de réglage, le meilleur, mais de voir lequel est le mieux adapté pour chaque cas particulier. — P. V.

Contrôle et manœuvres dans les réseaux électriques à haute tension (1).

Cette communication, faite à la séance de la Société française des Electriciens du 1er décembre 1923, a été signalée dans la « R. G. E. » du 8 décembre 1923, t. xiv, p. 876. Ajoutons au résumé qui en a été donné que la publication de la communication est complétée par deux appendices.

Dans le premier de ceux-ci, l'auteur décrit un système de protection dit « à quatre conducteurs », qui est une combinaison simplifiée du système Merz-Price et du système à conducteurs fendus. Dans cette combinaison, un des conducteurs d'un câble à trois conducteurs, pour courants triphasés, est formé de deux parties conductrices isolées l'une de l'autre d'un bout à l'autre du conducteur; il constitue le conducteur « fendu » et l'on a ainsi les quatre conducteurs qu'indique le nom donné au système de protection. Chaque extrémité de chacun de ces quatre conducteurs est enroulée sur le noyau d'un transformateur dit « transformateur d'équilibre », les enroulements des deux parties du câble fendu étant de sens contraires; à la suite de ce transformateur s'en trouve un second sur lequel les deux parties du conducteur fendu sont enroulées, toujours dans des sens contraires; le circuit secondaire de ce dernier transformateur agit sur un relais qui commande un disjoncteur. Tant que les courants circulant dans les trois conducteurs du câble sont égaux, les forces électromotrices induites dans les enroulements du câble fendu du premier transformateur sont égales et le second transformateur ne donne aucun courant dans le relais. Si un défaut se produit entre les deux conducteurs non fendus ou entre l'un de ceux-ci et la terre, les courants qu'ils amènent au transformateur d'équilibre cessent d'être égaux et les forces électromotrices induites dans les enroulements du conducteur fendu à ses deux extrémités cessent d'être égales; un courant circule alors dans les deux parties de ce conducteur et les transformateurs agissant sur les relais font fonctionner ceux-ci; si le défaut se manifeste sur le câble fendu, il affecte inégalement, en général tout au moins, ses deux parties et le fonctionnement du relais a encore lieu. Ainsi donc, tout défaut, quel que soit le conducteur qu'il intéresse, produira le fonctionnement des relais et, par suite, des disjoncteurs.

Dans le second appendice est décrit un indicateur de puissance à distance dont voici le principe. Un transformateur d'intensité possède deux enroulements secondaires identiques qui sont respectivement reliés à deux résistances chauffantes identiques. Ces deux résistances sont connectées entre elles de manière que les courants qui les traversent soient en opposition et leur ensemble est connecté en série avec le secondaire d'un transformateur de potentiel; dans ces conditions, l'une des résistances chauffantes développe une quantité de chaleur proportionnelle à $(E + I \cos \varphi)^2$, l'autre une quantité de chaleur $(E - I \cos \varphi)^2$. En face de chaque résistance chauffante est une pile thermoélectrique et ces deux piles sont montées en opposition sur un millivoltmètre. Les indications de celui-ci seront, du fait du montage des piles en opposition, proportionnelles à la différence des deux expressions algébriques qui précèdent, c'est-à-dire à la puissance $EI \cos \varphi$. En raison de la petitesse du courant produit par les piles, ce courant peut être transmis au milliampèremètre par un fil de faible section, un fil téléphonique par exemple, de sorte que les indications peuvent être transmises facilement à de grandes distances. Des dispositions analogues permettent d'ailleurs de transmettre à distance, toujours par l'intermédiaire de résistances chauffantes et de piles thermoélectriques, diverses autres indications : débit total d'une usine génératrice, sens dans lequel s'effectue la transmission de l'énergie entre deux usines génératrices reliées en parallèle, défaut de synchronisme entre ces usines, valeur de la puissance réactive, valeur du facteur de puissance. — J. R.

(1) Hunter. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, janvier 1924, t. iv, 4e série, p. 67-92, 12500 mots, 6 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Revues, analyses et informations

Rapport des associations patronales britanniques sur le système d'assurance contre le chômage appliqué en Grande-Bretagne.

On sait combien est encore aiguë la crise de chômage qui, depuis 1921, sévit en Grande-Bretagne et combien sont lourdes les charges qui en résultent pour l'industrie nationale et pour les finances publiques. Aussi la loi qui régit les allocations versées aux chômeurs et les conditions dans lesquelles ces versements doivent être faits a-t-elle été l'objet de nombreuses discussions au cours de ces dernières années. En vue de nouvelles discussions, en novembre 1922, Sir Montague Barlow, alors ministre du Travail, demandait à la Fédération des Associations patronales britanniques, d'une part, et au Conseil général des Trade-Unions, d'autre part, de lui faire connaître leur point de vue au sujet des améliorations éventuelles à apporter au système actuel d'assurance nationale et, en particulier, leur point de vue sur le système d'assurance par industrie. La Fédération patronale a fait dernièrement parvenir son rapport au Ministère du Travail et celui-ci vient de le publier Une analyse de ce rapport a été donnée dans le « Bulletin quotidien » du 22 mars 1924 de la Société d'Etudes et d'Informations économiques ; nous reproduisons ci-dessous cette analyse.

1. En premier lieu, la Fédération condamne énergiquement le principe même de l'assurance par industrie, qu'elle tient pour « impraticable ».

Il est évident, est-il dit dans le rapport, qu'une organisation nationale d'assurance entraîne des frais administratifs moindres que des organisations multiples. Il est, de plus, parfois très difficile d'établir une démarcation nette entre une industrie et une autre industrie. Il existe un certain volume de main-d'œuvre flottante qui passe de l'une à l'autre industrie, il y a, d'autre part, les ouvriers non organisés, la main-d'œuvre saisonnière et de renfort, on ne voit pas trop qui pourra se charger d'assurer ces ouvriers.

Les partisans de l'assurance par industrie font valoir que ce résidu de main-d'œuvre non organisée pourrait être assuré par une assurance nationale, mais alors, dit la Fédération patronale, le problème serait de déterminer exactement ce « résidu » et les façons de l'assurer. Sans compter que, si certaines industries particulièrement prospères et bien organisées pourraient mettre sur pied un système d'assurance efficace et viable, quantité d'autres ne le pourraient point, pour le plus grand détriment de leurs ouvriers.

Il ne serait pas juste que les ouvriers les plus exposés au chômage soient assurés dans de moins bonnes conditions que les ouvriers pourvus d'un emploi stable, comme cela ne manquerait pas de se produire avec l'assurance par industrie, les industries les moins prospères et les plus vulnérables aux crises économiques étant justement celles qui auraient à faire face à un plus grand nombre de chômeurs.

Au cas où les patrons et ouvriers de ces industries les moins sujettes au chômage désireraient appliquer un système plus avantageux pour les chômeurs que n'est le système national, point n'est besoin pour ces industriels de se retirer du système national ; la loi de 1920 (section 20) prévoit, en effet, la création par les industries qui le désirent de systèmes supplémentaires qui viennent parfaire et compléter le système national.

2. En ce qui concerne le système actuel d'assurance-chômage, la Fédération des Associations patronales constate que, malgré toutes ses imperfections, rien ne permet de le considérer comme un échec. Pendant les 137 semaines écoulées entre mars 1921 et octobre 1923, les chômeurs assurés ont touché l'allocation de chômage pendant 110 semaines quel qu'ait été le montant des contributions par eux versées, c'est ainsi que quantité de chômeurs, qui n'avaient effectué aucun versement, ont bénéficié d'allocations de chômage.

Pendant ces deux ans et demi, les sommes versées en allocations de chômage ont atteint 128000000 livres sterling et les bureaux de bienfaisance ont, de leur côté, distribué aux chômeurs des secours dont le montant total est de 25000000 livres.

Le système actuel a été conçu en 1911, pour faire face à un volume normal de chômage ou à un volume anormal de chômage pendant des périodes de crise temporaire et il serait déraisonnable d'attendre d'un tel système qu'il puisse faire face sans accroc à la situation exceptionnelle du marché du travail britannique d'après guerre. Etabli trop hâtivement et sur des bases qui n'avaient pas été éprouvées encore, le système actuel a le tort de n'établir aucune coordination réelle entre les services des bureaux de bienfaisance et de l'assurance-chômage ; aucune distinction nette n'est faite entre ceux qui méritent réellement un secours et ceux qui n'en méritent point ; de sorte que, bien souvent, la situation des chômeurs est plus enviable que celle de l'ouvrier qui travaille.

Selon le rapport, l'état d'anarchie et de confusion qui existe actuellement dans les organisations de bienfaisance risque non seulement d'étouffer chez l'ouvrier anglais tout esprit d'initiative et d'indépendance, mais de mettre les industriels dans l'obligation d'accepter des charges insupportables Les associations patronales préconisent une séparation très nette de pouvoirs entre les bureaux de bienfaisance et l'assurance-chômage. Le rapport conclut : « Ce n'est pas de sitôt qu'on pourra mettre sur pied un système définitif d'assurance-chômage pour un marché du travail normal ; d'ici là, l'assurance nationale doit s'organiser dans le cadre des dispositions de la loi de 1920, les industries les moins exposées venant en aide à celles qui sont le plus exposées au chômage ».

3. Les associations patronales préconisent une contribution de l'Etat égale à 25 pour 100 des contributions totales

(sauf les contributions faites pour les enfants et personnes à la charge du chômeur). Ces 25 pour 100, s'ajoutant aux 43 pour 100 que représente la part de l'Etat, au fonds d'assurance pour les enfants et personnes à la charge du chômeur, porteraient la part de l'Etat à un tiers de toutes les contributions, alors qu'elle n'est aujourd'hui que du quart et doit être ramenée au cinquième quand le fonds ne sera plus en déficit.

L'augmentation de la contribution de l'Etat au fonds d'assurance serait destiné à permettre le paiement des allocations de chômage pendant un nombre plus grand de semaines chaque année.

Avec le système actuel, tous les ouvriers assurés qui atteignent l'âge de soixante ans, et pour le compte desquels 500 contributions au moins ont été payées, ont le droit de se faire rembourser leur part de contributions, après déduction des allocations régulières qu'ils ont pu toucher. Les associations patronales jugent absolument irrégulier qu'un assuré soit remboursé des primes par lui versées, si le dommage contre lequel il s'est assuré ne l'a pas atteint. Elles demandent que cette clause de remboursement soit abolie, et que d'autres avantages soient, en compensation, offerts aux ayants droit.

4. La dernière partie du rapport a trait aux bureaux de placement. Ces bureaux de placement, créés en 1909, devaient, selon la loi, recueillir et centraliser toutes les informations sur les fluctuations du marché du travail. Il avait de plus été convenu que le Ministère du Travail, jouant ici le rôle d' « intelligence bureau », aurait eu pour mission de coordonner les efforts du gouvernement et des municipalités dans la lutte contre le chômage, créant et contrôlant les entreprises de travaux publics destinés à absorber l'excédent de main-d'œuvre. Ce large programme de combat n'a jamais réellement été réalisé et, en particulier, le champ d'activité des bureaux de placement a été délibérément restreint. Ceux-ci devraient être en mesure de faire connaître les besoins locaux de main-d'œuvre dès qu'ils se produisent. Le rapport suggère que les industriels soient requis de faire parvenir aux bureaux de placement, dans un délai fixé, les listes de leurs embauchages. Des arrangements seraient prévus pour la main-d'œuvre saisonnière.

Enfin, la Fédération patronale demande que les bureaux de placement, dans les grands centres industriels tout au moins, comportent des services spécialisés dans l'étude des conditions particulières et des besoins de main-d'œuvre de chaque industrie.

De plus, les lois de 1911 et de 1920 avaient prévu la participation des Trade-Unions à l'administration des bureaux de placement et du fonds d'assurance; l'inscription aux bureaux étant facultative, les ouvriers qualifiés, encouragés par les Unions ne jugent pas utile de s'y inscrire, de sorte que les bureux n'ont plus à s'occuper que du placement des manœuvres. Leur rôle économique de contrôle et de réglementation des échanges de main-d'œuvre s'est mué en une œuvre charitable de placement des manœuvres sans emploi.

Du point de vue financier et du point de vue de l'efficacité des bureaux de placement, en tant qu'ils coopèrent à l'administration du fonds d'assurances, il est nécessaire que les bureaux de placement soient désormais mis à l'abri de l'ingérence des Trade-Unions.

Assemblées générales

Tréfileries et Laminoirs du Havre (Anciens Etablissements Lazare Weiller, Société coopérative de Rugles et La Canalisation électrique réunies).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 DÉCEMBRE 1923.

Pendant l'exercice 1922-1923, la société a augmenté son capital de 60 à 90 millions de francs, par la création de 300000 actions nouvelles émises à 135 fr l'une, et elle a procédé à l'émission de 70000 obligations, à 480 fr, rapportant 6 pour 100 net et remboursables en trente ans, à partir du 1er mars 1927.

Ces deux importantes opérations financières ont eu pour but d'absorber la Société Corderies de la Seine et de mettre le fonds de roulement en harmonie avec le développement considérable des affaires commerciales et avec les prix élevés des principales matières premières achetées toujours en dollars et en livres sterling.

La Société Corderies de la Seine ayant été absorbée avant la clôture de l'exercice, le bilan présenté fait état de toute cette opération qui élargit encore le champ d'activité de la société, multiplie ses moyens d'action, la variété de ses produits et l'importance de ses débouchés, tant en France qu'à l'étranger.

La période de crise, dont la société avait souffert précédemment, est heureusement terminée. La reprise des affaires qui avait marqué le commencement de l'année 1922, s'est nettement accentuée pendant l'exercice écoulé sur l'ensemble de toutes ses spécialités.

La même répercussion heureuse s'est fait sentir sur les résultats obtenus par les compagnies dans lesquelles la société a des participations. La valeur et le revenu de son portefeuille industriel se sont, de ce fait, sensiblement relevés et elle a profité de cette amélioration pour réaliser entièrement ou partiellement certaines de ses participations; elle a vendu, notamment, toutes ses actions de la Société normande de Métallurgie à un prix supérieur à la valeur d'estimation du précédent inventaire et elle a réalisé en dollars sa part entière dans la Société norvégienne des Nitrures.

Voici les résultats de l'exercice des principales sociétés dans lesquelles elle demeure intéressée :

Hauts Fourneaux de la Chiers. — Cette société a dû ralentir la marche de ses usines par suite des difficultés d'approvisionnement en coke, mais ses prix de revient sont cependant restés satisfaisants et ses bénéfices se sont élevés à 5318858 fr contre 4260550,62 fr, pour l'exercice précédent. Elle vient d'annoncer la distribution d'un dividende de 12 pour 100.

Compagnie lorraine minière et métallurgique. — Cette société a produit, pendant son dernier exercice, 786193 t de minerais et 161356 t de fonte, en accroissement sur les productions de l'exercice précédent. Le dividende a été fixé à 6 pour 100 sur la partie versée de son capital.

Société française des Aciéries Basset. — La société n'a pu continuer à donner sa collaboration à cette affaire par suite de sérieuses divergences de vues sur la manière de la gérer.

Établissements métallurgiques de la Gironde. — Ces établissements viennent de mettre en marche leur installation définitive pour la fabrication des fers-blancs; l'Angleterre est le grand importateur des fers-blancs en France et les prix de vente suivent la hausse de la livre sterling.

Compagnie d'Alais, Froges, Camargue. — Pendant l'année 1923, cette société a vu augmenter considérablement l'activité des différentes branches de son industrie, qui comprend non seulement l'aluminium mais aussi une grande variété de produits chimiques. Il est probable que le dividende, qui a été de 5 pour 100 pour l'année 1922, marquera une progression intéressante pour l'année en cours.

Societa dell' Aluminio italiano. — Il en a été de même pour cette société dont l'usine de Borgofranco travaille à plein rendement. Les limites de sa production sont celles mêmes de la puissance hydraulique dont elle dispose. Les prix de vente de l'aluminium sont devenus très suffisamment rémunérateurs et les besoins de la consommation italienne dépassent sensiblement la capacité de production des deux sociétés fabriquant ce métal en Italie.

Trafilerie e Laminatoi di Metalli. — Cette société a continué à se développer d'une façon intéressante, augmentant sans cesse son chiffre d'affaires et ses bénéfices. Le dividende de l'exercice écoulé a été de 10 pour 100.

Société espagnole de Constructions électromécaniques. — Cette société est entrée cette année en exploitation normale pour toutes les spécialités prévues à son programme, y compris son importante installation d'électrolyse qui lui permet de traiter les cuivres obtenus dans les mines et fonderies voisines de son usine de Cordoue. L'importance de ses produits livrés est en accroissement continu sur l'année précédente et les résultats de cette année seront bénéficiaires.

Société d'Applications industrielles. — Voir le compte rendu dans la « R. G. E. » du 12 janvier 1924, t. xv, p. 74.

Lignes télégraphiques et téléphoniques. — Cette société vient d'être chargée par l'Administration des Postes et Télégraphes de l'exécution et de l'installation du câble téléphonique interurbain Paris-Strasbourg. Cette première commande, qui se chiffre par plus de 135 millions de francs, commence la réalisation du vaste programme de réorganisation des lignes et du matériel téléphonique et télégraphique, et sur lequel une première tranche de 704 millions, répartis sur quatre ans, vient d'être votée par le Parlement. Avec son usine de Conflans-Sainte-Honorine qu'elle double actuellement, et la collaboration que lui doit la International Western electric Company, de New-York, cette société peut espérer obtenir une série de commandes importantes de câbles téléphoniques interurbains qui lui assureront un travail régulier pendant un certain nombre d'années.

Société française de Monnayage. — Le premier exercice de cette société, qui travaille pour les administrations des monnaies françaises et étrangères, a donné des résultats favorables permettant, après prélèvement d'amortissements normaux, la distribution d'un dividende.

Étant donné le développement continu de ses affaires, la société se trouvait trop à l'étroit dans les locaux qu'elle occupait 29, rue de Londres, dont le bail arrivait du reste à expiration; elle a activé l'aménagement de l'immeuble qu'elle avait précédemment acheté, 28, rue de Madrid, et y a transféré, le 4 juin dernier, son siège social ainsi que tous ses services administratifs et commerciaux.

Le compte profits et pertes présente un solde créditeur de 16397918,26 fr, y compris un prélèvement sur la prime d'émission de 1766575,34 fr et le report de l'exercice précédent 161156,80 fr, soit au total 19277322,14 fr.

Les bénéfices propres à l'exercice 1922-1923 s'élèvent donc à 14470186,12 fr contre 9796230,63 fr pour l'exercice précédent.

Le total à répartir étant de 16397918,26 fr, il est prélevé : 5 pour 100 pour la réserve légale, un amortissement général de 3000000 fr, un premier dividende de 5 pour 100, 10 pour 100 sur l'excédent de bénéfices provenant de l'exercice 1922-1923, soit sur 6246676,82 fr, aux tantièmes statutaires et un deuxième dividende de 8 pour 100.

Le report à nouveau est de 349741,28 fr.

Le dividende est fixé à 13 fr par action. Il est payable, sous déduction des impôts, à partir du 30 décembre prochain, contre remise du coupon n° 26.

BILAN AU 30 JUIN 1923.

Actif.

	fr
Immeuble, rue de Madrid	2 350 000 »
Usine du Havre	46 802 198,27
Usine de Rugles	6 493 573,67
Usines de Saint-Maurice (C. E.)	10 219 822,38
Usine des Corderies de la Seine	31 545 044,33
Usine de Dijon	4 144 988,98
Usines de Charleval, La Praz, Paris (A. L.)	1 732 094,33
Usines de Montreuil et de Grenoble	1 247 226,17
Siège social : Matériel de bureaux, études, essais, recherches, brevets	1 »
Prime de remboursement des obligations et des bons 6 pour 100	2 281 960 »
Caisses	405 165,76
Banquiers	26 392 735,63
Bons de la Défense nationale	1 928 700 »
Titres en portefeuille	43 466 341,90
Clients et débiteurs divers	92 186 503,14
Effets à recevoir	3 237 693,02
Cautionnements	2 139 005,75
Cuivres en magasin et en cours de route : 2000 t, stock réglementaire, comptées au prix fixe de 1240 fr la tonne	2 480 000 »
Cuivre ou laiton en excédent et métaux divers	65 934 855,38
Marchandises générales, approvisionnements, combustibles	45 360 214,02
	390 358 113,73

Passif.

	fr
Capital	90 000 000 »
Réserve légale	6 000 000 »
Réserve générale	6 428 200,91
Obligations amorties (réserve)	5 296 750 »
Reliquat de la prime d'émission après déduction des frais d'augmentation de capital et d'un prélèvement de 1766575,34 fr, en faveur du compte de profits et pertes	6 016 878,31
Amortissements généraux	31 586 867,74
Provision pour fluctuation des cours des métaux en dehors des 2000 t de cuivre comptées à 1240 fr la tonne	3 000 000 »
Obligations et bons à 6 pour 100 restant à rembourser (valeur nominale)	90 416 500 »
Coupons d'actions, d'obligations et de bons échus et obligations amorties exigibles	2 628 512,50
Effets Warrants à payer	24 922 872,79
A reporter	266 296 582,25

Report....	266 296 582,25
Fournisseurs et divers.....	107 663 613,22
Profits et pertes :	
Reliquat de l'exercice précédent...........	161 156,80
Exercice 1922-1923..........................	16 236 761,46
	390 358 113,73

Société des Forces motrices de l'Ariège.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 26 MARS 1924.

Rien de particulier ne s'est révélé dans les exploitations de la société pendant le cours de l'exercice 1922-1923.

Aucune dépense pour installations nouvelles n'a été faite et la société a poursuivi la réalisation graduelle du programme qu'elle s'est imposé et qui consiste à augmenter la puissance de ses chutes actuellement équipées, en complétant leurs aménagements et en y améliorant certaines parties.

Elle a pu ainsi, pendant l'exercice écoulé, augmenter les ventes de courant à la ville de Pamiers et à la Société métallurgique de l'Ariège, en même temps que la production de carbure s'est trouvée augmentée à son usine du Castelet.

Depuis la fin de l'exercice social, la Société métallurgique de l'Ariège a obtenu l'homologation de son règlement transactionnel, suivant lequel elle devra effectuer le paiement de ses créances en dix annuités croissantes, dont la première doit être versée incessamment.

La trésorerie de la société va donc se trouver améliorée et elle espère que le compte d'ordre, qui figure pour 2 millions de francs à l'actif et au passif du bilan, pourra bientôt disparaître.

Le Conseil a continué sa politique d'amortissement des années précédentes en amortissant de un cinquième les frais de constitution, ramenés ainsi à 150576,30 fr et en consacrant une somme de 250000 fr aux amortissements des installations.

Il n'a été fait au cours de l'exercice, avec les sociétés dont les membres du Conseil sont administrateurs, aucune opération spéciale.

Au cours de l'exercice, MM. Isabelle, Gavois et Astruc ont donné leur démission d'administrateurs.

M. Besse, ingénieur-administrateur, directeur de la Société Electro-Câble, est nommé administrateur de la société.

Les frais généraux d'administration se sont élevés à 104439,04 fr.

Les bénéfices bruts d'exploitation ont atteint 952487,54 fr, les intérêts divers sur comptes, 7478,08 fr, soit au total 959965,62 fr.

Après déduction des frais généraux et des amortissements, le bénéfice ressort à 530238,38 fr.

Si on y ajoute les bénéfices reportés de l'exercice 1920-1921, 29972 fr, et ceux de l'exercice 1921-1922, 505736,64 fr, on obtient un total de 1065947,02 fr ; cette somme est reportée à nouveau.

BILAN AU 30 SEPTEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Immobilisations (amortissements déduits).......	5 305 914,05
Frais de constitution (amortissements déduits)..	150 576,30
Matières premières, approvisionnements, produits fabriqués..................................	401 607,11
Compteurs en location..........................	262 554,29
Société métallurgique de l'Ariège au 13 décembre 1921..	5 890 688,14
Débiteurs..	1 069 844,76
Société métallurgique de l'Ariège, compte d'ordre.	2 000 000 »
Caisse, banques et portefeuille.................	575 497,78
	15 656 682,43

Passif.

	fr
Capital..	12 000 000 »
Fonds d'assurances, accidents....................	64 776 »
Créditeurs..	525 959,41
Acceptations Société métallurgique de l'Ariège, Escompte d'ordre..............................	2 000 000 »
Résultats exercice 1920-1921.....................	29 972 »
Résultats exercice 1921-1922.....................	505 736,64
Bénéfices de l'exercice 1922-1923................	530 238,38
	15 656 682,43

ERRATUM

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE
DE L'ENERGIE ÉLECTRIQUE DE LA BASSE-LOIRE.

Dans le numéro de la « Revue générale de l'Electricité » du 29 mars 1924, t. XV, p. 565, nous avons publié par erreur un compte rendu d'Assemblée générale sous la raison sociale « Energie électrique de la Basse-Isère ». Les renseignements donnés dans ce numéro se rapportent à l'assemblée générale ordinaire du 18 juin 1923 de la société Energie électrique de la Basse-Loire.

SECTION DE LÉGISLATION

A propos des concessions municipales de distribution de force motrice

Arrêt de la Cour de Cassation du 3 décembre 1923.

La Chambre civile de la Cour de Cassation a récemment rendu un arrêt relatif à une concession municipale limitée strictement à la force motrice, c'est-à-dire à l'usage des industriels. Cette limitation avait paru au Tribunal de Charleville et à la Cour de Nancy modifier le caractère de travaux publics que la jurisprudence accorde d'une façon constante à la distribution du courant électrique pour tous usages. La Cour suprême, dans un arrêt qui est le premier sur cette matière, affirme le caractère de travail public même à l'égard d'une concession de cette nature; l'article que l'on va lire rappelle les principes de la loi du 15 juin 1906 dont la Cour suprême a fait l'application.

I. **Exposé de l'arrêt du 3 décembre 1923.** — Une concession municipale, même réduite à la distribution du courant électrique pour la force motrice (la fourniture de la lumière n'y étant pas stipulée), présente tous les caractères d'un travail public, étant rédigée en conformité de la loi de 1906 et du cahier type du 17 mai 1908, réglant, en conséquence, les tarifs de la fourniture, le mode des travaux à exécuter, le retour des ouvrages en fin de concession à l'autorité concédante.

D'autre part, les inconvénients résultant pour un immeuble du voisinage d'un travail public rentrent dans la compétence de la juridiction administrative.

Doit donc être cassé l'arrêt qui, en se basant sur ce que la force motrice ne peut être utile qu'à une certaine catégorie d'habitants (des industriels), a considéré le contrat municipal comme étranger aux intérêts d'une collectivité et, par conséquent, comme restant en dehors d'un véritable service public.

II. **Observations sur la portée de l'arrêt.** — PREMIÈRE OBSERVATION. — Antérieurement à la loi du 15 juin 1906, il était répandu dans le public que la commune n'avait pas la compétence nécessaire pour donner une concession relativement à la distribution de la force motrice. C'était l'époque où l'on considérait, comme une règle intangible, la fameuse circulaire du 15 août 1893, commentée avec rigueur par la lettre du ministre des Travaux publics, M. Vielle, à M. le préfet du Rhône, en date du 25 août 1893, dans laquelle on lisait : « les distributions de *lumière* sont des services municipaux, aux termes de la loi du 5 avril 1884 et le corps municipal est exclusivement compétent pour concéder de telles distributions, ainsi que l'établit la circulaire du 15 août 1893. *Mais*, la concession des distributions d'électricité pour *force motrice* ou pour tous autres usages industriels, n'est attribuée par aucune loi à la commune, au département et, par suite, elle reste dans les attributions de l'Etat ».

C'est sur ces données qu'ont été étudiés les premiers travaux préparatoires de la loi du 15 juin 1906 (rapport de M. le député Guillain) et l'on ne saurait trop attacher d'importance aux considérations qui y sont développées ; nous estimons que la citation s'impose : « Nous nous trouvons en présence d'une question nouvelle ; et le législateur peut, sans porter aucune atteinte aux droits actuels de la commune, choisir la solution qui lui paraîtra la plus conforme à l'intérêt public. Convient-il de réserver à l'Etat seul le pouvoir de donner des concessions de distribution d'énergie électrique, ou faut-il déléguer ce pouvoir aux communes ? Il s'agit d'opérations municipales qui n'intéressent le plus souvent qu'une partie des habitants et qui ne sont pas de la compétence naturelle du corps municipal. On doit remarquer, en outre, qu'une distribution d'énergie par l'électricité pourra s'étendre sur un territoire que le progrès de la science fera de plus en plus vaste et qui comprendra généralement de nombreuses communes appartenant même à plusieurs départements. Comment concevoir, dans ce cas, l'exercice exclusif de la compétence communale ? Un réseau de distribution d'énergie électrique est, en effet, un organisme vivant dont chaque partie exerce une action réflexe sur l'ensemble. Comment pourrait-il fonctionner, s'il devait être soumis aux exigences et aux impulsions divergentes de nombreuses municipalités ?

» C'est donc à l'Etat, qu'en raison même de la nature des choses, il appartient de concéder et de contrôler les distributions publiques d'énergie qui s'étendent sur plusieurs communes. »

Même en limitant à ce point la citation, on s'aperçoit que le caractère de « service public » d'une distribution d'énergie n'a jamais été contesté. La seule question qui préoccupait le législateur était la suivante : à quel organisme administratif convenait-il de confier le rôle de l'autorité concédante ?

Continuons la citation et nous allons voir très nettement apparaître l'autorité de la commune.

« Pour éviter une centralisation excessive, continue M. le député Guillain, le Gouvernement (et votre Commission partage cet avis) estime qu'il est préférable de donner à la commune le droit de concession pour toute distribution d'énergie qui ne dessert que son territoire. Les demandes de concession s'étendant à plusieurs communes resteraient dans la compétence de l'Etat. C'est ce qu'établit l'article 3 ». (A la suite de modifica-

tions survenues dans le projet initial, l'article 3 du projet est devenu l'article 6 de la loi.)

Quand on connait ces prémisses, on comprend facilement la véritable signification de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906 : « la concession d'une distribution publique d'énergie est donnée après enquête, soit par la *commune ou* par le syndicat formé entre plusieurs communes, si la demande de concession ne vise que le territoire de la commune ou du syndicat, soit par l'Etat dans tous les autres cas ».

Si la concession municipale est instituée pour desservir une distribution d'énergie (traduisons en langage vulgaire : une distribution de courant électrique pour actionner des moteurs), il importe peu que les abonnés ne représentent qu'une petite fraction de la totalité des habitants ; un service de cette nature n'est pas créé pour un jour et ses commencements peuvent être modestes. Il n'en est pas moins fait, dès le début, pour donner satisfaction à tous ceux qui en réclameront le bénéfice. Si une permission de voirie, sans cahier des charges, a pour but de donner un titre d'occupation de la voie publique au propriétaire d'un immeuble pour son usage, une concession, au contraire, est constituée par l'ensemble des conditions stipulées au profit de tous ceux qui auront intérêt à en requérir l'application. Quand une commune effectue la construction d'un égout dans une rue, il est parfaitement possible qu'aucune construction n'en profite si les abords de la voie publique ne sont pas recouverts d'immeubles bâtis. Au point de vue juridique, l'égout n'en est pas moins un ouvrage public destiné à assurer la salubrité.

Deuxième observation. — Par arrêt du 2 juin 1913, la Chambre civile a déjà affirmé son incompétence pour apprécier l'inconvénient dont se plaignait le propriétaire voisin d'une usine électrique appartenant à la Société nimoise d'Electricité ; on reprochait à cette usine de faire un bruit trop considérable pour être compris dans les inconvénients ordinaires et normaux qu'un voisin doit supporter. Elle était affectée à la production du courant électrique qui alimentait la population nimoise ; aucun acte de concession ne la mentionnait et son caractère (de travail public) n'était révélé que par l'usage qui en était fait. La Cour de Cassation a appliqué sa jurisprudence constante, en affirmant encore une fois que le caractère de travail public est absolument indépendant des contrats passés, mais est constitué par l'usage que les parties contractantes ont eu en vue.

Le demandeur initial, M. Bardin, ne se plaignait point qu'un potelet eût été placé sur la façade de sa maison, (fait qui aurait pu rendre la compétence au moins douteuse) mais, il alléguait qu'un poteau placé sur le trottoir, masquait presque entièrement le gratte-pieds ménagé dans le mur près de la porte de la maison empêchait le rabattement de deux persiennes du premier étage et cachait en partie l'enseigne de son commerce.

Le Tribunal civil et la Cour avaient estimé que le support ayant été placé seulement pour soutenir les fils d'un réseau destiné à donner à des industriels la force motrice, n'était pas incorporé à une concession de travail public ; il semble que le premier juge en aurait décidé autrement si le réseau avait été affecté à une distribution de lumière. La concession de force motrice lui avait paru être en réalité, un contrat d'ordre secondaire et d'une essence différente. La Cour de Cassation en a décidé tout autrement et c'est ce qui fait tout l'intérêt de l'arrêt que nous reproduisons ci-après sous la rubrique « Législation, jurisprudence, réglementation ».

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêt de la Cour de Cassation en ce qui concerne le préjudice causé à un particulier par une société de distribution d'électricité en plantant un poteau à proximité de la porte d'entrée de ce particulier (3 décembre 1923).

La Cour : Ouï en audience publique des 21 novembre et 3 décembre 1923, M. le conseiller Seligman en son rapport, Mes Frénoy et Hannotin, avocats des parties, en leurs observations, ainsi que M. Langlois, avocat général, en ses conclusions, et après en avoir immédiatement délibéré conformément à la loi ;

Sur le moyen unique : Vu les alinéas 1 et 2 de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII,

Attendu que la distribution de l'énergie électrique, soit pour l'éclairage public ou privé, soit pour tous autres usages, présente le caractère de service public quand elle est faite en exécution d'un contrat de concession passé avec une commune, imposant au concessionnaire l'obligation de fournir le courant aux clauses et conditions du cahier des charges, à toute personne qui le lui demande;

Qu'il importe peu, qu'en fait, une catégorie particulière d'habitants, telle que les industriels, ait actuellement seule trouvé avantage à user de la fourniture assurée par la concession, si toute personne demeure investie du droit de la demander par la suite suivant ses besoins;

Attendu que la compagnie l'Est Electrique a obtenu de la ville de Charleville la concession de la distribution publique dans la commune de l'énergie électrique pour tous usages autres que l'éclairage, suivant un cahier des charges établi conformément au modèle approuvé par le décret du 17 mai 1908 rendu pour l'application de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie ;

Que les article 4, 6, 11, 13, 22 règlent le mode d'approbation des travaux à exécuter par la compagnie, les tarifs de de la fourniture du courant, les droits des personnes demandant un abonnement et le retour à la ville, en fin de concession, des immeubles et ouvrages de la distribution;

Attendu, sans qu'il y ait lieu de tenir compte du nombre des habitants qui ont déjà contracté des abonnements, qu'il résulte de l'ensemble de ces clauses que le contrat constitue un marché de travaux publics;

Que, dès lors, l'appréciation des dommages causés par les travaux, rentre dans les attributions de la juridiction administrative.

Attendu que l'action intentée par Bardin contre la société l'Est Electrique tend à la réparation d'un dommage causé par la plantation d'un support aérien électrique sur la voie publique à une faible distance de la façade de sa maison; que la Cour d'Appel a décidé qu'il lui appartenait de connaître de la cause et a statué au fond; en quoi elle a méconnu les règles de la compétence judiciaire et violé le texte ci-dessus visé ;

Par ces motifs : Casse et annule l'arrêt rendu entre les parties par la Cour d'Appel de Nancy, le 14 novembre 1921 et renvoie devant la Cour d'Appel de Douai.

8e Année | Tome XV — N° 16 | 19 Avril 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce . Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr — Le Numero : 3 fr

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ
Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité
réunissant
LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — No 16. 19 AVRIL 1924.

AVIS. — *Messieurs les Actionnaires de la « Revue générale de l'Electricité » sont convoqués en* **Assemblée générale annuelle**, *conformément à l'article 30 des statuts pour le* **lundi 12 mai 1924** *à 11 h 30, au siège social, 12, place de Laborde, à Paris.*

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires, quel que soit le nombre des actions possédées par eux.

Tout actionnaire, pour avoir le droit d'assister ou de se faire représenter à l'Assemblée générale, doit être inscrit sur les registres de la Société 16 jours au moins avant celui fixé pour la réunion.

Union des Syndicats de l'Electricité : Séance du Comité de Direction du 2 avril 1924. — Parmi les questions soumises à l'examen du Comité de Direction au cours de cette séance, nous signalerons les suivantes :

Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs de 1924. — Le règlement des essais qui doivent avoir lieu en septembre prochain est, sur certains points, plus rigoureux que celui de 1923; tous pouvoirs sont donnés à la 5e Commission pour en arrêter les termes définitifs.

Catalogues d'appareillage. — Il est demandé que les constructeurs fassent figurer dans leurs catalogues les modèles dont l'emploi est recommandé par l'Union dans ses prescriptions pour installations intérieures; la suggestion est transmise aux syndicats de constructeurs d'appareillage.

Voyage en Tchécoslovaquie. — Huit adhésions ont été reçues pour le voyage organisé en vue de la représentation des industries électriques françaises aux manifestations qui auront lieu à Prague sous les auspices de l'Association électrotechnique tchécoslovaque.

Travaux des Commissions. — Dans sa séance du 24 mars, la 2e Commission (Fils et câbles) a arrêté le texte d'un cahier des charges pour la fourniture des fils émaillés. La 4e Commission a poursuivi l'étude de la normalisation des appareils de mesure; la sous-commission chargée d'établir le cahier des charges pour la fourniture du petit appareillage a achevé le chapitre relatif aux poires d'allumage, aux raccords de connexion d'extrémité, aux patères à raccords et aux appliques en laiton; M. Buffet a bien voulu accepter de procéder à quelques essais pour compléter le chapitre relatif aux interrupteurs et aux coupe-circuits. La 5e Commission (Traction électrique par accumulateurs) a arrêté, le 26 mars, le règlement des essais de véhicules électriques de 1924; une de ses sous-commissions, chargée des études relatives à la normalisation des postes de charge, a commencé ses travaux. La 18e Commission (Canalisations souterraines) a pris connaissance des résultats des essais auxquels elle avait fait procéder au Laboratoire central d'Electricité et elle a décidé de les compléter. La 24e Commision (Moteurs de traction) a terminé l'établissement du règlement des moteurs de traction.

Société française des Electriciens — Séance du 5 avril 1924. — La séance débuta par la réunion de l'Assemblée générale annuelle. Après lecture des rapports de la Commission des Comptes, par M. Ulrich, du Comité, par M. Grosselin, et du rapport sur le Laboratoire central et l'Ecole supérieure d'Electricité par M. Paul Janet, M. Eschwège, président de la Société, mit aux voix des modifica-

tions aux articles 1 et 10 à 21 du règlement intérieur. Ces modifications portaient 1° sur le chiffre de la cotisation qui était uniformément de 50 fr pour tous les membres et qui sera désormais doublée pour les groupements et sociétés scientifiques et industrielles, et réduite de moitié pour les étudiants ; 2° sur la création de deux assemblées générales ordinaires, une en janvier pour procéder à l'élection des membres du Bureau, du Comité et de la Commission des Comptes, l'autre en avril pour approuver les comptes de l'exercice clos. Ces modifications furent approuvées à l'unanimité. Enfin le Bureau, le Comité et la Commission des Comptes actuels furent, en application des dispositions ci-dessus, maintenus en fonction jusqu'à l'assemblée générale de janvier 1925. Après l'assemblée générale, M. le Dr Comandon fit une communication du plus haut intérêt sur l'application du cinématographe à l'étude et à la reproduction des phénomènes microbiologiques ; cette communication était accompagnée de projections de films sur les mouvements browniens des particules colloïdales, sur l'évolution de paramécies dans l'eau, sur la fécondation d'un pistil par des graines de pollen, sur le galvanolactisme, sur la circulation du sang, sur la vie des amibes, sur la fécondation et l'évolution d'œufs d'oursins, sur les moyens de défense de l'organisme par les leucocytes.

Les travaux du Dr Comandon sont d'une importance capitale pour le développement et l'évolution de la médecine. — H. C.

Bibliographie : Annali. Utillizzazione delle Acque-Idrografia. Concessioni di Acque pubbliche (Annales. Utilisation des eaux. Hydrographie. Concession des eaux publiques), publiées sous les auspices du Ministère des Travaux publics italien, Conseil supérieur des Eaux (1). — Cet ouvrage constitue le premier fascicule du tome V des Annali ; il est consacré à diverses installations dont nous donnons le sommaire ci-dessous :

1° Les travaux pour la construction de la digue de Santa Chiara d'Ula, sur le fleuve Tirso en Sardaigne ; une préface de l'ingénieur Carlo Bonomi (page 3) et 6 photographies hors texte prises en mars 1920 ;

2° La production et la distribution de l'énergie électrique dans la première région électrique (Piémont, Ligurie), par l'ingénieur professeur Elvio Soleri, pages 5-95, 5 planches et 9 photographies hors texte.

La première région électrique comprend : les provinces de Turin, de Cuneo et de Porto Morizio ; celle de Gènes, à l'exception de la Spezia et, enfin, une partie de celles de Novare et d'Alexandrie. Ce territoire forme une région plutôt parce qu'il est séparé de celles qui l'avoisinent que parce qu'il constitue un ensemble électrique homogène dans lequel seraient possibles les liaisons faciles et les grands échanges d'énergie. Les deux groupes principaux des installations de production sont celui de la « Societa idroelettrica Piemonte (S. I. P.) au nord et celui de la « Societa elettrica Negri » au sud. Ces deux réseaux sont à 50 p : s. Entre eux se trouve la distribution de la « Societa Forze idrauliche Alto Po » à 42 p : s, fréquence provenant d'une ancienne liaison avec la zone lombarde. Le groupe Negri produit encore de l'énergie à 16 p : s, pour la traction électrique des chemins de fer de l'Etat, avec usines génératrices spéciales et usines génératrices mixtes à 50 et à 16 p : s.

Entre les deux groupes viennent encore s'insérer, avec les usines hydrauliques et électriques, les installations et les distributions des chemins de fer de l'Etat, ainsi que celles de l'usine électrique municipale de Turin et d'autres établissements moins importants.

La puissance totale des machines installées dans les usines de la première région électrique assurant la distribution publique de l'électricité, est la suivante : 265 500 kw pour l'énergie hydraulique et 105 800 kw pour l'énergie thermique.

3° Calcul de l'armature des voûtes pour la digue de Santa Chiara d'Ula, par l'ingénieur Luigi Kambo, pages 97 à 112, 7 planches hors texte ;

4° Installations hydroélectriques suisses de notable intérêt.

L'installation de goergen sur l'Aar, par l'ingénieur Carlo Bonomi, pages 113 à 123, 4 planches et 8 photographies hors texte ;

6° Les crues du fleuve Simeto (Sicile) en relation avec les précipitations atmosphériques, par le professeur Filippo Eredia, pages 125 à 152, une planche hors texte ;

7° La législation sur les eaux en Italie et à l'étranger, pages 157 à 201 : nouvelles dispositions italiennes. Extrait du règlement du gouvernement japonais pour les distributions électriques. Règlements régissant les forces hydrauliques au Canada.

8° Notices statistiques sur les demandes de concessions, pages 203 à 241. — P. B.

(1) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 241 pages, avec 35 figures et 40 cartes et photographies dans le texte, édité par le Ministero dei Lavori pubblici di Consiglio superiore delle Acque pubbliche. Prix : broché, 35 lire.

Bibliographie : Annuaire de la Houille blanche française 1923-1924 (1). — Cet annuaire, qui en est à sa septième année d'existence, réunit les différentes informations qui se rapportent à l'industrie hydroélectrique en France.

On trouvera dans la première partie de cet ouvrage : 1° un exposé, par M. Tochon, secrétaire général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de la situation, en 1922, des entreprises de production et de distribution de l'énergie électrique obtenue au moyen des chutes d'eau ; 2° un tableau des nouveaux aménagements hydroélectriques exécutés pendant cette même année ; 3° une note de M. Palowski sur l'électrification rurale, question tout à fait à l'ordre du jour et ayant un rapport direct avec l'industrie hydroélectrique ; 4° une rapide description du Laboratoire hydraulique de Bauvert édifié par la Société hydrotechnique de France et destiné aux essais des pompes et turbines, ainsi qu'à ceux qui concernent les conduites forcées ; 5° les diverses modifications législatives se rapportant au sujet considéré ; 6° un ensemble de renseignements d'ordre général sur la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ; 7° diverses notices sur les Instituts électrotechniques de Nancy, Grenoble, Toulouse et sur l'Ecole spéciale des Travaux publics.

La deuxième partie de l'Annuaire est consacrée plus spécialement aux sociétés françaises de distribution d'énergie électrique, d'électrométallurgie, d'électrochimie et de traction avec usine hydroélectrique. Le texte, arrêté à la date du 1er septembre 1923, a été soigneusement revisé et remis à jour. Il est heureusement complété par un ensemble de douze cartes se rapportant chacune à un réseau de distribution. — Y. G.

(1) Un volume, format 27 cm × 22 cm, de 155 pages, avec 8 cartes dans le texte et de nombreux tableaux, en vente à la *Revue générale de l'Electricité*, 12, place de Laborde, à Paris. Prix : broché, 17 fr ; cartonné, 19 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Isolants et condensateurs (*Suite et fin*) (1)

Dans la première partie, l'auteur a tenté de rassembler les résultats connus sur les diélectriques. Dans cette seconde partie, il les utilise pour constituer le diagramme d'un isolant et examine comment peut être conduit le calcul d'un condensateur, étant donné le facteur de puissance de l'isolant en fonction de la température.

I. **Le diagramme d'un isolant.** — Comme nous venons de le voir, le mieux est de nous en tenir à l'équation (7).

$$\mathcal{J} = kH[\sin \omega t + a \sin(\omega t - \beta)], \qquad (7)$$

dans laquelle a et β sont des caractéristiques du diélectrique, à fréquence et température données.

La charge σ par unité de surface d'armature est reliée à tout instant au champ électrique et à l'intensité de polarisation par l'équation bien connue

$$\sigma = \frac{H}{4\pi} + \mathcal{J} = \frac{KH}{4\pi}$$

K étant le pouvoir inducteur spécifique. $\frac{H}{4\pi}$ est le déplacement électrique dans l'éther.

On a donc

$$\sigma = \left(\frac{1}{4\pi} + k\right) H \sin \omega t + kaH \sin(\omega t - \beta)$$
$$= \frac{K}{4\pi} H \sin \omega t + \frac{K-1}{4\pi} aH \sin(\omega t - \beta).$$

Pour le courant, supposé rapporté aussi à l'unité de surface d'armature, on trouve

$$i = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{K}{4\pi} H\omega \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$+ \frac{K-1}{4\pi} aH\omega \sin\left(\omega t - \beta + \frac{\pi}{2}\right). \qquad (8)$$

Portons, sur la figure 1, les vecteurs suivants :

$$\overline{OA} = H, \quad \overline{OB} = \frac{K}{4\pi} H\omega, \quad \overline{BC} = \frac{K-1}{4\pi} aH\omega;$$

d'où

$$\overline{BC} = \frac{K-1}{K} a \times \overline{OB}.$$

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 12 avril 1924, t. XV, p. 621-627.

Le vecteur $\overline{OC}$, qui représente le courant, n'est pas perpendiculaire à celui qui représente la tension ; il est déphasé en avant de ce dernier d'un angle φ, dont le complément θ est parfois appelé l'angle de perte.

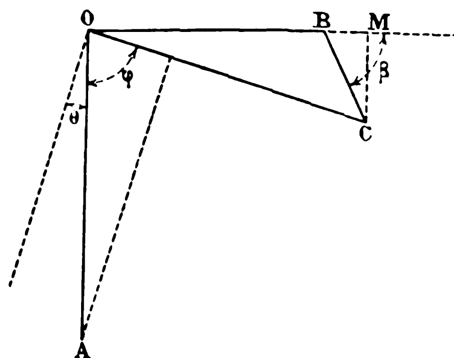


Fig. 1. — Diagramme vectoriel d'un condensateur.

De plus, la puissance consommée sera, par unité de volume,

$$W = \frac{HI}{2} \cos\varphi = \frac{1}{2} H \times \overline{BC} \sin\beta$$
$$= \frac{K-1}{8\pi} a\omega H^2 \sin\beta, \qquad (9)$$

étant bien entendu que H est la valeur maximum, et non la valeur efficace, du champ.

On remarquera que le condensateur réel se révèle, d'après le diagramme, comme équivalent à un condensateur parfait shunté par une résistance. Le courant de fuite ainsi créé serait MC et le courant alimentant le condensateur parfait serait OM. Il est aisé de voir que la valeur de la résistivité de fuite est

$$\frac{1}{\frac{K-1}{4\pi} a\omega \sin\beta} = \frac{4\pi}{(K-1)\, a\omega \sin\beta},$$

mais que le pouvoir inducteur spécifique réel K du dié-

lectrique apparaît comme augmenté de la quantité $(K-1)\,a\cos\beta$.

Construisons maintenant le diagramme d'un condensateur. On a

$$H=\frac{E}{e},$$

E étant la tension et e l'épaisseur du diélectrique. Les charges et les courants sont à multiplier par la surface S d'une armature. Le diagramme reste celui de la figure 1, mais en admettant que $\overline{OA}=E$ avec

$$C=\frac{KS}{4\pi e},$$

C étant la capacité du condensateur.

Alors

$$\overline{OB}=\frac{KS}{4\pi e}\,\omega E=E\omega C,$$

$$\overline{OM}=K\left(1+\frac{K-1}{K}\,a\cos\beta\right)\frac{S}{4\pi e}\,\omega E$$

$$=E\omega C\left(1+\frac{K-1}{K}\,a\cos\beta\right),$$

$$\overline{MC}=\frac{K-1}{4\pi e}\,Sa\omega E\sin\beta=E\omega C\left(\frac{K-1}{K}\,a\sin\beta\right),$$

$$\overline{OC}=I,$$

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{\overline{OM}}{\overline{MC}}=\frac{K+(K-1)\,a\cos\beta}{(K-1)\,a\sin\beta}.$$

D'ailleurs, tant que $\varphi>80°$, on ne commet pas une erreur supérieure à 2 pour 100, en admettant

$$\cos\varphi=\frac{1}{\operatorname{tg}\beta}=\frac{(K-1)\,a\sin\beta}{K+(K-1)\,a\cos\beta}.$$

Approximativement, on a donc, a étant petit,

$$\cos\varphi=\frac{K-1}{K}\,a\sin\beta. \qquad (10)$$

D'après les équations précédentes, on a donc le droit de parler du facteur de puissance d'un diélectrique. La valeur de $\overline{OM}$ montre que la capacité doit paraître diminuer à mesure que la fréquence augmente. C'est du moins ce que l'on déduirait de l'équation (10), qui n'est à considérer qu'à titre indicatif, mais c'est aussi ce qui résulte de l'étude de M. S. Butterworth [1] sur l'emploi du pont d'Anderson. Cet expérimentateur y indique que, pour un condensateur en mica de 0,5 μF de capacité, la correction de capacité rapportée à la valeur à 1000 p : s décroît de + 49 μμF à 500 p : s à − 25 μμF, à 2000 p : s. Ceci conduirait à penser que β est très voisin de 90°, c'est aussi ce qui semble résulter de résultats sur les résidus. Les formules précédentes permettent, par l'étude expérimentale de cos φ et de la variation de capacité, d'atteindre les quantités α et β.

Quant à la résistance de fuite équivalente du condensateur réel, elle est

$$\rho=\frac{E}{\overline{MC}}=\frac{1}{\omega C\dfrac{K-1}{K}\,a\sin\beta}=\frac{1}{\omega C\cos\varphi},$$

approximativement.

Examinons maintenant ce que sont les résultats des mesures de la capacité et du facteur de puissance par les méthodes de pont. Dans la méthode de Nernst, le condensateur réel est assimilé à un condensateur parfait shunté par une grande résistance. La capacité obtenue est donc celle correspondant au courant $\overline{OM}$, c'est-à-dire est égale à

$$C_1=C\left(1+\frac{K-1}{K}\,a\cos\beta\right). \qquad (11)$$

Dans la méthode de Wien, le condensateur réel est identifié avec un condensateur parfait en série avec une résistance. La capacité C_2 ainsi mesurée est alors telle que

$$\overline{AH}=\frac{I}{\omega C_2}=E\sin\varphi=\frac{\overline{OM}\sin\varphi}{\omega C\left(1+\dfrac{K-1}{K}\,a\cos\beta\right)}=\frac{I\sin^2\varphi}{\omega C_1},$$

d'où

$$C_2=\frac{C_1}{\sin^2\varphi}.$$

Si l'on fait provisoirement l'hypothèse que le facteur d'oubli possède la forme exponentielle, on voit, en se reportant à l'équation (3), que le courant de charge d'un condensateur sous tension constante est donné, par unité de surface, par

$$\frac{d\mathcal{J}}{dt}=kHme^{-mt}.$$

Tout se passe comme si la conductibilité électrique de l'isolant était variable avec le temps et égale à

$$kme^{-mt}.$$

On peut donc comparer, à l'aide des équations (9) et (10), les résultats sur la conductibilité à ceux sur les pertes diélectriques. Disons seulement que les valeurs obtenues pour m, en partant de ces deux phénomènes, ne sont pas du même ordre de grandeur. Il semble que

[1] *Proceedings of the physical Society London*, 1921, xxxiv, p. 1-8 ; analysé dans *Le Journal de Physique et le Radium*, décembre 1922, t. III, p. 449 D.

le facteur d'oubli varie beaucoup plus vite, avec le temps, que ne l'indiquerait la forme exponentielle. Cette forme est d'ailleurs fort discutée et ce n'est pas celle observée par J. Curie, comme on l'a vu plus haut.

On pourra remarquer en passant que la valeur que l'on vient de donner pour le courant de charge n'est qu'un cas particulier d'un résultat plus général que voici, et que l'on déduira sans difficulté de l'équation (1),

$$\frac{d\mathfrak{J}}{dt} = kH\,\mathrm{f}(t)\,dt,$$

c'est-à-dire que le courant de charge d'un condensateur maintenu sous tension constante représente précisément le facteur d'oubli, à un facteur constant près.

II. **La puissance des condensateurs.** — Ce que nous avons dit dans la première partie montre que l'existence durable d'un condensateur doit dépendre de l'évacuation des calories qui se dégagent dans l'isolant. Le problème est donc le même que pour la plupart des machines électriques et il est possible de le mettre en équation.

Supposons donc un condensateur formé de lames isolantes et d'armatures planes et indéfinies. Soit P l'épaisseur totale des lames isolantes et W, la chaleur dégagée par unité de volume, le diélectrique étant à la température t et soumis à un champ H sin ωt que nous admettrons être le même dans tout le diélectrique. Nous ne tenons pas compte de l'épaisseur des armatures métalliques, parce que leur conductibilité calorifique étant plus de mille fois supérieure à celle de l'isolant, la température de chaque armature en particulier doit être considérée comme uniforme.

L'évacuation de la chaleur se faisant par les faces planes terminales, les surfaces d'égale température seront des plans. En supposant l'état de régime atteint et en appelant p la distance entre le plan considéré et une face terminale (non comprises les épaisseurs du métal) et γ, la conductibilité calorifique, on peut écrire

$$\gamma\frac{dt}{dp} - \gamma\left(\frac{dt}{dp} + \frac{d^2t}{dp^2}\,dp\right) = W\,dp,$$

ou

$$\gamma\frac{d^2t}{dp^2} = -W, \qquad (12)$$

ou encore

$$\gamma\frac{d^2t}{dp^2}\frac{dt}{dp} = -W\frac{dt}{dp}$$

et, par intégration,

$$\frac{1}{2}\gamma\left(\frac{dt}{dp}\right)^2 = -\int W\,dt + C,$$

W n'étant fonction que de t.

Soit θ la température maximum dans le condensateur. Elle aura lieu évidemment pour

$$p = \frac{P}{2}.$$

Alors

$$\frac{dt}{dp} = 0 = -\int_\theta W\,dt + C,$$

et

$$\frac{1}{2}\gamma\left(\frac{dt}{dp}\right)^2 = \int_t^\theta W\,dt.$$

On conçoit de suite la possibilité, si l'on connaît γ et W en fonction de t, de calculer t en fonction de p, c'est-à-dire la répartition interne des températures dans le condensateur. Il faut évidemment se fixer θ, mais cette température doit être choisie naturellement comme le maximum compatible avec la conservation du diélectrique.

Donc

$$\frac{dt}{dp} = \sqrt{\frac{2}{\gamma}\int_t^\theta W\,dt}. \qquad (13)$$

D'autre part, en combinant les équations (9) et (10), on obtient

$$W = \frac{KH^2}{8\pi}\,\omega\cos\varphi, \qquad (14)$$

et

$$\frac{dt}{dp} = \frac{H}{2}\sqrt{\frac{K\omega}{\pi\gamma}\int_t^\theta \cos\varphi\,dt},$$

ou

$$H\frac{dp}{dt} = \frac{2}{\sqrt{\frac{K\omega}{\pi\gamma}\int_t^\theta \cos\varphi\,dt}}. \qquad (15)$$

Comme

$$\int_T^\theta \frac{dp}{dt}\,dt = \frac{P}{2},$$

T étant la température des surfaces externes, il vient

$$PH = 4\int_T^\theta \frac{1}{\sqrt{\frac{K\omega}{\pi\gamma}\int_t^\theta \cos\varphi\,dt}}\,dt. \qquad (16)$$

Cette quantité pourra toujours être calculée graphiquement si l'on a déterminé expérimentalement γ et cos φ en fonction de t. Il est à remarquer qu'elle représente la tension que supporterait l'épaisseur totale du diélectrique, si elle était comprise entre deux armatures seulement, le champ électrique restant le même. On est donc conduit à cette conclusion très remar-

quable : un isolant soumis en régime à un champ alternatif est capable de résister, non à un champ électrique maximum, mais bien à une tension maximum, celle-ci pouvant être partagée en fractions mises en parallèle ou en série suivant les connexions établies entre les armatures intermédiaires.

Cette tension PH n'est d'ailleurs pas aussi variable avec la pulsation ω que le ferait croire la présence de ce facteur dans l'expression ci-dessus. Il ne faut pas oublier que $\cos\varphi$ diminue très probablement à mesure que la fréquence augmente, peut-être presque en raison inverse, comme permettrait de le croire l'extension de certains résultats relatifs aux résidus.

Si l'on veut, P est l'épaisseur totale maximum de de l'isolant d'un condensateur refroidi seulement par ses faces externes et travaillant sous le champ H.

On remarquera que nous avons défini T comme étant la température des surfaces externes et non la température ambiante, ceci pour tenir compte de la discontinuité qui existe entre la température de ces surfaces et celle de l'air. Cette discontinuité est calculable, étant connus le flux de chaleur et le mode de réfrigération.

Je dois attirer l'attention sur le rôle d'une surtension maintenue quelque temps. Même après sa suppression, la répartition des températures dans le diélectrique ne peut revenir ce qu'elle était avant l'établissement de cette surtension, car l'élévation générale de la température provoque un plus grand dégagement de chaleur dans le diélectriqne. Il serait donc possible d'amener la rupture d'un diélectrique sous une tension inférieure à celle normalement nécessaire, à condition de le soumettre auparavant à une surtension momentanée suffisante.

Nous avons dit plus haut que la température θ doit être choisie comme le maximum compatible avec la conservation du diélectrique. Ce n'est qu'à ce dernier point de vue que nous nous plaçions, car il est bien évident que ce n'est pas la combinaison la plus avantageuse, quant à l'économie. Il faut faire intervenir le rendement du condensateur, car sa consommation d'énergie représente un capital non négligeable comparé au prix d'achat de l'appareil. La température maximum correspondant au régime le plus économique ne coïncidera pas avec la température θ de commencement de décomposition, car même avant que celle-ci soit atteinte, le facteur de puissance est déjà considérable. Le seul fait de cette très rapide augmentation localise la température θ entre des limites assez rapprochées, et cela quelle que soit la cause exacte admise pour la définir. Pour la même raison, PH varie assez lentement avec θ, T étant supposé constant.

L'allure de la courbe du facteur de puissance en fonction de la température n'est pas indifférente et peut influer pour le choix de la température maximum de régime. On préférera évidemment que l'accroissement soit d'abord faible dans un intervalle assez important de température, puis rapide ensuite, plutôt que d'être à peu près constant.

Voyons l'ordre de grandeur de PH. Les valeurs que je vais employer ne sont que pour fixer les idées. Grossièrement, elles doivent correspondre à la paraffine (point de fusion : 56° C). Nous prendrons les unités électromagnétiques qui donnent

$$K = 2,3 \times \frac{1}{9 \times 10^{20}},$$

$$\gamma = 14 \times 10^{-5} \text{ calories grammes : cm : degré : s}$$
$$= 58 \times 10^{-2} \text{ erg : cm : degré : s.}$$

Avec, à la fréquence 50 p : s, un facteur de puissance supposé de 0,04 à 30° C et croissant de façon à atteindre 0,065 à 55° C, en admettant $\theta = 55°$, on est conduit à

$$\int_{30}^{55} \frac{dt}{\sqrt{\int_t^{55} \cos\varphi \, dt}} = 40, \text{ environ,}$$

et, en définitive, d'après l'équation (16)

$$PH = 24 \times 10^{12} \text{ U.E.M. C.G.S,}$$
$$= 240 \times 10^3 \text{ volts.}$$

Il est suggestif de rapprocher ce nombre de la rigidité diélectrique de la paraffine qui est

$$600 \times 10^3 \text{ v : cm.}$$

Il ne faut pas attacher, à cette valeur de PH, une précision trop grande, car j'ai manqué de renseignements précis sur la croissance du $\cos\varphi$ avec la température. Néanmoins, l'ordre de grandeur du résultat ne saurait être changé et il est permis de remarquer qu'il est d'accord avec l'expérience, au moins grossièrement.

La théorie précédente permet donc d'étudier rationnellement la constitution d'un condensateur devant fonctionner en régime. Elle montre que la rigidité diélectrique sous tension alternative ne doit pas être considérée comme ayant une valeur absolue. Il faudrait d'ailleurs de longs tâtonnements pour déterminer cette quantité en régime, car la durée de l'essai devrait être d'autant plus longue que le facteur de puissance du diélectrique serait plus faible. Si on y arrive assez vite, avec la cellulose imprégnée à l'huile de résine, dont le facteur de puissance est considérable [1], il ne saurait en être de même pour les isolants acceptables pour la constitution des condensateurs.

Pour l'utilisation pratique et en régime des condensateurs, on sera très probablement conduit à les établir, non d'après la température maximum θ que l'isolant peut supporter, mais plutôt d'après le facteur de puissance le plus économique, eu égard au prix des appa-

[1] D.-W. Roper; Pertes et contraintes diélectriques dans leur rapport avec les perforations de câbles. *Revue générale de l'Électricité*, 28 avril 1923, t. XIII, p. 709.

reils. On sera donc conduit à remplacer dans nos calculs θ par une température τ que l'on pourra déterminer d'après ce qui suit, en se fixant naturellement le facteur de puissance, $\cos\varphi$, des condensateurs. Pour traduire que la perte totale est égale à la somme des pertes dans le diélectrique, nous écrivons

$$\frac{KH^2}{8\pi}\omega P\cos\Phi = 2\int_0^{\frac{P}{2}}\frac{KH^2}{8\pi}\omega\cos\varphi\,dp.$$

Eliminons p, d'après l'équation (15),

$$P\cos\Phi = 2\int_0^{\frac{P}{2}}\cos\varphi\,dp,$$

$$= 2\int_T^{\tau}\frac{2\cos\varphi}{H\sqrt{\frac{K\omega}{\pi\gamma}\int_t^{\tau}\cos\varphi\,dt}}\,dt,$$

ou

$$\cos\Phi = \frac{4}{PH}\int_T^{\tau}\frac{\cos\varphi}{\sqrt{\frac{K\omega}{\pi\gamma}\int_t^{\tau}\cos\varphi\,dt}}\,dt,$$

$$\cos\Phi = \frac{8}{PH}\sqrt{\frac{\pi\gamma}{K\omega}\int_T^{\tau}\cos\varphi\,dt}.$$

Or, d'après l'équation (15), la détermination de τ entraîne celle de PH. En remplaçant PH, on obtient

$$\cos\Phi = \frac{2\sqrt{\int_T^{\tau}\cos\varphi\,dt}}{\int_T^{\tau}\frac{1}{\sqrt{\int_t^{\tau}\cos\varphi\,dt}}}.$$

Le numérateur s'évalue graphiquement et l'on peut, de la même façon, mesurer approximativement le dénominateur. On trouvera ainsi la température τ correspondant au facteur de puissance imposé, et l'équation (16) nous donnera PH sans nouvelle construction graphique.

En définitive, la mesure du facteur de puissance en fonction de la température apparaît comme de première importance, mais quelques observations semblent ici nécessaires. D'abord, on ne saurait songer à échauffer le diélectrique par une mise sous tension prolongée avant la mesure, car on étudie ainsi $\cos\Phi$ et non $\cos\varphi$.

Les études faites dans ces conditions sur les câbles ne peuvent conduire à la connaissance de la loi des pertes dans l'isolant en fonction de la température, celle-ci étant alors très loin d'être uniforme.

Ensuite, comme le facteur de puissance doit varier rapidement en fonction de la fréquence, il faut s'attendre à trouver des valeurs très différentes, suivant que la tension d'alimentation est sinusoïdale ou ne l'est pas. Il sera donc nécessaire d'effectuer toujours les mesures en alimentant le condensateur par un montage en résonance. Nous touchons là à un point délicat pour l'emploi des condensateurs au relèvement du facteur de puissance des réseaux. Les capacités tendent à faire considérablement ressortir les harmoniques dans l'onde de courant et l'on trouvera des oscillogrammes intéressants dans le traité des « Machines électriques » de M. Mauduit, p. 887, édition de 1916. Sur les réseaux dont l'onde n'est pas sinusoïdale, on serait exposé à avoir à transmettre une énergie réactive importante si les condensateurs sont vers les points d'utilisation, et à constater un échauffement anormal des alternateurs. Le remède à cette situation n'est très probablement pas introuvable et le problème a déjà été, croyons-nous, l'objet d'études sérieuses.

L'introduction des condensateurs dans la pratique obligerait probablement à serrer de plus près qu'actuellement l'électrotechnique des courants sinusoïdaux, mais n'en résulterait-il pas, par ailleurs, un meilleur rendement?

Comme conclusion de paragraphe, nous constaterons que le rendement, aussi bien que la température de décomposition conduisent à envisager une valeur définie de PH. Il ne s'ensuit pas une détermination de la puissance réactive qui est, par unité de volume du diélectrique,

$$\frac{K\omega}{8\pi}H^2 = PH\times\frac{K\omega}{8\pi}\frac{H}{P}.$$

On a donc intérêt à augmenter H aux dépens de P.

La théorie ci-dessus conduit au calcul de la réfrigération nécessaire pour utiliser rationnellement un diélectrique dans la construction des condensateurs. Le pouvoir inducteur spécifique, le facteur de puissance et sa variation avec la température, la conductibilité calorifique, sont les propriétés physiques déterminant la valeur pratique d'un diélectrique.

On remarquera que les surfaces externes ne sont définies que par leur température T, supposée maintenue constante. L'expression que j'emploie pour les désigner pourrait prêter à confusion. Ce sont des surfaces de réfrigération et elles pourraient peut-être fort bien être constituées par des lames métalliques enrobées partiellement par le diélectrique et canalisant vers l'extérieur le flux de chaleur. Ces lames pourraient servir d'armatures en même temps. Rien n'empêche de concevoir un condensateur dont toutes les armatures de même signe sortiraient d'un même côté de la masse isolante et coopéreraient à la réfrigération à la façon d'ailettes, refroidies elles-mêmes soit directement par l'air, soit autrement. Les bords enrobés des lames métalliques n'auraient même sans doute pas d'influence pernicieuse. L'accroissement du champ électrique, dans leur voisinage, pourrait être compensé par la meilleure réfrigération due à la proximité de la surface externe de l'isolant.

III. **Sur les méthodes de mesure.** — L'électromètre à quadrants paraît, à première vue, devoir permettre facilement la mesure des petites quantités d'énergie consommées dans les condensateurs. Le principe de son emploi en wattmètre a été, si je ne me trompe, indiqué par M. Potier dès 1881 et il a été utilisé par M. Skinner[1]. Si C est le potentiel de l'aiguille, A et B ceux des plateaux, on sait que l'on a, d'après Lord Kelvin, pour la déviation

$$\alpha = K[(C-A)^2 - (C-B)^2],$$
$$= 2K(A-B)\left(C - \frac{A+B}{2}\right).$$

Nous poserons désormais

$$A - B = v,$$
$$C - \frac{A+B}{2} = V,$$

de sorte que

$$\alpha = 2KVv.$$

Supposons que l'on veuille mesurer le facteur de puissance d'un condensateur, la capacité de l'électromètre étant naturellement négligeable devant la sienne. Réalisons le schéma de la figure 2, dans lequel r est

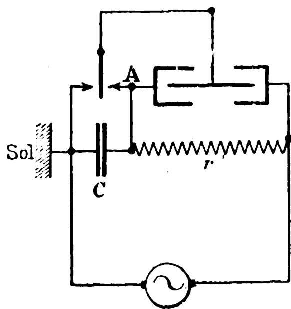


Fig. 2. — Montage pour la détermination du facteur de puissance d'un condensateur par la mesure de la puissance consommée.

une résistance aux extrémités de laquelle sont connectés les plateaux. Si e est la tension instantanée aux bornes du condensateur ; i, le courant instantané, on a,

$$\alpha = 2K \times \frac{1}{\mathfrak{T}} \int_0^{\mathfrak{T}} ri\left(e + \frac{ri}{2}\right) dt,$$

$\mathfrak{T}$ étant la période, d'où

$$\alpha = 2Kr\left[\frac{1}{\mathfrak{T}}\int ei\,dt + \frac{1}{\mathfrak{T}}\int \frac{ri^2}{2}\,dt\right].$$

(1) Mesure des pertes diélectriques ; C.-E. SKINNER. *Revue générale de l'Électricité*, 2 mars 1918, t. III, p. 319-327.

La déviation mesure donc la puissance consommée dans le condensateur et dans la moitié de la résistance. Soit maintenant γ la déviation obtenue en connectant l'aiguille à l'un des plateaux, en A par exemple,

$$\gamma = 2K\frac{1}{\mathfrak{T}}\int_0^{\mathfrak{T}} ri \times \frac{ri}{2}\,dt,$$
$$= Kr^2 I^2,$$

I étant la valeur efficace du courant.

La puissance prise par le condensateur est

$$W = \frac{1}{2Kr}(\alpha - \gamma).$$

On arrive facilement à l'expression suivante pour le facteur de puissance du condensateur, en supposant la tension sinusoïdale,

$$\cos\varphi = \frac{\omega Cr}{2}\left(\frac{\alpha}{\gamma} - 1\right),$$

ω étant la pulsation et C, la capacité du condensateur. Cette formule est valable tant que l'on peut admettre que

$$\cos\varphi = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$$

c'est-à-dire à 1 pour 100 près, tant que $\varphi > 80°$.

Malheureusement, ce schéma est inadmissible parce que la formule simple de Lord Kelvin n'est qu'approchée. Elle suppose négligeables des couples directeurs d'origine électrique qui viennent se superposer au couple mécanique et qui sont d'autant plus appréciables que l'instrument est plus sensible. Mais, même avec le modèle relativement peu sensible de Mascart, leur influence est suffisante pour rendre illusoire toute mesure conformément au schéma ci-dessus. On verra plus loin que l'on peut néanmoins tourner la difficulté. Rappelons ce que l'on sait de ces couples directeurs parasites.

Hopkinson[1] signala d'abord l'existence d'un couple proportionnel à V^2 ; puis, M. Gouy[2] montra théoriquement que, même dans un appareil parfaitement symétrique, il subsiste un couple directeur électrique proportionnel à v^2 et qui tend à ramener l'aiguille en position symétrique par rapport aux quadrants. Enfin, M. Moulin[3] analysa les causes de dyssymétrie et parvint à la formule

$$2\alpha = \frac{bV^2 + BVv + \left(b' + \frac{b}{4}\right)v^2}{\Gamma + cV^2 + (c_1 - c_2)Vv + \left(c' + \frac{c}{4}\right)v^2}.$$

(1) HOPKINSON. *Philosophical Magazine*, 1885, t. I, p. 291.
(2) GOUY. *Journal de Physique*, 1878, t. VII, p. 97.
(3) MOULIN. *Le Radium*, 1907, p. 145.

Dans cette formule Γ est le couple mécanique; cV^2 est le couple d'Hopkinson. Il est positif, c'est-à-dire tend à ramener l'aiguille vers sa position d'équilibre si la capacité de l'aiguille est maximum devant la fente. Il est négatif si cette capacité est minimum. Régler l'électromètre, c'est, en tournant la suspension, faire coïncider cette position de capacité maximum ou minimum avec la position d'équilibre mécanique. Alors, en chargeant l'aiguille par rapport aux plateaux réunis électriquement, on n'a aucune déviation, c'est-à-dire que $b = 0$.

$(c_1 - c_2)\, Vv$ est un couple qui est petit pratiquement; $\left(c' + \frac{c}{4}\right) v^2$ est le couple de M. Gouy. La postiion à laquelle il tend à ramener l'aiguille est telle que $b' = 0$. A cause des déformations de l'aiguille et de ce que les plateaux ne sont pas tout à fait dans un même plan, il n'est en général pas possible de trouver une position pour laquelle s'annulent à la fois b et b'.

Ajoutons qu'un déplacement vertical de l'aiguille agit sur la position de réglage, et que l'on peut le parfaire aussi par les vis calantes, dont l'une est, en général, plus sensible que les autres.

Si la symétrie parfaite est réalisée, on annule du même coup b, b' et $(c_1 - c_2)$.

BVv est le terme de la formule simple de Lord Kelvin.

Pour utiliser l'électromètre comme wattmètre, outre qu'il doit être réglé au sens indiqué plus haut, il est donc indispensable d'employer un montage tel que le couple d'Hopkinson et celui de M. Gouy restent constants sensiblement. C'est le cas du schéma de la figure 3,

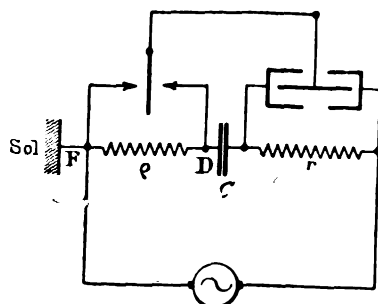


Fig. 3. — Montage d'un électromètre en wattmètre, permettant de maintenir constants les couples parasites.

l'aiguille étant connectée une première fois en F, ce qui fournit la déviation δ; une seconde fois en D, ce qui donne la déviation γ. Comme les résistances r et ρ sont petites devant l'impédance du condensateur; que, de plus, les tensions à leurs extrémités sont presque en quadrature avec celle existant entre les bornes du condensateur, la différence de potentiel V reste sensiblement constante pour les deux déterminations de δ et γ. Nous avons ainsi

$$\delta = 2Kr\left(\frac{rI^2}{2} + W + \rho I^2\right),$$

I étant l'intensité efficace et W, l'énergie consommée dans le condensateur; puis,

$$\gamma = 2Kr\left(\frac{rI^2}{2} + W\right).$$

Nous en déduisons

$$\rho I^2 = \frac{\delta - \gamma}{2Kr};$$

$$rI^2 = \frac{\delta - \gamma}{2K\rho};$$

$$W = \frac{1}{2Kr}\left[\gamma - \frac{r}{2\rho}(\delta - \gamma)\right].$$

Si on connaît la tension E efficace appliquée au condensateur, le facteur de puissance sera

$$\frac{W}{EI} = \frac{1}{E} \times \frac{1}{\sqrt{2Kr}}\left[\frac{\gamma\sqrt{\rho}}{\sqrt{\delta - \gamma}} - \frac{r}{2}\sqrt{\frac{\delta - \gamma}{\rho}}\right].$$

La tension E diffère d'ailleurs peu de la tension totale appliquée aux bornes de l'ensemble du condensateur et des deux résistances, ces dernières étant faibles vis-à-vis de la réactance du condensateur. On calculera aisément un facteur de correction approximatif, en tenant compte que les tensions aux bornes des résistances sont presque déphasées de 90° sur E.

Dans le cas où la tension d'alimentation est sinusoïdale, les formules se simplifient considérablement. En se reportant à la figure 1, on voit que l'on a

$$I \sin \varphi = OM = E\omega C_1,$$

avec

$$C_1 = C\left(1 + \frac{K - 1}{K}\, a \cos\beta\right).$$

En combinant cette équation avec les valeurs ci-dessus de W et ρI^2, on arrive facilement à

$$\frac{\sin 2\varphi}{2} = \omega C_1\left(\rho\frac{\gamma}{\delta - \gamma} - \frac{r}{2}\right).$$

Pour obtenir une tension d'alimentation sinusoïdale, il est simple de réaliser le schéma de la figure 4 dans lequel les capacités C', C, et la self-inductance L forment un circuit résonnant. L'électromètre doit avoir été réglé au sens indiqué plus haut. On remarquera que, tant que

$$\varphi > 82°, \quad \text{ou} \quad \cos\varphi < 0{,}139,$$

on a, à moins de 1 pour 100 près,

$$\frac{\sin 2\varphi}{2} = \cos\varphi.$$

Une particularité intéressante de cette méthode, dans le cas d'une tension sinusoïdale, consiste en ce que le facteur de puissance des bobines employées pour constituer les résistances n'a pas d'influence. La quan-

tité $2 K r$ n'est, en effet, qu'un facteur de proportionnalité qui s'élimine dans la valeur de sin 2φ. Quant aux résistances r et ρ qui figurent dans la parenthèse, ce

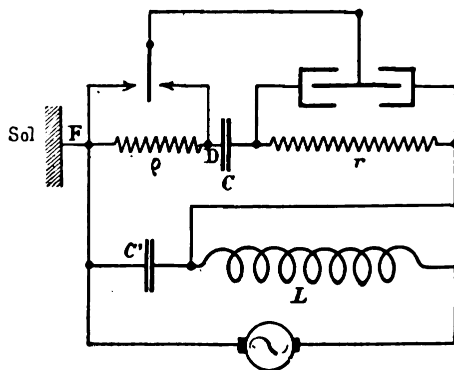


Fig. 4. — Montage d'un électromètre en wattmètre pour la mesure des pertes diélectriques avec dispositif donnant une tension d'alimentation sinusoïdale.

sont les résistances véritables correspondant à la chaleur de Joule et qu'aux basses fréquences on peut assimiler à celles déterminées en courant continu.

Il est naturellement nécessaire de choisir judicieusement les résistances r et ρ pour obtenir la meilleure approximation. On y arrivera rapidement en remarquant que la quantité $2 \ KrW$ (qui représente la partie de la déviation γ due à la perte dans le diélectrique) doit être égale à un nombre de divisions de l'échelle de quelques dizaines. D'autre part, $\omega C \rho$ doit être de l'ordre du facteur de puissance à mesurer. Il peut arriver, toutefois, que l'on se trouve limité par la sensibilité de l'électromètre dont on dispose et par la tension qu'il peut supporter sans tendance au pivotement de l'aiguille.

Je dois signaler qu'une méthode de zéro, basée sur l'emploi de l'électromètre, consiste à réaliser un pont, trois des côtés étant des résistances [1]. L'aiguille est connectée au point d'entrée du courant du côté du condensateur et chaque quadrant est relié à une extrémité de la diagonale. La précision doit être du même ordre qu'avec la méthode ci-dessus.

La technique de la mesure très précise de l'angle de perte par la méthode du pont de Wien est donnée dans un article de MM. Willy Wagner et A. Wertheimer [1]. Naturellement, l'équilibre ne pouvant avoir lieu que pour une fréquence, on doit éliminer les harmoniques par un montage en résonance. De plus, il faut tenir compte du déphasage dû aux bobines et qui n'est pas négligeable aux fréquences téléphoniques. Par exemple, le déphasage dû à une bobine de 10 000 ohms est de l'ordre du degré et celui dû à une bobine de 1 000 ohms, de plusieurs minutes. Les résistances, fils de connexions et condensateurs doivent être dans des enveloppes métalliques reliées au sol. Les conducteurs allant au téléphone doivent être perpendiculaires aux autres fils.

IV. **Conclusions**. — Je me suis efforcé, au cours de cette étude, de préciser les phénomènes dont les diélectriques sont le siège. On a vu, par la partie bibliographique, que peu de physiciens se sont intéressés à cette question. Malgré l'importance du rôle des diélectriques, reconnue par Faraday et Maxwell, aucun progrès sérieux n'a été accompli depuis plus de trente ans; la raison en est sans doute dans l'influence considérable de facteurs dont on ne peut être que très difficilement maître au cours d'expériences de longue durée. C'est le cas des résidus diélectriques. Quant à l'hystérésis diélectrique, une complication indiscutable a été apportée longtemps par la forme de l'onde de tension et la fréquence. Il semble que, maintenant, l'industrie pouvant fournir dans cette voie des moyens abondants aux savants, les recherches pourraient être reprises avec grandes chances de succès. En attendant ces ressources nouvelles de l'électrotechnique, j'ai essayé de préciser les points qui paraissent essentiels pour la réalisation des condensateurs industriels [2].

J. Lahousse,
Ingénieur E. C. L.,
Professeur à l'École centrale lyonnaise.

(1) *Physikalische Zeitschrift*, 1912, t. XIII, p. 368-375; article analysé dans *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 509-510.

(2) J'ai le plaisir d'adresser mes plus sincères remerciements à M. Grillet, directeur général de la Société chimique des Usines du Rhône, qui a bien voulu autoriser la publication de cet article. (Note de l'auteur.)

Revues, analyses et informations

La variation, en fonction de la fréquence, de la perte de puissance dans les diélectriques [2].

Méthode et appareils de mesure. — Dans les condensateurs industriels, la résistance des conducteurs ou plaques, bien que négligeable, n'est cependant jamais nulle et l'absorption du diélectrique est toujours accompagnée d'une perte de puissance qui apparaît sous forme de chaleur. L'effet de l'absorption est donc équivalent à celui d'une résistance en série ou en parallèle avec le condensateur. La figure 1 reproduit le schéma d'un circuit série équivalent et de diagramme vectoriel pour un condensateur affecté de pertes diélectriques. La résistance r est appelée la résistance en série équivalente. La perte de puissance est donnée par la relation $P = EI \cos \theta = EI \sin \psi$, avec ψ très petit. Pour mesurer ces pertes, l'auteur a employé un pont avec deux résistances de comparaison, et deux condensateurs variables

(1) H. Parry. *Proceedings of the physical Society London*, t. XXXIII, 1921, p. 217-221; analysé dans le *Journal de Physique* et le *Radium*, décembre 1921, t. II, p. 374 D.

(2) Hector J. Mac Leod. *Physical Review*, janvier 1923, p. 53-73, 6 000 mots, 9 fig., 5 tab.

qui agissent comme des capacités pures parce que leurs diélectriques sont mis en parallèle avec les résistances de comparaison. Le condensateur à étudier est mis en parallèle avec un des condensateurs du pont.

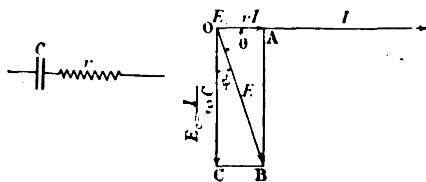


Fig. 1. — Schéma équivalent et diagramme vectoriel d'un condensateur affecté de pertes diélectriques.

Le schéma du pont est représenté en figure 2 ; les points milieu des enroulements primaires et secondaires du transformateur sont mis à la terre. Le point D est au potentiel du sol; A et C seront à des potentiels élevés et, lorsque l'équilibre sera obtenu, B et D seront à des potentiels égaux.

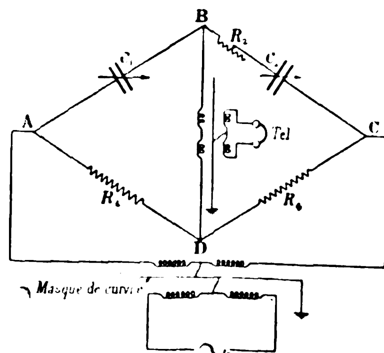


Fig. 2. — Schéma du circuit du pont pour la mesure des pertes diélectriques des condensateurs.

La figure 3 indique la disposition réelle. Le doublage en cuivre et le couvercle de la caisse contenant les deux résistances sont reliés à D. L'armature à haute tension du condensateur C_1 au-dessus de A est supportée par le bloc d'ébonite E_1 reposant sur le doublage de cuivre relié à D. Ce diélectrique est donc en parallèle avec R_3 entre les points A et D. L'armature à basse tension du même condensateur et le doublage de cuivre de la caisse sont reliés au point B. La caisse des condensateurs est supportée par quatre blocs d'ébonite qui sont fixés à la caisse des résistances. Lorsque l'équilibre est réalisé, ces deux caisses sont au même potentiel, d'ailleurs très faible ; il n'y a donc aucune

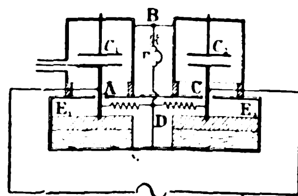


Fig. 3. — Vue en élévation du pont pour la mesure des pertes diélectriques des condensateurs.

perte dans les supports de caoutchouc durci. La disposition du deuxième condensateur est identique.

On a pris des précautions spéciales pour avoir un pont aussi symétrique que possible. Les blocs d'ébonite proviennent du même morceau. Les armatures du condensateur sont séparées par des cales spéciales de 0,5 cm, et la capacité maximum de chaque condensateur est d'environ 1 000 μμF. Les résistances sont approximativement égales à 11 500 ohms.

On connecte entre B et D un téléphone Baldwin, à travers un transformateur complètement enfermé dans une enveloppe de cuivre mise à la terre.

Chaque transformateur entre A et C est constitué par deux sections symétriquement disposées sur un petit noyau fermé en fer laminé. Le primaire et le secondaire sont séparés par un écran en cuivre mis à la terre. Le point milieu de l'enroulement secondaire du transformateur du téléphone est mis à la terre, tandis que dans le transformateur de la source on a mis les points milieux des deux enroulements à la terre. Le dispositif d'ajustage du condensateur nécessaire pour établir l'équilibre est obtenu par un levier de 425 mm relié à l'arbre du condensateur C_2, et manœuvré extérieurement par pignon et crémaillère. Quand le pont est équilibré, le condensateur C_1 est ramené au zéro, et le condensateur dont on doit déterminer les pertes est en parallèle avec lui par le moyen des bornes indiquées (fig. 3). La borne à haute tension est une tige de cuivre reliée aux supports des armatures à haute tension. Elle est entourée par un cylindre relié à l'enveloppe de la caisse et constituant la borne à basse tension. Il n'y a pas de support diélectrique direct entre les bornes. Il est important de constituer R_3 par une résistance pure. Pour les résistances excédant 1 000 ohms, une boite de résistance spéciale fut construite avec six bobines de 1 000 ohms, disposées de manière que celles qui n'étaient pas employées fussent déconnectées à l'aide d'interrupteurs. L'inductance de ces bobines était déterminée à 1 000 p : s, par la méthode de substitution, à l'aide d'un pont à impédance. La résistance étalon était constituée par une seule boucle de 1 000 ohms, dont les dimensions étaient connues, et dont on pouvait calculer l'inductance. Une résistance de 1 000 ohms dans la boîte de résistance fut trouvée être équivalente à 1 000 ohms de résistance pure shuntée par 2,7 μμF, tandis que cinq bobines étaient équivalentes à une résistance de 5 000 ohms shuntée par 4,7 μμF.

L'effet de ces valeurs sur le facteur de puissance et la capacité était négligeable. La capacité-étalon employée était celle d'un condensateur de précision « calibré » avec soin à 1 500 μμF.

L'oscillateur est représenté en figure 4. La résonance s'obtenait dans le circuit secondaire par le condensateur de

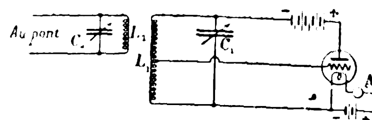


Fig. 4. — Circuit de l'oscillateur.

mica C_2. Le couplage était aussi serré que possible. La tension appliquée sur le pont était d'environ 90 v.

Circuit de résonance. — L'interrupteur bipolaire de mise en circuit des condensateurs était constitué par un bloc de paraffine comportant des petits trous remplis de mercure. Pour des fréquences supérieures à 100 000 p : s, on employait un galvanomètre de Leeds et Northrup avec un thermocouple.

Pour les fréquences plus basses, on employait un galvanomètre électrique Weston.

Théorie du pont. — Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 représentant les impédances des bras du pont, on a

$$Z_1 = R_1 - \frac{l}{\omega C_1}, \qquad Z_3 = R_3,$$

$$Z_2 = R_2 - \frac{l}{\omega C_2}, \qquad Z_4 = R_4.$$

Pour que le courant soit nul dans le circuit du téléphone, il faut que $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$.

Si on suppose qu'on applique une force électromotrice sinusoïdale, on a la proportion

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{R_3}{R_4}$$

Or $R_3 = R_4$; donc, lorsque le pont est en équilibre, $C_1 = C_2$ et $R_1 = R_2$.

Soit C_x la capacité du condensateur à étudier; R_x, sa résistance équivalente en série. Ce condensateur est en parallèle avec C_1. Or, en négligeant R^2_x dans l'expression

$$R_x^2 + \frac{(C_x + C_1)^2}{C_x^2 C_1^2 \omega^2},$$

on peut montrer aisément que

$$R_0 = \frac{R_x C_x^2}{(C_x + C_1)^2}. \qquad (1)$$

et

$$C_0 = (C_x + C_1), \qquad (2)$$

où R_0 est la résistance en série équivalente de ce circuit en parallèle et C_0 sa capacité en série. Dans les condensateurs étudiés, R_x était de l'ordre de 1000 ohms à 1000 p : s; C_x, de 900 μμF et C_1, de 30 μμF. Pour ces raisons, R^2_x est de l'ordre de un millionième de la valeur de l'expression dans laquelle il a été négligé.

De (1) on tire

$$R_x = \frac{R_0 (C_x + C_1)^2}{C_x^2}. \qquad (3)$$

Cette équation montre qu'il est désirable d'avoir la capacité C_1 aussi petite que possible afin d'avoir R_0, qu'on mesure avec le pont, aussi grand que R_x. En conséquence, les armatures à haute tension du condensateur C_1 étaient amovibles et lorsqu'on les avait enlevées, il ne restait plus que la capacité des bornes et des supports. Cette capacité C_1 atteint 32 μμF. Prenant C_x=900 μμF, le facteur de correction dans l'équation (3) $\left(\frac{C_x + C_1}{C^2_x}\right)^2$ est 1,072.

Mode opératoire. — C_x était relié au pont en parallèle avec C_1 amené à sa valeur minimum. Le pont était grossièrement équilibré et le circuit secondaire amené en résonance. On déterminait alors la fréquence et on équilibrait exactement le pont en ajustant C_2 et R_2 de manière à obtenir le silence du téléphone. On substituait ensuite à C_x le condensateur de précision. Les capacités C_1 et C_2 étaient alors égalisés et le pont lui-même était de nouveau équilibré par addition ou soustraction d'une faible résistance à R_2 et cette nouvelle valeur de la résistance était portée à la place de R_0 dans (3) qui donnait R_x. On obtint ainsi une série de valeurs sur une gamme de 500 à 3000 p : s.

Pour les hautes fréquences, le circuit secondaire était accordé avec R_2 nul et le condensateur C_x en circuit. Le couplage était alors réglé de façon à obtenir une déviation du spot s'étendant sur toute l'échelle visible du galvanomètre. Après avoir accordé avec soin et noté la déviation, on manœuvrait le commutateur à deux directions pour mettre le condensateur étalon à la place de C_x. On faisait alors varier le condensateur étalon pour rétablir la résonance et on ramenait le spot à la même déviation que précédemment en faisant varier la résistance. La résistance introduite représente la différence entre les résistances équivalentes en série des deux condensateurs. Les sources d'erreurs sont les suivantes : a) erreurs dans le rapport $\frac{R_3}{R_4}$; b) inductance ou capacité des bras de proportion R_3 et R_4; c) inductance ou capacité de la résistance de compensation R_2; d) capacité électrostatique entre le pont et le milieu environnant. L'erreur (a) est très faible. Les erreurs (b), (c) et (d) peuvent être éliminées par la méthode de substitution. La théorie du pont donnée ci-dessus s'applique seulement à la force électromotrice sinusoïdale. C'est pour diminuer les effets des harmoniques qu'on a adopté le couplage serré.

Il est, de plus, un fait bien connu : c'est que la résistance des condensateurs varie avec la température. Aussi, on maintenait les condensateurs durant plusieurs jours dans une salle à température constante avant de les examiner.

L'auteur donne ensuite une description complète des essais auxquels on a soumis les condensateurs pour s'assurer de la constance des résultats.

Des courbes ont été établies en portant en abscisses log f et en ordonnées log R pour montrer les variations, avec la fréquence, de la résistance équivalente en série; or, jusqu'à $f = 14\,000$ p : s, on a trouvé des droites; donc, on peut écrire $R = \frac{A}{f^k}$, A et k étant des constantes et k variant de 1,08 à 1,18 pour divers condensateurs.

En portant en abscisses les logarithmes de la fréquence et en ordonnées, les logarithmes de la puissance, on obtient encore des lignes droites; d'où $P = Bf^n$, n variant de 0,88 à 0,90. On a considéré la somme $n + k$ qui est approximativement égale à 2, la différence étant due à la légère décroissance de la capacité lorsque la fréquence croît.

Cette décroissance est due au phénomène bien connu de la charge résiduelle.

Les travaux de Kohlrausch ont montré que le courant de charge résiduel i est donné par $i = EC_0 \beta t^{-n}$, E représentant la tension appliquée et C_0 la capacité pour une fréquence infinie, qu'on appelle parfois la capacité géométrique; t est le temps et β et n, des constantes. En appliquant les résultats théoriques trouvés par E. Schweidler, on arrive à l'équation indiquée plus haut $P = Bf^n$. Les résultats de la théorie concordent donc bien avec ceux des essais. — C. F.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XI. — Télégraphie [1].

Les appareils télégraphiques qui ont figuré à l'Exposition de Physique et de T. S. F. avaient surtout trait aux perfectionnements apportés à l'appareil multiple imprimeur système Baudot. Il y a lieu de citer à ce sujet, parmi les exposants : l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones; la maison L. Doignon, qui, avec l'électromoteur Grunenwald, a perfectionné le synchronisme et l'a amené à un degré de précision jusqu'alors inconnu; les Ateliers Carpentier qui ont développé l'automatisme au point qu'à l'heure actuelle la manipulation du Baudot se réduit à une simple dactylographie. Dans ce même ordre d'idée, nous attirons l'attention de nos lecteurs sur un appareil télégraphique imprimant directement à distance, la transmission se faisant au moyen d'un clavier ordinaire avec lettres alphabétiques et chiffres marqués sur les touches. Cet appareil, appelé par la Maison Carpentier « le télétype », est le plus rapide parmi ceux connus jusqu'à ce jour. Nous rappellerons aussi, pour mémoire, l'appareil Morse, universellement connu, dont un dispositif était exposé dans le stand de la Société industrielle des Téléphones.

L'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones a fait figurer à l'Exposition de Physique et de T. S. F., le système télégraphique Baudot qui a été représenté, dans l'une de ses parties intéressantes, par deux spécimens d'une nouvelle installation quadruple, reliés électriquement l'un avec l'autre, et par une table de transmission automatique avec contrôle, le tout assurant, à la demande et sous les yeux des visiteurs, un fonctionnement en local, image réelle de la pratique en ligne.

M. L. Doignon, ingénieur constructeur à Malakoff, dont le stand est représenté sur la figure 141, exposait un manipulateur Baudot du système Grunenwald ainsi que le modèle de traducteur Baudot, électromoteur et automoteur, du même inventeur, le tout en fonctionnement.

Les Ateliers Carpentier montraient tout un dispositif de préparation de bandes perforées en code de signaux Baudot, par la manipulation d'un clavier de machine à écrire, bandes qui, ainsi préparées, serviront ultérieurement à l'envoi automatique des signaux en codes Baudot et animeront de leurs signaux automatiques un traducteur Baudot qui, à la station d'arrivée, exprimera ces signaux en caractères directement imprimés sur la bande.

Afin de faire comprendre l'avantage de tous ces perfectionnements, nous rappellerons brièvement le principe du télégraphe multiple Baudot.

I. Principe du multiple Baudot. — Baudot s'est proposé de réaliser un télégraphe multiple [2] qui fournisse la dépêche en caractères typographiques. Une discussion approfondie et détaillée des divers codes de signaux l'amena à choisir, pour produire l'impression de chacun des trente-deux caractères répartis sur le pourtour d'une roue des types, trente-deux combinaisons de cinq signaux successifs.

La figure 142 donne le code de signaux employés, avec usage d'un courant de repos, dans le télégraphe Baudot. La réalisation de ces combinaisons de signaux se fait au moyen de cinq touches abaissées : trois, 1, 2, 3 au moyen de l'index, du médium et de l'annulaire de la main droite ; deux, 4 et 5, au moyen du médium et de l'annulaire de la main gauche. La figure donne un tableau des soixante-deux lettres, chiffres et signes et de leur réalisation par la manipulation.

Ceci étant, voici comment le système réalise, dans ses lignes essentielles, la transmission de ces groupes de signaux, tout en permettant la multiplicité des communications. — Au départ, un distributeur I (fig. 143), permet de mettre successivement un grand nombre de secteurs ou plots en relation avec la ligne ; à l'arrivée, un second distributeur *synchrone*, II, identique, assure, au même instant, la relation avec la ligne des plots de même numéro d'ordre. La transmission d'une lettre est obtenue, au départ, par l'abaissement d'un certain nombre de touches, par exemple, L^2 et L^3, correspondant à la lettre J. Chacun des cinq leviers transmetteurs se trouve relié aux cinq plots 1, 2, 3, 4 et 5 du distributeur I. Dans leur position de repos les leviers envoient sur la ligne le courant négatif d'une pile P lorsque le balai du distributeur passe sur les plots réunis aux leviers. A l'arrivée, les cinq plots 1′ 2′ 3′ 4′ et 5′ du distributeur II sont réunis aux organes récepteurs qui sont cinq électroaimants polarisés, dont les palettes demeurent sur le butoir de repos, tant qu'un

(1) Voir les chapitres I à X dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5 et 12 avril 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591 et 631-645.

(2) On trouvera une description détaillée du système Baudot dans : A. TURPAIN. *Télégraphie*, Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

courant négatif vient de la ligne dans les électroaimants et se porte, au contraire, sur le butoir opposé ou de travail, lorsqu'une émission positive est apportée par la ligne dans les électroaimants.

Ainsi donc, une combinaison des leviers manipulateurs étant réalisée au départ, le distributeur I en cueille les émissions au passage des plots 1 à 5 et, par la ligne et les plots 1′ à 5′, la transporte aux organes récepteurs qui se trouvent dès lors, après le passage du balai du distributeur II sur le dernier plot 5′, présenter à l'arrivée la combinaison réalisée au départ. Voici comment cette combinaison transmise ainsi au poste d'arrivée va être traduite en l'impression d'une lettre déterminée, dans le cas représenté, de la lettre J.

A l'arrivée cinq leviers l^1, l^2, l^3, l^4, l^5, dits *chercheurs*, mobiles entre butoirs de repos et de travail, sont liés entre eux et avec les butoirs des organes récepteurs, comme le représente la figure et de telle manière que le courant d'une pile locale P ne peut traverser l'électroaimant d'impression E et projeter le papier contre la roue des types qu'autant que la combinaison des leviers chercheurs répète exactement la combi-

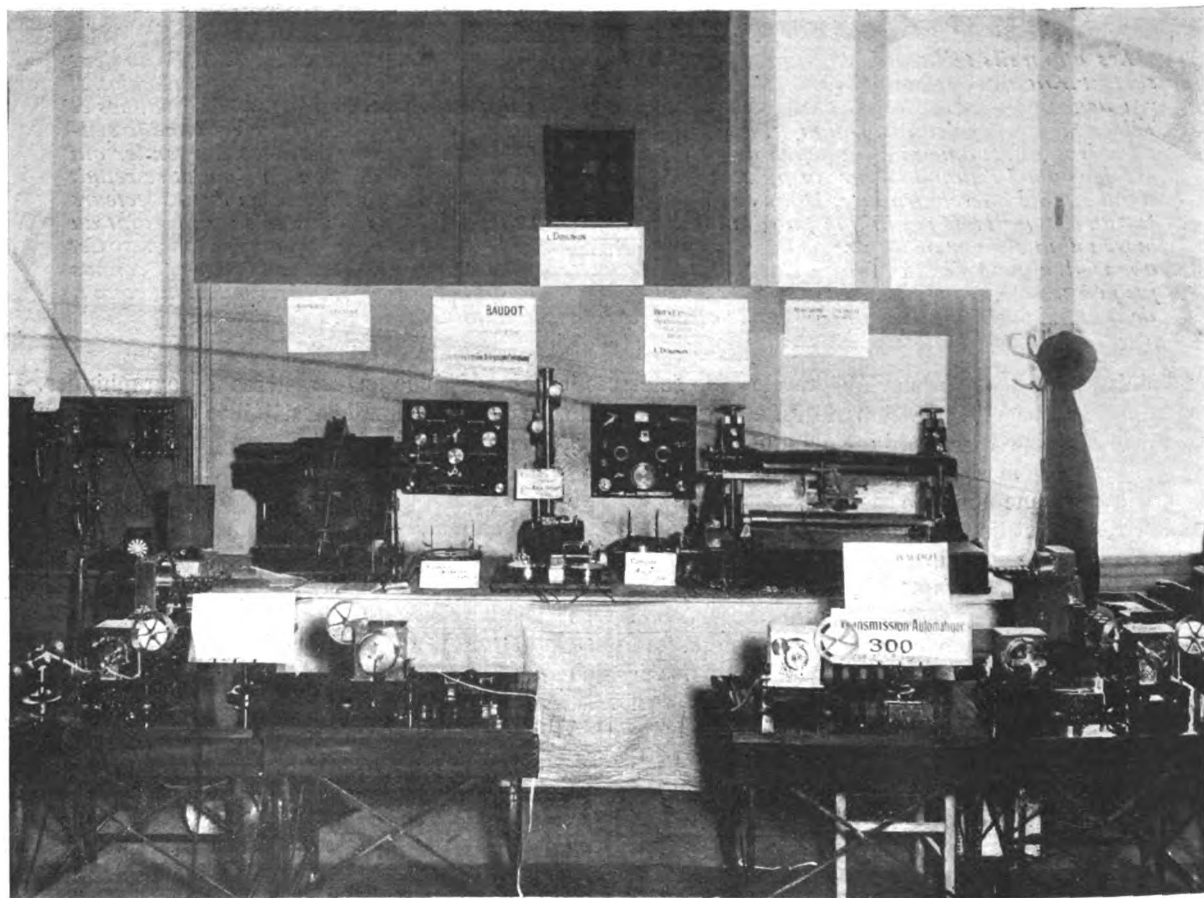


Fig. 141. — Vue du stand de M. L. Doignon, ingénieur-constructeur.

naison des leviers récepteurs. Or, la roue des types, à mesure qu'elle effectue son tour, fait déplacer alternativement chaque levier chercheur d'un de ses butoirs sur l'autre, de telle manière que ces cinq leviers chercheurs présentent successivement la série des trente-deux combinaisons correspondant aux trente-deux lettres. A chaque combinaison produite d'ailleurs, la lettre correspondante de la roue des types passe sous la verticale. C'est donc lorsque la combinaison correspondant à la lettre J (L^2 et L^3 sur le butoir de travail) sera réalisée par les leviers chercheurs que cette lettre J se trouvera en face de la bande de papier. Etant donnée la combinaison présentée par les leviers récepteurs (a^2 et a^3 sur le butoir de travail), c'est pour cette seule combinaison des leviers chercheurs que la pile P peut, en actionnant l'électroaimant E, projeter la bande contre la roue des types. L'impression se produira donc au moment même où la lettre J sera sous la verticale.

Comme on n'utilise que cinq des secteurs ou plots de chaque distributeur, on voit qu'il sera aisé de multiplier le nombre de dispositifs identiques à celui que nous venons de décrire. Il suffit d'affecter les plots 6, 7, 8, 9 et 10, ainsi que 6′, 7′, 8′, 9′ et 10′ à desservir les combinaisons d'une deuxième roue des types. On conçoit qu'on puisse étager ainsi autour de chaque distributeur un certain nombre de groupes de cinq levier

transmetteurs, de cinq leviers récepteurs et de cinq leviers chercheurs.

Remarquons, d'ailleurs, que le signal à transmettre peut être préparé à l'avance. A chaque manipulateur,

TABLEAU DE MANIPULATIONS.

	MAIN GAUCHE		SÉRIE DES LETTRES	SÉRIE DES CHIFFRES	MAIN DROITE			COMBINAISONS TRANSMISES — SENS DES COURANTS				
Doigts....	Médius.	Index.			Index.	Médius.	Annulaire.					
Touches..	V	IV			I	II	III	1	2	3	4	5
			A	1	×			+	−	−	−	−
			B	8			×		−	+	+	−
		×	C	9	×		×	+	−	+	+	−
		×	D	0	×	×	×	+	+	+	+	−
			E	2		×		−	+	−	−	−
			É	&	×	×		+	+	−	−	−
		×	F	F		×	×		+	+	+	−
		×	G	7		×		−	+	−	+	−
		×	H	H	×	×		+	+	−	+	−
			I	o		×	×		+	+	−	
		×	J	6	×			+	−	−	+	−
	×	×	K	(	×			+	−	−	+	+
	×	×	L	=	×	×		+	+		+	+
	×	×	M	)		×			+		+	+
	×	×	N	N°		×	×		+	+	+	+
			O	5	×	×	×	+	+	+	−	−
	×	×	P	%	×	×	×	+	+	+	+	+
	×	×	Q		×		×	+	−	+	+	+
	×	×	R				×		−	+	+	+
	×		S	;			×			+	−	+
	×		T	!	×		×	+		+		+
			U	4	×		×	+		+		
	×		V	'	×	×	×	+	+	+	−	+
	×		W	?		×	×		+	+	−	+
	×		X	,		×		−	+	−	−	+
			Y	3			×	−	−	+	−	−
	×		Z	:	×	×		+	+	−	−	+
	×		t =	.	×			+	−	−	−	+
	×	×	•	•				−	−	−	+	+
		×	Blanc des chiffres					−	−	−	+	−
	×		Blanc des lettres					−	−	−	−	+

N.-B. — Le signe × indique les touches qu'il faut abaisser.
Le signe + correspond au courant de travail.
Le signe — correspond au courant de repos.

Fig. 142. — Code de signaux Baudot.

Combinaison des 5 courants transmis, correspondant à chacune des 32 lettres ou chiffres.

qui n'est que la réunion de cinq leviers transmetteurs, on a, pour effectuer cette préparation, tout le temps que met le balai du distributeur pour passer du plot 6 au plot 1, c'est-à-dire, dans le cas de la figure, plus des 4/5

de la durée d'une révolution du distributeur. De même, à l'arrivée, les cinq électro-récepteurs peuvent garder, pendant le même temps, la combinaison qu'ils ont reçue et qui copie celle des leviers transmetteurs, aussi leur donne-t-on le nom d'*organes d'attente*. Pendant ce temps, les leviers chercheurs peuvent développer leurs trente-deux combinaisons successives dans la série desquelles la pile saisit celle qui calque la combinaison des organes d'attente pour actionner l'électroaimant d'impression. Il faut, évidemment, qu'au moment où les distributeurs reviennent simultanément balayer les plots 1 et 1', tous les leviers récepteurs et chercheurs soient revenus sur leurs butoirs de repos. Ceci se produit, d'ailleurs, par l'envoi d'un courant convenable recueilli par le plot 20 qui prépare ainsi la réception.

Le synchronisme était jusqu'ici assuré comme il suit :

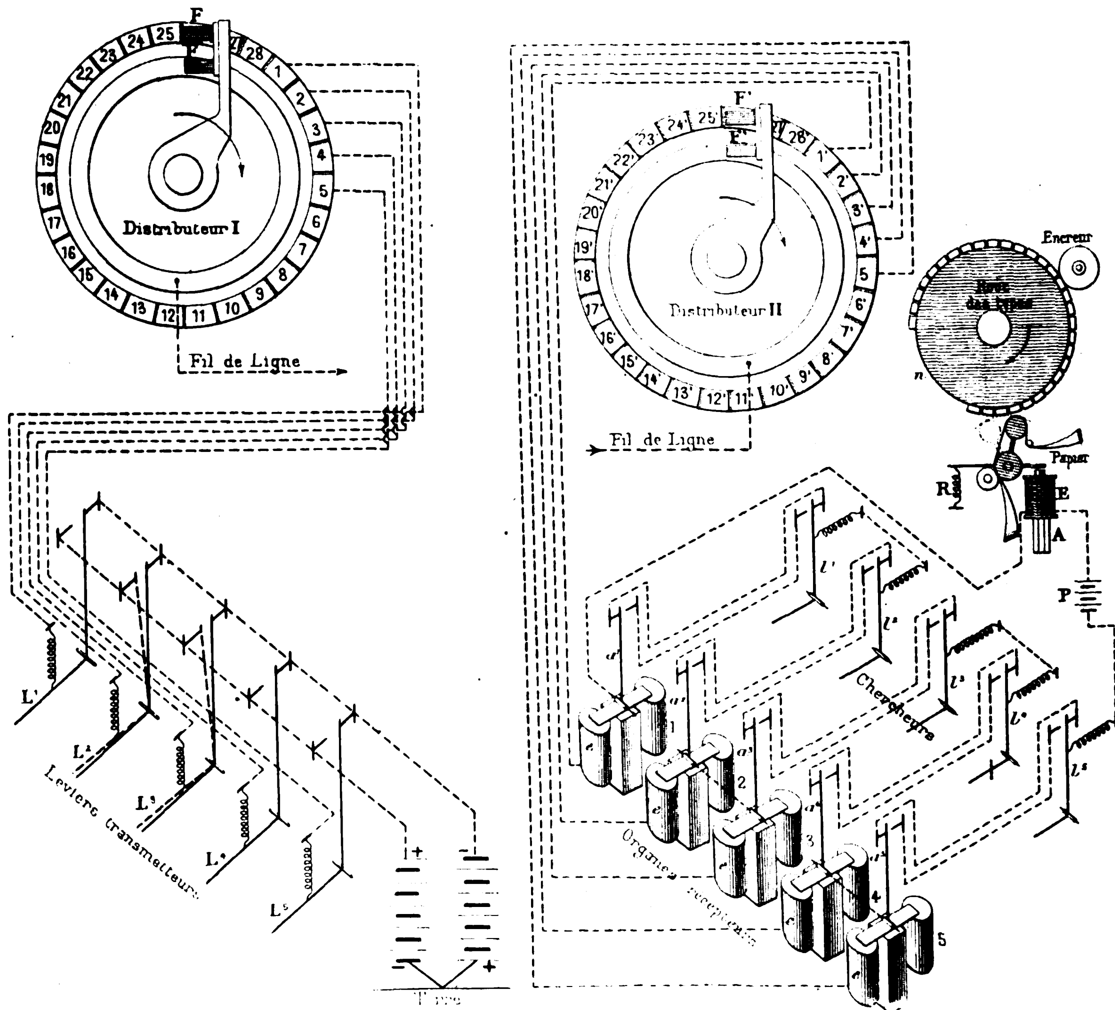


Fig. 143. — Principe du télégraphe Baudot.

La combinaison des cinq leviers transmetteurs est transmise par le distributeur I, reçue par le distributeur II et copiée par les électro-récepteurs. Lorsque la combinaison des 5 leviers chercheurs devient identique à la combinaison des 5 leviers récepteurs, ce qui correspond au passage de la lettre combinée sous la verticale, la pile P actionne l'électro-imprimeur.

Un plot spécial, plot de synchronisme, sur chaque distributeur, correcteur et corrigé, est parcouru simultanément par les balais tant que le synchronisme se maintient. Le courant de la pile de correction parcourt, à chaque tour de distributeur, la ligne sans produire aucun effet. Mais, dès que le distributeur corrigé avance, le balai de ce distributeur, atteignant le plot suivant celui du synchronisme, alors qu'au distributeur correcteur le balai est encore sur ce plot, le courant est alors envoyé dans l'électroaimant de correction, lequel agit sur le distributeur à corriger pour en diminuer la vitesse. Les vitesses sont d'ailleurs réglées de manière que le distributeur à corriger avance légèrement sur le distributeur correcteur.

De même que les distributeurs, les organes tournants des traducteurs (dispositif qui assure la transformation de la combinaison de signaux répétés par les chercheurs, en impression par la roue des types de la lettre ou du signe correspondant) doivent tourner en synchronisme.

Les deux installations Baudot qui figuraient au stand de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, appartiennent au type quadruple. Elles présentent, comparativement à celles utilisées jusqu'à présent, les particularités suivantes :

1° Toutes deux sont équipées pour desservir simultanément quatre secteurs spécialisés, c'est-à-dire deux secteurs invariablement affectés à la transmission sans contrôle et deux à la réception ; elles ne comprennent chacune, à raison de cette spécialisation, que deux manipulateurs et deux traducteurs qui se répartissent sur quatre tables basses de dimensions réduites (longueur 0,75 m, largeur 0,70 m, hauteur 0,70 m). A ces quatre tables s'en ajoute une autre un peu plus longue (0,85 m au lieu de 0,75 m) affectée au distributeur, de sorte que le développement total, par installation, est de 3,85 m sur 0,70 m (fig. 144).

2° On n'a pas eu recours au « moteur à poids » pour assurer le mouvement nécessaire aux organes rotatifs, ce qui a encore réduit le matériel constitutif des deux installations, en les affranchissant de l'encombrant appareillage afférant au remontage automatique de ce poids. Le mouvement du distributeur de chacune d'elles est en effet commandé, et entretenu, avec le synchronisme désirable, par un dispositif de la « roue phonique » de Paul Lacour.

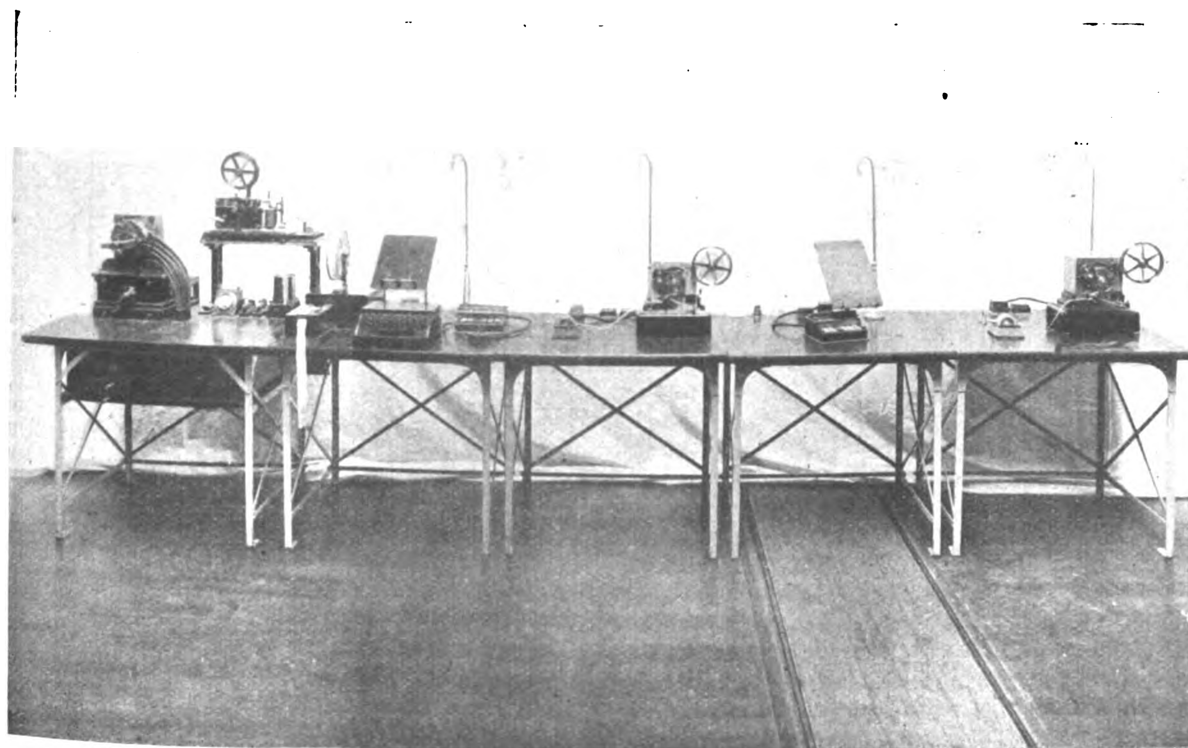


Fig. 144. — Installation Baudot quadruple exposée par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Le principe en est sommairement indiqué sur la figure 145. La roue phonique R tourne entre des électroaimants E diamétralement opposés. Elle est constituée par un disque en fer feuilleté présentant à sa périphérie une série de dents équidistantes qui passent successivement en regard des noyaux de ces électroaimants. Ceux-ci sont excités par l'intermédiaire d'un diapason D, entre les branches duquel est disposée une bobine E, intercalée dans le circuit d'une forte pile. Par le jeu d'une lame flexible l, solidaire de la branche supérieure du diapason, et en contact avec une vis v, réglable, le circuit de la pile peut être alternativement ouvert et fermé, d'où possibilité de provoquer, puis entretenir les oscillations du diapason qui vibre alors à une fréquence bien déterminée, celle qui lui est particulière.

La branche inférieure de ce diapason est pourvue elle aussi d'une lame flexible l_1 qui se déplace entre deux vis v_1 et v_2 communiquant avec les entrées des électroaimants E entourant la roue phonique ; les sorties de ces électroaimants sont reliées à l'un des pôles de la susdite forte pile dont l'autre pôle est rattaché à la lame flexible de chaque branche du diapason, lequel, dès qu'il entre en action, excite les électroaimants suivant des alternances régulièrement rythmées.

Pour lancer la roue phonique, on la fait tourner à la main à une vitesse approchant celle qu'elle doit accuser en service; les attractions successives des électroaimants sur les dents de son disque engendrent un couple moteur, et la roue continuant sa rotation prend bientôt la vitesse de régime et uniforme voulue. Un volant lui est adapté pour concourir à la régularité de son mouvement qu'elle communique par renvoi

d'engrenages à l'arbre du porte-balais du distributeur.

Les modifications de la vitesse s'obtiennent aisément lorsqu'on le désire. Il suffit de changer le régime des vibrations du diapason par un déplacement approprié des « masses » montées à serrage et à glissière sur ses deux branches.

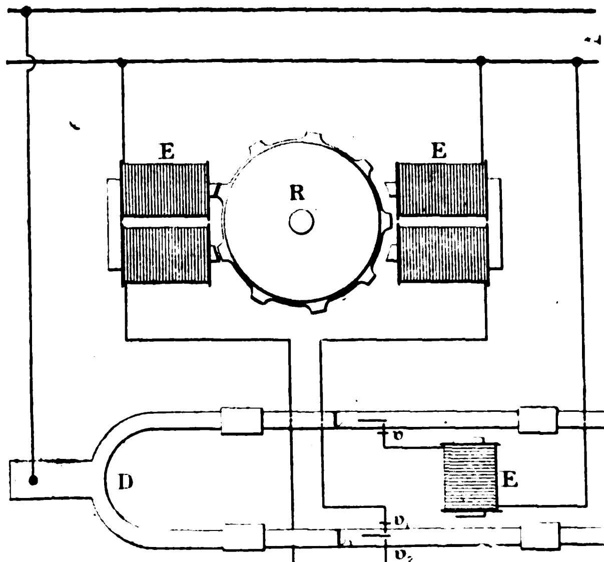


Fig. 145. — Principe de la roue phonique employée pour le synchronisme.

II. **Perfectionnement du synchronisme.** — Le synchronisme joue un rôle capital dans l'exploitation pratique du système Baudot. On s'est préoccupé de substituer un mode moins imparfait et plus pratique aux dispositifs en usage jusqu'à ces temps derniers.

Deux solutions avaient été adoptées : soit l'emploi d'un poids qui, en tombant, entraîne un rouage dont le mouvement de rotation est uniformisé autant que possible au moyen de régulateurs à force centrifuge, soit l'utilisation de moteurs électriques dont la vitesse est également réglée par régulateurs à force centrifuge.

Le rouage des moteurs à poids est lourd, compliqué, encombrant. Il s'use vite, est très bruyant et a tendance à gripper facilement, ce qui nécessite une grande consommation d'huile.

Le moteur électrique, s'il est alimenté par le courant du secteur, subit par là-même des à-coups brusques et fréquents. De plus, l'attaque directe est impossible : par suite, on en est réduit à l'attaque par courroie avec ses inconvénients : dérapage, glissement, etc... Aussi l'avantage de la régularité restait au moteur à poids.

L'électromoteur Grunenwald a simplifié le problème en lui fournissant une solution élégante et pratique.

Étant donné un appareil P_1 dont l'arbre tourne à une vitesse angulaire ω, branchons en bout de l'arbre un inverseur de courant, tournant à la même vitesse, et entraîné par cet arbre. Cet inverseur reçoit le courant continu du secteur ou d'une batterie par les balais C et D (fig. 146). Les balais A et B recueillent le courant et il est facile de voir d'après le schéma que ce circuit A B reçoit le courant tantôt dans le sens AB, tantôt dans le sens BA. On aura donc sur le circuit A B un courant alterné dont la période T est égale à la durée de révolution de l'inverseur de courant.

Si l'on reçoit ce courant alterné dans un petit moteur synchrone bipolaire, dit électromoteur, le rotor de ce moteur, par suite de la propriété des moteurs synchrones, va tourner à la même vitesse que l'inverseur

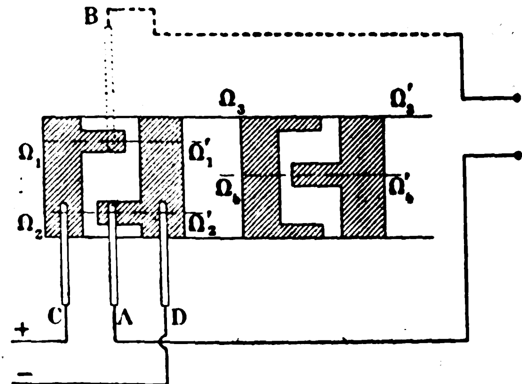


Fig. 146. — Principe de l'électromoteur Grunenwald, construit par M. Doignon.

du courant. Si ce moteur entraîne l'arbre d'un deuxième appareil tournant, ce deuxième appareil P_2 tournera à la même vitesse que P_1.

Sur l'inverseur, on peut multiplier autant que l'on veut les circuits A B, si bien qu'on peut entraîner à la même vitesse que P_1 un nombre quelconque d'appareils tournants P_2, P_3, P_4, etc.

Enfin, dernier avantage très précieux : la vitesse de rotation de cet électromoteur est absolument indépendante de la tension. Quelles que soient les variations du secteur, l'électromoteur tourne à la même vitesse que l'inverseur, et ceci tant qu'il ne se décroche pas. Ce décrochage a lieu lorsque la tension tombe au-dessous d'une certaine limite. Mais cette limite peut être repoussée assez loin pour que l'électromoteur ne se décroche que pour une chute de tension de 50 pour 100, c'est-à-dire sur un réseau de 110 v, lorsque la tension baissera à 50 v, chute qui, dans la pratique ne se produit jamais.

On a donc un système qui permet :

1° D'entraîner à distance et sans liaison mécanique un nombre quelconque d'appareils tournants à la même vitesse qu'un appareil tournant type;

2° De fixer définitivement dans l'espace la position relative de tous ces appareils tournants les uns par rapport aux autres;

3° De rendre ces mouvements indépendants des variations du secteur.

Indiquons succinctement les détails de réalisation.

L'électromoteur se compose d'un rotor bipolaire A, B, (fig. 147), parcouru par du courant continu, pour la

constitution d'un champ magnétique de direction fixe sur ses pièces polaires N et S. Ce courant est amené par des frotteurs et des bagues affectés à cet effet. Le rotor est monté sur le plateau C, la masse de l'ensemble forme volant régulateur. Le stator bipolaire E est parcouru par du courant dont le sens est alterné à chaque demi-tour du distributeur. Ce stator est monté au fond du boîtier F qui, en se fixant sur la platine arrière du traducteur, forme une protection propre, élégante et efficace des organes moteurs.

Le courant alterné est produit par un inverseur de

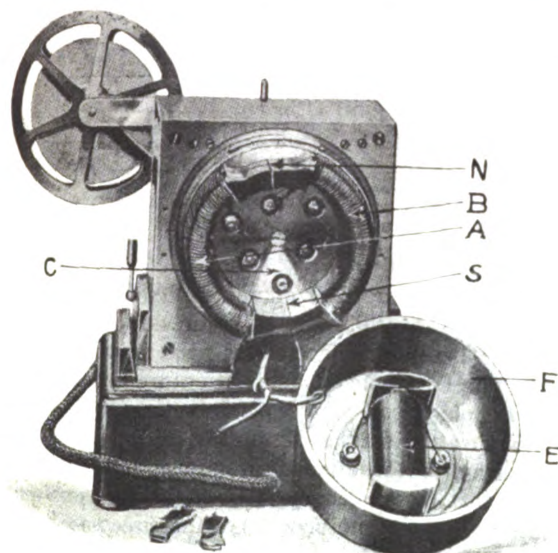


Fig. 147. — Electromoteur synchrone monté sur l'arbre du combinateur du traducteur.

courant très simple G (fig. 148) qui se monte sans aucune transformation sur la platine socle du moteur du distributeur. Cet inverseur est entraîné par un des porte-balais du distributeur au moyen des deux goupilles K et Z. Il est composé de deux bagues B et C recevant du courant continu par deux frotteurs X et Y. Chacune de ces bagues est prolongée par une lamelle dont la section est de un quart de circonférence environ; ces deux lamelles sont diamétralement opposées et viennent alternativement prendre contact avec deux autres frotteurs auxquels sont reliés les deux fils du stator, lequel reçoit ainsi à chaque demi-tour du courant de sens inversé. Ces bagues et ces lamelles sont montées sur un cylindre en fibre, qui les isole électriquement les unes des autres. Chaque inverseur commandant un électromoteur constitue un organe individuel lequel est précisément orienté convenablement (une fois pour toutes), par rapport aux balais du distributeur pour que chaque traducteur travaille utilement dans son secteur respectif.

Pour atténuer les étincelles de rupture, un condensateur est connecté entre les deux frotteurs reliés au stator. Un rhéostat formé de trois résistances permet de parer éventuellement aux très fortes chutes de tension qui peuvent se produire à certaines heures sur des secteurs irréguliers. Avec ce dispositif, des chutes de tension de 30 pour 100 à 40 pour 100 peuvent être facilement supportées par l'électromoteur sans aucune variation de vitesse.

A remarquer que, comme tout moteur synchrone, l'électromoteur possède un léger balancement autour de sa vitesse théorique de rotation, qui est celle de

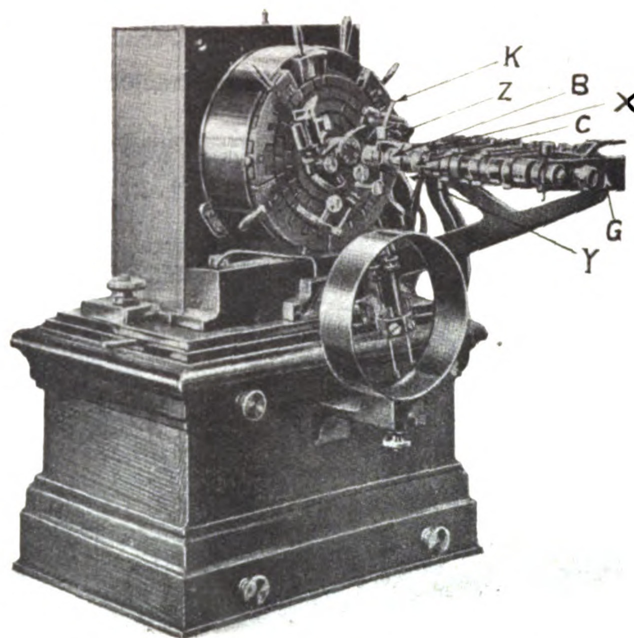


Fig. 148. — Inverseur de courant monté sur l'axe du moteur du distributeur.

l'inverseur, c'est-à-dire qu'il est tantôt légèrement en avance, tantôt légèrement en retard. Mais, dans l'état actuel des choses, on peut dire que cet électromoteur fixe le point dans l'espace à environ 1/400 de seconde près.

L'électromoteur Grunenwald a tout de suite donné la solution complète du problème du synchronisme que réclame le système Baudot.

L'adjonction d'un inverseur de courant sur le distributeur du poste est chose facile et rapide.

Chaque traducteur est muni de son électromoteur bipolaire en bout d'arbre (fig. 148) et l'on obtient ainsi le synchronisme et la fixation du point dans l'espace de chaque traducteur par rapport au distributeur. Tout le rouage moteur à poids et la table spéciale disparaissent, on obtient un tout, simple, homogène, indéréglable, silencieux et propre. Le traducteur électromoteur peut se poser n'importe où, ce qui facilite considérablement l'installation des postes Baudot.

III. Transmission automatique Baudot. — La transmission automatique permet d'accroître dans de grandes proportions le rendement et des lignes et du personnel.

En préparant préalablement et au moyen de plusieurs appareils, s'il est besoin, les bandes perforées qui traduisent en code de signaux Baudot les télégrammes à transmettre, on peut alimenter les lignes équipées en dispositif Baudot avec plein rendement.

Ainsi se trouvent amenés au maximum de rendement deux éléments coûteux de l'exploitation télégraphique, les lignes et le personnel. L'application de ce mode de transmissions automatiques a été décidé par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones qui exposait, à son stand, une table de transmission automatique au Baudot.

Un groupe complet de transmission automatique



Fig. 149 a. — Vue générale du clavier alphabétique.

Chattelun, comprenant un clavier alphabétique, un perforateur et un transmetteur figuraient également; le clavier alphabétique est commandé électriquement, et le perforateur prépare la bande perforée qu'utilise finalement le transmetteur.

Le clavier alphabétique se présente comme le montre la figure 149 a, sous l'aspect d'une machine à écrire (type clavier universel) portant 43 touches T, réparties en 5 rangées, qui correspondent aux divers signaux à transmettre, lettres, chiffres, ponctuation (fig. 149 b). Chaque touche est pourvue d'un peigne P dont les dents reproduisent la combinaison du code Baudot afférente au signal qu'elle-même représente. Ces peignes commandent des cadres C qui, lorsque les touches s'abaissent, envoient, par l'intermédiaire des ressorts-lames R qu'ils supportent, un fort courant local dans les électroaimants poinçonneurs du perforateur.

Le perforateur (fig. 150) fonctionne sous l'impulsion du clavier alphabétique, comme on vient de l'expliquer. Ses 5 électroaimants E E correspondent respectivement

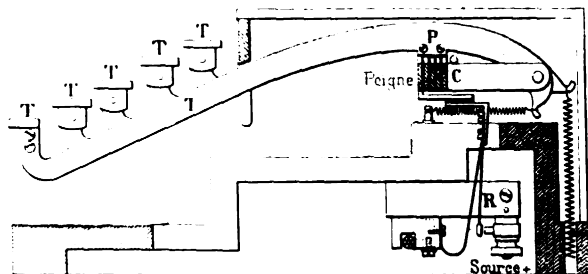


Fig. 149 b. — Vue schématique, en coupe, du clavier alphabétique.

aux 5 ressorts-lames R du clavier alphabétique; chacun d'eux, lorsqu'il reçoit une émission du courant local opère à l'emporte-pièce une perforation dans la bande, par l'entremise de son armature levier L et du poinçon placé sous la dépendance de celle-ci. Un sixième électroaimant E′ E′, dont le circuit est offert au fort courant local, seulement au moment ou l'armature-levier L est complètement attirée (et par conséquent vient d'agir sur un poinçon P), est utilisée pour la progression de la bande après perforation de chaque signal.

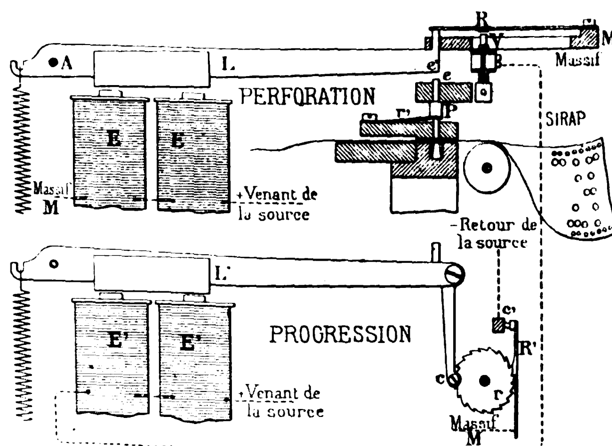


Fig. 150. — Perforateur de bande en signaux du code Baudot.

Le transmetteur (fig. 151 a) est relié comme un manipulateur Baudot à 5 touches, à un secteur du distributeur. Il comprend 5 aiguilles a (fig. 151 b) qui se présentent normalement sous la bande et sont sollicitées chacune de bas en haut par un ressort r″ qui tend à soulever en même temps un levier l″, articulé à une extrémité avec l'aiguille a correspondante, et en prise à l'autre

extrémité, au point e, avec un levier l qui est, avec un ressort-lame R", solidaire de l'armature A de l'électroaimant de rappel E. La bande est entraînée par un dispositif de progression approprié, et toutes les fois que chacune des 5 aiguilles a pressant sous elle y rencontre une perforation, elle y pénètre sous l'action de

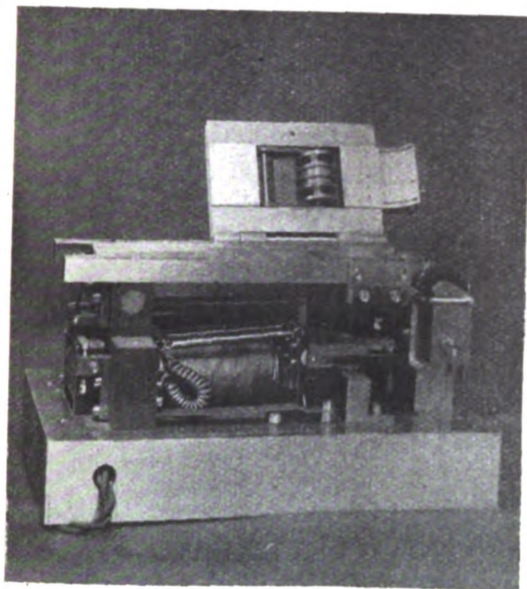


Fig. 151 a. — Transmetteur des signaux d'une bande perforée, vue générale.

son ressort r", qui soulève du même coup le levier l" et lui fait rompre son emprise avec le levier l. Celui-ci peut alors glisser au point e, et obéir au ressort ra qui amène aussitôt du butoir B' de la pile de repos au butoir B de la pile de travail le ressort-lame R" en communica-

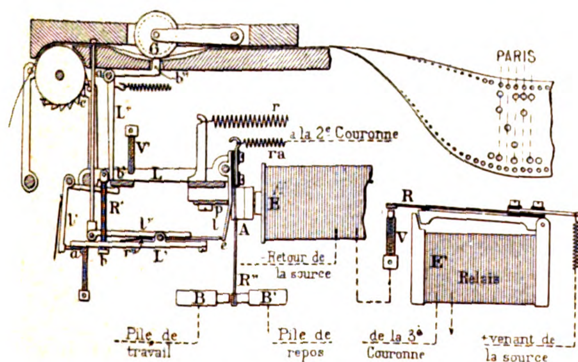


Fig. 151 b. — Vue schématique d'un transmetteur de signaux.

tion par le ressort ra avec la couronne de transmission du distributeur.

La progression de sa bande perforée dépend de l'électroaimant E qui actionne aussi les diverses pièces concourant à l'émission des signaux.

Un autre électroaimant E', du modèle de ceux servant à l'aiguillage du traducteur Baudot, entre également en jeu, faisant office de relais et recevant à chaque révolution du distributeur un courant local envoyé par l'un des contacts de la troisième couronne.

Son armature supporte un ressort-lame R, isolé d'elle, mais relié au pôle positif du courant industriel utilisé dont le pôle négatif est à la sortie de l'électroaimant E, de manière qu'à chaque attraction de l'électroaimant E', ce ressort-lame R ferme, par la vis V, le circuit de l'électroaimant E.

La figure 151 b représente le transmetteur au moment où le rappel au repos de l'ensemble des pièces vient de s'effectuer, l'armature A étant encore au contact de ses noyaux. A l'instant considéré, le levier L de cette armature a, par son cliquet c, amorcé la progression de la bande perforée et, de plus, a dégagé, sous l'action du ressort à boudin R' et par l'intermédiaire du levier L', celles des aiguilles a qui avaient pénétré dans les trous de cette bande.

Afin d'éviter une usure rapide des extrémités planes des leviers l et l" qui s'encliquettent au point e, le dégagement des aiguilles a ne peut se produire que lorsque la pièce p, solidaire de l'armature A, a déjà ramené les leviers l au repos. Ce résultat est obtenu grâce au levier l' qui ne dégage le levier L' de l'accrochage a' qu'en fin de course du levier L. A ce moment, les ressorts-lames R" ont été amenés au contact de la réglette de repos B' (reliée à la pile positive de la ligne) où ils sont maintenus par l'encliquetage en e des leviers l et l".

Dès que le balai de la troisième couronne du distributeur quitte le contact en communication avec l'électroaimant E', celui-ci cesse d'actionner l'électroaimant E; l'armature A, dont la course est limitée par la vis de butée V', revient alors au repos, sous la traction du ressort à boudin r, en effectuant, par son levier L et le cliquet c, la progression de la bande perforée.

Durant la majeure partie du mouvement de rappel de l'armature A, les leviers L et l restent, ainsi que les aiguilles a, dans leur position d'attente, sous l'action du ressort à boudin R' qui les maintient dans cette situation jusqu'à ce qu'en fin de course la butée b vienne entraîner le levier L' d'une très petite quantité. Si, à cet instant, une ou plusieurs des 5 aiguilles a trouvent au-dessus d'elles passage dans les perforations de la bande, leurs leviers correspondants l", poussés par les ressorts-lames r", les y font pénétrer. En même temps ces leviers l" se dégagent, au point e, de leur emprise avec les leviers l laissant aux ressorts à boudin r la possibilité d'amener les ressorts-lames R" au contact de la réglette de travail B (rattachée à la pile négative de ligne). Celles des aiguilles a qui rencontrent, au contraire, une partie pleine de la bande, ne permettent pas à leurs leviers l" de basculer : l'encliquetage est par suite maintenu en e avec les leviers l correspondants, et les ressorts-lames R" demeurent au contact de la réglette de repos B', où leur appui, non pas subordonné à la faible pression des aiguilles a sur la bande, est fonction de leur force seule, bien supérieure.

Un galet G appuie sur la bande perforée et lui fait épouser la courbe d'une concavité façonnée dans sa platine-glissière, ce qui dégage du levier L" la butée b' du levier L.

Au cas où la bande viendrait à manquer, la butée b" du levier L" pénétrerait dans un sillon que présente intentionnellement le galet G ; il s'ensuivrait un calage du levier L sur position de repos, et le maintien des ressorts-lames R" au contact de la réglette B'. Le même effet se produirait s'il y avait seulement insuffisance de longueur de bande entre le perforateur et le transmetteur ; la tension accusée alors par la bande permettrait également à la butée b" de se relever et de provoquer le calage du levier L.

Les connexions du clavier alphabétique du perforateur et du transformateur sont établies par câbles avec mâchoires de jonction aux fins éventuelles de rapide substitution ou remplacement.

Il importe d'ajouter que le perforateur peut être actionné non seulement au départ, par le clavier alphabétique ou par un manipulateur Baudot à 5 touches, mais aussi à l'arrivée, à l'aide d'un traducteur retransmetteur, ou d'un retransmetteur fonctionnant simultanément avec un traducteur.

IV. Description d'un poste complet type sextuple. — Les Ateliers Carpentier exposaient un type de poste sextuple pouvant être desservi par six opérateurs et capable de fournir un trafic de 10800 mots à l'heure, lesquels peuvent être répartis soit à raison de 5400 dans chaque sens, soit à raison de 1800 ou 3600 dans un sens et 9000 ou 7200 dans l'autre.

Composition. — Un tel poste comprend normalement une table de distribution supportant le distributeur, le relais et les organes accessoires, bornes d'entrée de poste et de tables de manipulation et de réception portant les appareils de transmission et d'impression. On y avait ajouté, d'une part, une seconde table de distribution pour figurer le deuxième poste avec lequel le premier est supposé correspondre, et pour montrer le jeu des organes de correction qui concourent avec les régulateurs à l'obtention du synchronisme nécessaire au fonctionnement du système et, d'autre part, une table de réception spéciale qui fait partie d'un dispositif de retransmission.

Distributeurs. — La table de distribution supplémentaire comportait un distributeur du type normal à 35 contacts entraîné par un socle moteur à poids, dont le poids est remonté automatiquement par un moteur électrique.

Une seconde table de distribution comprenait un distributeur identique à celui de la première table, mais dont l'entraînement est obtenu par un moteur phonique.

Le premier distributeur est disposé pour être correcteur et le second pour être corrigé.

Moteur phonique. — Le principal avantage du moteur phonique est de permettre d'agir dans une certaine mesure sur la vitesse du distributeur sans arrêter sa marche et sans perdre de vue le battement de la correction (fig. 152 et 153).

Sur les six tables de manipulation se trouvaient

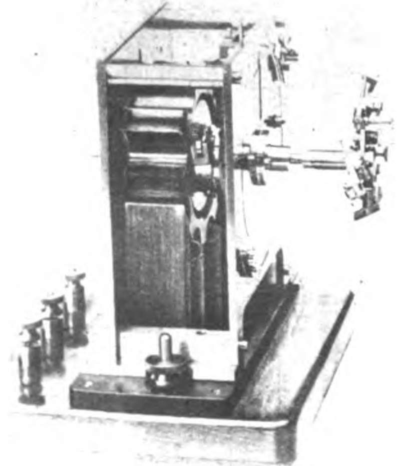


Fig 152.— Roue phonique assurant le synchronisme des distributeurs (Ateliers J. Carpentier).

représentés les différents systèmes transmetteurs en usage dans l'administration française et dans certaines administrations étrangères.

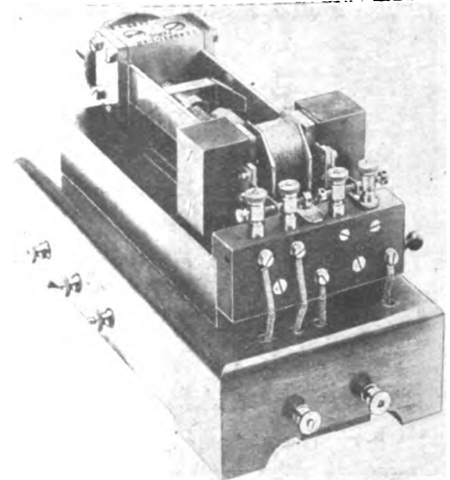


Fig. 153. — Vibrateur commandant la roue phonique.

Manipulateurs. — Parmi ces systèmes, rappelons tout d'abord le plus répandu de tous, le manipulateur à 5 touches. On a vu que chaque signal du code Baudot

est formé de 5 éléments qui peuvent être en travail ou au repos. Une touche abaissée envoie sur la ligne un courant de travail, une touche restée levée envoie sur la ligne un courant de repos. La répartition des éléments de travail et de repos différencie les signaux entre eux, suivant le code du tableau qui a déjà été indiqué sur la figure 142.

Pendant l'émission des courants, les touches sont maintenues accrochées dans la position levée ou abaissée qui leur a été donnée par l'opérateur et le changement de combinaison ne peut être effectué qu'à des moments précis indiqués à l'opérateur par le signal de cadence.

Claviers alphabétiques. — Dans ces modèles, le clavier a l'aspect de ceux des machines à écrire, mais leur manipulation aboutit à l'envoi des cinq courants élémentaires habituels sur la ligne.

Le manipulateur simple à clavier alphabétique fonctionne en suivant la cadence habituelle comme le clavier à cinq touches. Les manipulateurs perforateurs de bande sont soustraits à cette cadence. Ils permettent à l'opérateur de travailler exactement comme un dactylographe, et à la même vitesse.

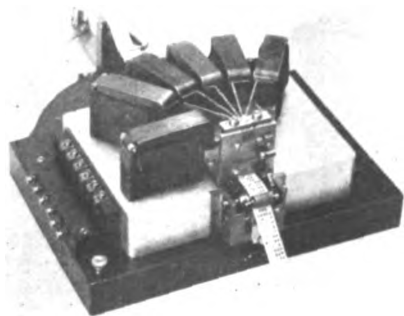


Fig. 154. — Perforateur électrique de bande.
La bande ne présente qu'une largeur de 12 millimètres et permet, cependant, l'étagement des cinq perforations.

L'envoi des signaux sur la ligne se fait en deux temps. L'appareil à clavier alphabétique accomplit le premier temps en perforant les signaux sur une bande de papier. La bande perforée (fig. 154) présente des rangées transversales successives de trous. Chaque rangée correspond à une lettre, chaque trou correspond à un courant de travail.

La bande de papier ainsi préparée est introduite dans un transmetteur automatique qui accomplit le deuxième temps en envoyant les courants dans la ligne. Il se comporte comme un véritable manipulateur et il est soumis à la cadence habituelle (fig. 155).

Deux séries de perforateurs et de transmetteurs automatiques étaient exposées. La bande de papier utilisée par la série dont la création est la plus récente a pu être amenée à 12 mm de largeur. Cette réduction de largeur de la bande de papier présente une grande importance à cause de l'économie de papier qui se trouvera réalisée par rapport aux bandes précédemment utilisées qui ont, en général, 30 mm, 24 mm et 18 mm de largeur.

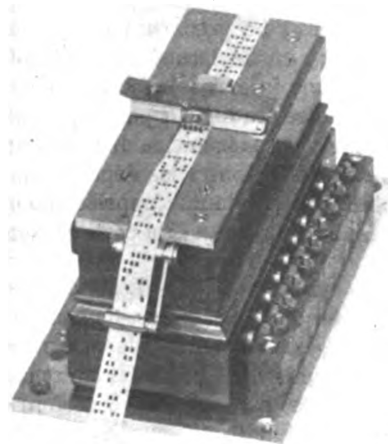


Fig. 155. — Transmetteur automatique des bandes préalablement perforées.

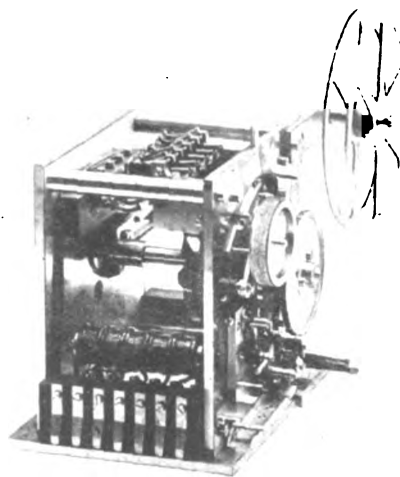


Fig. 156. — Traducteur Baudot des Ateliers Carpentier.
Certains modèles de ces traducteurs permettent de passer d'un alphabet latin à un alphabet grec; d'autres assument l'impression simultanée de deux bandes; d'autres encore, la retransmission de la bande sur une table indépendante de contrôle.

Traducteurs. — Les appareils récepteurs exposés étaient du modèle rapide (fig. 156); quelques-uns pré-

sentent des dispositifs spéciaux correspondant à des besoins particuliers. L'un d'eux imprime deux bandes simultanément. Un autre, destiné à l'Administration grecque, possède une roue des types à deux alphabets distincts, un latin et un grec. On passe aisément d'un alphabet à l'autre en déplaçant longitudinalement la roue des types sans interrompre le fonctionnement de l'appareil. Un autre traducteur possède en plus de ses organes habituels un mécanisme distributeur qui permet de retransmettre toutes les dépêches qu'il reçoit sur une table indépendante (appelée monotable) et située dans un bureau éloigné du poste récepteur.

Moteurs de traducteurs. — Les traducteurs sont actionnés par des moyens variés, moteurs à poids ou moteurs électriques. On remarque le socle avec moteur à poids dont les poids sont remontés automatiquement par un moteur électrique; le socle avec moteur électrique (fig. 157) entraînant le traducteur par un pignon denté

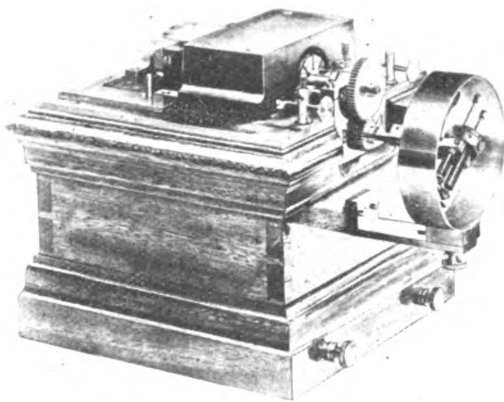


Fig. 157. — Moteur électrique entraînant le traducteur.

agissant sur une roue d'engrenage et le moteur électrique indépendant entraînant le traducteur par courroie.

Ces différents modèles de moteurs utilisent un organe de réglage appelé modérateur de vitesse qui permet d'obtenir un synchronisme convenable entre le traducteur et le distributeur.

V. Appareils télégraphiques imprimants, pour usage courant. — Dans les grands établissements industriels, financiers ou commerciaux, ainsi que dans les administrations publiques, les agences de presse et les journaux où les différents services sont souvent très éloignés les uns des autres, certains d'entre eux ont besoin de se transmettre rapidement et d'une façon précise des ordres ou des renseignements. Le téléphone présente comme inconvénient de nécessiter la présence d'une personne dans le bureau appelé et de ne laisser aucune trace écrite de l'ordre envoyé; il est, en effet, aussi difficile à celui qui a transmis un message de prouver qu'il ne s'est pas trompé ou n'a rien oublié, qu'au destinataire d'assurer qu'il n'a pas commis une faute d'interprétation, ni omis de noter la communication qui lui a été faite. On voit donc que, dans ces conditions, tout système intérieur d'échange de message devrait comprendre à la fois le téléphone et le télégraphe. L'emploi d'un appareil Baudot utilisé en simple est évidemment une solution; cependant cet appareil présente l'inconvénient d'être délicat à régler et de nécessiter un opérateur spécialisé. Il fallait, pour l'usage courant, un appareil plus simple. Les Ateliers Carpentier présentait, à ce sujet, dans leur stand de l'Exposition de Physique et de T. S. F., un dispositif appelé « télétype » qui permet de transmettre et d'imprimer directement en clair, à une vitesse de 40 mots à la minute.

Le « télétype » comprend un clavier de transmission et un dispositif imprimeur dont l'organe traducteur est maintenu en rotation par un petit moteur électrique



Fig. 158. — Vue d'un appareil transmetteur et récepteur « télétype » montrant les principaux organes : clavier, récepteur-imprimeur et moteur électrique.

(fig. 158). Ces deux éléments, dans l'appareil complet, c'est-à-dire à la fois transmetteur et récepteur, sont juxtaposés et forment ainsi un ensemble dont les dimensions et le poids n'excèdent pas ceux d'une machine à écrire ordinaire (fig. 159).

La disposition, l'écartement et la course des touches du clavier sont rigoureusement identiques à ceux des touches du clavier universel des machines à écrire, ce qui permet d'employer n'importe quelle dactylographe pour la transmission des messages.

En abaissant les touches du clavier, on forme automatiquement les signaux électriques correspondants, lesquels sont transcrits sur un ruban de papier par les appareils desservis et aussi, si l'exploitation se fait en simplex, par l'imprimeur de l'appareil expéditeur : l'opérateur peut donc contrôler sa manipulation, comme le fait une dactylographe utilisant une machine à écriture visible.

Les signaux formés par le simple abaissement des

touches correspondantes ne sont transmis sur la ligne qu'à des intervalles de temps réguliers ; on conçoit que, s'il n'en était pas ainsi, les irrégularités dans la vitesse de frappe seraient cause que certains signaux ne seraient pratiquement pas séparés les uns des autres, ou même chevaucheraient plus ou moins. Le distributeur des signaux est un organe simplifié, actionné mécaniquement par le même moteur qui assure déjà la rotation de l'organe traducteur de l'imprimeur. C'est ce distributeur qui permet de n'avoir pas à abaisser les touches en cadence, ainsi que cela est nécessaire, comme nous l'avons déjà vu, pour le Baudot.

Le même organe empêche, sinon de frapper plusieurs touches à la fois, du moins de les abaisser trop rapidement ; plusieurs signaux ne peuvent donc pas être formés en même temps dont la résultante serait un signal erroné.

Le « télétype » peut être branché sur n'importe quel



Fig. 159. — Appareil transmetteur et récepteur « télétype » recouvert de son carter.

courant industriel, et non pas exclusivement sur des piles ou des accumulateurs, c'est-à-dire sur des sources d'énergie électrique à tension pratiquement constante, comme c'est le cas de tous les autres télégraphes connus.

Les signaux ne sont formés, dans la majorité des cas, que par des combinaisons appropriées d'émissions positives et d'intervalles de repos, au lieu d'émissions positives et négatives comme dans le Baudot.

L'appareil imprimeur (fig. 160), est inspiré du traducteur imprimant Baudot, mais il est commandé par un électroaimant unique ; il imprime, comme le Baudot, sur une bande ou un ruban de papier, mais on peut également transmettre des signaux aux organes récepteurs à l'aide d'un système de transmission automatique par bande de papier perforé, lequel se substitue alors au clavier ordinaire. Ceci a son avantage, lorsqu'on désire, en ne les dactylographiant qu'une seule fois, envoyer à plusieurs postes à la fois, et en les répétant au besoin en cas de réception défectueuse, les mêmes messages. Cet avantage entraîne une installation plus onéreuse, mais qui peut rendre de grands services, notamment aux compagnies de chemins de fer, aux banques et aux agences de presse.

Lorsque les conditions de la ligne le permettent, le télétype peut être directement relié à cette dernière, l'unique électroaimant qu'il comporte ne nécessitant, pour fonctionner, qu'une intensité de courant de 50 milliampères.

Lorsque, comme c'est le cas de nombreuses lignes télégraphiques de l'Administration des Postes et Télégraphes, l'intensité de courant doit être sensiblement inférieure à 50 milliampères, on emploie un relais.

Manipulation. — Le fait d'abaisser une touche du clavier a pour résultat de manœuvrer certaines des cinq barres, correspondant aux cinq intervalles du code (code genre Baudot) qui sont logées sous le clavier, et d'embrayer l'unique moteur de l'appareil, moteur qui sert déjà à entraîner la roue des types et un dispositif

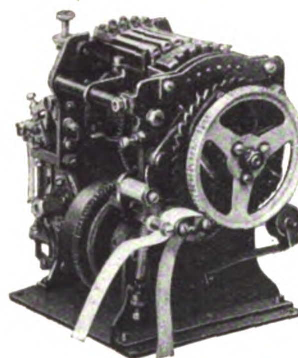


Fig. 160. — Organe imprimeur d'un appareil « télétype ».

sélecteur sur un arbre auxiliaire qui, au moyen de pignons d'angle, entraîne à son tour un arbre court portant six cames parallèles et identiques.

Formation et transmission des signaux. — Les barres correspondant aux cinq intervalles du code ont des projections verticales qui font saillie au-dessus du bâti de l'appareil. Ces cinq projections sont disposées chacune en face d'une came de l'arbre du distributeur (fig. 161) ; de l'autre côté de ce dernier et également en face de chaque came se trouve un levier coudé dont l'extrémité supérieure, en forme de col de cygne, accroche en permanence et maintient arquée en arrière une lame-ressort portant un contact en tungstène ; ce dernier se trouve en face d'un contact semblable, porté par une lame rigide. Chaque paire de lames joue le rôle d'un interrupteur sur le circuit de la ligne ; l'ensemble des six paires de lames est monté sur un bloc isolé du bâti de l'appareil. La branche horizontale de chaque levier coudé passe sous la came correspondante et porte normalement sous l'effet de tension de la lame-

ressort accrochée par le col de cygne, sur la périphérie de ladite came.

Sur la périphérie de chaque came est ménagée une même encoche. Normalement, lorsqu'en tournant la came présente son encoche vers le bas, le levier coudé est amené à basculer et à permettre la fermeture des contacts de la paire de lames correspondantes. Par conséquent, le circuit de la ligne est fermé pendant une fraction de temps sur la source et une émission de courant est transmise.

Mais on observera sur le schéma de la figure 161 que chaque projection verticale de barre de code est munie à sa partie supérieure d'un bec pouvant engager l'extrémité taillée en biseau de la branche horizontale du renvoi de sonnette correspondant et empêcher, par conséquent, ladite branche de remonter dans l'encoche de la came lorsque cette encoche arrive à sa hauteur. Pour que le bec d'une projection de barre de code

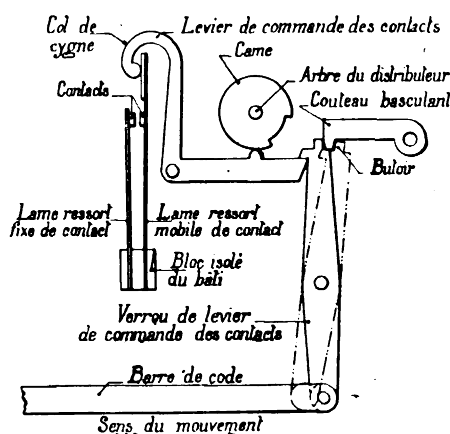


Fig. 161. — Vue schématique du dispositif pour la formation et la transmission des signaux.

puisse ainsi accrocher et immobiliser un levier coudé, il faut évidemment que la projection soit déplacée et, par suite, que la barre de code correspondante elle-même soit manœuvrée (dans le sens de la flèche sur la figure).

Ceci dit, et en se référant au schéma de la figure 161, on voit que, chaque fois qu'une barre de code est manœuvrée (par la frappe d'une touche du clavier) elle accroche par le bec de la projection verticale le levier coudé et s'oppose à la fermeture des contacts correspondants. Par conséquent, les émissions de courant dans la ligne ne sont pas produites par les barres manœuvrées, mais bien par celles que la touche frappée n'a pas déplacées.

Verrouillage des combinaisons. — Un couteau horizontal basculant verrouille en position toutes les projections qui ont été déplacées, tout en empêchant celles qui sont restées immobiles d'être manœuvrées ; il emmagasine ainsi la combinaison réalisée jusqu'au moment où celle-ci doit faire place à la suivante. Ce couteau est soulevé par une came à chaque tour de l'arbre du distributeur et seulement après que la combinaison réalisée a été transmise, de manière à permettre de former la combinaison suivante.

Sixième émission. — Nous avons dit que l'arbre du distributeur portait six cames identiques et six paires correspondantes de lames de contact. Comme il n'y a, cependant, que cinq barres du code, le sixième levier coudé est libre à chaque tour du distributeur de basculer de l'encoche de sa came et de fermer les contacts qu'il commande. Une émission supplémentaire et qui suit celles qui interprètent le signal transmis est donc envoyée dans la ligne à chaque tour du distributeur. Nous verrons plus loin quel est le rôle de cette émission de courant supplémentaire.

Freinage automatique de la rapidité de la frappe. — Toutes les émissions constituant une combinaison sont, ainsi que l'émission supplémentaire, transmises dans la ligne à intervalles de temps égaux, les encoches des cames étant décalées, les unes par rapport aux autres, d'une quantité égale ; elles ne peuvent donc pas chevaucher ; on notera aussi que, si deux touches viennent à être abaissées trop rapidement par l'opérateur, c'est-à-dire à une vitesse supérieure à la vitesse pour laquelle est réglé l'appareil, seule la première transmettra le signal dans la ligne, toutes les barres de code se trouvant encore verrouillées, les unes en position de travail, les autres en position de repos, au moment où la seconde touche est frappée. L'opérateur sentira sous le doigt la seconde touche « dure » et sera ainsi averti que le signal correspondant n'est pas transmis ; il n'aura alors qu'à refrapper cette touche et à ralentir sa frappe. Aucune cadence n'est nécessaire, mais la frappe gagne à être régulière et non saccadée.

Voici donc un signal transmis à la fois dans la ligne et dans le circuit du traducteur local ou de contrôle ; il est représenté par une ou plusieurs émissions du courant ; cette combinaison électrique, il faut maintenant que le traducteur la retransforme en une combinaison mécanique que le système d'impression interprétera correctement. Voici comment est obtenu ce résultat.

Rappelons tout d'abord que dans le traducteur Baudot, dont le traducteur « télétype » est inspiré, les émissions de courant correspondant à un signal parviennent à la réception, au balai d'un commutateur ; ce balai tourne en synchronisme étroit avec celui d'un organe semblable du poste transmetteur : par l'intermédiaire de plots, il dirige les émissions reçues sur cinq électroaimants aiguilleurs.

Dispositif sélecteur : électroaimant, galet sélecteur, came d'aiguillage, aiguilleurs. — Dans le traducteur « télétype », les émissions parviennent directement à l'unique électroaimant de l'appareil, lequel attire son armature à la réception de chaque émission. Quand l'armature est au repos, une projection recourbée de

cette dernière porte contre la surface antérieure d'un collier qui termine un manchon monté sur l'arbre de la roue des types (fig. 162). Normalement, si cette projection de l'armature ne s'y opposait pas, le manchon,

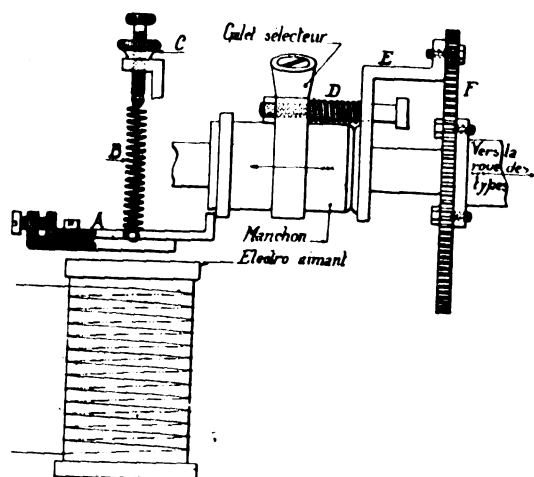


Fig. 162. — Vue schématique du dispositif sélecteur de l'appareil « télétype ».

A, appendice horizontal de l'armature, servant à empêcher ou permettre (suivant que l'armature est relevée ou abaissée) la tombée du galet sélecteur dans une encoche de la came d'aiguillage (voir fig. 161); B, ressort de l'armature; C, vis et contre-écrou de réglage du ressort de l'armature; D, ressort tendant à pousser le galet dans les encoches de la came d'aiguillage; E, équerre permettant d'orienter le galet sélecteur; F, roue dentée entraînant l'arbre de la roue des types.

sous l'effort d'un ressort, se déplacerait sur l'arbre de la roue des types, d'une certaine quantité dans le sens de la flèche ; par conséquent, ce mouvement s'opère chaque fois que l'électroaimant excité attire son armature.

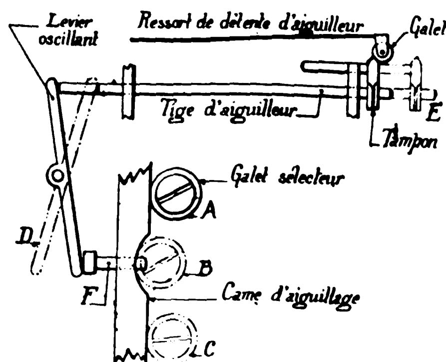


Fig. 163. — Vue schématique pour l'explication du fonctionnement du dispositif sélecteur de l'appareil « télétype. »

A, position du galet sélecteur sur un segment plein de la came d'aiguillage; B, tombée du galet dans une encoche; C, galet remonté sur un segment plein; D, position du levier oscillant quand le galet, en tombant dans une encoche, a repoussé le poussoir F; E, position du tampon de l'aiguilleur après détente de ce dernier.

ture. Le manchon porte un galet conique appelé galet sélecteur, susceptible de tourner autour d'un axe vertical. L'ensemble tourne avec la roue des types.

Examinons maintenant le schéma de la figure 163. Nous voyons en traits pleins le galet sélecteur au contact d'un segment plein d'une came annulaire verticale. Cette came porte cinq encoches au fond de chacune desquelles dépasse un poussoir. Tant que l'électroaimant n'est pas excité, le manchon du galet sélecteur est suffisamment repoussé sur l'arbre de la roue des types pour que le galet ne puisse, pendant la rotation de l'arbre, descendre suffisamment dans une encoche pour repousser le poussoir qui s'y trouve ; si, au contraire, l'électroaimant est excité au moment où le galet se présente devant une encoche, la projection de l'armature libère le collier du manchon et permet au galet de s'engager dans ladite encoche et de refouler ledit poussoir ; ce mouvement du poussoir est communiqué, par l'intermédiaire d'un levier oscillant, à une tige que nous appellerons un aiguilleur, par analogie au levier aiguilleur qui, dans le traducteur Baudot, remplit la même fonction ; l'aiguilleur est terminé en avant par un petit tampon dont l'arête supérieure est taillée en biseau. Tout aiguilleur qui n'a pas été manœuvré par son poussoir a son tampon au contact, par la surface extérieure du biseau, d'un galet porté à l'extrémité d'une lame ressort, dit ressort de détente d'aiguilleur. Le déplacement de chaque poussoir (sous la pression du galet-sélecteur s'engageant dans l'encoche correspondante de la came) est juste suffisant pour amener le tampon de l'aiguilleur à soulever le galet du ressort de détente et à dépasser légèrement un point situé à l'aplomb de l'axe dudit galet, de sorte que c'est l'élasticité du ressort, ou mieux la détente de ce dernier qui pousse le tampon et, par conséquent, l'aiguilleur à bout de course.

Came navette. — Comme dans le Baudot, une came-navette accroche tous les tampons d'aiguilleurs qui ont été manœuvrés comme il vient d'être expliqué, au contact des chercheurs correspondants, puis les rappelle en position de repos. Au mode de construction et à quelques détails près, les chercheurs, le combinateur et le mécanisme d'impression sont identiques à ceux du traducteur Baudot.

Combinateur. — L'organe essentiel et caractéristique du traducteur Baudot, adopté sans aucune modification dans le télétype, est le combinateur.

Rappelons que cet organe se compose de deux disques entaillés d'encoches et séparés par une cloison ; le disque extérieur est dit voie de travail, l'autre, voie de repos. La circonférence totale est divisée en quarante parties égales, dont trente-cinq pour les entailles et les reliefs. Le combinateur est fixé sur l'arbre de la roue des types. Entre lui et celle-ci est montée, sur le même arbre, une roue appelée roue d'impression, qui est encochée sur la majeure partie de sa circonférence (fig. 164). Contre la voie de travail est montée une came dite de rappel des chercheurs ; contre la voie de repos est montée la came-navette.

Chercheurs. — Cinq leviers chercheurs reposent par leur pied sur les disques du combinateur (fig. 165).

Chacun d'eux se compose de deux branches que traverse un axe qui, engagé dans deux platines d'acier, permet au levier de pivoter d'arrière en avant et réciproquement ; dans ce mouvement, le pied du chercheur passe de la voie de repos sur la voie de travail et vice versa. Pour permettre ce passage des chercheurs d'une voie sur l'autre, un intervalle de 5/40 est ménagé sur la périphérie du combinateur.

Fig. 164. — Vue schématique des différents organes portés par l'arbre de la roue des types.

Les pieds de tous les chercheurs sont sollicités de s'enfoncer dans les creux du combinateur par un levier dit levier propulseur pouvant également pivoter autour d'un axe engagé dans les mêmes platines et pourvu d'un appendice dont l'extrémité est repliée à angle droit; un ressort à boudin tire constamment sur cet appendice ; sous l'action de ce ressort, le levier propulseur appuie sur la tête du premier chercheur, lequel transmet cette pression au second, et ainsi de suite.

Fig. 165. — Mécanisme d'impression ; chercheurs au repos ; bras d'impression accroché en position horizontale.

Cependant, le mouvement de basculement des chercheurs, manœuvrés par les aiguilleurs, ne peut se produire que lorsque le combinateur présente en face du pied de chacun d'eux une encoche ; tant qu'un seul de ces chercheurs s'appuie sur un relief, le mouvement ne peut se produire. On conçoit que, pour chaque combinaison possible des chercheurs (ce qui revient à dire du code) : 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-2-3, 1-2-4, 1-2-5, 1-3-4, 1-3-5, 2-3-4, 2-3-5, etc., il n'y a qu'un point du combinateur qui permette le basculement et, par conséquent, dans des conditions qui vont être indiquées, l'impression du caractère correspondant à la combinaison.

La roue des types porte deux séries de caractères, lettres d'une part, chiffres et signes divers, d'autre part.

La roue placée derrière la roue des types sert simplement à guider le système imprimeur et à assurer l'inversion des lettres aux chiffres et réciproquement, d'où son nom de roue d'impression.

Mécanisme d'impression, déclenchement et rappel. — Le mécanisme imprimeur comprend le bras d'impression (fig. 165 et 166). Il porte en avant le guide de la bande, le barillet d'entraînement de cette dernière, un cylindre appelé cylindre compresseur, qui appuie la bande sur le barillet et un autre cylindre qui, étant chargé d'appuyer la bande sur le caractère voulu de la roue des types, a reçu le nom de cylindre d'impression.

Le bras d'impression porte, en arrière, un petit bec appelé came d'impression (qui se trouve dans le même plan que la roue d'impression ; elle n'est pas visible sur les figures).

Fig. 166. — Mécanisme d'impression ; chercheur sur voie de travail ; bras d'impression libéré.

Normalement, c'est-à-dire au repos, le bras d'impression est horizontal (fig. 165), dans cette position,

le cylindre d'impression se trouve suffisamment éloigné de la roue des types pour ne pas appuyer la bande sur la périphérie de la roue des types.

Un ressort tend, cependant, à faire remonter l'extrémité droite du bras d'impression de manière à amener, d'une part, la came d'impression à s'engager dans une dent de la roue d'impression et, d'autre part, le cylindre d'impression au contact de la roue des types.

L'action de ce ressort est contrecarrée par un dispositif de verrouillage constitué, d'une part, par une tige carrée ou doigt d'accrochage que porte, en arrière, le bras d'impression et, d'autre part, par un bec ménagé à la partie inférieure d'un levier, appelé levier d'accrochage, le bec et le doigt étant alors en prise.

L'extrémité supérieure de ce levier d'accrochage se trouve presque au contact de l'extrémité repliée à angle droit du levier propulseur. Si donc les chercheurs manœuvrés par les aiguilleurs et, indirectement, par le galet sélecteur, parviennent à basculer (leurs têtes basculent de gauche à droite), le levier propulseur en fera autant ; son appendice sera brusquement rejeté vers la gauche et heurtera l'extrémité supérieure du levier d'accrochage ; celui-ci basculera autour de son axe et, son extrémité inférieure étant rejetée sur la droite, le bec libérera le doigt d'accrochage (fig. 166). Ce dernier, sous l'action de son ressort, remontera brusquement, en pivotant autour de son axe, et le cylindre d'impression sera projeté contre un caractère de la roue des types ; cette dernière étant en rotation, l'impression se fera « au vol ». La came d'impression étant solidaire du bras d'impression remontera avec celui-ci et s'engagera dans la dent ou encoche de la roue d'impression qui, à ce moment, se trouvera dans l'axe de ladite came. On conçoit que si l'encoche en question correspond d'une part à celle qui, sur le combinateur, a permis le basculement des chercheurs et, d'autre part, au caractère qui, sur la roue des types, interprète la combinaison réalisée alors par les chercheurs, c'est bien ce caractère, et non un autre, qui sera imprimé. La came sert donc à guider le bras d'impression vers le caractère qui doit être imprimé.

Un levier de rappel (fig. 167) ramène, après l'impression, le bras d'impression en position horizontale en le faisant redescendre et en provoquant l'accrochage de la tige carrée par le levier d'accrochage. Ce rappel s'effectue au moment où la roue d'impression a tourné d'une quantité suffisante pour présenter au regard de la came la portion lisse de sa jante (sur un arc équivalent, la roue des types ne porte aucun caractère).

Dispositif d'inversion. — Une combinaison du code correspond à l'inversion des lettres aux chiffres ; une autre combinaison correspond à l'inversion des chiffres aux lettres.

La roue d'impression porte, sur sa face antérieure, un levier droit, appelé levier d'inversion, mobile autour de l'axe de la roue d'impression et solidaire de la roue des types, un levier courbe à deux crans et une plaque mobile, dite plaque d'inversion, dont l'arête supérieure présente deux saillies, une à gauche, une à droite (fig. 167).

Une extrémité du levier d'inversion est engagée dans une ouverture arrondie de la plaque ; l'autre extrémité est engagée dans un des crans du levier courbe ; un ressort, qui tire sur l'extrémité de ce levier, assure la prise.

Lorsqu'un signal d'inversion est reçu dans l'appareil imprimeur, la came d'impression s'engage, comme pour un caractère, dans une encoche de la roue d'impression, mais, en même temps, l'extrémité arrondie du bras d'impression rencontrant, suivant le cas, la saillie gauche ou la saillie droite de la plaque d'inversion, presse sur cette saillie et oblige ainsi la plaque à pivoter sur son axe, soit vers la droite, soit vers la gauche ;

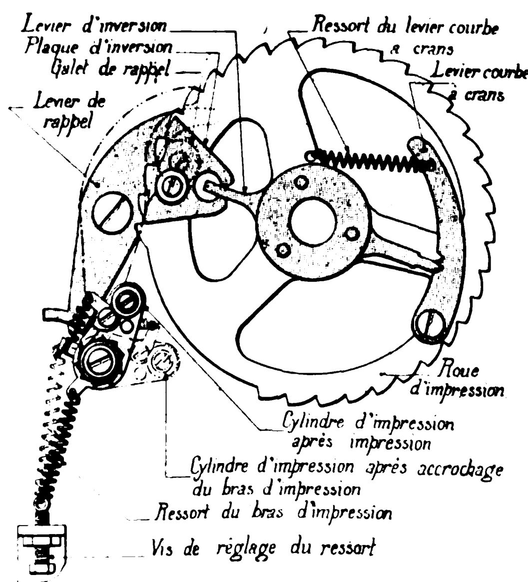


Fig. 167. — Bras d'impression après impression d'un caractère et prêt à être rappelé en position horizontale. Mécanisme de l'inversion.

la plaque communique ce mouvement au levier d'inversion, dont l'extrémité passe ainsi d'un cran à l'autre du levier courbe. Le levier d'inversion entraine, à son tour, la roue des types soit dans le sens des aiguilles d'une montre, soit dans le sens inverse. De ce fait, la roue des types se trouve décalée en avant ou en arrière et présente à l'impression, soit les lettres, soit les chiffres et signes divers. Pour imprimer ces derniers, il faut abaisser sur le clavier la touche marquée « Chiffres », et, pour revenir aux lettres, il faut d'abord abaisser la touche marquée « Lettres ».

Conditions d'un bon fonctionnement. — De ce qui précède, on se rend compte que, les cinq encoches de la came correspondant aux cinq intervalles du code, il suffit, pour qu'un signal quelconque soit imprimé correctement, que le galet-sélecteur se trouve en face de

l'encoche voulue ou, successivement, des encoches voulues, lorsque la ou les émissions correspondant au signal parviennent à l'électroaimant du traducteur. Si le signal est représenté par trois émissions que nous numéroterons par exemple 1, 3, 5, le galet-sélecteur devra descendre dans la première, la troisième et la cinquième encoche de la came et manœuvrer les aiguilleurs et chercheurs correspondants. Si le galet ne parvient à la cinquième encoche qu'après que la troisième émission a pris fin, il ne descendra pas dans cette encoche et le signal imprimé sera celui qui correspond aux premier et troisième moments du code ; ce sera donc un signal erroné.

On conçoit, en conséquence, d'une part, qu'il doit exister, entre le traducteur de l'appareil qui reçoit et le distributeur de l'appareil qui émet, une relation constante de vitesse et que, d'autre part, cette même relation doit exister entre le distributeur et le traducteur d'un même appareil lorsque ce dernier est un « télétype » à la fois transmetteur et récepteur et que son traducteur est utilisé comme contrôle de la transmission. Cette deuxième condition est réalisée d'elle-même, puisque c'est le même moteur qui, dans un même appareil, entraîne à la fois le distributeur et le traducteur. Il n'en est pas de même de la première, car le moteur de chaque appareil est alimenté par une source d'énergie locale et qui, par conséquent, n'est pas la même pour les deux appareils correspondants. On observera aussi que le galet-sélecteur doit être calé sur l'arbre de la roue des types dans une position telle qu'il produise l'impression correcte des signaux quand est réalisé, d'autre part, le synchronisme qui doit caractériser la tombée du galet dans les encoches et la réception par l'électroaimant des émissions correspondantes.

Synchronisme entre les appareils de deux postes correspondants. — Ce synchronisme est réalisé d'une façon approchée, en faisant tourner les moteurs des deux postes à une vitesse sensiblement identique, ce qui s'obtient très simplement en faisant varier sur l'un ou l'autre appareil l'écartement par rapport à une lame fixe, d'une lame flexible qui vibre sous l'action du régulateur du moteur, les deux lames portant des contacts intercalés sur le circuit du moteur. Cet isochronisme ne peut être que relatif, mais grâce à une émission supplémentaire, il est parfaitement suffisant et n'a pas besoin d'être corrigé, d'où une grande simplification et une marge considérable dans le synchronisme.

Rôle de la sixième émission. — Cette sixième émission a pour but d'arrêter positivement et rigoureusement au même point la roue des types du traducteur à chaque tour que fait celle-ci. Rappelons que cette émission supplémentaire est transmise dans la ligne avant la combinaison correspondante à un signal quelconque. Comme toutes les autres, cette émission parvient à l'unique électroaimant du traducteur : cet électroaimant attire son armature, laquelle, par l'intermédiaire d'une seconde projection et d'organes mécaniques appropriés, débraye pendant une fraction de seconde (une fraction de tour si l'on préfère) l'arbre de la roue des types de l'arbre moteur ; l'arbre de la roue des types, entraîné par l'inertie des masses qu'il supporte, continue un peu à tourner, puis deux butées assurent son arrêt complet, par l'intermédiaire d'un frein qui absorbe la violence du choc, en un point de l'espace rigoureusement fixe.

Marge de sécurité. — Il s'ensuit que l'arbre de la roue des types, et par conséquent cette dernière elle-même, étant arrêtée à chaque tour, ce qui revient à dire avant chaque signal, toute différence de vitesse pouvant subsister après le réglage du synchronisme de vitesse des moteurs des appareils correspondants ne peut porter que sur un tour, en réalité moins d'un tour, car les encoches sont réparties à intervalles égaux, sur environ les deux tiers de la circonférence de la came, la cinquième et la première encoche étant séparées par un segment plein. C'est là la raison de la grande marge obtenue dans le synchronisme : il faudrait, en effet, que la différence de vitesse entre deux appareils correspondants fût relativement considérable pour que le galet-sélecteur sur environ 240° de la circonférence de la came, ne parvînt pas à la cinquième encoche à temps pour y descendre si le signal comporte la cinquième émission. De fait, l'expérience montre que le fonctionnement des appareils n'est pas troublé par des variations de tension de 10 pour 100 en plus ou en moins sur les circuits des moteurs.

Calage du galet sélecteur par rapport aux encoches de la came d'aiguillage et de la roue d'impression. Orientation. — Comme nous l'avons indiqué plus haut, le galet sélecteur doit occuper une position bien déterminée par rapport à la roue des types. Or, si faible soit-elle, il existe toujours entre deux appareils correspondants une différence de vitesse; cette différence varie, pour chaque réglage de vitesse, avec la précision de ce réglage. Il s'ensuit que tout réglage de vitesse entre deux postes doit être suivi — comme d'ailleurs c'est aussi le cas avec le Baudot et ses autres dérivés — d'un réglage dit d'orientation. Ce réglage, comme tous les autres réglages de l'appareil, est extrêmement simple.

VI. **Appareil Morse.** — L'appareil Morse était aussi représenté dans les divers stands dont nous venons de parler, ainsi que dans celui de la Société industrielle des Téléphones. Cet appareil étant bien connu des lecteurs, nous ne le citons ici que pour mémoire.

(A suivre.) A. Turpain.

L'électrochimie et l'électrométallurgique d'après les brevets récents

Dans son travail, l'auteur étudie les perfectionnements récents apportés à l'électrolyse et aux fours électriques. La première partie, relative à l'électrolyse, traite des électrolyseurs, des électrodes, des diaphragmes, de la galvanoplastie, des dépôts métalliques divers, de l'électrolyse de l'eau et des chlorures alcalins, de la préparation des produits chimiques, minéraux et organiques, de l'électrolyse des sels fondus et, enfin, des applications diverses de l'électrolyse.

I. Electrolyse.

Généralités sur les électrolyseurs, les électrodes, les diaphragmes. — Le dispositif G. HAGLUND [1] est relatif à une sortie d'écoulement pour éléments à diaphragme, celle-ci consistant en un tube traversant la paroi de l'élément, une extrémité étant dans celui-ci tandis que l'autre est pressée de manière à former un joint étanche contre une ouverture de la paroi de la cuve électrolytique, ouverture par laquelle le liquide du compartiment à diaphragme peut sortir.

La cuve électrolytique C.-J. THATCHER [2] est construite de manière à pouvoir être démontée facilement pour son nettoyage; elle comporte aussi des dispositifs d'agitation de l'électrolyte.

La Société SIEMENS UND HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT [3] remplace les anodes en platine qui sont très coûteuses et les anodes en graphite qui s'attaquent dans l'électrolyse des sulfates, par des anodes en bronze de tungstène qui sont très peu attaquables par les ions de chlore ou de sulfate. On obtient le bronze de tungstène sous forme pulvérulente en soumettant l'acide tungstique, porté au rouge, à l'action de réducteurs (hydrogène, gaz ammoniac, etc.). On le comprime ensuite sous la forme désirée.

Quand on emploie pour l'électrolyse des électrodes filiformes, par exemple dans le cas d'utilisation de matières coûteuses comme le platine, il arrive par suite d'extension de certains fils qu'un court-circuit peut se produire entre deux électrodes voisines.

La Société SIEMENS UND HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT [4], pour éviter cet inconvénient, constitue les électrodes par des fils reliés à l'amenée de courant et qui pendent librement, leur tension étant assurée par un poids dont ils sont munis à leur extrémité inférieure.

Pour réduire la résistance électrique des diaphragmes en matière céramique ou autre, tout en leur conservant une résistance mécanique suffisante, la Société CHEMISCHE FABRIK WEISSENSTEIN GESELLSCHAFT M. B. H. ET R. WALTER [1] emploie des diaphragmes de faible épaisseur mais ondulés ou possédant des évidements ou rainures rectilignes, brisés ou curvilignes.

A. PECHKRANZ [2] emploie le procédé suivant pour obtenir les diaphragmes métalliques par galvanoplastie. On traite une plaque métallique de façon à oxyder ses faces; on pulvérise sur la couche d'oxyde un vernis isolant, de manière à obtenir un ensemble de points séparés les uns des autres. L'électrolyse d'une solution convenable dépose sur la plaque ainsi traitée, utilisée comme cathode, le métal désiré partout où l'oxyde n'est pas recouvert de vernis. Grâce à la couche d'oxyde, on sépare enfin facilement de la plaque le diaphragme métallique qui présente des trous partout où il y a eu des points de vernis isolant. On peut également rendre conducteur un tissu de fibres isolantes (coton, fil, soie, etc.) et le recouvrir par électrolyse du métal désiré.

Généralités sur la galvanoplastie et les dépôts métalliques. — J. DIGARD [3] évite les inconvénients du procédé d'électrolyse au tonneau (contrôle difficile, grande résistance, impossibilité de disposer des anodes intérieures) par le dispositif représenté en figures 1 et 2. Le tambour 2 polygonal est ouvert et ses extrémités armées de tourillons lui permettent un mouvement

(1) Disposition de cuves électrolytiques avec éléments à diaphragme. *Brevet français n° 522765* demandé le 23 août 1920, délivré le 7 avril 1921, publié le 6 août 1921, 131 lignes, 3 figures.

(2) Cuve électrolytique. *Brevet français n° 540572* demandé le 2 septembre 1921, délivré le 19 avril 1922, publié le 13 juillet 1922, 291 lignes, 7 figures.

(3) Electrode pour applications électrolytiques et électroosmotiques et son procédé de fabrication. *Brevet français n° 542647* demandé le 21 octobre 1921, délivré le 19 mai 1922, publié le 18 août 1922, 153 lignes.

(4) Electrode filiforme pour usages électrolytiques. *Brevet français n° 512995* demandé le 3 juin 1916, délivré le 27 octobre 1920, publié le 4 février 1921, 170 lignes, 8 figures.

(1) Diaphragme pour éléments électrolytiques. *Brevet français n° 515593* demandé le 19 février 1918, délivré le 27 novembre 1920, publié le 4 avril 1921, 137 lignes, 6 figures.

(2) Procédé pour la fabrication de diaphragmes métalliques de cellules électrolytiques. *Brevet français n° 520024* demandé le 9 juillet 1920, délivré le 5 février 1921, publié le 18 juin 1921, 85 lignes.

(3) Appareil basculeur pour dépôts électrolytiques. *Brevet français n° 537756* demandé le 11 octobre 1920, délivré le 9 mai 1922, publié le 30 mai 1922, 101 lignes, 2 figures.

d'oscillation. En plus des anodes extérieures 3, des anodes intérieures 3' arrivent le plus près possible des pièces à recouvrir du dépôt métallique. Dans l'épaisseur de la paroi du tambour 2 sont noyées les tiges

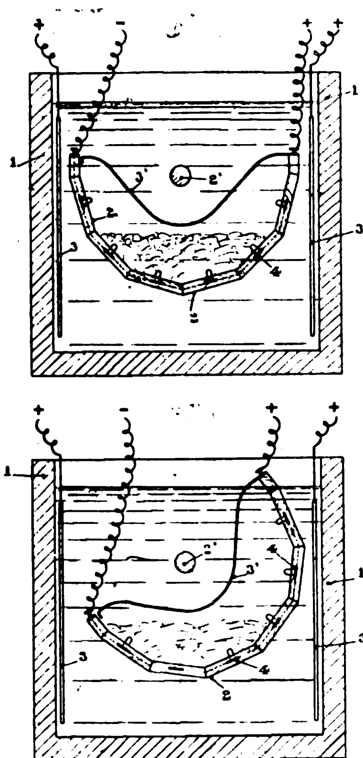


Fig. 1 et 2. — Coupe schématique d'un appareil basculeur pour dépôt électrolytique.

métalliques en relation avec le pôle négatif et armées des pièces saillantes 4 amenant le courant aux pièces.

P.-E. Trabia (¹) opère le nickelage, le cuivrage, le zingage, l'étamage, l'argentage, etc., des petites pièces au tonneau. Celui-ci, en celluloïd, est muni de deux fonds et de deux doubles fonds. Il est goupillé sur un arbre en bronze sur lequel se trouvent quatre crochets de contact en laiton, le courant étant pris par ledit arbre sur les coussinets reliés à l'interrupteur. L'arbre est fixé sur un cadre en bois dans la cuve contenant l'électrolyte et les anodes. Le tonneau peut venir basculer dans une cuve de rinçage pour se vider et se recharger.

En vue d'obtenir un métal compact dans les procédés d'extraction des métaux de leurs minerais par voie électrolytique, F. Bourgeot (²) fait alternativement dans les cuves, pendant l'électrolyse, le vide pour aspirer les gaz hydrogène et oxygène qui nuisent au dépôt et une pression d'air ou d'anhydride carbonique pour obtenir l'homogénéité, la compacité et l'adhérence du métal.

(¹) Appareil d'électrolyse. *Brevet français n° 529 297* demandé le 31 décembre 1920, délivré le 6 septembre 1921, publié le 25 novembre 1921, 126 lignes, 6 figures.

(²) Traitement électrolytique des métaux, minerais ou leurs résidus, permettant d'obtenir les métaux purs et compacts. *Brevet français n° 524 803* demandé le 7 septembre 1915, délivré le 20 mai 1921, publié le 10 septembre 1921, 87 lignes.

Dans la fabrication électrolytique des tubes de cuivre (ou d'autres métaux), on donne, en général, aux mandrins sur lesquels doit se faire le dépôt un mouvement continu de rotation. Pour obtenir une homogénéité suffisante du métal, on est alors conduit à employer de grandes vitesses de rotation de sorte que les paliers qui baignent dans l'électrolyte et les autres organes ont une durée limitée.

Pour éviter cet inconvénient, M. A. Jullien (¹) donne au mandrin un mouvement alternatif de rotation. Il suffit alors d'employer de faibles vitesses, ce qui réduit la dépense d'énergie nécessaire à la propulsion et permet d'utiliser des paliers ou crapaudines tout à fait rudimentaires.

Lorsqu'on veut recouvrir d'un dépôt galvanoplastique des pièces céramiques (faïence, porcelaine, grès, verre, etc.), il faut d'abord les enduire d'un conducteur. Dans le but d'obtenir un dépôt galvanique faisant absolument corps avec la matière céramique, Mme veuve Asch (²) enduit l'objet, au pinceau ou au vaporisateur, d'une mixture renfermant 15 à 45 g de carbonate d'argent, 2,5 à 7,5 g de borate de plomb, 225 à 675 gouttes d'or brillant liquide céramique. Après séchage ou chauffe de 600 à 1200° C, la pellicule de métal précieux qui recouvre l'objet est poncée légèrement, après quoi l'objet enveloppé d'un réseau de fils métalliques est placé comme cathode dans un bain approprié.

Dans la fabrication des plaques et feuilles par dépôt électrolytique, la difficulté est d'enlever celles-ci de la matrice sans les tordre. S. O. Cowper-Coles (³) parvient à ce résultat en déposant le métal sur les deux côtés d'une matrice disposée pour s'emboîter dans un châssis isolé sur ses bords et sur une partie de ses faces. Le métal déposé sur la matrice est enlevé en séparant celle-ci du châssis. Ce châssis comprend deux parties s'ajustant l'une dans l'autre et le métal déposé est enlevé en pressant et écartant de la matrice l'une et l'autre partie du châssis. L'isolement est obtenu par un cadre de bois. Pour former une ligne de moindre clivage, on peut ménager un espace entre la matrice et le châssis

(¹) Procédé et dispositif pour obtenir, par électrolyse, des ébauches homogènes de tubes. *Brevet français n° 528 144* demandé le 4 mai 1917, délivré le 10 août 1921, publié le 7 novembre 1921, 201 lignes, 8 figures.

(²) Procédé de métallisation d'objets en matières non conductrices de l'électricité en vue de leur recouvrement galvanoplastique par des dépôts métalliques d'une parfaite adhérence. *Brevet français n° 520 792* demandé le 11 février 1919, délivré le 22 février 1921, publié le 30 juin 1921, 91 lignes.

(³) Procédé de fabrication de plaques et feuilles par dépôt électrolytique. *Brevet français n° 516 743* demandé le 9 juin 1920, délivré le 9 décembre 1920, publié le 25 avril 1921, 183 lignes, 5 figures.

sur leurs faces extérieures. La matrice et chaque partie du châssis sont munies d'oreilles pour faciliter la séparation. Un aspirateur est utilisé pour créer un certain vide et maintenir un côté de la matrice pendant l'enlèvement de la partie opposée du châssis.

En vue d'obtenir un dépôt électrolytique se détachant facilement de la cathode, la SOCIÉTÉ D'ELECTROCHIMIE ET D'ELECTROMÉTALLURGIE [1] emploie une cathode en fer (ou alliage de fer) recouverte d'une pellicule de cuivre par électrolyse ou par simple immersion dans une solution d'un sel de cuivre. L'adhérence entre la pellicule de cuivre et le fer est plus faible que celle entre cette pellicule et le métal déposé ensuite électrolytiquement. Il est facile alors de détacher le dépôt de métal électrolysé avec la pellicule de cuivre. La cathode, cuivrée à nouveau, peut servir à une nouvelle opération.

L'électrolyseur de la SOCIÉTÉ RADIATOR TUBES LTD [2] pour l'obtention de bons dépôts métalliques comporte un organe formé de surfaces courbes faisant face à la cathode et animé d'un mouvement rapide dans un plan parallèle à la surface de l'anode de manière que l'électrolyte frappe la cathode suivant un angle oblique, ce qui provoque un brossage violent de l'électrolyte contre la cathode, tandis que le liquide reste relativement calme autour de l'anode.

Dans le but d'obtenir, par électrolyse, un dépôt métallique très mince (0,2 mm ou moins) et facilement détachable, la SOCIÉTÉ RADIATOR TUBES LTD [3] produit d'abord, sur la surface du métal qui doit recevoir le dépôt, une couche colorée extrêmement mince d'un sous-sulfure enduit d'une mince pellicule de cire. On dissout, par exemple, 15 g de cire paraffinée dans 4,5 litres de pétrole, on traite avec de l'hydrogène sulfuré jusqu'à ce que le liquide ait l'odeur distincte du gaz. C'est ce liquide qu'on applique sur le métal. Le pétrole en s'évaporant laisse une mince pellicule de cire et une coloration de sous-sulfure sur la surface de la cathode.

Lorsqu'on veut effectuer sur des pièces en fer un dépôt électrolytique de nickel, fer, cobalt, etc., on peut avoir un bon dépôt sans cuivrer préalablement en décapant électrolytiquement la pièce comme le propose la Société THE FLECHTER ELECTRO SALVAGE CO LTD [4]. La pièce dégraissée est introduite comme cathode en regard d'une contre-électrode en plomb dans un électrolyte renfermant 10 à 12 pour 100 d'acide sulfurique et 5 à 10 pour 100 de sulfate de cuivre, la température ne devant pas dépasser 50°C. La surface du fer étant rendue douce et non cohérente par l'hydrogène naissant, on inverse le courant, ce qui enlève la couche en partie désagrégée et laisse la surface du fer chimiquement propre. La tension nécessaire est de 8 à 20 V avec une intensité de 150 à 500 A pour une surface de fer de 30 cm environ de côté. Il n'y a plus ensuite qu'à soumettre la pièce au dépôt électrolytique.

L'électrolyseur A. WALDBERG [1] est particulièrement destiné à recouvrir de dépôts métalliques des objets tels que jantes, cerceaux, cadres, etc. Il est caractérisé par une cage tournant autour d'un axe horizontal dans une cuve contenant l'électrolyte et entraînant une anode centrale fixée sur la face intérieure de deux disques en matière isolante placés à l'extrémité de la cage. Cette anode est sectionnée pour permettre l'entrée et la sortie des objets à traiter. L'amenée du courant à l'anode se fait à travers les disques isolants par une bande métallique enveloppant le disque et sur laquelle frotte un balai. Les objets sont reliés au pôle négatif par pression sur les éléments métalliques de la cage reliés à un cercle métallique.

Dépôt électrolytique du cuivre et de ses alliages. — Lorsqu'on électrolyse du bronze avec des anodes de cet alliage, l'électrolyte s'appauvrit peu à peu en cuivre. En ajoutant du sulfate de cuivre, on augmente inutilement la concentration de l'acide. La société HUTTENWERK NIEDERSCHOENEWEIDE AKTIENGESELLSCHAFT VORM. J. F. GINSBERG [2] évite cet inconvénient en employant, outre les anodes en bronze, un nombre approprié d'anodes en protoxyde de cuivre.

Le même procédé peut être utilisé dans l'affinage électrolytique du cuivre. Dans cet affinage, par suite de l'action de l'oxygène de l'air, il se dissout anodiquement un peu plus de cuivre qu'il ne s'en dépose à la cathode et, par cristallisation, on obtient du sulfate de cuivre comme sous-produit. L'adjonction d'anodes en protoxyde de cuivre permet d'obtenir le sulfate de cuivre en quantités importantes, le cuivre entrant en dissolution non seulement par le courant, mais encore par attaque directe de l'oxyde de cuivre par l'acide

A. JOLY et LAFOND [3], traitent les déchets de cuivre en constituant avec eux des anodes utilisées dans les cuves

(1) Procédé d'obtention de dépôts métalliques électrolytiques se détachant facilement de la cathode. *Brevet français n° 528 487* demandé le 18 juin 1920, délivré le 18 août 1921, publié le 12 novembre 1921, 51 lignes.

(2) Perfectionnements au dépôt métallique des métaux. *Brevet français n° 519 325* demandé le 7 juillet 1920, délivré le 22 janvier 1921, publié le 8 juin 1921, 126 lignes, 4 figures.

(3) Procédé de dépôt de métaux par électrolyse. *Brevet français n° 519 326* demandé le 7 juillet 1920, délivré le 22 janvier 1921, publié le 8 juin 1921, 76 lignes.

(4) Perfectionnements apportés ou relatifs au dépôt électrolytique de métaux sur le fer ou sur des alliages de fer. *Brevet français n° 529 936* demandé le 19 janvier 1921, délivré le 21 septembre 1921, publié le 9 décembre 1921, 87 lignes.

(1) Appareil pour l'électrodéposition des métaux intérieurement et extérieurement sur des objets de toute forme : ronde, cylindrique, polygonale, prismatique, etc., comme jantes, cerceaux, cadres, etc. *Brevet français n° 546 064* demandé le 19 janvier 1922, délivré le 10 août 1922, publié le 27 octobre 1922, 227 lignes, 2 figures.

(2) Procédé de préparation de bains électrolytiques. *Brevet français n° 515 580* demandé le 1er février 1918, délivré le 27 novembre 1920, publié le 4 avril 1921, 75 lignes.

(3) Montage d'anodes pour l'électrolyse du cuivre. *Brevet français n° 525 389* demandé le 31 janvier 1920, délivré le 3 juin 1921, publié le 21 septembre 1921, 96 lignes, 5 figures.

de galvanoplastie ou d'affinage. Ces anodes sont composées d'une lame centrale en plomb ou en charbon de chaque côté de laquelle sont appliquées des plaquettes de déchets de cuivre comprimés, le tout enfermé dans un sachet de toile servant de diaphragme.

Quand il s'agit de faire avec ces déchets des électrodes bipolaires, les déchets sont serrés à l'intérieur d'un cadre en bois; le côté anodique est recouvert d'un diaphragme en étoffe ou flanelle. Le côté cathodique est constitué par une mince feuille de cuivre isolée sur la partie en contact avec la plaquette par une couche de vernis ou de cire, le contact étant assuré par des boulons en cuivre. On emploie une densité de courant de 30 A:m², l'électrolyte étant une solution acide de sulfate de cuivre.

Le cément de cuivre obtenu en précipitant par des rognures de fer les solutions provenant de la lixiviation des minerais de cuivre renferme, en général, 80 à 90 pour 100 de cuivre, avec, comme impuretés principales : fer, plomb, étain, soufre, oxygène et secondaires : argent, or, arsenic, antimoine, bismuth, chlore, etc. Jusqu'ici, pour transformer ce cément en cuivre électrolytique, on le fondait, le raffinait et on en coulait des anodes soumises enfin à l'électrolyse.

A.-G. Sundberg [1] oxyde ce cément, par exemple, par grillage et le dissout par l'électrolyte acide provenant des cuves d'électrolyse marchant à anode entièrement ou partiellement insoluble. La solution renfermant 3 à 4 pour 100 de cuivre et 10 à 15 pour 100 d'acide sulfurique libre est à nouveau électrolysée et on obtient le cuivre électrolytique.

Pour cuivrer galvaniquement les parois intérieures des cavités existant dans les matériaux isolants et particulièrement les isolateurs pour lignes électriques, la Societa Materiale Elettrotrazione [2] utilise la pièce comme récipient pour l'électrolyte. Une anode soluble immergée dans le liquide est animée d'un mouvement rotatif ou longitdinal. On réunit en série les différentes pièces à cuivrer.

Dépôt électrolytique du fer. — Mme veuve Garin [3] évite l'inconvénient d'un dépôt poussiéreux dans l'électrolyse du fer en opérant avec des solutions suffisamment concentrées de sels de fer (30° à 40° B) à une température de 75° C et un courant assez fort. Pendant l'électrolyse, des peaux insolubilisées frottent sur la cathode et suppriment les bulles d'hydrogène. Le procédé est aussi applicable à d'autres métaux (nickel et étain par exemple).

(1) Procédé de fabrication du cuivre électrolytique pur en partant du cément de cuivre. *Brevet français n° 514 842* demandé le 3 mai 1920, délivré le 19 novembre 1920, publié le 19 mars 1921, 133 lignes.

(2) Procédé industriel pour la galvanisation intérieure des isolateurs sans récipient spécial pour l'électrolyte au moyen d'une anode soluble tournante. *Brevet français n° 529 832* demandé le 14 janvier 1921, délivré le 16 septembre 1921, publié le 7 décembre 1921, 129 lignes, 6 figures.

(3) Procédé de traitement des minerais de cuivre et de nickel par électrolyse. 1re addition n° 23 560 au *Brevet français n° 481 079* demandée le 3 juillet 1918, délivrée le 5 juillet 1921, publiée le 14 décembre 1921, 48 lignes.

Dans l'électrolyse du chlorure de fer provenant de l'attaque de minerais ou de déchets de fer, la difficulté est d'obtenir un dépôt compact de fer métallique, celui-ci ne tardant pas, en général, à devenir écailleux et non adhérent par suite de la formation d'hydrogène.

Mme veuve Garin [1] évite cet inconvénient en électrolysant une solution suffisamment concentrée de chlorure ferreux entre une anode insoluble (en charbon) et une cathode métallique (en fer). Le perchlorure de fer formé à l'anode empêche à la cathode le dégagement d'hydrogène et en même temps la tension d'électrolyse est réduite à 1,0 ou 1,10 V. La température la plus favorable d'électrolyse est de 60 à 80° C. La solution électrolysée renfermant du chlorure ferrique est utilisée pour l'attaque de nouveaux minerais ou déchets de fer.

Pour obtenir un bon dépôt de fer électrolytique, la Société d'Electrochimie et d'Electrométallurgie [2] additionne l'électrolyte d'une certaine quantité d'un sel d'aluminium et en particulier du chlorure. On obtient de très bons résultats en électrolysant avec une densité de courant de 5 A : dm² de surface cathodique et à une température de 75° à 80° C une solution de chlorure contenant par litre 200 à 250 g de fer et 5 à 15 g d'aluminium. Pendant l'électrolyse, il se forme de l'alumine dont une partie se précipite tandis que l'autre reste en solution sous forme colloïdale. On peut maintenir la teneur en aluminium à la valeur nécessaire en remplaçant l'alumine précipitée par une nouvelle quantité de sel d'aluminium ou en ajoutant de l'acide chlorhydrique pour redissoudre l'alumine précipitée. Le procédé permet le raffinage direct de la fonte par électrolyse et peut être employé avec des densités de courant cathodiques de 30 et 40 A : dm².

Dans la fabrication du fer électrolytique suivant le procédé faisant l'objet du brevet français n° 458 294 du 2 août 1912, la Société Le Fer [3] utilise, dans un ou plusieurs bacs, des anodes insolubles en graphite au lieu d'anodes solubles employées dans les autres bacs. On évite ainsi le barbotage d'air dans les bacs d'électrolyse, barbotage nécessaire dans le cas des anodes solubles, pour maintenir le bain en état d'assurer la dépolarisation indispensable à la production d'un bon dépôt industriel et d'une marche continue.

(1) Procédé de production de fer électrolytique. *Brevet français n° 515 729* demandé le 18 mai 1920, délivré le 29 novembre 1920, publié le 6 avril 1921, 195 lignes.

(2) Procédé d'obtention de dépôts de fer par électrolyse. *Brevet français n° 528 446* demandé le 9 juin 1920, délivré le 17 août 1921, publié le 12 novembre 1921, 53 lignes.

(3) Perfectionnements apportés à la fabrication industrielle du fer électrolytique. *Brevet français n° 535 205* demandé le 19 octobre 1920, délivré le 20 janvier 1922, publié le 11 avril 1922, 38 lignes.

F.-A. EUSTIS (1) extrait le fer électrolytiquement de ses minerais. Il dissout le fer du minerai, réduit la solution de sel ferrique à l'état de sel ferreux et l'électrolyse. La réduction de la solution ferrique peut être obtenue en la traitant par le minerai de sulfure de fer dont le fer entre ainsi en solution. On peut encore la traiter par l'hydrogène sulfuré ou par l'anhydride sulfureux provenant du grillage du sulfure. Avant l'électrolyse, la solution est neutralisée par le carbonate de calcium. L'électrolyse se fait à la température d'ébullition dans une cuve à diaphragme. Le dépôt de fer est frotté de manière à en écarter les bulles d'hydrogène.

Dépôt électrolytique du zinc. — Pour le zingage électrolytique des métaux, et particulièrement du fer, L.-E. WALTISPURGER (2) se sert d'anodes en zinc et d'un électrolyte renfermant, en poids : chlorure de zinc, 300 à 350 ; oxalate de fer, 15 à 25 ; alun de soude, 25 à 35 ; acétate de sodium, 8 à 10 ; eau, 652 à 580. Il opère avec une densité de courant de 4 à 8 A : dm².

Dans la préparation électrolytique du zinc, la solution de sulfate de zinc provenant de l'attaque du minerai est purifiée avec de la poudre de zinc qui précipite les métaux étrangers en présence (cuivre, cadmium, cobalt). Le précipité qui en résulte et qu'on appelle précipité de poudre bleue est traité de la manière suivante par la SOCIÉTÉ ELECTROLYTIC ZINC COMPANY OF AUSTRALASIA PROPRIETARY LTD (3) afin d'en extraire le zinc, le cadmium, le cuivre et le cobalt.

Le précipité oxydé est traité par une solution de sulfate de zinc ou d'acide sulfurique dilué pour dissoudre la plus grande partie du cadmium et du cobalt tout en laissant le cuivre. De cette solution, on précipite le cadmium par une addition de poudre de zinc. Dans la solution restante, on sépare le cobalt en le précipitant par du carbonate de sodium.

La partie non dissoute, renfermant surtout du cuivre et du zinc, mais aussi un peu de cadmium, est lessivée par une quantité suffisante d'acide sulfurique pour dissoudre seulement le zinc et le cadmium. Le cadmium est précipité, comme ci-dessus, par le zinc en poudre. Ce précipité, redissous dans l'acide sulfurique (solution à 100 g de cadmium et 60 g d'acide par litre), est électrolysé après purification par la poudre de cadmium et fournit ainsi le cadmium déposé sur des cathodes rotatives en aluminium, avec une densité de courant de 20 A pour 9 dm² et en ajoutant une certaine quantité de colle. La solution de sulfate de zinc, de laquelle on a séparé le cadmium, est envoyée à l'usine de traitement du zinc pour récupération de celui-ci par électrolyse.

Lorsqu'on électrolyse des solutions de sulfate de zinc, on emploie, en général, comme électrodes, des anodes en plomb et des cathodes en aluminium. On constate que ces électrodes se désagrègent assez rapidement, l'attaque provenant de la présence dans l'électrolyte de chlore amené par les minerais ou pendant leur manipulation.

La SOCIÉTÉ ELECTROLYTIC ZINC COMPANY OF AUSTRALASIA PROPRIETARY LTD (1) prolonge la durée des électrodes en éliminant ce chlore à l'état de chlorure d'argent précipité en traitant la solution impure de sulfate de zinc par du sulfate d'argent en poudre. Il a été reconnu qu'une quantité de 50 milligrammes par litre ne produit plus d'attaque sérieuse des électrodes quand l'électrolyte renferme de la colle en solution et lorsque les anodes en plomb sont recouvertes d'un dépôt de bioxyde de manganèse. Il suffit donc de traiter de temps en temps une partie de la solution employée dans l'électrolyse pour la purifier de son chlore, le traitement ci-dessus indiqué étant appliqué de manière à laisser de préférence 2 à 3 milligrammes de chlore par litre. Le chlorure d'argent précipité de la solution est traité par la poudre de zinc en présence d'acide sulfurique et est ainsi transformé en argent métallique. Il suffit enfin d'attaquer celui-ci par l'acide sulfurique pour régénérer le sulfate d'argent servant à la purification d'une nouvelle portion d'électrolyte.

Dans les procédés actuellement en usage pour la production du zinc électrolytique en solution de sulfate avec anodes insolubles, on pousse l'électrolyse jusqu'au point où le rendement est fortement abaissé par la présence de l'acide sulfurique. L'électrolyte, qui renferme ainsi 10 pour 100 et même davantage d'acide sulfurique libre est repassé sur les matières zincifères. Il dissout alors, non seulement le zinc, mais aussi les impuretés (fer, manganèse, arsenic, antimoine, cadmium, cuivre, etc.). De telle sorte que, si la solution n'est pas purifiée spécialement, on obtient, à l'électrolyse, principalement, un dégagement d'hydrogène ou la séparation de mousse de zinc à la cathode.

F. HANSGIRG (2) évite cet inconvénient sans avoir à purifier la solution en ne produisant, lors de l'électrolyse, qu'une quantité d'acide libre correspondant à la concentration des cathions d'acides organiques faibles. Dans ces conditions, pendant la lixiviation des matières zincifères comprimées en briquettes, il ne se dissout que le zinc ; toutes les impuretés en suspension sont arrêtées par filtration.

(1) Procédés de fabrication du fer électrolytique. *Brevet français n° 543 426* demandé le 10 novembre 1921, délivré le 2 juin 1922, publié le 2 septembre 1922, 608 lignes, 10 figures.

(2) Composition électrolytique pour le zingage à épaisseur. *Brevet n° 523 974* demandé le 23 février 1920, délivré le 3 mai 1921, publié le 27 août 1921, 35 lignes.

(3) Perfectionnements au traitement électrolytique des minerais contenant du zinc et des autres métaux. *Brevet n° 512920* demandé le 2 avril 1920, délivré le 26 octobre 1920, publié le 3 février 1921, 245 lignes.

(1) Perfectionnements aux procédés de récupération du zinc par électrolyse. *Brevet français n° 515 669* demandé le 17 mai 1920, délivré le 29 novembre 1920, publié le 5 avril 1921, 223 lignes.

(2) Procédé pour l'électrolyse de matières zincifères. *Brevet français n° 536 293* demandé le 1er juin 1921, délivré le 9 février 1922, publié le 29 avril 1922, 301 lignes, 1 figure.

Pour fabriquer économiquement les godets en zinc pur, entrant dans la composition des piles sèches, E.-L. Gaston [1] opère par galvanoplastie à l'aide d'une machine caractérisée par un transporteur à chaine sans fin recevant les mandrins à revêtir d'un dépôt électrolytique contenu dans le bas de la machine. Dans le but de démandriner les godets en zinc, on les soumet à une friction qui les échauffe et les fait dilater suffisamment pour qu'on puisse retirer les godets sans effort.

Dépôt électrolytique du nickel et du cobalt. — Quand on électrolyse une solution de sulfate de nickel avec anode insoluble et une densité de courant économique, le dépôt de nickel ne tarde pas à s'arrêter par suite de l'augmentation de l'acidité. C. Hebberlein [2] a trouvé que le rendement en nickel qui est de 100 pour 100 pour une teneur en acide libre de 0,05 pour 100, baisse à 98 pour 100 pour une teneur de 0,20 pour 100, à 88,6 pour une teneur de 0,37, et enfin respectivement à 45, 28 et 21 pour 100 pour des teneurs de 1,5, 1,7 et 2,0 pour 100. D'autre, part il est nécessaire d'opérer en solution acide pour éviter la formation d'oxyde de nickel qui empêcherait le dépôt d'être uni.

Dans le but de maintenir l'acidité du compartiment cathodique entre 0,1 et 0,4 pour 100 d'acide libre, C. Heberlein fait circuler, dans les cuves à diaphragme qu'il emploie, d'une part, le liquide cathodique et, d'autre part, le liquide anodique. Comme le premier tend à diminuer d'acidité en passant d'une cuve à la suivante et comme l'anolyte augmente au contraire d'acidité par suite de l'électrolyse, il en résulte qu'au fur et à mesure de la diminution d'acidité du catholyte, et de l'augmentation de celle de l'anolyte, la diffusion d'acide du compartiment anodique au compartiment cathodique sera plus active et tendra ainsi à maintenir dans les limites voulues l'acidité cathodique.

G. Marino [3] obtient un dépôt homogène de nickel ou de cobalt en partant d'un électrolyte composé comme il suit : on dissout dans 1,136 litre d'eau 227 g d'un sel de nickel ou de cobalt (nitrate, sulfate, acétate), on neutralise à l'ammoniaque ; d'autre part, on dissout dans 1,136 litre d'eau 113 g de borotartrate de potassium ou de sodium ; enfin, on fait une troisième solution de 28,3 g de formiate de potassium, de sodium ou d'ammonium dans 0,568 litre d'eau. On mélange les trois solutions et on dissout finalement le précipité résultant avec du cyanure de potassium (227 g). On emploie une densité de courant de 0,538 à 1,076 A : dm² et une tension de 1 à 5 v. Si l'on désire déposer un alliage de nickel ou de cobalt et d'argent ou d'étain, avant de dissoudre le précipité dans le cyanure, on ajoute une solution de 227 g de sel d'argent ou d'étain (nitrate d'argent ou protochlorure d'étain) dans 1,136 litre d'eau.

Dans le nickelage, l'anode en nickel ne se dissout facilement que si elle est en nickel impur (renfermant du fer et du carbone), ce qui présente des inconvénients. Pour rendre plus facilement attaquables les anodes en nickel pur, la Société Scovill Manufacturing Company [1] modifie la structure cristalline en chauffant les anodes de nickel (une température de 750° à 1100° C donne déjà des résultats) pendant une demi-heure et en les refroidissant par immersion dans l'eau. Les crochets de suspension faits du même métal que les anodes, mais non traités, permettent alors de plonger entièrement ces anodes dans le bain sans risquer de corroder les crochets.

C. Langer [2] obtient le dépôt électrolytique de plusieurs métaux séparément en mettant en regard de l'anode contenant ces métaux une ou plusieurs cathodes poreuses et une cathode non poreuse, ces cathodes étant maintenues à des potentiels convenables par rapport à l'anode. On fait circuler l'électrolyte au travers des cathodes poreuses. La figure 3 représente la disposition employée dans le cas du traitement d'une matte cuivre-nickel disposée en anode A recouverte de l'enveloppe de toile E. La cathode C_1 sur laquelle doit se déposer le cuivre est poreuse et sépare le récipient T en deux compartiments. C'est sur la cathode C_2 que se dépose le nickel. Un tuyau de plomb perforé P amène de l'air comprimé qui force l'électrolyte (sulfate de nickel à 400 g par litre, légèrement acide) à circuler

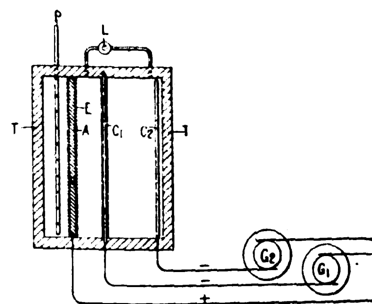


Fig. 3. — Dispositif pour la séparation électrolytique des métaux.

(1) Production industrielle d'éléments tubulaires par application de la galvanoplastie. *Brevet français n° 536 427* demandé le 3 juin 1921, délivré le 10 février 1922, publié le 3 mai 1922. 424 lignes, 14 figures.

(2) Procédé et appareil pour l'électrolyse d'une solution d'un sel de nickel. *Brevet français n° 515 789* demandé le 19 mai 1920, délivré le 29 novembre 1920, publié le 7 avril 1921, 388 lignes, 3 figures.

(3) Electrolyte pour le dépôt électrolytique de métaux et d'alliages métalliques. *Brevet français n° 543 493* demandé le 12 novembre 1921, délivré le 3 juin 1922, publié le 4 septembre 1922, 68 lignes.

(1) Perfectionnements aux anodes métalliques pour la galvanoplastie et procédé pour les fabriquer. *Brevet français n° 550 352* demandé le 20 avril 1922, délivré le 11 décembre 1922, publié le 5 mars 1923, 244 lignes.

(2) Perfectionnements apportés à la séparation électrolytique des métaux. *Brevet français n° 534 095* demandé le 13 avril 1921, délivré le 27 décembre 1921, publié le 17 mars 1922, 343, 5 figures.

autour de l'anode. Un compresseur d'air L produit une circulation lente de l'électrolyte plus concentré à travers C_1 vers C_2. Le générateur G_1 donne 0,5 v ; G_2 donne 1,5 à 2 v. Les densités de courant sont en proportion de la teneur de la matte en cuivre et en nickel.

Dépôt électrolytique de l'étain et du plomb. — B. Leech et Société Henry et Leigh Slater (¹) préparent électrolytiquement les métaux sous forme pâteuse et particulièrement la pâte d'étain en employant des anodes formées en partie du métal considéré et en partie de graphite dur. Les surfaces actives en sont réglées de manière que la teneur de l'électrolyte en métal reste constante. La température est également maintenue constante par l'emploi d'un serpentin refroidissant ou réchauffant dans lequel circule l'électrolyte.

Pour obtenir la pâte d'étain, on prend un électrolyte renfermant par litre : 2,5 g d'étain et 50 g d'acide chlorhydrique. On électrolyse à 0,6 A : cm² de cathode, à une température de 20 à 21°C.

Dans le placage électrochimique et particulièrement dans l'étamage des fers-blancs, F. Kirschner et J. Hess (²) obtiennent un placage lisse, non poreux, très brillant, en soumettant à l'action d'agents dits de régénération la pièce métallisée par électrolyse soit avant, soit pendant sa jonction avec l'enduit mis en fusion. On emploie, par exemple, comme agent de régénération la composition suivante : 10 à 30 parties en poids d'acide chlorhydrique, 10 à 40 parties d'une solution de 30 à 70 pour 100 de chlorure de fer, 20 à 40 parties d'une solution concentrée de chlorure d'ammonium, 20 à 40 parties d'une solution de sulfate de cuivre de 5 à 20 pour 100.

M. A. Adam (³) obtient le désétamage des déchets de fer-blanc en dissolvant l'étain dans des solutions concentrées de chlorures d'étain et de fer. La solution circule à travers un ou plusieurs éléments électrolytiques fonctionnant à des densités élevées de courant (50 A : dm²) avec une cathode tournant à une vitesse périphérique de 25 cm : mn. Le dépôt d'étain est enlevé automatiquement.

F.-A. Fleury (⁴) obtient de l'étain compact dans le désétamage des déchets de fer blanc ou dans l'affinage de l'étain en plaçant les anodes et les cathodes dans des bacs séparés ne communiquant que par un écoulement de la solution alcaline circulant de la cathode à l'anode de façon à soustraire les cathodes à l'influence du liquide anodique.

Pour éviter la rouille de l'acier et particulièrement celle des bonbonnes d'air comprimé dont l'intérieur peut s'attaquer par l'eau condensée, J.-S. Graff (¹) recouvre le métal d'un dépôt électrolytique d'alliage plomb-étain à parties égales. On coule des anodes de cet alliage et on prépare l'électrolyte à base de fluoborate de plomb en dissolvant les quantités suivantes pour 120 gallons de solution : 204 livres d'acide fluorhydrique, 90 livres d'acide borique, 120 livres de céruse, 6 onces de colle. On électrolyse en mettant d'abord une cathode provisoire en acier jusqu'à ce que le dépôt atteigne 50 pour 100 d'étain et 50 pour 100 de plomb. On compte une augmentation d'étain de 3 pour 100 par huit heures, la tension étant de 3 v. On poursuit alors l'électrolyse avec la pièce à recouvrir comme cathode.

Electrolyse de l'aluminium et de métaux divers sur l'aluminium. — E. Weill et L. Gentner (²) recouvrent les métaux d'un dépôt adhérent d'aluminium en électrolysant une solution renfermant pour 1 litre d'eau, 20 g de chlorure d'aluminium, 10 g de cyanure de potassium, 15 g de cyanure de zinc, 20 g de chlorure d'ammonium. Les anodes sont en aluminium. Avant d'être placées à la cathode, les pièces métalliques à recouvrir sont décapées comme pour le nickelage. Le dépôt d'aluminium est aussi adhérent que celui de nickel ; il est moins cher et est inaltérable à l'eau.

A. Verner (³) obtient des dépôts métalliques (nickel, cobalt, étain, cuivre, argent, etc.) sur l'aluminium, en débarrassant d'abord la surface de ce métal de la couche d'oxyde très adhérente. Pour cela il frotte l'objet en aluminium à l'aide d'une pommade faite d'une matière grasse mélangée avec le sel du métal que l'on veut déposer. Après dégraissage, on le passe à la cuve électrolytique. On peut aussi, avant cette opération, plonger les objets dans une solution ammoniacale de cuivre ou d'argent.

Electrolyse de métaux divers (tungstène-chrome). — J.-L. Berthet (⁴) obtient le tungstène en électrolysant une solution concentrée de tungstate de

(¹) Perfectionnements à la préparation électrolytique de métaux ou alliages sous forme pâteuse. *Brevet français n° 511 428* demandé le 10 mars 1920, délivré le 24 septembre 1920, publié le 24 décembre 1920, 175 lignes.

(²) Procédé et dispositif pour placage électrochimique de pièces par voie thermoélectrolytique. *Brevet français n° 538 398* demandé le 30 juin 1920, délivré le 17 mars 1922, publié le 8 juin 1922, 573 lignes 33 figures.

(³) Perfectionnements à l'électrolyse. *Brevet français n° 523 066* demandé le 26 août 1920, délivré le 13 avril 1921, publié le 11 août 1921, 796 lignes, 7 figures.

(⁴) Procédé et appareil pour la récupération de l'étain des déchets de fer blanc et l'affinage électrolytique de l'étain. *Brevet français* demandé le 13 juillet 1921, délivré le 15 mars 1922, publié le 7 juin 1922, 102 lignes, 1 figure.

(¹) Procédé perfectionné pour recouvrir des corps métalliques d'un revêtement électrolytique. *Brevet français n° 528 358* demandé le 9 décembre 1920, délivré le 16 août 1921, publié le 10 novembre 1921, 161 lignes.

(²) Galvanisation électrolytique par l'aluminium. *Brevet français n° 523 564* demandé le 2 septembre 1920, délivré le 25 avril 1921, publié le 20 août 1921, 74 lignes.

(³) Procédé pour couvrir les objets en aluminium d'un dépôt électrolytique de métaux tels que nickel, cobalt, étain, cuivre, argent et autres. *Brevet français n° 548 476* demandé le 28 juin 1921, délivré le 23 octobre 1922, publié le 16 janvier 1923, 33 lignes.

(⁴) Procédé et appareil pour la fabrication du tungstène par voie électrolytique. *Brevet français n° 539 234* demandé le 10 août 1921, délivré le 30 mars 1922, publié le 23 juin 1922, 167 lignes, 1 figure.

potassium ou de sodium avec une cathode en mercure et des anodes en graphite. Il se forme des amalgames de potassium ou de sodium et de tungstène. Le premier plus léger s'écoule, grâce à un agitateur rotatif, dans un récipient où, étant mis en contact avec de l'eau, il régénère le mercure et donne une solution de potasse ou de soude avec dégagement d'hydrogène.

L'amalgame de tungstène, plus lourd, passe dans une cuve que l'on chauffe à 800°C après avoir chassé l'air par un courant d'hydrogène. Le mercure distille et le tungstène se dépose en masse compacte et homogène.

Lorsqu'on électrolyse une solution d'acide chromique à une tension supérieure à celle de dissociation (1,9 v), il se forme les diverses réactions suivantes en augmentant progressivement la densité de courant : 1° réduction de l'électrolyte sans apparition d'hydrogène; 2° formation d'une couche colloïdale d'un oxyde d'une couleur du rouge au brun, sans apparition d'hydrogène; 3° formation d'une couche colloïdale d'un oxyde d'une couleur du brun sombre au noir ne contenant plus de chromate, avec faible apparition d'hydrogène; 4° dépôt de chrome métallique gris en poudre non adhérente, avec dégagement d'hydrogène. Il n'est pas possible, dans ces conditions, d'obtenir du chrome avec une faible densité de courant. E. Liebreich (¹) y parvient en dissolvant dans l'eau le dépôt cathodique obtenu pendant la troisième phase. On réussit alors à rester sur la quatrième phase avec une densité de courant faible et à obtenir un dépôt de chrome métallique solide et brillant.

Préparation par électrolyse des métaux à l'état colloïdal. — Le procédé P. Bévengut (²) de préparation, par voie électrolytique, de produits colloïdaux, est caractérisé par ce fait que l'une des électrodes (anode ou cathode) détermine sous l'action du courant électrique qu'elle conduit dans le bain de réaction, la formation ou la mise en liberté des colloïdes. Ceux-ci sont transportés par électroosmose et diffusion sur le support poreux plongé dans le bain et sur lequel ils se fixent par absorption. L'électrode active agit soit par désagrégation, soit par les réactions d'oxydation ou de réduction électrolytiques qu'elle produit sur les constituants du bain ou sur la composition du support poreux. En particulier, les électrodes peuvent être constituées par des amalgames de métaux devant produire le colloïde.

Pour préparer le mercure colloïdal, C.-P. Bary (³) se sert de la méthode décrite dans le brevet français n° 314 429 du 23 septembre 1901 et basée sur les phénomènes de striction électromagnétique qui se produisent au passage d'un courant électrique dans une veine liquide conductrice.

La figure 4 représente le dispositif employé. Pour mettre l'appareil en fonctionnement, on remplit de mercure ou d'amalgame le réservoir F, on en fait écouler une certaine quantité par l'ajutage en ouvrant le robinet J jusqu'à ce que les tubes B et C se remplissent; on règle le niveau dans ces tubes en plaçant le tube D à la hauteur voulue. On remplit l'ampoule A du liquide porteur (eau par exemple) en mettant en place le flacon N et son tube M. Les électrodes K et L étant reliées à la source (courant continu ou alternatif), on ouvre le robinet J. La veine liquide se forme à la sortie de l'ajutage et ferme le circuit. On règle le courant pour avoir une suite d'étincelles bien régulières. Le liquide de l'ampoule A s'obscurcit immédiatement par suite de la formation du mercure colloïdal dans sa masse. La solution est soutirée graduellement par le robinet H et recueillie dans un vase R. Le mercure non vaporisé tombant dans le tube B passe par le trop-plein C dans un vase O.

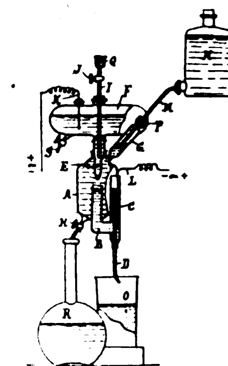


Fig. 4. — Dispositif pour la préparation électrique du mercure colloïdal.

Electrolyse de l'eau. — L'électrolyseur R. Pechkranz (¹) est du genre à cuve, c'est-à-dire avec surface d'électrolyte à l'air libre. Il comporte des électrodes verticales qui alternent avec des diaphragmes verticaux munis de cadres en matière isolante et formant bloc avec les électrodes. Ces électrodes n'atteignent pas les bords extérieurs des cadres, ce qui exclut tout dégagement de gaz hors du bloc parallélipipédique formé par la juxtaposition des cadres. Le bloc est noyé dans l'électrolyte et surmonté d'une cloche monobloc et multicellulaire en matière isolante servant à recueillir les gaz cathodique et anodique.

(¹) Procédé pour obtenir le chrome métallique par électrolyse. *Brevet français n° 533 363* demandé le 25 mars 1921, délivré le 8 décembre 1921, publié le 1er mars 1922, 168 lignes.

(²) Préparation des produits colloïdaux, par des méthodes électriques et électrochimiques. *Brevet français n° 516 005* demandé le 26 mai 1920, délivré le 2 décembre 1920, publié le 12 avril 1921, 158 lignes.

(³) Appareil pour la préparation électrique du mercure colloïdal. *Brevet français n° 525 878* demandé le 20 décembre 1918, délivré le 27 juin 1921, publié le 28 septembre 1921, 165 lignes, 3 figures.

(¹) Electrolyseur. *Brevet français n° 518 296* demandé le 29 juin 1920, délivré le 28 décembre 1920, publié le 21 mai 1921, 138 lignes, 3 figures.

E. Duteil (1) applique l'électrolyse de l'eau à améliorer le rendement de l'hélice d'un navire ou à diminuer la résistance à l'avancement de celui-ci. Il utilise pour cela le mouvement des ions provoquant des réactions qui s'ajoutent à la réaction mécanique propre des masses d'eau sur l'hélice et qui produisent ainsi une poussée supplémentaire. Ce but est réalisé en électrolysant les masses d'eau dans lesquelles tourne l'hélice. Pour diminuer la résistance à l'avancement du navire, une électrode est disposée à l'avant en dessous de la ligne de flottaison, contre la coque et isolée de celle-ci. L'eau est électrolysée entre cette électrode et la coque et la résistance qu'elle oppose à l'avance du navire est diminuée par suite des modifications de densité et de fluidité que cette décomposition lui fait subir.

L'électrolyseur J. Harris et J.-R. Rose (2) est destiné à l'électrolyse de l'eau. Chaque élément comprend une paire d'électrodes opposées, munies chacune sur sa face extérieure de nervures ou saillies et un espace collecteur commun au-dessus de ces électrodes. Une deuxième paire d'électrodes est placée de part et d'autre des électrodes précédentes et ses nervures ou saillies sont en regard de celles de ces mêmes électrodes. Pour chaque électrode, un diaphragme est disposé en travers des nervures et en contact avec le bord inférieur de la paroi correspondante de l'espace collecteur qui la surmonte. Les nervures des électrodes sont verticales en forme de V. Les diaphragmes sont fixés aux châssis, à la partie supérieure desquels sont établis les espaces collecteurs, à l'aide de pièces de serrage en forme de gouttières qui embrassent les côtés des châssis et les bords des diaphragmes et servent à espacer les châssis entre eux.

Les électrolyseurs à cloche et ceux du type filtre-presse ne se prêtent pas à l'emploi de grandes intensités de courant. La Société Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert und Cie et F. Petz et H. Kielsch (3) y parvient à l'aide de l'appareil représenté en figures 5 et 6. Les électrodes 1 en tôle de fer sont recourbées pour former un rebord creux, 2 qui communique avec l'extérieur par des ouvertures 3, et une tubulure 4. Les amenées de courant se font en 5. Sur deux parois opposées du réservoir 6, renfermant l'électrolyte alcalin, sont fixées des consoles-supports en fer 7, sur lesquelles reposent les électrodes par l'intermédiaire de barres isolantes 11. Les extrémités libres des électrodes sont supportées par les chevalets isolants 8. Un diaphagme 9 en amiante traversé par la tubulure 4 et l'amenée de courant est placé librement sur l'électrode et a la forme d'un sac ouvert seulement à son extrémité inférieure. Un chapeau longitudinal 10 recouvre le tout. L'appareil est surmonté de la cloche 12 divisée par deux cloisons 13 et 14 en un compartiment médian F et deux latéraux G et H. Les tubulures 4 des cathodes débouchent en G et celles des anodes, en H. L'hydrogène peut être ainsi recueilli en 15, l'oxygène en 17, tandis que les gaz mixtes diffusés à travers les diaphragmes peuvent s'échapper dans l'atmosphère par 16.

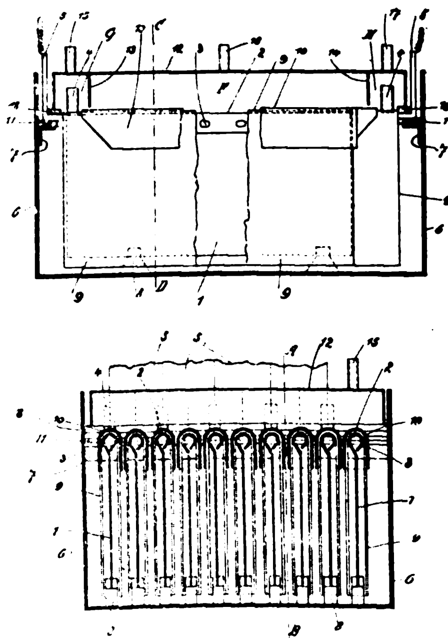


Fig. 5 et 6. — Electrolyseur pour grandes intensités de courant.

Pour augmenter le rendement et la production dans l'électrolyse de l'eau, E. Vesme (1) chauffe l'électrolyte à 50°C. En même temps qu'on diminue la résistance intérieure, on augmente la pureté des gaz hydrogène et oxygène puisqu'on diminue leur solubilité dans l'électrolyte.

Le voltamètre R. Pechkranz (2), du type filtre-presse à électrodes en forme de minces feuilles métalliques est caractérisé par l'emploi de diaphragmes interposés entre les électrodes et constitués également par de minces feuilles métalliques, en totalité ou en grande partie, en nickel pur. Ces diaphragmes ont approxima-

(1) Procédé permettant d'augmenter la vitesse des navires par électrolyse de l'eau et dispositif destiné à réaliser le procédé. *Brevet français n° 511 658* demandé le 16 mars 1920, délivré le 28 septembre 1920, publié le 31 décembre 1920, 145 lignes, 4 figures.

(2) Eléments électrolytiques. *Brevet français n° 525 163* demandé le 28 septembre 1920, délivré le 28 mai 1921, publié le 16 septembre 1921, 369 lignes, 6 figures.

(3) Elément électrolytique. *Brevet français n° 534 564* demandé le 11 mars 1921, délivré le 7 janvier 1922, publié le 29 mars 1922.

(1) Système pour augmenter le débit en gaz dans les électrolyseurs. *Brevet français n° 538 789* demandé le 28 juillet 1921, délivré le 23 mars 1922, publié le 15 juin 1922, 72 lignes.

(2) Voltamètre. *Brevet français n° 550 215* demandé le 14 avril 1922, délivré le 7 décembre 1922, publié le 1er mars 1923, 197 lignes, 7 figures.

tivement l'épaisseur d'une feuille de papier et sont percés de trous d'un très petit diamètre (de la grosseur d'un cheveu) sur la plus grande partie de leur surface. Un certain nombre de canaux longitudinaux sont formés à travers les électrodes et les diaphragmes dans les encadrements isolants dans lesquels sont fixés les diaphragmes, ces canaux communiquant par des passages ménagés dans ces encadrements parallèlement aux électrodes avec les chambres d'électrolyse disposées respectivement de part et d'autre des électrodes.

L'électrolyseur G. Fauser [1] pour la production de l'hydrogène et de l'oxygène est constitué par une cuve en tôle contenant la solution alcaline. Les électrodes sont des bandes de tôle ; les positives comme les négatives sont enfermées chacune dans un sac en toile d'amiante empêchant la diffusion des gaz. Dans ces conditions, il ne peut se produire de gaz tonnant même lorsqu'un diaphragme se déchire puisque dans ce cas le gaz se répand dans l'atmosphère en parcourant l'espace compris entre deux diaphragmes. Il en est de même quand le niveau du liquide baisse jusqu'au bord supérieur des diaphragmes. Les gaz dégagés sont recueillis dans des cloches placées au-dessus des électrodes.

Electrolyse des chlorures alcalins. — L'électrolyseur R. Hottinger [2] est particulièrement destiné à l'électrolyse des solutions de chlorures alcalins. Il est du type à diaphragme avec électrodes horizontales. Comme le montre la figure 7, il comprend des anodes

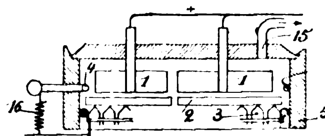


Fig. 7. — Electrolyseur Hottinger pour chlorures alcalins.

en graphite 1 et des cathodes 3, formées de lames de fer perforées et repliées. Entre les deux sont interposés des corps 2 formés de châssis de 3 cm de hauteur, en argile cuite très poreuse reliés par des fils d'amiante et recouverts par une toile d'amiante fine. Leur but est d'éviter la propagation du mouvement du liquide par suite du dégagement des bulles de chlore sur l'anode. La cathode est, en outre, complètement recouverte par un tissu fin en amiante. L'électrolyte est chauffé à 90°C par une circulation de vapeur dans les tubes 4, reliés par une résistance 16 au pôle négatif afin d'éviter leur corrosion. Le chlore se dégage par le tube 15 et la soude s'écoule du compartiment cathodique d'où s'échappe également l'hydrogène.

L'électrolyseur de la Société The Dow Chemical Co [1] est particulièrement destiné à la fabrication du chlore et de la soude. Il est du type dénommé filtre-presse et comprend en principe deux plaques écartées, l'espace entre elles étant clos latéralement pour former une chambre d'électrolyte. Un écran métallique divise la chambre en compartiments, un diaphragme recouvre cet écran. Des électrodes en carbone font saillie au delà des plaques ; une des rangées d'électrodes étant en contact électrique avec l'écran. Des moyens sont prévus pour régler la hauteur de l'électrolyte dans chaque compartiment, ainsi que pour l'écoulement du liquide et l'échappement des gaz.

La cellule électrolytique employée par la Société industrielle de Produits chimiques [2] pour l'électrolyse des chlorures de potassium ou de sodium est représentée en figure 8.

Dans le compartiment anodique A se trouve l'anode a.

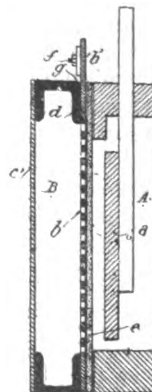


Fig. 8. — Cellule électrolytique de la Société industrielle de Produits chimiques pour l'électrolyse des chlorures de potassium ou de sodium.

Le compartiment cathodique B renferme la cathode b en tôle perforée faisant saillie en b' pour l'arrivée de courant en f. Le compartiment B est rendu hermétique par un joint étanche g entre la tôle et le gousset d. Le diaphragme e est en amiante.

Dans l'électrolyse avec diaphragme des solutions de chlorure de sodium, lorsque la solution est fournie à la vitesse nécessaire pour maintenir simplement une filtration à travers le diaphragme, la densité de la saumure à l'intérieur de l'élément tombe au-dessous de

(1) Electrolyseur pour la production d'hydrogène et d'oxygène. *Brevet français n° 551 302* demandé le 12 mai 1922, délivré le 5 janvier 1923, publié le 5 avril 1923, 139 lignes, 4 figures.

(2) Perfectionnements aux appareils d'électrolyse. *Brevet français n° 516 728* demandé le 9 juin 1920, délivré le 9 décembre 1920, publié le 25 avril 1921, 169 lignes, 4 figures.

(1) Perfectionnements aux appareils d'électrolyse. *Brevet français n° 529 603* demandé le 24 novembre 1920, délivré le 13 septembre 1921, publié le 2 décembre 1921, 471 lignes, 9 figures.

(2) Perfectionnements aux cellules électrolytiques. *Brevet français n° 548 465* demandé le 25 juin 1921, délivré le 23 octobre 1922, publié le 16 janvier 1923, 73 lignes, 3 figures.

celle de la saumure fournie (par exemple à 254 g de sel par litre, au lieu de 285 g). Il en résulte une tension plus élevée et une concentration plus faible en soude caustique. C'est pour éviter cet inconvénient que la Société Hooker Electrochemical Company [1] fournit à l'élément un électrolyte véhiculant du sel à l'état solide de façon à maintenir la saturation à l'intérieur de l'élément.

L'électrolyseur de la Société anonyme des Etablissements A. Olier [2] est particulièrement destiné à l'électrolyse des chlorures alcalins. Comme le montre la figure 9 qui est une coupe verticale, elle comprend une cuve en béton de forme parallèlipipédique 1 et 2 dont les deux grandes faces 9 portent des rainures dans lesquelles on glisse des cadres intercalaires servant de supports

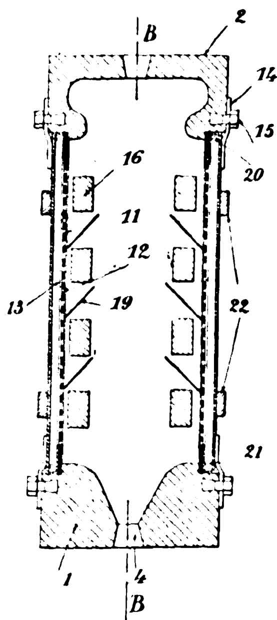


Fig. 9. — Electrolyseur de la Société anonyme des Etablissements A. Olier, pour l'électrolyse des chlorures alcalins.

d'anodes, puis un diaphragme en amiante 11, une cathode perforée 12 recevant son courant en 22 et un cadre 13 destiné à recueillir les produits de l'électrolyse. Ces trois dernières parties sont maintenues appliquées sur le béton à l'aide de cales 14 serrées sur des tiges 15. Les anodes 16 en graphite traversent la cuve à l'aide de joints en caoutchouc. Des persiennes 19 en verre dirigent les bulles gazeuses vers l'intérieur. Les gaz sortent en 20 et le liquide cathodique en 21.

(1) Procédé et appareil pour l'électrolyse de solutions. *Brevet français n° 538 199* demandé le 13 juillet 1921, délivré le 15 mars 1922, publié le 6 juin 1922, 339 lignes, 6 figures.

(2) Electrolyseur. *Brevet français n° 543 991* demandé le 28 novembre 1921, délivré le 13 juin 1922, publié le 12 septembre 1922, 126 lignes, 4 figures.

Pour préparer les solutions d'hypochlorites, D.-M.-G. Rogers et A.-T. Masterman [1] utilisent un électrolyseur caractérisé par un châssis isolant que l'on introduit dans le réservoir renfermant la solution de chlorure et qui possède une ouverture en bas et deux autres à la partie supérieure pour la circulation du liquide. Ce châssis porte les électrodes disposées par paires du même pôle, les électrodes extrêmes étant simples. Entre les électrodes sont disposées des plaques perforées.

Préparation électrolytique de produits chimiques divers. — Le perborate de sodium est obtenu par la Société Deutsche Gold und Silber-Scheideanstalt vorm-Rössler [2] en électrolysant une solution de carbonate de sodium et de borate de sodium. Cependant, lorsqu'on opère ainsi, le rendement ne tarde pas à devenir nul par suite de la réduction à l'électrode négative du percarbonate formé à l'électrode positive. On évite ici cet écueil en additionnant à la solution du percarbonate de sodium solide en suspension. Le perborate de sodium formé n'est plus réduit cathodiquement et en maintenant la teneur en borax par des additions, on transforme celui-ci en perborate cristallisé. On fait également, de temps en temps, des additions de soude. Il est nécessaire d'employer de fortes densités de courant anodiques et cathodiques. La réaction est favorisée en ajoutant à l'électrolyte du bicarbonate de sodium et de l'acide stannique.

Dans cette fabrication électrolytique du perborate de sodium, on doit employer comme anode un métal inattaquable à l'oxygène. Le choix du métal de la cathode est plus délicat et les métaux n'exerçant pas d'action destructive sur les perborates, tels que zinc, étain, aluminium se sont montrés inapplicables.

La Société Deutsche Gold und Silber-Scheideanstalt vorm-Rössler [3] a remarqué que les substances conductrices (plomb, fer, acier, cuivre, nickel, argent, charbon) agissant soit elles-mêmes, soit dans leurs combinaisons, de manière à entrainer une décomposition par catalyse, constituent d'excellentes cathodes, le produit fini ne renfermant pas une quantité appréciable de ces substances. Le nickel est particulièrement approprié parce qu'il n'est pas attaqué à la zone de contact entre le liquide et l'air.

Pour éviter la réduction cathodique du perborate de sodium produit électrolytiquement, et par conséquent

(1) Perfectionnements aux appareils électrolytiques pour la préparation de solutions d'hypochlorites. *Brevet français n° 545 660* demandé le 6 janvier 1922, délivré le 27 juillet 1922, publié le 18 octobre 1922, 125 lignes, 4 figures.

(2) Procédé permettant l'obtention électrolytique du perborate de soude. *Brevet français n° 511 791* demandé le 16 octobre 1915, délivré le 30 septembre 1920, publié le 4 janvier 1921, 167 lignes.

(3) Procédé de fabrication de perborate de soude par voie électrolytique. *Brevet français n° 512 575* demandé le 28 février 1916, délivré le 16 octobre 1920, publié le 26 janvier 1921, 124 lignes.

pour augmenter le rendement, la Société DEUTSCHE GOLD UND SILBER-SCHEIDEANSTALT VORM-RÖSSLER [1] additionne l'électrolyte d'acide chromique ou d'un chromate dont la base ne décompose pas la solution de perborate alcalin (chromate alcalin, de magnésium, de berrylium, d'aluminium, etc). On peut aussi employer d'autres sels alcalins susceptibles de produire sur la cathode un dépôt diminuant l'action réductrice. Des additions d'albumine, amidon, gomme arabique, etc., améliorent encore les résultats sans qu'on soit obligé d'utiliser un diaphragme.

Pendant l'opération de la fabrication électrolytique du perborate de sodium, l'électrolyte s'enrichit de plus en plus en bicarbonate de sodium qui finit par se précipiter avec le perborate de sodium. Ce produit est ainsi rendu moins stable.

La Société DEUTSCHE GOLD UND SILBER-SCHEIDEANSTALT VORM-RÖSSLER [2], afin d'éviter cet inconvénient, ajoute à l'électrolyte, pendant l'électrolyse, de l'alcali libre et du borax ou du métaborate, ou encore traite la lessive-mère avant son réemploi par de la chaux ou des alcalis caustiques, ce qui transforme le bicarbonate en carbonate de sodium.

Pour obtenir l'hydroxyde de cuivre utilisé dans la préparation des sels de cuivre: sulfate, nitrate, acétate, arsénite (vert de Scheele) acéto-arsénite (vert de Schweinfurt), M. ANGENAULT [3] électrolyse une solution de sulfate de sodium entre une anode en cuivre et une cathode métallique quelconque (cuivre, fer, zinc, etc.) écartées de 4 cm. Le précipité d'hydrate cuivrique qui se forme est recueilli par filtration. On emploie de préférence la solution de sulfate de sodium à 10 pour 100, avec une densité de couraut de 2,77 A : dm², la tension de polarisation étant de 1,18 v à 25°C. A la température de 60°C, on obtient l'hydrate noir plus riche en cuivre au lieu de l'hydroxyde bleu.

M. ANGENAULT [4] obtient l'hydroxyde cuivreux en électrolysant en présence d'une anode en cuivre ou alliage de cuivre et d'une cathode métallique quelconque, une solution de chlorure de sodium. En partant du sulfate de sodium (brevet principal ci-dessus), M. Angenault obtenait l'hydroxyde cuivrique.

(1) Procédé permettant l'obtention électrolytique du perborate de soude. 1re addition n° 22144 au *brevet français n° 511791*, demandée le 29 février 1916, délivrée le 11 décembre 1920, publiée le 13 mai 1921, 62 lignes.

(2) Procédé pour la fabrication électrolytique de perborates alcalins. *Brevet français n° 513018*, demandé le 2 août 1916, délivré le 27 octobre 1920, publié le 5 février 1921, 108 lignes.

(3) Procédé électrolytique d'oxydation du cuivre. *Brevet français n° 524249* demandé le 15 septembre 1920, délivré le 10 mai 1921, publié le 31 août 1921, 135 lignes.

(4) Procédé électrolytique d'oxydation du cuivre. 1re addition n° 25271 au *brevet français n° 524249* demandée le 26 juillet 1921, délivrée le 26 septembre 1922, publiée le 23 janvier 1923, 46 lignes.

L'alumine employée à la fabrication de l'aluminium ou à la préparation des sels de mordançage doit être suffisamment pure (99,5 pour 100). F. GIORDANI [1] arrive à cet état de pureté en traitant de la manière suivante les liquides provenant de l'attaque acide des leucites et des silicates doubles d'aluminium et de potassium.

La solution neutralisée est introduite dans des cuves dans lesquelles plongent des électrodes en aluminium et en graphite reliées en court-circuit. Il se forme un couple, l'aluminium envoie des ions $\overset{+++}{\mathrm{Al}}$ en solution tandis que le sel ferrique passe à l'état de sel ferreux dont les ions $\overset{++}{\mathrm{Fe}}$ se précipitent à l'état métallique sur le graphite.

Lorsqu'on prépare l'oxyde de mercure par électrolyse d'alcalis et de sels oxygénés avec une anode de mercure, l'oxyde de mercure très divisé obtenu renferme jusqu'à 50 pour 100 de mercure métallique, ce qui est un inconvénient pour les applications à la peinture et pour les utilisations chimiques. La Société ELECTRIZITÄTSWERK LONZA [2] élimine le mercure par distillation entre 300° et 450°C en faisant passer de l'air ou de l'oxygène de façon à oxyder les particules de mercure les plus fines et qui sont les plus difficiles à éliminer.

Electrolyse des matières organiques. — Pour le traitement des matières organiques, H. PLANSON et J.-A. VIELLE [3] préparent des électrodes permettant d'obtenir un contact absolu entre un gaz, un liquide ou un solide à l'état de suspension avec une large surface d'électrode, l'électrolyte étant envoyé sous pression à travers cette électrode. Celle-ci consiste en un tube métallique convenable perforé de trous ou de rainures, autour duquel sont montées annulairement des parties poreuses (charbon, métal poreux, grillage métallique, copeaux métalliques).

La Société PERKINS GLUE COMPANY [4] convertit par électrolyse l'amidon en amidon soluble, dextrine, etc. Voici comment elle opère pour obtenir une conversion relativement faible donnant une base d'amidon appropriée à la fabrication de la colle végétale pour bois de placage telle que celle décrite dans le brevet français

(1) Procédé électrochimique de séparation du fer de l'aluminium dans les liquides provenant de l'attaque acide des roches leucitiques et de silicates doubles d'aluminium et de potassium en général. *Brevet français n° 540715*, demandé le 7 septembre 1921, délivré le 21 avril 1922, publié le 17 juillet 1922, 109 lignes.

(2) Procédé pour enrichir l'oxyde de mercure électrolytique. *Brevet français n° 545697*, demandé le 7 janvier 1922, délivré le 27 juillet 1922, publié le 18 octobre 1922, 58 lignes.

(3) Electrode pour filtre. *Brevet français n° 529623* demandé le 30 décembre 1920, délivré le 13 septembre 1921, publié le 2 décembre 1921, 463 lignes, 13 figures.

(4) Procédé pour modifier ou convertir l'amidon électrolytiquement. *Brevet français n° 525462*, demandé le 1er octobre 1920, délivré le 6 juin 1921, publié le 22 septembre 1921, 170 lignes.

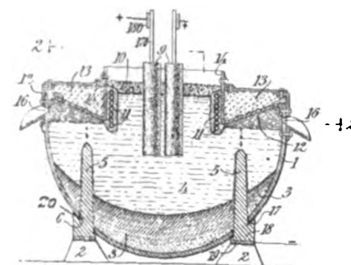
n° 436 297 du 11 novembre 1911. Dans un bac de 5 m de diamètre on introduit un mélange de 2 720 kg d'amidon brut de manioc (tapioca) et 10885 litres d'eau, additionné de 2 litres d'acide chlorhydrique à 28 pour 100. Le mélange étant agité mécaniquement, on l'électrolyse entre des plaques de fer ou de charbon de 60 cm de côté. La tension du courant continu employé est 110 v, l'intensité de 3,5 A. L'opération dure une heure.

L'appareil P.-M.-R. SALLES [1] est destiné à la production du chloro-sérum électrolytique par l'électrolyse du chlorure de sodium en solution isotonique et en utilisant la résistance du liquide pour élever la température par effet Joule.

Electrolyse des sels fondus. — Pour obtenir le bore, G. CONSTANT et V. RAISIN [2] électrolysent l'acide borique fondu mélangé de borax ou d'un autre corps le rendant conducteur. Le creuset peut être isolant et, dans ce cas, on emploie deux électrodes métalliques ou en charbon (électrode positive). Si le creuset est métallique, il constitue l'électrode négative. Le bore s'électrolyse au pôle négatif, tandis qu'il se dégage au pôle positif de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique dans le cas d'emploi d'une anode en charbon. Le bore ainsi obtenu est utilisé dans la métallurgie du cuivre, des aciers spéciaux, des alliages et comme réducteur puissant.

G. CONSTANT et V. RAISIN [3] emploient aussi, comme électrolyte fondu, l'acide borique rendu conducteur par addition d'un sel comme le chlorure de sodium. Ils remplacent encore l'acide borique par un borate ou un mélange de borates alcalins.

G. OULTON-SEWARD [4] électrolyse de leurs sels fondus les métaux plus légers que ces sels fondus à l'aide du four représenté en figures 10 et 11, particulièrement destiné à la préparation du magnésium. Au fond du récipient métallique 1 reposant sur les blocs 2 se trouve une quantité 3 du bain solidifié, tandis que la masse centrale 4 est fluide. Les cathodes 5 en fonte ou en acier traversent le fond par des ouvertures 6 et sont isolées de la cuve par de l'amiante 20. Les anodes 9 sont en charbon ou en graphite. Une couche 10 d'oxyde ou de carbonate de magnésium disposée à la surface du bain évite le refroidissement de celui-ci et se dissout progressivement dans le bain de fluorine en lui conservant sa teneur en fluorure de magnésium au fur et à mesure de la séparation du magnésium qui s'élève en gouttelettes des cathodes 5 pour s'accumuler dans



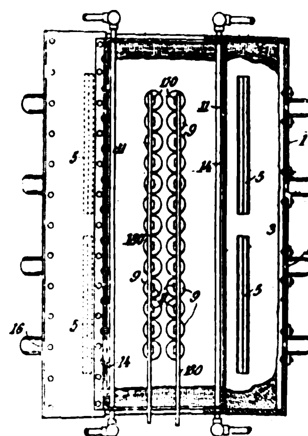


Fig. 10 et 11. — Dispositif pour l'électrolyse des sels fondus.

les chambres 12 constituées par des enveloppes en métal 13. Celles-ci sont refroidies par des conduites de refroidissement 10 et la paroi interne 14 de chaque chambre est assez près de ces conduites pour que la masse de sels solidifiés arrive jusqu'à elle. Le métal en fusion s'écoule par les trous de coulée 16. La meilleure température pour l'électrolyse du magnésium est de 900° à 1000° C.

Dans l'électrolyseur T. KOLKIN [5], particulièrement destiné à la préparation du sodium par électrolyse de la soude fondue, les électrodes sont divisées par des fentes ou des dépressions permettant de placer les dispositifs assurant la rigidité du diaphragme tout en rapprochant ces électrodes.

Applications diverses de l'électrolyse. — Lorsqu'on désire enlever par électrolyse un dépôt de cuivre ou de laiton sur des pièces en fer, fonte ou acier, les procédés ordinairement employés risquent s'attaquer

[1] Appareils producteurs de chloro-sérum électrolytique. *Brevet français n° 548 744* demandé le 8 juin 1921, délivré le 31 octobre 1922, publié le 22 janvier 1923, 157 lignes.

[2] Production du bore par l'électrolyse de l'acide borique préalablement rendu conducteur de l'électricité. *Brevet français n° 535303* demandé le 22 avril 1920, délivré le 23 janvier 1922, publié le 13 avril 1922, 69 lignes.

[3] Production du bore par l'électrolyse de l'acide borique préalablement rendu conducteur de l'électricité. 1re addition n° 24386 au *Brevet français n° 535303* demandée le 30 avril 1920, délivrée le 28 février 1922, publiée le 20 juin 1922, 36 lignes.

[4] Appareil électrolytique. *Brevet français n° 523628* demandé le 3 septembre 1920, délivré le 26 avril 1921, publié le 20 août 1921, 216 lignes, 2 figures.

[5] Disposition d'électrodes pour les appareils d'électrolyse des corps fondus. *Brevet français n° 536674* demandé le 11 juin 1921, délivré le 16 février 1922, publié le 6 mai 1922, 73 lignes, une figure.

le métal des pièces. A. Lévy (1) évite cet inconvénient en employant comme électrolyte une dissolution non acide d'un sel de chrome (par exemple, composée de 7 à 8 kg de bichromate de sodium ou de potassium pour 100 litres d'eau). Dans ce cas, même si l'on continue l'électrolyse après disparition du cuivre, le fer de la pièce n'est pas attaqué.

Pour oxyder et colorer les surfaces métalliques, Q. Pestini et T. Roudelle (2) plongent comme anode l'objet dont la surface est à colorer dans un électrolyte composé de soude caustique saturée d'oxyde de cuivre. En variant les conditions (température, densité de courant, temps d'électrolyse, concentration), on obtient des colorations allant du vert clair au bleu foncé et au noir. Différents exemples sont donnés dans le brevet.

Ces mêmes auteurs (3) oxydent et colorent les surfaces en fer en soumettant celles-ci à l'oxydation anodique simplement dans un bain alcalin chaud concentré avec ou sans addition d'agents oxydants (nitrates, chlorates). Des exemples sont également donnés dans ce brevet.

(1) Procédé pour enlever par électrolyse les dépôts de cuivre (cuivre et alliages) effectués sur fer, fonte et acier. *Brevet français n° 525 336* demandé le 16 février 1918, délivré le 2 juin 1921, publié le 20 septembre 1921, 68 lignes.

(2) Procédé pour l'oxydation, par voie électrolytique, du fer, de l'acier, de la fonte et du cuivre, ainsi que d'autres métaux précédemment recouverts d'une couche de fer ou de cuivre déposée électrolytiquement. 1re addition n° 22 849 au *brevet français n° 483 436* demandée le 15 mars 1920, délivrée le 10 mars 1921, publiée le 23 août 1921, 153 lignes.

(3) Procédé pour l'oxydation par voie électrolytique du fer, de l'acier, de la fonte et du cuivre, ainsi que d'autres métaux précédemment recouverts d'une couche de fer ou de cuivre déposée électrolytiquement. 2e addition n° 22 850 au *brevet français n° 483 436* demandée le 15 mars 1920, délivrée le 10 mars 1921, publiée le 23 août 1921, 111 lignes.

A. Douchamps et R. Leclère (1) redonnent aux limes usées leur mordant en les montant dans une pile à charbon à la place de l'électrode négative zinc. En faisant débiter la pile, l'attaque de la négative approfondit les dents de la lime pendant que le sommet de ces dents est protégé de l'attaque par les bulles gazeuses qui y adhèrent. On a préalablement brossé, dégraissé et décapé la lime.

Pour enlever électrolytiquement du fer, de l'acier et d'autres objets métalliques les corps gras, peintures ou oxydes qui les recouvrent, la société The R.-J. Corporation (2) dispose ces objets à la cathode d'un électrolyseur à anodes en fer en utilisant comme électrolyte le résidu obtenu dans la fabrication du phénol et renfermant approximativement en poids 50 de soude caustique, 28 de sulfite de sodium, 8 de sulfate de sodium, 8 de carbonate de sodium et 1 à 2 pour 100 de phénol.

(A suivre),

L. Jumau.

(1) Procédé électrochimique pour la régénération du mordant des limes usées. *Brevet français n° 519 304* demandé le 7 juillet 1920, délivré le 21 janvier 1921, publié le 8 juin 1921, 63 lignes.

(2) Nettoyage des métaux par électrolyse. *Brevet français n° 520 128* demandé le 9 juillet 1920, délivré le 7 février 1921, publié le 21 juin 1921, 76 lignes.

Revues, analyses et informations

Le nouveau télégraphe imprimeur multiple de la Western Union Company (4).

La Western Union Company, dont le réseau est fort étendu s'est trouvé dans la nécessité de faire face à un trafic extraordinairement plus considérable. Le doublement des lignes ne pouvait être envisagé par suite des frais beaucoup trop élevés qu'il aurait entraîné, la compagnie a été amenée à étudier un nouveau système de télégraphie rapide. Le présent article est consacré à la description de cet appareil, d'après diverses études publiées à ce sujet par M. Ramey dans « Electrical World », 3 avril 1915; Mercy, dans les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », décembre 1919; O. Sattelberg, dans « Telegraphen und Fernspricht Technik », janvier et février 1922; H. Harrison, « The Telegraph and Telephone Journal », avril 1922. Ce nouveau télégraphe est une adaptation du Baudot et du Murray ; des bandes perforées, confectionnées à l'avance, sont employées au départ, à l'arrivée les signaux sont directement imprimés en langage clair. Chaque poste comporte un distributeur, une groupe de quatre transmetteurs principaux et auxiliaires et un groupe de quatre imprimeurs. On utilise les appareils par groupes de 2, 3 ou 4 travaillant simultanément dans le même sens à une vitesse qui varie entre 150 et 300 t: m.ce qui correspond à l'émission de 300 à 600, 450 à 900 ou 600 à 1 200 signes par minutes. Le synchronisme est obtenu comme dans le Baudot (voir à ce sujet dans ce même numéro « R. G. E. », page 677).

On trouvera dans l'article qui nous occupe la description détaillée du distributeur et l'étude du fonctionnement du système qui a été réalisé de plusieurs façons différant assez sensiblement les unes des autres.

L'appareil présente sans doute une certaine complication au double point de vue mécanique et électrique, mais les résultats obtenus compensent largement cet inconvénient. — B. E.

(4) *Journal télégraphique*, 25 octobre et 25 novembre 1923, t. XLVII, p. 197-200 et 217-221, 4 000 mots, 7 fig.

SECTION DE LÉGISLATION

Modifications apportées au texte du cahier des charges type des 30 novembre 1909-28 juin 1921 pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics

Dans cette étude, l'auteur expose les raisons qui ont amené l'Administration à modifier le cahier des charges de 1909-1921 et indique, sous chaque article modifié ou nouvellement introduit, les motifs de la modification ou l'utilité des dispositions par lesquelles on a jugé nécessaire de compléter l'ancien texte.

Un décret en date du 4 mars 1924, abrogeant le décret du 30 novembre 1909 et celui du 28 juin 1921 dans celles de ses dispositions relatives aux concessions de distribution d'énergie électrique aux services publics, vient d'approuver un nouveau cahier des charges type pour la concession par l'Etat des distributions d'énergie électrique aux services publics.

Il n'est pas sans intérêt d'indiquer les motifs qui ont conduit à la revision du cahier des charges de 1909-1921 [1] et de donner un aperçu des nouvelles dispositions introduites dans ce cahier des charges-type de 1924.

ARTICLE PREMIER. — L'application pratique du cahier des charges de 1909-1921 avait révélé les inconvénients que présentaient certaines de ses dispositions et notamment celles insérées à l'article 1er sous le titre « service concédé » qui prévoyaient la distribution sur un parcours défini, d'une part, par l'usine génératrice ou le poste d'où partait la ligne, d'autre part, par l'indication des noms des communes traversées et, enfin, par le point extrême de la ligne à concéder s'arrêtant, soit à la dernière commune à desservir, soit au poste de réception où la ligne principale devait se terminer.

La détermination du service concédé par une zone longitudinale s'étendant généralement de 2 kilomètres de chaque côté de la ligne principale de distribution manquait de souplesse ; en effet, une distribution fonctionnant dans ces conditions, dessert mal la région traversée et, au cas où la nécessité de la construction d'une canalisation nouvelle en dehors de cette zone longitudinale venait à se révéler, cette canalisation ne pouvait être autorisée et installée que si elle avait fait l'objet d'une concession spéciale demandée, soit par le concessionnaire de la distribution aux services publics, soit par le service public qui désirait être alimenté. Il résultait de cet état de choses de sérieuses complications et des retards déplorables de procédure, aussi a-t-il paru avantageux d'accorder la concession de distribution aux services publics, non plus suivant un parcours longitudinal, mais dans une zone périmétrale délimitée sur un plan annexé au cahier des charges, par analogie avec la méthode déjà adoptée dans le cahier des charges-type de distribution publique d'énergie électrique par l'Etat (type 20 août 1908-28 juin 1921).

Les limites de cette zone devront être arrêtées en tenant compte des moyens d'action du demandeur, de l'importance du réseau qu'il se propose d'établir et des zones voisines déjà attribuées à d'autres concessionnaires de distributions aux services publics. On devra s'efforcer de fixer autant que possible des limites communes, de façon à éviter, sans nécessité, des superpositions de concessions, bien que, ainsi qu'il est rappelé au dernier alinéa de l'article 1er, une concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des concessions ou permissions de voirie soient accordées dans les conditions prévues par l'article 8 de la loi du 15 juin 1906.

Le but idéal à atteindre serait évidemment de comprendre chaque partie du territoire dans la zone d'une concession de distribution d'énergie aux services publics susceptible de la desservir dans des conditions satisfaisantes.

Au cas où le poste central se trouverait en dehors de la zone concédée, le concessionnaire aurait, non seulement à construire les canalisations de distribution dans les limites de sa zone, mais il devrait en établir aussi en dehors de cette zone, pour assurer l'alimentation en énergie de sa distribution. Ces canalisations extérieures pourront être comprises dans la concession,

[1] Cahier des charges types pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics. *Revue générale de l'Electricité*, 10 septembre 1921, t. X, p. 339-344.

ainsi que permet de le faire l'alinéa facultatif ajouté dans le nouveau texte ; les points extrêmes de ces lignes seront alors indiqués.

L'article 1er du cahier des charges de 1909-1921 a été modifié aussi, en ce qui concerne la nomenclature des services publics dont l'alimentation en énergie fait l'objet de la concession, en vue d'y comprendre l'alimentation possible d'une autre distribution d'énergie aux services publics existant dans la région ; l'insuffisance de la rédaction de l'article 1er du cahier des charges précité, sur ce point particulier, était apparue à diverses reprises.

ARTICLE 3. — L'article 3 du précédent cahier des charges, qui prévoyait la possibilité, pour le concessionnaire, d'être autorisé à faire usage des ouvrages et canalisations de la concession pour fournir l'énergie à des services publics, autres que ceux mentionnés à l'article 1er ou à des particuliers, a été remanié et complété, en vue de réglementer les conditions dans lesquelles pourra être accordée cette autorisation. Le silence de l'ancien texte à ce sujet avait soulevé certaines difficultés. Maintenant, pour obtenir cette autorisation, le concessionnaire doit adresser sa demande à l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et, dans le cas où ce dernier n'a pas fait opposition motivée à la demande dans un délai de 10 jours, l'autorisation est considérée comme accordée ; dans le cas contraire, il en est référé au ministre des Travaux publics, qui doit statuer dans un délai d'un mois ou de trois mois, suivant que le service public ou l'établissement particulier à desservir est situé en dehors ou à l'intérieur du périmètre d'une concession antérieure.

Cet article accorde un droit de préférence aux demandes de fourniture d'énergie formulées en faveur des services publics de l'Etat par rapport à celles présentées pour d'autres services publics ou pour des particuliers, et qui n'ont pas fait encore l'objet de contrats d'abonnement.

On a comblé très heureusement une lacune de l'ancien cahier des charges en déterminant, à l'article 11 du nouveau, les bases de calcul des tarifs de vente, aux services publics et aux particuliers, dans les conditions de l'article 3 du cahier des charges ; ces tarifs ne pourront dépasser ceux obtenus en majorant d'une certaine quantité les tarifs applicables aux services publics qui font l'objet de la concession. Ces majorations pourront être différentes pour les divers éléments qui composent chacun des tarifs de l'article 11.

Si l'on emploie, par exemple, un tarif binôme, avec application de l'index économique électrique, les éléments tels que la prime fixe annuelle par kilo-voltampère, le prix proportionnel par unité d'énergie et le coefficient n d'application de l'index, spécifié dans chaque cahier des charges, pourront être l'objet de majorations différentes. Les majorations pourront aussi être différentes suivant qu'il s'agira de services publics ou de particuliers.

Ajoutons, en terminant, que les fournitures d'énergie supplémentaires, en vertu des dispositions prévues par ledit article 3, peuvent soulever des questions assez délicates en ce qui concerne l'équivalence des conditions à observer par application de l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, entre concessions concurrentes. La circulaire d'envoi du nouveau cahier, des charges en date également du 4 mars 1924, indique que des instructions spéciales seront adressées ultérieurement sur ce point aux divers services de contrôle.

ARTICLE 5. — D'après le cahier des charges du 28 juin 1921 le concessionnaire était tenu d'établir les canalisations nécessaires au transport de l'énergie *depuis l'usine productrice*.

Or, une distribution d'énergie aux services publics peut être alimentée par une distribution préexistante et en pareil cas, on ne pouvait bien évidemment imposer au concessionnaire l'obligation d'établir une canalisation partant d'une usine génératrice ; aussi la rédaction a-t-elle été modifiée et rendue analogue à celle du cahier des charges-type des concessions communales.

Les postes de transformation visés dans le premier alinéa de cet article ne comprennent pas ceux à établir par les abonnés pour modifier, suivant l'utilisation qu'ils envisagent, la tension du courant qui leur est livré (voir article 15, troisième alinéa).

ARTICLE 6. — Indépendamment des canalisations représentées sur le plan annexé au cahier des charges et qui font l'objet proprement dit de la concession, d'autres canalisations pourront être nécessaires, en cours d'exploitation, pour assurer le développement de la distribution. Toutes ces canalisations nouvelles comprises dans la zone concédée feront partie intégrante de la concession et seront construites sans qu'il soit nécessaire de formuler des demandes spéciales de concession, sur la seule autorisation de l'ingénieur en chef du contrôle des Distributions d'Energie électrique, dans les conditions fixées par le chapitre V du décret du 3 avril 1908.

ARTICLE 9. — La tension du courant visée à l'article 9 n'est plus, comme dans l'ancien cahier des charges, celle mesurée au départ des usines, mais bien celle constatée aux points d'utilisation, qui pourra être différente suivant les canalisations.

ARTICLE 11. — Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, on a ajouté à cet article un paragraphe indiquant le mode de calcul des tarifs de vente applicables aux abonnés desservis par application de l'article 3 du cahier des charges.

ARTICLE 13. — Une addition au paragraphe premier permet au concessionnaire de refuser la fourniture d'énergie en dehors de la zone concédée.

Il ressort de la nouvelle rédaction de cet article que l'abonné peut prendre l'énergie sur une canalisation de son choix parmi celles qui constituent le réseau con-

cédé; toutefois, lorsque l'énergie devrait être prise sur une canalisation à une tension supérieure à..... volts, si le concessionnaire et le futur abonné ne sont pas d'accord sur le choix de la ligne sur laquelle le prélèvement devra être fait, ou sur l'emplacement ou la disposition du poste, le désaccord devra être soumis au ministre des Travaux publics qui statuera, après avis du Comité d'Électricité.

Le cahier des charges fixe la puissance minimum en dessous de laquelle il ne sera pas établi de postes de raccordement et prévoit que les frais d'établissement de ces postes sont entièrement à la charge des abonnés.

Un dernier alinéa stipule qu'au cas où le concessionnaire disposerait d'une puissance supérieure au maximum qu'il ne peut être contraint de dépasser pour l'énergie à fournir aux services publics faisant l'objet de la concession, le ministre des Travaux publics pourra exiger que ce supplément d'énergie soit attribué, par préférence, aux services publics mentionnés aux paragraphes 1° et 2° de l'article premier du cahier des charges.

Article 14. — L'article 14 a été complètement remanié, non seulement en raison de l'abandon du mode de concession de la distribution suivant une bande longitudinale, mais aussi parce qu'il a paru nécessaire de préciser dans le cahier des charges les dispositions relatives à l'extension future du réseau au moyen de canalisations nouvelles. La nécessité de cette précision se faisait d'ailleurs vivement sentir pour faire rendre aux concessions tout le bénéfice que la collectivité est en droit d'en attendre.

Cet article permet à l'autorité concédante d'imposer au concessionnaire l'établissement de nouvelles canalisations lorsque le réseau concédé se révèle comme insuffisant pour la desserte de services publics englobés dans la zone concédée. Au cas où une des canalisations nouvelles dont la tension maximum aura été fixée au deuxième alinéa du dit article 14 devrait être branchée sur une ligne de tension supérieure ce qui nécessiterait l'établissement d'un poste de transformation, le concessionnaire sera tenu d'établir ce poste sous garantie de certaines recettes, mais le cahier des charges prévoit qu'on ne pourra pas imposer de poste de transformation pour une puissance inférieure à un minimum donné. Ces canalisations et ces postes sont incorporés à la concession et de nouveaux abonnés peuvent se brancher sur lesdites canalisations.

Article 14 bis. — Un article nouveau 14 bis a été inséré dans le cahier des charges de 1924 pour permettre au concessionnaire, sous réserve d'une autorisation donnée par l'autorité concédante, de se substituer une société dans les droits et obligations du cahier des charges à condition qu'il restera, envers l'État, garant solidaire de l'exécution, par la société substituée, des obligations découlant de la concession.

Article 15. — On a supprimé de cet article la mention des « lignes secondaires et branchements » insérée à l'article 35 du décret du 3 avril 1908, et reproduite dans l'ancien cahier des charges, qui avait occasionné certaines divergences d'interprétation sur la définition exacte du mot « branchement ».

La nouvelle rédaction précise qu'on doit entendre par « branchements » : les canalisations ayant pour unique objet de relier le poste d'un abonné à une canalisation existante. Ces branchements, établis et entretenus par le concessionnaire, font partie intégrante de la concession ; par contre, les postes de transformation installés chez les abonnés, qui doivent être établis et entretenus par eux, ne sont pas incorporés dans la concession.

Articles 16 et 17. — Les articles 16 et 17 ont été modifiés de façon assez importante. On y a visé non seulement des appareils totaliseurs (compteurs) mais aussi des appareils de mesure ou de contrôle (ampèremètres, voltmètres, fréquencemètres, etc...). On y a prévu la décision du ministre des Travaux publics prise, après avis du Comité d'Electricité, pour mettre fin aux désaccords susceptibles de surgir entre le concessionnaire et les abonnés au sujet du choix des appareils à employer et des conditions de leur emploi.

Enfin on y a introduit l'observation obligatoire d'un règlement d'administration publique, à prendre par application de l'article 3 du décret du 26 avril 1923, pour régler la vérification des compteurs électriques.

On sait que le cahier des charges de 1909-1921 n'avait pas reproduit les dispositions, qui figurent dans le cahier des charges des concessions communales et des concessions de distribution publique par l'Etat, relatives à l'obligation d'approbation des types de compteurs par le ministre des Travaux publics, pour ce motif que, dans l'état de l'industrie à cette époque, il n'existait pas de types de compteurs pour les puissances élevées.

Article 18. — Dans l'article 18 on a précisé que tous les contrats pour la fourniture d'énergie, qu'il s'agisse de contrats passés avec des services publics ou de contrats passés avec des particuliers, seront communiqués à l'ingénieur en chef. On y a fait figurer la distance entre le poste de livraison à l'abonné et l'usine génératrice pour l'appréciation des conditions spéciales faites à ces abonnés ; par contre on a spécifié que ne devront pas entrer en ligne de compte dans les comparaisons à faire avec les conditions accordées à de nouveaux abonnés :

1° Les conventions particulières passées antérieurement à la date de la concession et un blanc a été prévu dans le cahier des charges pour l'insertion de la liste desdites conventions ;

2° Les conventions particulières, intervenues entre la date de la demande de concession et l'octroi de ladite concession, concernant des fournitures d'énergie à livrer par des canalisations primitivement établies en vertu de permissions de voirie et englobées dans la nouvelle concession ; un blanc a également été laissé pour l'insertion de la liste de ces conventions.

ARTICLE 19 BIS. — Le cahier des charges de 1924 contient un nouvel article 19 bis dans lequel on a très opportunément introduit des dispositions devant servir de modèle pour la rédaction des conditions générales de service qui, dans les cahiers des charges de nombreuses petites concessions, prêtait à des insertions vraiment un peu trop fantaisistes. Ces dispositions ne sont pas obligatoires puisqu'elles sont en lettres italiques, mais elles constitueront un guide fort utile pour les contractants.

ARTICLE 20. — Cet article est destiné à mentionner les conditions spéciales de la fourniture de l'énergie à certaines catégories d'abonnés.

ARTICLE 21. — Au sujet de la rédaction de cet article, le Conseil d'Etat a émis l'opinion très nette qu'en principe, la durée des concessions ne devait pas être supérieure à cinquante années, sauf le cas d'exceptions qui justifieraient une dérogation à ce sujet et sur lesquelles la Haute Assemblée aura à statuer puisque le dossier lui sera soumis du seul fait de l'augmentation proposée pour la durée de la concession. A titre d'exemple de demandes justifiées de prolongation du délai de cinquante années, on peut citer la connexité de la concession de distribution avec une concession d'usine hydraulique de durée supérieure à cinquante ans. Le renouvellement de la concession en faveur du concessionnaire a été prévu sous la forme de clauses inspirées des dispositions du cahier des charges type des concessions minières.

Il n'est pas certain qu'il y ait lieu de se féliciter de cette innovation qui oblige l'Administration à se décider, (article 21, 2e et 3e alinéas), avant le commencement de la 11e ou de la 10e année précédant la fin de la concession sur le point de savoir s'il y a lieu ou non de renouveler la concession. Beaucoup d'événements imprévus, surtout dans une matière aussi sujette à transformations que l'énergie électrique, pourront en effet intervenir dans ce délai de dix années et faire regretter d'avoir pris, si longtemps d'avance, une décision aussi importante.

Le quatrième alinéa de l'article 21 prévoit que le silence du ministre, dans les délais impartis, emportera « de plein droit » prorogation, aux conditions antérieures et pour une durée de vingt-cinq nouvelles années, de la concession en cours. Au contraire, d'après le cinquième alinéa, le silence du concessionnaire jusqu'au début de la sixième année précédant la fin de la concession comportera non-renouvellement de plein droit.

Il semble y avoir une tendance, dans ces dernières années, à généraliser cette méthode de prolongation des concessions par tacite reconduction, pour cette raison que les concessionnaires comme les particuliers n'ont aucun moyen de forcer une Administration à répondre, si elle oppose la force d'inertie.

On peut évidemment se demander si, en droit pur, une inaction de l'Administration peut être considérée légalement comme équivalant à l'exercice du droit actif de puissance publique que l'on trouve à la base du contrat de concession de travaux publics, mais il fallait bien donner au concessionnaire le moyen d'être fixé, un certain temps à l'avance, sur le sort de l'entreprise à son expiration.

ARTICLE 22. — L'article 22 indique en détail les conditions de reprise des installations en fin de concession. A noter simplement que, d'après une stipulation nouvelle, l'Etat sera tenu d'assurer, dans la limite du montant de l'indemnité à allouer au concessionnaire, le service des dettes, emprunts ou charges venant à échéance dans les six mois suivant la date d'expiration de la concession et dont le concessionnaire justifierait l'existence trois mois au moins avant cette date.

ARTICLE 23. — Le nouveau cahier des charges a reporté à l'expiration d'un délai de vingt-cinq années de concession, la date à partir de laquelle l'Etat pourra exercer son droit de rachat. C'est seulement dans le cas où le rachat serait opéré en application de la loi du 19 juillet 1922, concernant les réseaux de transmission d'énergie électrique à haute tension, que le rachat pourrait être effectué à toute époque.

Cet article laisse au concessionnaire le droit de choisir entre deux modes, qu'il indique, pour le paiement de l'indemnité de rachat.

ARTICLES 27 ET 28. — Le deuxième alinéa de l'article 27 a été supprimé comme ne trouvant pas son emploi en matière de concession de distribution aux services publics ; pour le même motif, on a supprimé, dans le nouveau cahier des charges, le troisième alinéa de l'article 28 qui figurait dans l'ancien texte.

ARTICLE 32 bis. — Cet article a été mis en conformité avec les dispositions prévues par l'article 7 de la loi du 30 janvier 1923.

Sous la rubrique « Législation, jurisprudence, réglementation », nous reproduisons ci-après, intégralement, le texte du nouveau cahier des charges type pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics ainsi que le décret en date du 4 mars 1924 qui l'a approuvé.

Jean DE LA RUELLE.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret approuvant un nouveau cahier des charges type pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics.

Voici le texte de ce décret, en date du 4 mars 1924 et publié au « Journal officiel » du 11 avril 1924, page 3392.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des Travaux publics.

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et notamment l'article 6 de cette loi ;

Vu le décret du 30 novembre 1909, approuvant le cahier des charges dressé en exécution de l'article 6 de la loi susvisée pour la concession, par l'Etat, d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, ensemble le décret du 28 juin 1921, apportant des modifications au cahier des charges précité ;

Vu le décret du 14 octobre 1909, relatif à l'application à l'Algérie, sous certaines réserves, de la loi du 15 juin 1906 et des décrets approuvant les cahiers des charges dressés en exécution de l'article 6 de ladite loi :

Vu l'avis du ministre de l'Intérieur en date du 2 octobre 1922 ;

Vu l'avis du ministre de l'Agriculture en date du 24 novembre 1922 :

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

Article premier. — Le cahier des charges dressé en exécution de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906, pour la concession par l'Etat d'une distribution publique d'énergie électrique aux services publics, et approuvé par le décret du 30 novembre 1909 modifié par le décret du 28 juin 1921, est remplacé par le texte ci-annexé.

Art. 2. — Est abrogé le décret du 30 novembre 1909, approuvant le cahier des charges dressé pour la concession par l'Etat d'une distribution aux services publics.

Sont également abrogées les dispositions, relatives aux distributions aux services publics, du décret du 28 juin 1921 (1), modifiant les cahiers des charges dressés pour la concession d'une distribution par une commune ou un syndicat de commune, par l'Etat, et par l'Etat aux services publics, et respectivement approuvés par les décrets des 17 mai 1908, 20 août 1908 et 30 novembre 1909.

Art. 3. — Le nouveau cahier des charges visé à l'article premier ci-dessus est applicable en Algérie, sous les réserves indiquées aux articles 2 à 8 du décret du 14 octobre 1909.

Art. 4. — Le ministre des Travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois ».

Fait à Paris, le 4 mars 1924.

Nouveau cahier des charges type pour la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics (2).

N.-B. — Les mots ou phrases en italique peuvent être maintenus ou rayés au choix de l'autorité concédante.

(1) Décret portant modification du cahier des charges type des concessions de distribution d'énergie électrique, *Revue générale de l'Electricité*, 27 août 1921, t. X, p. 269.

(2) Ce cahier des charges a été publié au *Journal officiel* du 11 avril 1924, p. 3392 à 3397 en annexe au décret du 4 mars 1924 reproduit ci-dessus.

Chapitre premier. — Objet de la concession.

Article premier. — *Service concédé.* — La présente concession a pour objet la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé, ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent ;

3° Au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans la zone délimitée sur le plan, à l'échelle de..., annexé au présent cahier des charges, et s'étendant sur tout ou partie des départements de.....

La concession comprend également les canalisations reconnues nécessaires à l'alimentation de la distribution et allant de..... à ..... (1).

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Art. 2. — *Droit d'utiliser les voies publiques.* — La concession confère au concessionnaire le droit d'établir, dans la zone *et sur les parcours définis* à l'article premier soit audessous, soit au-dessus des voies publiques et de leurs dépendances, tous ouvrages ou canalisations destinés à la distribution de l'énergie électrique en se conformant aux conditions du présent cahier des charges, aux règlements de voirie et aux décrets ou arrêtés intervenus en exécution de la loi du 15 juin 1906.

Le concessionnaire ne pourra réclamer aucune indemnité pour le déplacement ou la modification des ouvrages établis par lui sur les voies publiques, lorsque ces changements seront requis par l'autorité compétente pour un motif de sécurité publique ou dans l'intérêt de la voirie.

Art. 3. — *Utilisation accessoire des ouvrages et canalisations.* — Le concessionnaire peut être autorisé, tous droits de tiers réservés (2), à faire usage des ouvrages et canalisations établis en vertu de la présente concession pour fournir l'énergie, soit à des services publics autres que ceux mentionnés aux numéros 1 et 2 de l'article premier, soit à des particuliers, sous la condition expresse qu'il n'en résulte aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution définie audit article premier et que toutes les obligations du cahier des charges soient remplies à l'égard des services publics visés à cet article premier.

Pour obtenir l'autorisation d'utiliser ainsi accessoirement les ouvrages et canalisations, le concessionnaire adressera une demande à l'ingénieur en chef, qui pourra, dans un délai de dix jours à dater de la réception de cette demande, faire une opposition motivée à l'autorisation et, dans ce cas, en référera au ministre des Travaux publics. Si à l'expiration du délai de dix jours, l'ingénieur en chef n'a pas fait opposition, l'autorisations sera considérée comme accordée. Le ministre des Travaux publics statuera dans le délai d'un mois à partir du jour où il aura eu connaissance de l'opposition ; toutefois, si les services publics et les établissements particuliers, en faveur desquels l'utilisation accessoires est demandée, sont situés dans le périmètre d'une concession antérieure, ce délai sera porté de un à trois mois.

Des demandes de fourniture d'énergie présentées par les services publics de l'Etat devront être satisfaites de préfé-

(1) Cette dernière disposition ne sera inscrite dans le cahier des charges que dans le cas où le poste central se trouve en dehors de la zone délimitée sur le plan annexé.

(2) Le présent article ne fait pas obstacle à l'octroi ou au renouvellement de concessions de distribution communales en faveur de tiers avec ou sans privilège d'éclairage.

rence à celles présentées par d'autres services publics ou par des particuliers et n'ayant pas fait encore l'objet d'un contrat d'abonnement.

Chapitre II. — Travaux.

Art. 4. — *Approbation des projets.* — Les projets de tous les ouvrages, dépendant de la concession, devront être approuvés dans les formes prévues par la loi du 15 juin 1906 et par le décret du 3 avril 1908.

Art. 5. — *Ouvrages à établir pour la distribution.* — Le concessionnaire sera tenu d'établir *à ses frais* les canalisations, sous-stations, postes de transformation, etc., nécessaires à la distribution.

Le réseau sera alimenté au moyen d'un ou de plusieurs postes centraux qui feront partie intégrante de la concession et seront établis sur l'une des canalisations visées par les articles 6 et 14 ci-après.

Les ouvrages destinés à la production de l'énergie et à son transport jusqu'à chacun des postes centraux, ne seront pas soumis aux dispositions du présent cahier des charges et devront être établis, s'il y a lieu, en vertu de permissions ou de concessions distinctes données en conformité de la loi du 15 juin 1906.

Toutefois, le concessionnaire sera tenu de construire et de maintenir en bon état de service une (ou plusieurs) usine (s) génératrice (s) d'une puissance totale d'au moins ..... kw. Cette (ou ces) usine (s) ainsi que les ouvrages la (ou les) reliant au réseau de distribution feront partie de la concession (1).

Ouvrages et canalisations préexistantes (2). — *L'Etat met à la disposition du concessionnaire, qui accepte l'ensemble des immeubles, canalisations, ouvrages, matériel et appareils constituant les installations de la distribution préexistante, suivant inventaire annexé au présent cahier des charges.*

Cette mesure est consentie pour la durée de la concession mais cesserait de plein droit d'avoir son effet en cas de rachat ou de déchéance.

Le concessionnaire payera, pour l'usage des ouvrages de la distribution qui sont mis à sa disposition par l'Etat, un loyer annuel de:........

Accords intervenus (3). — ....

Art. 6. — *Délais d'exécution.* — Les projets des ouvrages et des canalisations désignés sur le plan annexé au présent cahier des charges devront être présentés par le concessionnaire dans le délai de ..... mois à partir de l'approbation définitive de la concession.

Les travaux seront commencés dans le délai de ..... à dater de l'approbation des projets et poursuivis sans interruption de manière à être achevés dans le délai de .....

Les autres canalisations ne figurant pas au plan annexé seront exécutées lorsqu'elles seront réclamées dans les conditions prévues à l'article 14 ci-après : elles pourront l'être plus tôt si le concessionnaire le juge utile.

Art. 7. — *Propriété des installations.* — Le concessionnaire sera tenu d'acquérir les machines ou appareils et l'outillage nécessaire à *l'exploitation* (1).

Il pourra, à son choix, soit acquérir les terrains et établir à ses frais les constructions affectées au service de la distribution, soit les prendre en location.

Toutefois, il sera tenu d'acquérir en toute propriété et de construire les ... (2).

Pour l'établissement des ouvrages, l'Etat s'engage à mettre à la disposition du concessionnaire moyennant ..... (3).

Les baux ou contrats relatifs à toutes les locations d'immeubles seront communiqués au préfet; ils devront comporter une clause réservant expressément à l'Etat la faculté de se substituer au concessionnaire en cas de rachat ou de déchéance. La même clause devra figurer dans tous les contrats de fourniture d'énergie si le concessionnaire achète le courant.

Art. 8. — *Nature et mode de production du courant* ..... (4). — L'Etat aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Usines génératrices (5)...................................

Sous-stations et postes de transformateurs (6)............

Art. 9. — *Tension du courant.* — La tension du courant, mesurée aux points d'utilisation en service normal, sera de .. .. volts, avec une tolérance de ..... en plus ou en moins (7).

Fréquence. — La fréquence du courant distribué en service normal est fixé à ..... périodes par seconde, avec une tolérance de ..... pour 100 en plus ou en moins (8).

Art. 10. — *Canalisations.* — Les canalisations souterraines seront placées directement dans le sol : *toutefois, elles pourront, sur la demande du concessionnaire, être placées dans des galeries accessibles et elles devront l'être, lorsque les services de voirie l'exigeront. Sauf aux traversées des chaussées, elles seront toujours sous les trottoirs, à moins d'une autorisation spéciale.*

A la traversée des chaussées fondées sur béton et des voies de tramways, les dispositions nécessaires seront prises

(1) L'Etat peut exiger que les usines dépendant de la concession soient en état de produire toute l'énergie nécessaire à la distribution. Dans ce cas, les deuxième, troisième et quatrième alinéas de l'article 5 doivent être supprimés et le premier alinéa doit être rédigé ainsi qu'il suit :

« Le concessionnaire sera tenu d'établir *à ses frais* les ouvrages destinés à la production de l'énergie, à son transport et à sa distribution. Tous ces ouvrages feront partie intégrante de la concession ».

(2) Les trois alinéas suivants ne sont applicables que si l'Etat dispose, au moment de l'institution de la concession, d'un réseau de distribution déjà existant. Dans ce cas, l'Etat peut mettre ce ce réseau à la disposition du concessionnaire à des conditions déterminées d'un commun accord. Le loyer, s'il en est imposé un, peut être soit fixe, soit proportionnel aux recettes brutes ou au nombre de kilowatts-heure distribués ou aux bénéfices réalisés par le concessionnaire; il peut être également une combinaison de ces diverses modalités.

(3) On enregistrera, dans ce paragraphe, les accords qui ont pu intervenir entre le concessionnaire, les communes, départements et collectivités intéressés au sujet d'une participation aux dépenses d'établissement.

On indiquera les modalités de cette participation et la redevance qu'en échange de cette participation, le concessionnaire s'engage à verser annuellement aux participants. Cette redevance peut être soit fixe, soit proportionnelle aux recettes brutes, au nombre de kilowatts-heure distribués ou aux bénéfices réalisés par le concessionnaire; elle peut être également une combinaison de ces diverses modalités. Lorsque cette participation sera assurée, on supprimera dans le premier alinéa de l'article 5 les mots « à ses frais » qui sont écrits en italique.

(1) Quand le concessionnaire est autorisé à ne pas produire lui-même l'énergie, le mot « l'exploitation » doit être remplacé par les mots « la distribution de l'énergie ».

(2) L'Etat peut imposer au concessionnaire l'acquisition en toute propriété de tout ou partie des immeubles destinés à l'établissement des usines de production et des postes de transformation.

(3) L'Etat peut autoriser par le cahier des charges le concessionnaire à occuper, dans des conditions déterminées, les parties du domaine public dont il a la disposition.

(4) Indiquer la nature et le mode de production du courant distribué. Lorsque le courant devra être fourni par le concessionnaire d'une autre distribution aux services publics, concédée par l'Etat, il y a lieu de l'indiquer.

Si l'Etat dispose, au moment de l'institution de la concession, de réserves d'énergie aux bornes d'une usine hydraulique concédée qu'il doit faire mettre à la disposition du concessionnaire, on indiquera l'importance de ces réserves et les conditions dans lesquelles elles seront livrées au concessionnaire.

(5) Lorsque l'acte de concession prévoit la construction d'usines génératrices faisant partie intégrale de la concession, l'article 8 détermine les conditions d'établissement de ces usines.

(6) L'article 8 détermine également, s'il y a lieu, les conditions d'établissement de sous-stations et postes de transformateurs.

(7) Cet alinéa ne s'applique qu'en cas de distribution à voltage constant, avec tension de distribution unique. Dans le cas de réseaux comportant, soit plusieurs tensions de distribution, soit des canalisations à tension variable, le texte dudit alinéa sera remplacé par une rédaction appropriée.

(8) Cet alinéa ne s'applique qu'en cas de distribution par courants alternatifs.

pour que le remplacement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchée.

Les canalisations aériennes..... [1].

Chapitre III. — Tarifs et conditions du service.

ART. 11. — *Tarif maximum.* — Les prix auxquels le concessionnaire est autorisé à vendre l'énergie électrique aux services définis à l'article premier ne peuvent dépasser les maxima suivants [2] :

....

Ces tarifs maxima de base s'entendent d'une situation économique conventionnellement caractérisée par la valeur 100 de l'index économique électrique haute tension fixé périodiquement par le ministre des Travaux publics, d'après le prix des houilles et de la main-d'œuvre [3].

Dans le cas où la valeur de l'index économique électrique haute tension s'écarterait, par excès ou par défaut, de plus de p pour 100 [4] *de la valeur caractéristique de 100, il serait, pendant la période correspondante, ajouté aux tarifs maxima de base (ou retranché de ces tarifs) un terme correctif donné par la formule :*

$$T = \qquad [5]$$

Revision des tarifs. — *Le terme correctif sera revisé périodiquement à la demande soit de l'Etat, soit du concessionnaire, cette revision ayant pour objet de maintenir les tarifs en harmonie avec les charges de l'entreprise suivant les variations des circonstances économiques générales du pays. La première revision aura lieu..... et les revisions suivantes auront lieu à intervalles de..... ans.*

Il y aura également lieu à revision du terme correctif lorsqu'il sera procédé, comme il est dit ci-après, à la revision des tarifs maxima de base.

Les tarifs maxima de base seront revisés sur la demande soit de l'Etat, soit du concessionnaire :

1° Si, par suite de l'établissement d'une distribution nouvelle d'énergie aux services publics, concédée par l'Etat, ou d'une usine hydraulique, le concesssionnaire peut s'alimenter plus avantageusement au moyen de cette distribution ou de cette usine ;

2° Si, la distribution étant alimentée par une autre distribution d'énergie aux services publics, concédée par l'Etat, les tarifs de cette concession sont revisés ;

3° Si, au cours de la concession, l'Etat fait mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée ;

4° Si, la distribution étant alimentée en tout ou en partie par des réserves d'énergie, aux bornes de l'usine concédée, les tarifs de cette énergie aux bornes de l'usine sont revisés.

Dans les quatre cas ainsi prévus, la revision sera opérée en partant des tarifs de base fixés par le présent article et en modifiant ces tarifs pour tenir un compte équitable de la répercussion sur le prix de revient moyen de l'énergie, des changements dans les conditions d'alimentation de la concession.

Dans les 1er et 3e cas, il sera tenu compte des engagements antérieurement pris par le concessionnaire envers ses fournisseurs de courant.

En cas d'accord entre l'Etat et le concessionnaire, l'avenant portant soit revision du terme correctif, soit fixation des nouveaux tarifs de base, ne deviendra définitif qu'après avoir été approuvé par la même autorité que le présent cahier des charges.

Si, dans les six mois à compter de la date fixée pour la revision, un accord n'est pas intervenu, il sera procédé à cette revision par une commission composée de trois membres dont l'un sera désigné par..... [1] un autre par le concessionnaire et le troisième par les deux premiers. Faute par ceux-ci de s'entendre dans le délai de quinze jours, la désignation du troisième membre sera faite par le président du Comité d'Electricité, sur une liste arrêtée par ce comité.

Les tarifs revisés auront leur effet dans un délai de..... [2] à compter de la date fixée pour la revision.

Les tarifs de vente appliqués aux services publics et aux particuliers auxquels le concessionnaire livrera de l'énergie électrique en vertu de l'article 3 du présent cahier des charges ne pourront dépasser ceux obtenus en majorant de..... [3] les tarifs définis ci-dessus applicables aux services publics visés par l'article premier.

ART. 12. — *Etablissements et associations assimilés aux services publics.* — Les établissements publics, les associations syndicales organisées par l'Administration en vertu des lois du 16 septembre 1807 et du 8 avril 1898 ou autori-

(1) L'Etat peut interdire les canalisations aériennes ; lorsqu'elles sont autorisées, il convient d'indiquer si les canalisations peuvent être aériennes dans toute l'étendue de la concession ou sinon dans quelles parties elles ne peuvent pas l'être.

L'Etat peut, en autorisant les canalisations aériennes, déterminer les conditions auxquelles sera soumis leur établissement.

(2) Le cahier des charges peut fixer des maxima différents suivant les conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation et de consommation ; il peut stipuler notamment des réductions pour les abonnés dépassant ou garantissant un minimum de consommation, pour les abonnés utilisant le courant à des heures ou pendant des saisons déterminées et, d'une manière générale, pour les abonnés acceptant des sujétions spéciales. Les tarifs et les conditions de service peuvent être différents suivant la distance de l'usine génératrice au point de livraison du courant.

(3) L'index économique électrique haute tension est défini de la manière suivante :

C'est un nombre qui, pour représenter conventionnellement la situation économique, est calculé en ajoutant au prix de la tonne de houille ou en retranchant de ce prix un autre nombre N qui varie lui-même avec le prix de la main-d'œuvre.

Le prix de la tonne de houille est établi périodiquement par région par le ministre des Travaux publics, d'après le cours et la qualité des combustibles et après avis du Comité d'Electricité.

Le nombre N relatif à la main-d'œuvre se calcule comme il suit : pour chaque période, le ministre des Travaux publics constate, après avis du Comité d'Electricité, le salaire horaire moyen par agent pour l'ensemble du territoire et ce salaire est comparé au salaire horaire moyen de l'année 1918.

S'il résulte de cette comparaison entre les deux salaires moyens constatés une différence de t, pour 100, le nombre N, calculé comme il vient d'être dit, est ajouté au prix de la tonne de houille. Si ce salaire est inférieur à celui de 1918, le nombre N est retranché du prix de la tonne de houille.

Pour la constatation du salaire horaire moyen, il est tenu compte de tous les appointements et salaires jusqu'au directeur exclusivement, avec tous les accessoires tels que suppléments pour cherté de vie, indemnités de résidence, charges de retraite, etc.

(4) Le nombre p sera compris entre 5 et 10.

(5) Cette formule devra être établie dans chaque cas d'espèce de manière à suivre, avec le plus d'exactitude possible, les répercussions sur le prix de revient, des charges diverses incombant au concessionnaire (main-d'œuvre, dépenses d'entretien, frais de combustibles, taux de l'intérêt, etc...) et en tenant compte également des conditions de production de l'énergie par usine thermique ou hydraulique.

Entre autres combinaisons, et notamment, pour les distributions alimentées par des usines thermiques, on pourra adopter une formule de la forme $T = n\,(i - 100)$, i étant l'index économique électrique haute tension et n un coefficient calculé d'après les conditions d'exploitation de la distribution en tenant compte notamment du mode de production de l'énergie.

(1) La désignation sera faite par le préfet si la distribution s'étend sur le territoire d'un seul département et par le ministre des Travaux publics si elle s'étend sur plusieurs départements.

(2) Ce délai sera d'un an maximum.

(3) Les majorations prévues au présent article pourront être différentes pour les divers éléments qui composent chacun des tarifs de l'article 11.

Si l'on emploie, par exemple, un tarif binôme, avec application de l'index économique électrique, les éléments tels que la prime fixe annuelle par kilovolt-ampère, le prix proportionnel par unité d'énergie et le coefficient n d'application de l'index spécifié dans chaque cahier des charges, pourront être l'objet de majorations différentes. Les majorations pourront être différentes suivant qu'il s'agira de services publics ou de particuliers.

sées en conformité des lois du 21 juin 1865-22 décembre 1888, et les groupements agricoles d'utilité générale spécifiés dans le règlement d'administration publique prévu par l'article 10 de la loi du 16 octobre 1919, sont assimilés aux services publics définis à l'article premier ci-dessus tant en ce qui concerne les tarifs qu'en ce qui concerne l'obligation imposée au concessionnaire par l'article 13 ci-après, de fournir l'énergie demandée et les conditions de la fourniture. Le concessionnaire sera tenu, sur réquisitoire du ministre des Travaux publics, de recevoir sur son réseau, dans la limite de capacité de ce dernier, l'énergie destinée à des services pubics, établissements publics, associations syndicales et groupements agricoles et provenant de réserves instituées aux bornes d'une usine hydraulique reliée directement ou indirectement à la présente concession et de livrer, soit directement au bénéficiaire de la réserve, soit au réseau qui l'alimentera, une quantité correspondante d'énergie.

La redevance due de ce chef au concessionnaire sera fixée par le ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Electricité, le concessionnaire entendu, compte tenu des conditions d'alimentation de la concession.

ART. 13 — *Obligation de consentir des abonnements.* — Le concessionnaire sera tenu de fournir de l'énergie électrique dans les conditions prévues au présent cahier des charges, à tout service public rentrant dans les catégories énumérées aux nos 1 et 2 de l'article premier ci-dessus et fonctionnant en totalité ou en partie dans la zone visée au dit article, qui demandera à contracter un abonnement pour une durée d'au moins..... ans et pour une puissance d'au moins..... (1), *étant entendu que le concessionnaire ne peut être obligé à fournir l'énergie directement ou indirectement en dehors de la zone.*

Le concessionnaire pourra exiger que le demandeur lui garantisse individuellement, pendant..... années, une recette brute annuelle de..... francs par..... (2) demandé, cette recette étant celle qui résulte de l'application des tarifs maxima de base.

L'énergie sera amenée, de la canalisation qui la fournira, jusqu'au poste de l'abonné, par un branchement à établir dans la zone susvisée, aux frais de l'abonné.

Lorsque l'énergie devra être prise sur une canalisation à une tension supérieure à..... volts, s'il y a désaccord entre le concessionnaire et le service public abonné sur l'emplacement et les dispositions du poste de raccordement, il sera statué par le ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Electricité. Il ne sera pas établi de poste de raccordement pour une puissance inférieure à..... (3) et les frais d'établissement de ces postes seront entièrement à la charge des abonnés.

Le délai dans lequel le concessionnaire devra commencer a fourniture du courant sera déterminé dans le traité d'abonnement, en tenant compte du temps nécessaire à 'exécution des travaux indispensables pour assurer le service du nouvel abonné.

Le concessionnaire ne pourra être astreint à dépasser, pour énergie fournie aux services publics, dont l'alimentation est obligatoire, la puissance maximum de..... (4).

Toutefois, si le concessionnaire dispose d'une puissance supémentaire. il pourra, si ses obligations sont remplies, être tenu par le ministre des Travaux publics, de satisfaire les demandes d'energie présentées par l'un des services publics mentionnés aux nos 1 et 2 de l'article premier, de préférence aux demandes présentées, soit par d'autres services publics, soit par des particuliers.

ART. 14. — *Extension du réseau au moyen de canalisations nouvelles.* — Dans la zone définie à l'article premier, le concessionnaire pourra, sous réserve de l'approbation des projets, comme il est dit à l'article 4 ci-dessus, établir toute canalisation nouvelle qu'il jugera utile au bon fonctionnement de la distribution.

Il sera tenu, d'autre part, sous réserve de la faculté de substitution prévue à l'article 14 bis ci-après, d'établir dans ladite zone toute canalisation nouvelle à une tension ne dépassant pas..... v (1) qui aura été reconnue utile à l'alimentation des services publics, par le..... (2), le concessionnaire entendu, et pour laquelle les futurs abonnés lui garantiront collectivement, pendant..... années, une recette brute annuelle de..... francs (3) par mètre de canalisation aérienne ou de..... francs (4) par mètre de canalisation souterraine, la distance étant comptée à partir du point où cette canalisation pourra être branchée sur le réseau déjà existant.

Les conditions de durée, de puissance et la garantie de recette auxquelles les deux premiers alinéas de l'article 13 subordonnent la conclusion d'un contrat d'abonnement seront applicables aux abonnés à desservir par la nouvelle canalisation : toutefois, cette garantie de recette ne se cumulera pas avec celle visée par l'alinéa précédent et seule la plus élevée des deux garanties sera exigible.

Si l'établissement d'un poste de transformation sur une canalisation à la tension de..... est reconnu nécessaire par... (3), le concessionnaire entendu, ce dernier sera tenu d'établir ledit poste s'il lui est garanti par les futurs abonnés à desservir par ce poste pendant une durée de..... années, indépendamment des garanties se rapportant aux canalisations nouvelles, une recette brute annuelle de..... (5) par..... (6) de puissance du poste cette recette étant celle qui résulte de l'application des tarifs maxima de base.

Il ne sera pas établi de poste de transformation pour une puissance inférieure à..... (7).

Les canalisations *et postes* qui seront établis (s) dans les conditions prévues par le présent article feront partie intégrante de la distribution : lesdites canalisations seront assimilées aux autres canalisations du réseau visé à l'article 6 du présent cahier des charges.

ART. 14 bis. — *Substitution d'une société filiale.* — Le concessionnaire ne pourra se substituer une société de distribution d'énergie dans les droits et obligations du cahier des charges, en ce qui concerne la construction, la propriété ou l'exploitation de lignes, établies en vertu de l'article 6 du présent cahier des charges, que moyennant une autorisation délivrée par (8).

En outre, il aura, moyennant la même autorisation, la

(1) Cette puissance pourra varier avec la tension ; elle sera exprimée en kilowatts ou en kilovolts-ampères.

(2) Kilowatt ou kilovolt-ampère.

(3) Voir renvoi (1) ci dessus.

(4) Cette puissance à exprimer en kilowatts ou en kilovolts-ampères peut être indiquée soit globalement pour l'ensemble de la distribution, soit distinctement pour chacune des canalisations ou pour certaines d'entre elles.

(1) La tension à indiquer devra être la plus élevée des tensions normales de distribution fixées par les circulaires ministérielles en vigueur.

(2) Il sera statué par le préfet ou par le ministre des Travaux publics suivant que l'acte de concession aura été passé par le préfet ou le ministre des Travaux publics.

(3) La recette brute s'entend de celle résultant de l'application du tarif de base, sans tenir compte des augmentations ou des diminutions provenant du terme correctif.

Les garanties de recettes prévues ci-dessus correspondent à un cours du cuivre électrolytique non câblé de 5 fr le kilogramme poids et elles varieront de 10 pour 100 par franc de variation du cours du cuivre. Toutefois, l'aluminium pouvant être employé au lieu du cuivre pour la construction de lignes, les garanties susvisées seront calculées sur le cours de celui de ces deux métaux qui sera le plus avantageux, étant entendu que la parité du prix d'établissement est réputée être réalisée lorsque le prix du kilogramme poids d'aluminium vaut 1,5 fois le prix du kilogramme poids de cuivre. Dès lors, si le cours de l'aluminium n'est qu'une fraction r du produit par 1,5 du cours du cuivre, la variation de 10 pour 100 des garanties de recettes par francs de variation sera évaluée en admettant pour le cuivre un cours fictif egal a une fraction r du cours reel

(4) Il sera statué par le préfet ou par le ministre des Travaux publics suivant que l'acte de concession aura été passé par le préfet ou par le ministre des Travaux publics.

(5) Cette recette pourra varier suivant la tension.

(6) Kilowatt ou kilovolt-ampère.

(7) Cette puissance pourra varier suivant la tension.

(8) L'autorisation sera délivrée par le préfet ou par le ministre des Travaux publics, suivant que l'acte de concession aura été passé par le Préfet ou par le ministre des Travaux publics.

faculté de se substituer une société de distribution d'énergie dans les droits et obligations du cahier des charges, en ce qui regarde la construction, la propriété ou l'exploitation de tout ou partie des canalisations établies en vertu de l'article 14 du présent cahier des charges.

La société ainsi substituée fera son affaire personnelle de toutes les obligations du concessionnaire envers l'Etat et envers les tiers. Néanmoins, pour l'exécution des obligations naissant du cahier des charges de la concession, le concessionnaire restera envers l'Etat garant solidaire de la société qu'il se sera substituée.

Art. 15. — *Branchements et postes de transformation des abonnés.* — Les branchements, c'est-à-dire les canalisations ayant pour unique objet de relier le poste d'un abonné à une canalisation existante, seront installés et entretenus par le concessionnaire et feront partie intégrante de la distribution.

Les frais d'installation de ces branchements seront remboursés par les abonnés au concessionnaire d'après les dépenses réelles, dûment justifiées, faites par ce dernier et majorées de 10 pour 100 pour frais généraux.

Les postes de transformation installés chez les abonnés sont établis et entretenus par les soins et aux frais de ces derniers; il ne font pas partie intégrante de la distribution.

Art. 16. — *Appareils de mesure.* — Le concessionnaire devra s'entendre avec les abonnés sur le choix des procédés et appareils à employer pour la mesure de la puissance et de l'énergie fournies ainsi que pour le contrôle des conditions figurant aux traités d'abonnements passés en vertu de l'article 18 ci-après.

Les conditions de location, de pose, plombage et entretien des compteurs et appareils seront déterminées par les traités d'abonnement. Il en sera de même en ce qui concerne l'étendue des écarts dans la limite desquels les compteurs et appareils seront considérés comme exacts sous réserve de l'observation des décrets rendus en exécution du dernier alinéa de l'article 3 dn décret du 26 avril 1923 concernant les conditions générales de la vérification des instruments de mesure.

En cas de désaccord, il sera statué par le ministre des Travaux publics, sur avis du Comité d'Electricité.

Art. 17. — *Vérification des appareils de mesure.* — Les appareils totalisateurs (compteurs) et les appareils de mesure ou de contrôle (ampèremètres, voltmètres, fréquencemètres, etc., et autres appareils) seront posés par les agents du concessionnaire; ils seront réglés et périodiquement vérifiés par ces agents, contradictoirement avec les représentants des intéressés.

Art. 18. — *Traités d'abonnement.* — Les contrats pour la fourniture de l'énergie électrique aux services publics et aux particuliers seront établis dans la forme de traités d'abonnement qui seront communiqués à l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique.

Le ministre des Travaux publics prescrira la suppression de toute clause en contradiction avec le présent cahier des charges. En outre, après avis du Comité d'Electricité, il aura la faculté de prescrire la suppression de toute disposition accordant à un abonné des avantages qui ne seraient pas donnés aux autres abonnés placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation, de tension de livraison, de consommation, de durée d'abonnement et de distance à l'usine génératrice.

N'entreront pas en ligne de compte dans les comparaisons à faire avec les conditions accordées à de nouveaux abonnés :

1° Les conventions particulières, passées antérieurement à la date de concession et dont la liste suit :

. . . .

2° Les conventions particulières, ci-dessous énumérées, intervenues depuis la date de la demande de concession, mais antérieurement à l'octroi de cette concession et qui concernent des fournitures d'énergie à livrer par des canalisations d'abord établies en vertu de permissions de voirie régulières et qui sont englobées dans la nouvelle concession . . . .

Art. 19. — *Surveillance des installations reliées à la distribution.* — Le courant ne sera livré aux abonnés que s'ils se conforment, pour les installations reliées à la distribution, aux conditions qui leur seront imposées par le concessionnaire, avec l'approbation de l'ingénieur en chef du Contrôle en vue soit d'éviter les troubles dans l'exploitation, sait d'empêcher l'usage illicite du courant.

La concessionnaire sera autorisé à cet effet à vérifier, à toute époque, les installations de chaque abonné.

Si l'installation est reconnue défectueuse, le concessionnaire pourra se refuser à continuer la fourniture du courant. En cas de désaccord sur les mesures à prendre en vue de faire disparaître toute cause de danger ou de trouble dans le fonctionnement général de la distribution, il sera statué par l'ingénieur en chef du Contrôle, sauf recours au ministre des Travaux publics, qui décidera après avis du Comité d'Electricité.

En aucun cas, le concessiondaire n'encourra de responsabilités à raison des défectuosités des installations qui ne seront pas de son fait.

Art. 19 *bis*. — *Conditions générales du service. — Le concessionnaire sera tenu de livrer le courant à toute heure du jour et de nuit.*

Il aura toutefois la faculté d'interrompre le service :

1° Pour l'entretien, les dimanches et jours fériés de 7 heures au coucher du soleil;

2° Pour les réparations urgentes à faire au matériel sur tout ou partie du réseau, sous réserve de l'autorisation de l'ingénieur en chef du Contrôle, les jours ouvrables, de 9 heures à 15 heures, d'octobre à mars, et de 7 heures à 17 heures, d'avril à septembre.

Ces interruptions seront portées à la connaissance des abonnés.

Les dispositions qui précèdent concernent l'entretien normal du réseau; en cas d'accident exigeant une réfection immédiate, le concessionnaire est autorisé à prendre d'urgence les mesures nécessaires, sauf à en aviser le Contrôle dans le plus bref délai.

Art. 20. — *Conditions particulières du service* (1). — . . . .

Chapitre IV. — Durée de la concession. — Rachat et déchéance.

Art. 21. — *Durée de la concession.* — La durée de la présente concession est fixée à..... années (2); elle commencera à courir de la date à partir de laquelle la concession deviendra définitive.

Avant le commencement de la dixième année précédant la fin de la concession, le ministre décidera s'il y a lieu ou non de renouveler la concession. Sa décision sera notifiée au concessionnaire dans la forme administrative.

Avant le commencement de la onzième année précédant la fin de la concession, le concessionnaire devra demander au ministre, par lettre recommandée, si l'État entend user de son droit de reprise de la concession. Le ministre lui accusera immédiatement réception de cette lettre. En cas de retard dans l'envoi de la demande du concessionnaire, le ministre aura un délai d'un an, à dater de la réception de cette demande, pour notifier au concessionnaire la décision prise par lui en exécution du paragraphe précédent.

A moins de décision contraire du ministre, notifiée dans le délai imparti, la concession se trouvera de plein droit prorogée aux conditions antérieures pour une durée de vingt-cinq années à dater du terme antérieurement prévu.

Si le concessionnaire n'a pas adressé sa demande au ministre avant le commencement de la sixième année précédant la fin de la concession, celle-ci ne sera pas renouvelée et prendra fin au terme antérieurement prévu.

Il sera procédé à nouveau conformément aux dispositions ci-dessus, avant l'expiration du délai pour lequel la concession aurait été prolongée.

(1) L'article 20 peut contenir des conditions spéciales qui seraient stipulées pour la fourniture de l'énergie à certaines catégories d'abonnés.

(2) La durée ne peut être supérieure à cinquante ans.

Dans le cas où la distribution ferait l'objet d'une concession nouvelle, le concessionnaire sortant aura un droit de préférence s'il accepte les conditions du nouveau cahier des charges définitif.

ART. 22. — *Reprise des installations en fin de concession.* — A l'époque fixée pour l'expiration de la concession, l'Etat aura, moyennant un préavis de trois ans, la faculté de se subroger aux droits du concessionnaire et de prendre possession de tous les immeubles et ouvrages de la distribution et de ses dépendances.

Si l'Etat use de cette faculté, les usines, sous-stations et postes de transformateurs et de coupure, le matériel électrique et mécanique ainsi que les canalisations et branchements faisant partie de la concession lui seront remis gratuitement et il ne sera attribué d'indemnité au concessionnaire que pour la portion du coût de ces installations qui sera considérée comme n'étant pas amortie. Cette indemnité sera égale aux dépenses, dûment justifiées, supportées par le concessionnaire pour l'établissement de ceux des ouvrages ci-dessus énumérés subsistant en fin de concession qui auront été régulièrement exécutés pendant les n dernières années de la concession en ce qui concerne les constructions, dans les $n/2$ dernières années de la concession en ce qui regarde l'appareillage, sauf déduction pour chaque ouvrage de $1/n$, en ce qui a trait aux constructions et de $2/n$ en ce qui touche l'appareillage, de la partie de sa valeur supportée par le concessionnaire pour chaque année écoulée depuis son achèvement. Toutefois, si le concessionnaire justifie que, malgré sa bonne gestion, il a été dans l'impossibilité d'effectuer au cours de certaines années d'exploitation, des amortissements de $1/n$ et $2/n$ prévus ci-dessus par suite d'insuffisance des produits d'exploitation de la concession, les déductions à faire pour les exercices correspondants ne s'élèveront qu'au montant des amortissements que le concessionnaire aura pu réellement opérer au moyen des produits de ces mêmes exercices.

Les dépenses de construction comprennent, outre les dépenses concernant les immeubles proprement dits, tous les frais relatifs aux pylônes et supports et aux lignes ellesmêmes; les dépenses d'appareillage comprennent les frais relatifs aux isolateurs, aux appareils de sécurité, de contrôle ou de mesure, à l'équipement électrique et à l'outillage. L'indemnité sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront l'expiration de la concession. Cependant si, trois mois au moins avant la date d'expiration de la concession, le concessionnaire justifie de dettes, emprunts ou autres charges concernant la concession, et venant à échéance dans ladite période de six mois suivant la date d'expiration de concession, il en sera dressé un état, visé par l'ingénieur en chef, et l'Etat sera tenu d'assurer, dans la limite du montant de l'indemnité à allouer au concessionnaire, le service de ces dettes, emprunts ou charges, à leur échéance.

En ce qui concerne le mobilier et les approvisionnements, l'Etat se réserve le droit de les reprendre en totalité ou pour telle partie qu'il jugera convenable, mais sans pouvoir y être contraint. La valeur des objets repris sera fixée à l'amiable ou à dire d'experts et payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront leur remise à l'Etat.

Si l'Etat ne prend pas possession de la distribution, le concessionnaire sera tenu d'enlever à ses frais, sans indemnité, toutes celles de ses installations qui se trouvent sur ou sous les voies publiques; il pourra toutefois abandonner sans indemnité les canalisations souterraines, à condition qu'elles n'apportent aucune gêne aux services publics.

Dans tous les cas, l'Etat aura la faculté, sans qu'il en résulte un droit à indemnité pour le concessionnaire, de prendre pendant les six derniers mois de la concession, toutes mesures utiles pour assurer la continuité de la distribution de l'énergie en fin de concession, en réduisant au minimum la gêne qui en résultera pour le concessionnaire. Il pourra notamment, si les sous-stations et postes de transformateurs n'appartiennent pas en propre au concessionnaire ou si celui-ci ne produit pas le courant dans des usines faisant partie de la concession, desservir directement les abonnés par des usines, sous-stations ou postes de transformateurs nouveaux, en percevant à son profit le prix de vente de l'énergie, et, d'une manière générale, prendre toutes les mesures nécessaires pour effectuer le passage progressif de la concession ancienne à une concession ou à une entreprise nouvelle.

ART. 23. — *Rachat de la concession.* — A l'expiration d'un délai de vingt-cinq ans, à compter de la date de l'approbation de la concession, l'Etat aura le droit de racheter la concession entière moyennant un préavis de deux ans. Toutefois le rachat pourra avoir lieu à toute époque s'il est opéré en application de la loi du 19 juillet 1922 concernant les réseaux de transport d'énergie électrique à haute tension.

Le concessionnaire aura le droit de choisir entre les deux modes suivants de payement de l'indemnité de rachat :

A. *Premier mode de payement.* — Le concessionnaire recevra pour indemnité :

1° Pendant chacune des années restant à courir jusqu'à l'expiration de la concession, une annuité égale au produit net moyen des sept années d'exploitation précédant celle où le rachat sera effectué, déduction faite des deux plus mauvaises.

Le produit net de chaque année sera calculé en retranchant des recettes toutes les dépenses faites pour l'exploitation de la distribution, y compris l'entretien et le renouvellement des ouvrages et du matériel, ainsi que les sommes versées, conformément aux indications de l'article 5, soit à l'Etat à titre de loyer, soit aux collectivités intéressées à titre de redevance, mais non compris les charges du capital ni l'amortissement des dépenses de premier établissement. Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

2° Une somme égale aux dépenses dûment justifiées supportées par le concessionnaire pour l'établissement de ceux des ouvrages de la concession subsistant au moment du rachat, non compris ceux définis par le premier alinéa de l'article 6 ci-dessus, qui auront été régulièrement exécutés, pendant les p années précédant le rachat en ce qui concerne les constructions, pendant les $p/2$ années en ce qui concerne l'appareillage, sauf déduction pour chaque ouvrage, de $1/p$ en ce qui concerne la construction et de $2/p$ en ce qui concerne l'appareillage de la partie de sa valeur supportée par le concessionnaire pour chaque année écoulée depuis son achèvement.

B. *Deuxième mode de payement.* — Le concessionnaire recevra une indemnité égale aux dépenses utiles et justifiées de premier établissement, supportées par lui, y compris les frais de constitution de société, s'il y a lieu, dans la limite d'un maximum de...

Dans le cas où le montant des insuffisances annuelles, qui se seraient produites depuis l'origine de la concession dépasserait le montant des excédents annuels constatés pendant la même durée, la différence serait ajoutée à l'indemnité ci-dessus.

L'excédent ou l'insuffisance de chaque année sera égal à la différence entre la recette brute et les charges énumérées ci-après :

1° Frais d'exploitation, y compris les sommes versées conformément à l'article 5, soit à l'Etat à titre de loyer, soit aux collectivités intéressées, au titre de redevances;

2° Frais de renouvellement des ouvrages et du matériel;

3° Intérêt et amortissement des emprunts contractés pour l'établissement de la distribution, sans que le montant total des amortissements à admettre en compte pour le calcul des insuffisances puisse dépasser 1/3 du montant desdits emprunts ;

4° Intérêt, au taux déterminé en ajoutant deux points au taux du revenu donné par la rente perpétuelle française comportant l'intérêt nominal le plus élevé, d'après le cours moyen de cette rente, pendant l'année considérée, des sommes fournies par le concessionnaire au moyen de ses propres ressources et de son capital-action.

L'Etat sera également tenu de se substituer au concessionnaire pour l'exécution des traités d'abonnement en cours visés par l'article 18 ci-dessus ainsi que des contrats d'achat d'énergie et des autres engagements pris par lui en vue d'assurer la marche normale de l'exploitation, et de reprendre les approvisionnements en magasin ou en cours de transport ainsi que le mobilier de la distribution. La valeur des objets repris sera fixée à l'amiable ou à dire d'experts et sera payée au concessionnaire dans les six mois qui suivront leur remise à l'Etat.

ART. 24. — *Remise des ouvrages.* — En cas de rachat, ou en cas de reprise à l'expiration de la concession, le concessionnaire sera tenu de remettre à l'Etat tous les ouvrages et le matériel de la distribution, en bon état d'entretien.

L'Etat pourra retenir, s'il y a lieu, sur les indemnités dues au concessionnaire, les sommes nécessaires pour mettre en bon état toutes les installations.

Lorsque l'Etat usera de la faculté, à lui réservée, de reprendre les installations en fin de concession, il pourra se faire remettre les revenus de la distribution dans les deux dernières années qui précéderont le terme de la concession et les employer à rétablir en bon état les installations, si le concessionnaire ne se met pas en mesure de satisfaire pleinement et entièrement à cette obligation et si le montant de l'indemnité à prévoir en raison de la reprise de la distribution par l'Etat, joint au cautionnement, n'est pas jugé suffisant pour couvrir les dépenses des travaux reconnus nécessaires.

ART. 25. — *Déchéance et mise en régie provisoire.* — Si le concessionnaire n'a pas présenté les projets d'exécution, ou s'il n'a pas achevé et mis en service les lignes de distribution dans les délais et conditions fixés par le cahier des charges, il encourra la déchéance qui sera prononcée, après mise en demeure, par décret, sauf recours par la voie contentieuse.

Si la sécurité publique vient à être compromise, le préfet, après avis de l'ingénieur en chef du contrôle prendra, aux frais et risques du concessionnaire, les mesures provisoires nécessaires pour prévenir tout danger. Il soumettra au ministre des Travaux publics les mesures qu'il aura prises à cet effet. Le ministre prescrira, s'il y a lieu, les modifications à apporter à ces mesures et adressera au concessionnaire une mise en demeure fixant le délai à lui imparti pour assurer à l'avenir la sécurité de l'exploitation.

Si l'exploitation vient à être interrompue en partie ou en totalité, il y sera également pourvu aux frais et risques du concessionnaire. Le préfet de chaque département intéressé soumettra immédiatement au ministre des Travaux publics les mesures qu'il compte prendre pour assurer provisoirement le service de la distribution. Le ministre statuera sur ces propositions et adressera une mise en demeure fixant un délai au concessionnaire pour reprendre le service.

Si, à l'expiration du délai imparti, dans les cas prévus aux deux alinéas qui précèdent, il n'a pas été satisfait à la mise en demeure, la déchéance pourra être prononcée.

La déchéance pourra également être prononcée si le concessionnaire, après mise en demeure, ne reconstitue pas le cautionnement prévu à l'article 31 ci-après, dans le cas où des prélèvements auraient été effectués sur ce cautionnement en conformité des dispositions du cahier des charges.

La déchéance ne serait pas encourue dans le cas où le concessionnaire n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

ART. 26. — *Procédure en cas de déchéance.* — Dans le cas de déchéance, il sera pourvu tant à la continuation et à l'achèvement des travaux qu'à l'exécution des autres engagements du concessionnaire au moyen d'une adjudication qui sera ouverte sur une mise à prix des projets, des terrains acquis, des ouvrages exécutés, du matériel et des approvisionnements.

Cette mise à prix sera fixée par le ministre des Travaux publics, le concessionnaire entendu.

Nul ne sera admis à concourir à l'adjudication s'il n'a, au préalable, été agréé par le ministre des Travaux publics et s'il n'a fait, soit à la Caisse des dépôts et consignations, soit à la Trésorerie générale du département de..... un dépôt de garantie égal au montant du cautionnement prévu par le présent cahier des charges.

L'adjudication aura lieu suivant les formes indiquées aux articles 11, 12, 13, 15 et 16 de l'ordonnance royale du 10 mai 1829.

L'adjudicataire sera soumis aux clauses du présent cahier des charges et substitué aux droits et charges du concessionnaire évincé, qui recevra le prix de l'adjudication.

Si l'adjudication ouverte n'amène aucun résultat, une seconde adjudication sera tentée, sans mise à prix, après un délai de trois mois. Si cette seconde tentative reste également sans résultat, le concessionnaire sera définitivement déchu de tous droits; les ouvrages et le matériel de la distribution ainsi que les approvisionnements deviendront, sans indemnité, la propriété de l'Etat.

Chapitre V. — Clauses diverses.

ART. 27. — *Redevances.* — Les redevances, prévues par l'article 18 (7°) de la loi du 15 juin 1906, pour l'occupation du domaine public national départemental et communal, seront fixées conformément aux prescriptions du décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets des 7 septembre 1912 et 17 mai 1921.

ART. 28. — *Etats statistiques et contrôle des recettes.* — Le concessionnaire sera tenu de remettre chaque année, à l'ingénieur en chef du Contrôle, un compte rendu statistique de son exploitation.

Ce compte rendu sera établi conformément au modèle arrêté par le ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Electricité et pourra être publié en tout ou partie.

L'ingénieur en chef aura le droit de contrôler ce compte rendu, à cet effet, les agents du contrôle dûment accrédités pourront se faire présenter toutes pièces de comptabilité nécessaires pour sa vérification.

ART. 29. — *Impôts et droits d'octroi.* — Tous les impôts établis par l'Etat, les départements ou les communes, y compris les impôts relatifs aux immeubles de la distribution, seront à la charge du concessionnaire.

Au cas où des impôts nouveaux, concernant la vente, la production, la distribution, le transport ou la consommation de l'énergie électrique, frapperaient le concessionnaire, ce dernier se réserve le droit de demander une augmentation des tarifs maxima fixés à l'article 11 ci-dessus. Il sera statué sur cette demande comme en matière de revision de tarifs.

ART. 30. — *Pénalités.* — Faute par le concessionnaire de remplir les obligations qui lui sont imposées par le présent cahier des charges, des amendes pourront lui être infligées, sans préjudice, s'il y a lieu, de dommages et intérêts envers les tiers intéressés. Les amendes seront prononcées au profit de l'Etat, par le préfet, après avis de l'ingénieur en chef du Contrôle.

Les amendes seront appliquées dans les conditions suivantes :

En cas d'interruption générale non justifiée du courant, amende de..... par heure d'interruption;

En cas de manquement aux obligations imposées par les articles 6, 9, 13, 14 et 28 du présent cahier des charges et par chaque infraction, amende de..... par jour, jusqu'à ce que l'infraction ait cessé [1].

ART. 31. — *Cautionnement.* — Avant la signature de l'acte de concession, le concessionnaire déposera, soit à la Caisse des Dépôts et Consignations, soit à la Trésorerie générale du département de..... une somme de..... en numéraire ou en rentes sur l'Etat, en obligations garanties par l'Etat ou en bons du Trésor, dans les conditions prévues par les lois et règlements pour les cautionnements en matière de travaux publics.

[1] Les amendes prévues peuvent n'être pas les mêmes pour les infractions aux divers articles mentionnés dans ce paragraphe.

La somme ainsi versée formera le cautionnement de l'entreprise.

Sur le cautionnement seront prélevés le montant des amendes stipulées à l'article 30, ainsi que les dépenses faites en raison des mesures prises aux frais du concessionnaire pour assurer la sécurité publique ou la reprise de l'exploitation en cas de suspension, conformément aux prescriptions du présent cahier des charges.

Toutes les fois qu'une somme quelconque aura été prélevée sur le cautionnement, le concessionnaire devra le compléter à nouveau dans un délai de quinze jours, à dater de la mise en demeure qui lui sera adressée à cet effet.

La moitié du cautionnement sera restituée au concessionnaire après achèvement des ouvrages et canalisations visés au premier alinéa de l'article 6 et dessus; l'autre moitié lui sera restituée en fin de concession. Toutefois, en cas de déchéance, la partie non restituée du cautionnement restera définitivement acquise à l'Etat.

ART. 32. — *Agents du concessionnaire.* — Les agents et gardes que le concessionnaire aura fait assermenter pour la surveillance et la police de la distribution et de ses dépendances seront porteurs d'un signe distinctif et seront munis d'un titre constatant leurs fonctions.

ART. 32 bis. — En conformité de l'article 7 de la loi du 30 janvier 1923, le concessionnaire devra réserver aux invalides de guerre, dans les conditions stipulées au tableau E annexé au décret du 18 octobre de la même année, les emplois mentionnés à ce tableau.

ART. 33. — *Cession ou modification de la concession.* — Toute cession partielle ou totale de la concession, tout changement de concessionnaire, ne pourront avoir lieu, à peine de déchéance, qu'en vertu d'une autorisation donnée par le préfet ou par le ministre des Travaux publics, suivant les conditions établies par l'article 7, 1er alinéa de la loi du 15 juin 1906.

ART. 34. — *Jugement des contestations.* — Les contestations qui s'élèveraient entre le concessionnaire et l'Administration au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses du présent cahier des charges seront jugées par le conseil de préfecture du département de..... sauf recours au Conseil d'Etat.

ART. 35. — *Election de domicile.* — Le concessionnaire devra faire élection de domicile à......

Dans le cas où il ne l'aurait pas fait, toute notification ou signification à lui adressée sera valable lorsqu'elle sera faite à la Préfecture de............

ART. 36. — *Frais d'enregistrement.* — Les frais de timbre et d'enregistrement du présent cahier des charges et des conventions annexées seront supportés par le concessionnaire.

Sur l'imposition au titre du revenu des valeurs mobilières des rémunérations supplémentaires données aux ouvriers et employés qui sont en même temps actionnaires de l'entreprise.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1141 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

20095. — M. Charles Bernard, député, expose à M. le ministre des Finances que les statuts d'une société prévoient, afin d'encourager à l'épargne les ouvriers et employés qu'elle emploie, que, outre le dividende normal, les ouvriers et employés actionnaires recevront, quel que soit le nombre d'actions qu'ils possèdent, une rémunération supplémentaire et égale, prélevée sur les bénéfices, et demande si, dans cette hypothèse, l'Administration est fondée, à soutenir que cette rémunération a le caractère d'un produit de l'action passible de l'impôt, étant donné que pour y avoir droit, l'actionnaire doit avoir aussi la qualité d'employé ou d'ouvrier, et que la loi du 29 juin 1872 s'applique exclusivement aux produits de l'action attribuée au possesseur en sa seule qualité d'actionnaire, à l'exclusion de tous autres qualités. (Question du 15 janvier 1924.)

Réponse. — Réponse affirmative. Si, en vertu des statuts, certains actionnaires, qui sont, en même temps ouvriers ou employés de l'entreprise, reçoivent une majoration de revenu prélevée sur les bénéfices, cet avantage, qui a sa cause directe dans la détention d'une ou plusieurs actions de la société, constitue bien un produit d'action, au sens des lois des 29 juin 1872 et 29 mars 1914. Il importe peu, que seuls, puissent prétendre à cette majoration les actionnaires qui sont, en outre, ouvriers ou employés de la société. Une telle particularité ne peut pas suffire à mettre obstacle à l'exigibilité de l'impôt sur le revenu des valeurs mobilières, du moment où la loi ne subordonne pas l'exigibilité de cet impôt à la condition que les produits des actions soient attribués aux associés, en leur seule qualité d'actionnaires.

Sur l'imposition au titre des revenus des valeurs mobilières du boni de liquidation d'une société en commandite.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1141 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés, la question et la réponse qui suivent :

20094. — M. Charles Bernard, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si l'impôt de 10 pour 100 est dû sur le boni de liquidation, en l'espèce, à 200000 fr, dans le cas où une société en commandite simple au capital de 1 million, versé à concurrence de 300000 fr par les associés gérants et de 700000 fr par les commanditaires fait apport de tout son actif à une société anonyme moyennant l'attribution de 1200000 actions d'apport, étant entendu que bien le bénéfice normal soit fixé forfaitairement, il a été stipulé que la plus-value prise par l'actif social serait répartie par moitié entre les associés gérants et les commanditaires; 2° s'il en est de même lorsque la répartition du bénéfice et celle de la plus-value sont fixées par l'assemblée générale des associés. (Question du 15 janvier 1924.)

Réponse. — Le revenu imposable est déterminé pour les commandites simples, par les délibérations des conseils d'administration des intéressés ou par les délibérations de l'assemblée générale lorsque les statuts lui confèrent le pouvoir de fixer les dividendes. A défaut de ces éléments d'appréciation la taxe est perçue sur la base forfaitaire prévue à l'article 2, n° 3, de la loi du 29 juin 1872, c'est-à-dire sur l'évaluation à raison de 5 pour 100 du montant de la commandite. Dans ce dernier cas, la perception de la taxe forfaitaire annuelle couvre tous les faits de distribution, qu'ils interviennent au cours de l'entreprise ou lors de la liquidation. Au contraire, si le forfait n'est pas applicable, c'est-à-dire si le boni de liquidation a été déterminé par le Conseil d'administration ou par l'assemblée générale des associés agissant en vertu du pacte social, l'impôt est dû sur la part de boni qui doit revenir aux commanditaires d'après les clauses de l'acte constitutif de la société ou, à défaut, d'après les dispositions de l'article 1853 du Code civil.

8e Année. Tome XV — No 17. 26 Avril 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine No 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — No 17. 26 AVRIL 1924.

AVIS. — *Messieurs les Actionnaires de la « Revue générale de l'Electricité » sont convoqués en* **Assemblée générale ordinaire annuelle**, *conformément à l'article 30 des statuts pour le* **lundi 12 mai 1924** *à 11 h 30, au siège social, 12, place de Laborde, à Paris.*

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires, quel que soit le nombre des actions possédées par eux.

Tout actionnaire, pour avoir le droit d'assister ou de se faire représenter à l'Assemblée générale, doit être inscrit sur les registres de la Société seize jours au moins avant celui fixé pour la réunion.

Comité national français de l'Éclairage. — Séance du 28 mars 1924. — Cette séance, tenue au siège social, 12, rue de Clichy, avait pour objet l'examen des modifications qu'il convenait d'apporter aux statuts primitifs du Comité en vue d'étendre sa compétence aux questions concernant le chauffage.

Avant de procéder à cet examen, le président du Comité, M. F. Rouland, administrateur délégué de la Société du Gaz de Paris, fait savoir que, dans sa séance du 20 février 1924, le Bureau du Comité a été appelé à étudier la question de l'admission, au sein du Comité national français de l'Éclairage, du Comité de Chauffage « Eau et Vapeur ». Se basant sur le précédent, porté à sa connaissance, il y a quelques mois, de la constitution, en Italie, d'un Comité d'Éclairage et de Chauffage, le Bureau a été d'avis qu'il y aurait intérêt, sous tous rapports, à admettre le Comité de Chauffage « Eau et Vapeur », étant entendu que les groupements déjà constitués ou qui seraient constitués en vue de l'étude des divers autres procédés de chauffage pourraient également se faire représenter au Comité national français de l'Éclairage, lequel prendrait dès lors le nom de Comité français de l'Éclairage et du Chauffage.

Cette proposition du Bureau ayant été approuvée par le Comité, les modifications qu'il convenait d'apporter aux statuts ont été examinées et adoptées.

Comité français de l'Éclairage et du Chauffage : Séance du 28 mars 1924. — Sous sa nouvelle appellation, le Comité national français de l'Éclairage a procédé à l'examen des questions portées à l'ordre du jour de la séance.

Après adoption du procès-verbal de la séance du 14 décembre 1923 (1), le Comité est informé que la Société française de Physique a désigné M. Cotton, membre de

(1) Le résumé du procès-verbal de la séance du 19 octobre 1923 a été donné dans le numéro de la « Revue générale de l'Electricité » du 27 octobre, t. XIV, page 609; il n'a pas été publié de résumé de celui de la séance du 14 décembre, les questions portées à l'ordre du jour de cette séance étant d'ordre intérieur.

l'Institut pour remplacer M. Violle. Il est ensuite procédé à l'admission du Comité de Chauffage, « Eau et Vapeur » et de ses délégués : MM. Arquembourg. Boeringer, Cellerier, Leroy. Maubras. André Nessi et Émile Nessi. A ce propos, M. Rouland, président. fait part de la décision du Comité de Chauffage, « Eau et Vapeur » de verser une subvention annuelle de 6 000 fr en dehors de la cotisation normale de chacun de ses délégués.

Les nouveaux statuts prévoyant la nomination d'un quatrième vice-président, M. Cellerier est nommé vice-président.

Il est ensuite donné connaissance au Comité des titres des rapports et communications qui lui seront remis pour être transmis avant le 31 mai au Bureau central de la Commission internationale de l'Éclairage et présentés à la session de cette Commission qui aura lieu à Genève du 21 au 25 juillet 1924. Sous réserve des modifications qui pourraient y être ultérieurement apportées, voici la liste de ces rapports et communications :

Rapport sur les grandeurs et unités photométriques, par A. Blondel;

Rapport sur les travaux concernant le vocabulaire de l'éclairage, par P. Janet ;

Rapport sur les travaux du Comité international de la Photométrie hétérochrome, par Ch. Fabry;

Rapport sur les travaux de la Commission nationale de l'Eclairage dans les usines et les écoles, par Maurice Leblanc ;

Rapport sur les travaux de la Commission nationale des Projecteurs d'automobiles, par P. Bossu ;

Photométrie au moyen d'appareils portatifs. par A. Blondel ;

Recherches sur l'étalon primaire d'intensité lumineuse, par Fleury ;

Recherches sur les étalons lumineux employés en sensitométrie, par Jules Baillaud ;

Recherches concernant la photométrie hétérochrome, par R. Jouaust ;

Recherches concernant l'éclairement produit par la lumière du jour, par R. Jouaust ;

Douilles spéciales de lampes pour essais photométriques, par G. Lebaupin ;

Essais sur les projecteurs d'automobiles. par P. Bossu ;

Essais photométriques sur des glaces spéciales pour projecteurs d'automobiles, par J.-F. Cellerier ;

Dispositif nouveau pour la signalisation lumineuse des rues et carrefours, pour réclames lumineuses, pour immeubles, etc. (électricité et gaz), par J.-F Cellerier ;

L'éclairage des voies publiques, à Paris, par le gaz et par l'électricité, par H. Laurain et J. Mariage.

Mesures de l'éclairement obtenu par l'emploi des lampes à gaz surpressé sur le boulevard Raspail. par F. Laporte.

Sur la demande du secrétaire de la Commission internationale de l'Eclairage, le Comité est informé que, quelques jours avant la réunion de cette Commission à Genève se tiendra dans la même ville, du 18 au 20 juillet, la première Réunion internationale pour l'Etude de Problèmes d'Hygiène du Travail qui a mis à l'ordre de jour de ses travaux la question suivante : Eclairage industriel et fatigue oculaire. Les membres de la Commission internationale de l'Eclairage sont invités à prendre part à cette réunion et à participer à la discussion de cette question (1).

M. P. Bossu, président de la Commission des Projecteurs d'automobiles, présente quelques exemplaires de l'ouvrage « Le nouveau Code de la route », par M. J. Noullens, chef de bureau au Ministère des Travaux publics, où est publiée la « nouvelle réglementation sur l'éclairage des automobiles », à l'établissement de laquelle a pris part la commission qu'il préside. Il informe le Comité qu'il est question de réunir une conférence internationale pour la réglementation de la circulation des automobiles dans le monde ; cette conférence serait convoquée par le Ministère des Travaux publics. Il demande, en outre, qu'un vœu soit émis par le Comité en faveur de la réunion prochaine de cette conférence internationale et que ce vœu soit transmis aux Pouvoirs publics. Cette proposition est acceptée.

Bibliographie : La Radiotéléphonie. Emission, réception, montage de postes d'amateurs, applications, par Carlo Tocbé, ancien élève de l'Ecole polytechnique (1). — L'actualité de la question, d'une part, et les qualités particulières du présent ouvrage, d'autre part, ont rapidement épuisé la première édition et décidé l'auteur à en donner une deuxième conservant le plan général de l'ensemble mais apportant quelques compléments nouveaux destinés à le mettre parfaitement à jour.

Nos lecteurs trouveront dans la « Revue générale de l'Electricité », du 30 décembre 1922, t. XII, p. 1 003 l'analyse bibliographique que nous avons consacrée à cette publication. Rappelons que cet exposé simple et rigoureux à la fois permettra à ceux qui s'intéressent à ces questions de se reconnaître au milieu de tous les appareils et différents montages dont la complication augmente continuellement. — B. E.

(1) D'après les renseignements qui nous ont été adressés par le Comité suisse d'Organisation, le but de cette Réunion internationale est de participer à l'étude des questions d'hygiène qui sont du ressort du Bureau international du Travail, dont le siège est à Genève. Voici, à ce sujet, un extrait de la circulaire qui nous a été envoyée :

« Quelques membres de la Commission consultative d'Hygiène industrielle de l'Organisation du Travail, par l'organe de la Direction du Bureau international du Travail ont souligné « tout » l'intérêt qui s'attacherait à l'organisation d'un congrès de » médecins hygiénistes en vue d'étudier divers problèmes d'hy» giène industrielle qui s'imposent à l'heure actuelle de façon » toute particulière à l'attention des spécialistes.

» Ils ont, en outre, été amenés à penser qu'en dehors de l'in» térêt général que présenterait une semblable réunion, le Ser» vice d'Hygiène du Bureau international du Travail pourrait à » la fois bénéficier des opinions éclairées formulées par des » sommités scientifiques participant aux travaux du congrès et, » dans une certaine mesure, continuer l'œuvre entreprise en » poursuivant à l'occasion de son activité quotidienne l'étude » des problèmes qui auraient ainsi fait l'objet d'un premier » examen d'ensemble.

» Parmi ces questions qui, dans l'opinion de la Commission » consultative d'Hygiène industrielle, auraient pu utilement faire » l'objet des travaux d'un congrès de cette nature, se trouvent » celle de l'*éclairage industriel et de la fatigue oculaire*, celle de » l'air vicié des ateliers et celle de la valeur des tests de la » fatigue.

» Il a paru que le lieu le plus favorable pour organiser ce con» grès était Genève ».

» Comme suite à ces suggestions, un groupe de personnes s'intéressant aux problèmes d'hygiène industrielle s'est réuni à Berne le 9 octobre 1923 et, après examen de la question et d'accord avec la Direction du Bureau international du Travail et de son Service d'Hygiène, s'est constitué en Comité suisse d'Organisation de la Réunion internationale pour l'Etude des Problèmes d'Hygiène du Travail ».

L'ordre du jour de la première réunion a été limité aux trois questions indiquées plus haut : 1° Eclairage industriel et fatigue oculaire ; 2° Air vicié des ateliers ; 3° Valeur des tests de la fatigue.

Ajoutons que tous les spécialistes peuvent participer à cette réunion, qu'il ne leur sera pas demandé de cotisation et qu'ils peuvent obtenir tout renseignement complémentaire en s'adressant au Dr Gauthier, secrétaire du Comité suisse d'Organisation, Institut d'Hygiène de l'Institut de Genève.

(1) Un volume format 24 cm × 16 cm de VIII + 118 pages, avec 51 figures dans le texte, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 10 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur la similitude dans les questions d'hydrodynamique

Etude sur les coudes brusques à 90°

Dans un précédent article sur la similitude dans les questions d'hydrodynamique, publié dans la « Revue générale de l'Electricité [1]*, MM. C. Camichel et L. Escande ont exposé le résultat de leurs recherches pour cinq cas différents et montré que les phénomènes sont représentés par la loi de Froude. Poursuivant ces études, MM. Escande et Ricaud ont présenté, à la séance du 25 février 1924 de l'Académie des Sciences, une note* [2] *au sujet des deux nouveaux cas distincts suivants : cas d'un coude brusque à 90° ; cas d'un canal découvert, surface de discontinuité produite par un obstacle cylindrique. Dans l'étude ci-après, les auteurs, n'envisageant que le premier cas, ont complété et légèrement modifié les résultats exposés dans la note présentée à l'Académie des sciences. Le lecteur trouvera, sous la rubrique « Revues, analyses et informations », la reproduction de la note en ce qui concerne le deuxième cas.*

I. **Etude de la similitude.** — Nous avons opéré sur deux modèles semblables. Le coude était constitué par deux tronçons de conduite en zinc de diamètre D, à angle droit ayant leurs axes dans un même plan horizontal. La longueur du tronçon amont était L_1 ; celle du tronçon aval, L_2. L'extrémité aval portait un ajutage tronconique, dont le diamètre de sortie était $d = \frac{3}{4} D$. L'écoulement était provoqué par une charge H (évaluée en centimètres d'eau) sur l'axe de la conduite.

Les dimensions D', L'_1, L'_2, d' du petit modèle et les charges correspondantes H', sous lesquelles on opérait, étaient telles que

$$\frac{D}{D'} = \frac{L_1}{L'_1} = \frac{L_2}{L'_2} = \frac{d}{d'} = \frac{H}{H'} = \lambda' = 6.$$

On avait ainsi

$$D = 24 \text{ cm}, \quad L_1 = 360 \text{ cm}, \quad L_2 = 216 \text{ cm}, \quad d = 18 \text{ cm}.$$
$$D' = 4 \text{ cm}, \quad L'_1 = 60 \text{ cm}, \quad L'_2 = 36 \text{ cm}, \quad d' = 3 \text{ cm}.$$

Pour chaque modèle nous avons, d'une part, mesuré les débits correspondant à des charges déterminées que nous appellerons Q pour le grand modèle et Q', pour le petit modèle et, d'autre part, étudié dans les mêmes conditions d'écoulement, la répartition des pressions le long de la génératrice extérieure contenue dans le plan horizontal de l'axe.

Nous avons obtenu, pour différentes valeurs de H, les débits suivants :

$$\begin{cases} H = 420 \text{ cm}, & Q = 167 \quad \text{l : s}, \\ H' = 70 \text{ cm}, & Q' = 1{,}93 \quad \text{l : s}, \end{cases} \quad \frac{Q}{Q'} = 86{,}7 ;$$

$$\begin{cases} H = 396 \text{ cm}, & Q = 163{,}5 \quad \text{l : s}, \\ H' = 66 \text{ cm}, & Q' = 1{,}825 \quad \text{l : s}, \end{cases} \quad \frac{Q}{Q'} = 89{,}5 ;$$

$$\begin{cases} H = 300 \text{ cm}, & Q = 143{,}5 \quad \text{l : s}, \\ H' = 50 \text{ cm}, & Q' = 1{,}62 \quad \text{l : s}, \end{cases} \quad \frac{Q}{Q'} = 88{,}7 ;$$

D'après la loi de Froude, on doit avoir

$$\frac{Q}{Q'} = \lambda'^{\frac{5}{2}} = 88{,}3.$$

La vérification est donc satisfaisante. Il en résulte que le rapport des pertes de charge dues aux courbes dans les deux modèles est $\frac{\Delta H}{\Delta H'} = \lambda'$.

Pour étudier la similitude des pressions, nous avons construit les courbes x', h' ayant pour abscisses les distances du sommet du coude aux prises du manomètre et pour ordonnées, les valeurs correspondantes de la pression (fig. 1). On a construit de même les courbes $\frac{x}{6}$, $\frac{h}{6}$ pour le grand modèle.

On a indiqué sur la même figure les points correspondant au petit et au grand modèle. On voit que les pressions sont dans le rapport de similitude.

Des expériences analogues ont été faites sur un coude constitué par deux tronçons de conduite de 1 cm de diamètre et elles ont donné pour les débits et les pres-

(1) C. Camichel et L. Escande : Sur la similitude dans les questions d'hydrodynamique. *Revue générale de l'Electricité*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 83-86.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 752-755.

sions, une concordance extrêmement satisfaisante avec les autres modèles. On peut dire, par conséquent, que pour les coudes brusques à 90° la similitude s'applique à des modèles dans le rapport de 1 à 24.

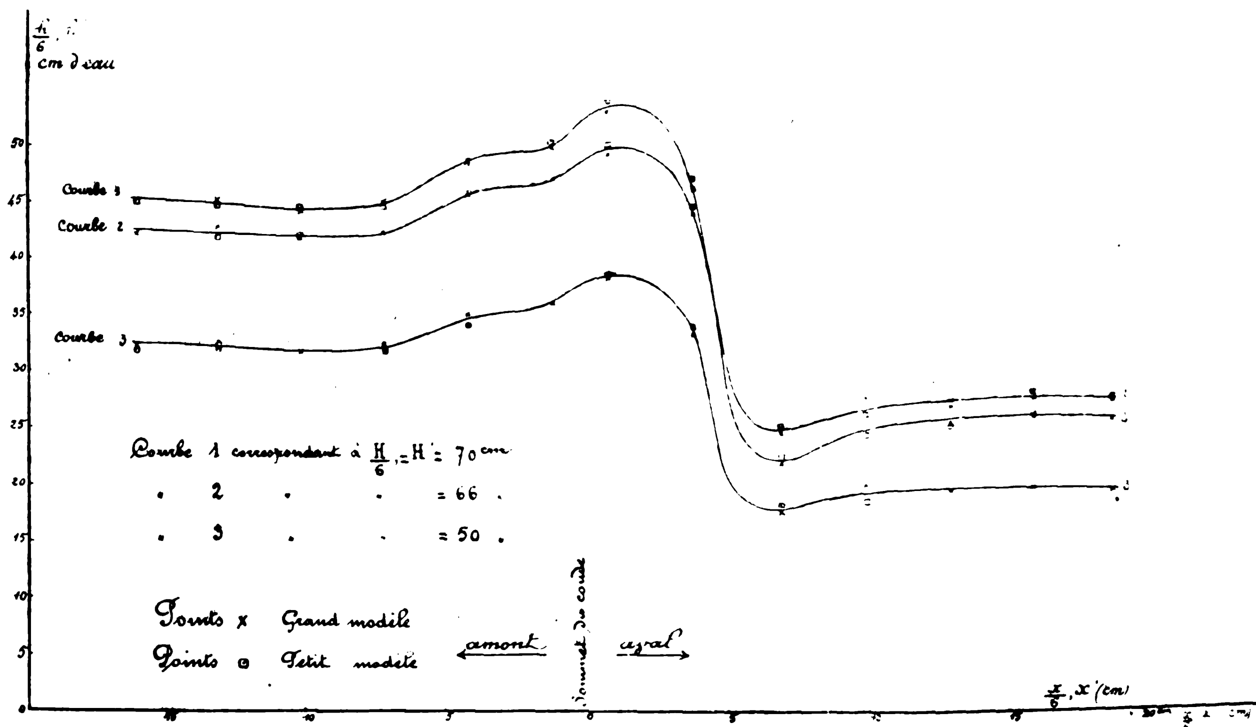


Fig. 1. — Courbes x', h' et $\frac{x}{6}, \frac{h}{6}$ à différentes charges.

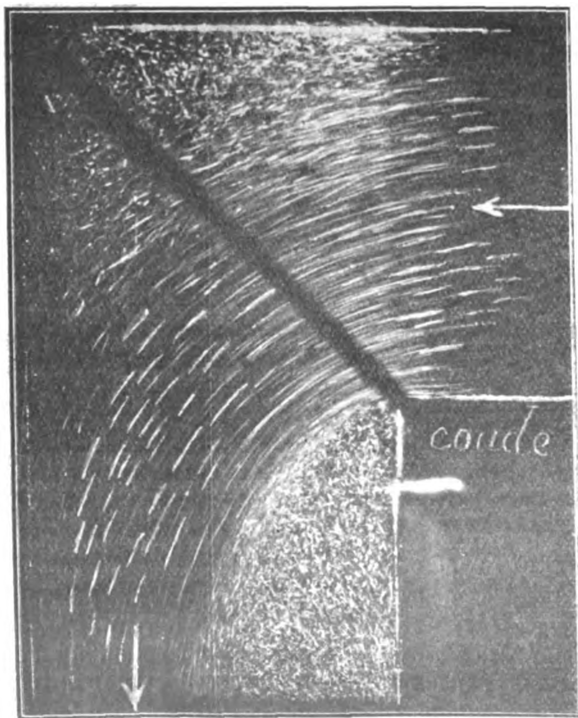


Fig. 2. — Photographie des filets liquides dans le plan horizontal médian d'un coude à section carrée de 4 cm × 4 cm.

II. Etude de la forme des filets liquides. — Nous avons utilisé une conduite de verre, de section carrée (4 cm × 4 cm), pour éviter des difficultés de construction; les deux tronçons formant le coude avaient chacun 93 cm de long. Nous avons photographié les filets contenus dans le plan horizontal médian du coude (fig. 2).

On remarque sur la photographie :

1° Une surface de discontinuité partant du sommet intérieur du coude vers l'aval;

2° Une zone tourbillonnaire dans la région du sommet extérieur du coude.

Nous avons constaté que la forme de la surface de discontinuité était indépendante de la vitesse [1] dans les limites de nos expériences (vitesses variant de 0,07 m : s à 1 m : s).

Nous avons ensuite construit un coude en zinc de section carrée ayant les mêmes dimensions que le coude en verre et dressé les courbes x', h' comme pour les conduites circulaires.

Voici les résultats obtenus avec une charge correspondant à une hauteur de 50 cm d'eau sur l'axe de la conduite.

[1] Un résultat analogue avait été trouvé par l'un de nous dans des circonstances différentes. C. Camichel et M. Ricaud; Sur les surfaces de discontinuité. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 442-444; *Revue générale de l'Électricité*, 16 février 1924, t. XV, p. 254.

a) Répartition des pressions le long de la génératrice extérieure.

	x' cm	h' cm
Amont ↑	16	22,7
	13	22,4
	10	22,1
	7	22,8
	4	26,9
	1	26,7
sommet extérieur du coude		
Aval ↓	1	28,8
	4	27,5
	7	0,5
	10	— 5
	13	0,5
	16	3,5
	19	3,5

b) Répartition des pressions le long de la génératrice intérieure.

	x' cm	h' cm
Amont ↑	3,5	22
	0,5	6,5
sommet intérieur du coude		
Aval ↓	0,5	— 16
	3,5	— 16,2
	6,5	— 1,8
	9,5	1,7
	12,5	4

Ces répartitions de pressions sont sensiblement les mêmes que dans le cas correspondant à une section circulaire.

En nous reportant aux photographies de l'écoulement, nous avons remarqué que :

1° La pression minimum le long de la génératrice extérieure correspond à la section minimum de la veine liquide à l'aval du coude ;

2° La pression maximum le long de la même génératrice correspond à la zone de séparation entre la veine continuant vers l'aval et le tourbillon du sommet extérieur du coude ;

3° Le long de la génératrice intérieure, à partir du coude, vers l'aval, sur une longueur environ égale au côté de la section, la pression reste sensiblement constante. A mesure que l'on s'éloigne vers l'aval, cette pression remonte jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur égale à celle de la pression sur la génératrice extérieure ;

4° Il semble y avoir une discontinuité de la pression au sommet intérieur du coude.

On peut admettre avec une approximation convenable que les phénomènes se passent de même dans les coudes à section circulaire.

L. Escande,
Ingénieur I. E. T.

M. Ricaud,
Ingénieur I. E. T.

Revues, analyses et informations

Sur la similitude (1).

Nous reproduisons ci-dessous la seconde partie d'une note présentée par MM. Escande et Ricaud à la séance du 25 février 1924 de l'Académie des Sciences, la première partie de cette note faisant l'objet de l'article publié dans ce même numéro « R. G. E. », p. 723.

Canal découvert. Surface de discontinuité produite par un obstacle cylindrique. — Un canal de longueur a_1, de largeur b_1, précédé à son extrémité amont d'un pavillon pour guider les filets liquides, est alimenté par un bassin ; à son extrémité aval, un autre ajutage dirige les filets vers une fente rectangulaire verticale ayant toute la hauteur du canal et une largeur d_1.

On place dans ce canal, à une distance c_1 de l'extrémité aval, un cylindre circulaire de diamètre D_1, dont l'axe vertical coïncide avec le plan de symétrie du canal. Une pointe effilée permet de déterminer la profondeur d'eau h_1.

On a relevé la forme générale des filets liquides au voisinage de l'obstacle et l'on a déterminé par la méthode chronophotographique habituelle, dans le plan normal à la direction du canal passant par l'axe du cylindre, la loi de répartition des vitesses W_1 à la surface libre, en fonction des distances à la paroi, l_1.

On a opéré ensuite sur un deuxième modèle caractérisé par les paramètres a_2, b_2, c_2, d_2, D_2, h_2 tels que

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{h_1}{h_2} = \lambda' = 2.$$

Les dimensions des modèles (en centimètres) étaient les suivantes

$a_1 = 200$, $b_1 = 16,2$, $D_1 = 5$, $c_1 = 140$, $d_1 = 2$, $h_1 = 11$,

$a_2 = 100$, $b_2 = 8,1$, $D_2 = 2,5$, $c_2 = 70$, $d_2 = 1$, $h_2 = 5,5$.

On a observé une similitude rigoureuse de la forme des filets liquides et, en particulier, des surfaces de discontinuité obtenues dans les deux modèles.

De plus, on a construit les courbes

$$\left(\frac{l_1}{\lambda'}, \frac{W_1}{\sqrt{\lambda'}}\right) \quad \text{et} \quad (l_2, W_2)$$

qui sont pratiquement confondues comme le montrent les résultats reproduits dans le tableau suivant :

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 752-755.

La loi de Froude paraît donc s'appliquer au système complexe étudié.

$\frac{l_1}{2}$ ou l_2 (mm)	$\frac{W_1}{\sqrt{\lambda}}$ (mm : s)	W_2 (mm : s)
6,2	82,6	86
7,7	87,5	87,5
8,2	92,5	88,5
8,5	89,5	89
9,05	89,5	89,5
9,6	91	90
11	91	91
11,85	91	92,2
14,4	94,5	95
14,7	94,5	95
16,4	97,5	97
18,3	99	98,8
19,5	98,5	99,6
21,4	101	101,5
22,35	104	102,5

Conclusion. — Les rapports de similitude sont trop faibles pour qu'on puisse affirmer que les lois de la similitude s'appliquent à des rapports beaucoup plus élevés. Cependant les concordances obtenues nous ont paru intéressantes à signaler.

Comité électrotechnique français.

Séance du 18 octobre 1923.

La séance est ouverte à 17 h 15 sous la présidence de M. E. Brylinski, président du Comité.

Etaient présents : MM. Arquembourg, Blondin, Boucherot, Brylinski, Chaumat, David, Duval, Eschwège, Girault, Girousse, Grosselin, Guéry, Janet, Lebeaupin, Legouez, Lorin, Paré, Rey, Rougé, Stiffel, Zetter.

Excusés : MM. le général Ferrié, Fontaine, Mouchelet, Roux.

I. Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance (1) est lu et adopté sans observation.

II. Réunion de la Commission électrotechnique internationale. — M. le Président donne lecture de la lettre du 9 août 1923 du Bureau central de la Commission électrotechnique internationale proposant de tenir une réunion plénière de cette commission, à Rome, en décembre ; il émet l'avis qu'il serait préférable, afin de permettre la préparation des questions à l'étude, de reporter cette réunion au printemps prochain ; toutefois, il semble utile que le Conseil de la Commission électrotechnique internationale se réunisse en décembre prochain pour résoudre la question de sa compétence qui est en suspens. Le Comité accepte ces propositions et décide qu'il sera écrit en ce sens au Bureau central (2).

III. — Projet d'une exposition et d'un congrès à Bruxelles. — M. le Président donne ensuite lecture d'une lettre du Bureau central en date du 14 juillet relative à l'organisation à Bruxelles, en 1925, d'une exposition internationale d'électricité et proposant de réunir à cette occasion un congrès international des électriciens. Le Comité, considérant qu'une exposition à Bruxelles en 1925 coïnciderait avec une autre déjà en cours d'organisation à Paris, considérant, d'autre part, qu'il y a inconvénient à décider longtemps à l'avance, la réunion d'un congrès international sans que le programme des questions à étudier ait pu être établi et examiné, émet l'avis que cette proposition n'est pas opportune ; il sera répondu en ce sens au Bureau central.

IV. Exposition de Physique et de T. S. F. — La Société française de Physique avise le Comité que, en raison de la célébration de son cinquantenaire, une exposition aura lieu au Grand Palais du 30 novembre au 17 décembre 1923. Cette société demande au Comité de se faire représenter aux solennités de ce cinquantenaire : le Comité délègue à cet effet son président, M. Brylinski.

V. Conférence mondiale de l'Energie. — L'Union des Syndicats de l'Electricité a transmis au Comité la copie d'une lettre de M. Dunlop qui indique que, d'accord avec M. Le Maistre, il propose une collaboration des diverses commissions de standardisation à une Conférence mondiale de l'Energie qui doit se tenir en Angleterre en 1924. Le Comité est d'avis que les questions de standardisation sont délicates et complexes, qu'elles doivent être étudiées par des assemblées ayant un caractère bien défini et une composition régulièrement établie, qu'en conséquence elles échappent à la compétence de la Conférence internationale projetée ; il sera écrit en ce sens à M. Le Maistre et à M. Dunlop, auquel l'Union des Syndicats de l'Electricité demande au Comité de répondre directement.

VI. Participation de l'Union des Syndicats de l'Electricité aux travaux du Comité. — M. le Président rappelle que l'Union des Syndicats a demandé que son secrétaire, M. Desoille, pût assister à toutes les réunions du Comité. Cette question, déjà examinée au cours de la séance du 8 mai 1923, est discutée à nouveau ; le Comité est d'avis qu'une acceptation de cette demande pourrait créer un précédent dangereux pour l'avenir ; en conséquence, la demande ne peut être acceptée, mais notre Comité serait heureux que l'Union des Syndicats demandât son admission comme membre du Comité électrotechnique et se fît représenter par un mandataire.

VII. Unification des tensions. — L'Union des Syndicats de l'Electricité a fait connaître sa réponse à notre proposition d'unification des tensions de réseaux et de transmission ; les tensions acceptées pour courants alternatifs triphasés sont :

3 200, 5 500, 10 000, 15 000, 22 000, 30 000, 45 000, 60 000, 75 000, 90 000, 110 000, 150 000, 220 000, 300 000 V pour les tensions à l'arrivée. Le Comité approuve cette proposition qui sera transmise à la Sous-Commission C de la Commission permanente de Standardisation. La proposition sera également transmise à M. le ministre des Travaux publics en ce qui concerne les tensions de transmission en lui demandant d'apporter les modications nécessaires à la circulaire ministérielle du 1er avril 1918 ; la question des modifications à apporter aux tensions de distribution sera réservée jusqu'à ce qu'une décision internationale ait été adoptée par la Commission électrotechnique internationale.

VIII. Normalisation. — M. Boucherot, président de la deuxième Commission, indique que la plupart des membres de cette commission ont été régulièrement convoqués aux séances de la sixième Commission de l'Union des Syndicats

(1) Ce procès-verbal a été publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 1er décembre 1923, t. xiv, p. 836.

(2) Un résumé des décisions prises dans cette réunion du Conseil de la Commission électrotechnique internationale a été publié dans la « Revue générale de l'Electricité », du 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1041.

de l'Electricité et associés à ses travaux; en conséquence, il propose à l'approbation du Comité le texte des fascicules n° 131 ter, 131 quater, 168, 182, 184, 185.

M. Duval, président de la quatrième Commission, indique qu'il a consulté les membres de cette commission relativement au texte des fascicules n° 186 et 188; aucune observation n'ayant été faite, il propose l'approbation de ces fascicules.

Ces huit fascicules sont approuvés par le Comité.

Le fascicule 146 (1) relatif aux isolateurs rigides a été approuvé le 8 mai 1923; depuis cette date, l'étude des isolateurs suspendus a fait introduire de nouvelles précisions dans certaines rédactions ; il est décidé que le fascicule 146 ne sera pas transmis à la Sous-Commission C de la Commission permanente de Standardisation avant d'avoir été rectifié.

Les fascicules approuvés seront envoyés aux sociétés adhérentes pour ratification, étant entendu que, faute de réponse dans le délai d'un mois, leur texte sera considéré comme définitivement approuvé, et que les fascicules ne seront pas envoyés aux syndicats ayant déjà donné un avis favorable aux projets transmis au Comité par l'Union des Syndicats.

IX. Questions mises a l'étude par le Bureau central. — M. le Président expose l'état des questions proposées par le Bureau central pour la réunion envisagée à Rome :

En ce qui concerne les machines, la question du régime demeure à l'étude ; M. Boucherot indique que, d'après ses renseignements, en Angleterre 5 pour 100 seulement des machines seraient commandées avec indication du régime C. E. I., tandis qu'en France moins de 5 pour 100 du nombre des machines commandées seraient spécifiées avec surcharges.

En ce qui concerne les symboles graphiques, la liste provisoire des symboles arrêtés à Bruxelles et à Genève a été transmise aux divers syndicats pour l'étude; l'un d'eux a déjà répondu ; l'étude de cette question sera poursuivie.

Pour les symboles relatifs aux radiocommunications, le secrétariat a transmis, en janvier 1923, à la commission officielle compétente les propositions faites à Genève par le Comité italien et, en août 1923, celles présentées par le Bureau central, mais aucune réponse n'est parvenue au Comité.

La décision concernant les tensions normales étant acquise, il est indiqué que la Conférence des grands Réseaux de novembre 1923, n'aurait pas qualité pour la remettre en question.

Pour les règlements relatifs aux lignes de transmission à haute tension, le Comité ne connaît pas encore les conclusions du Comité belge qui a été chargé, à Genève, de l'étude de cette question ; notre Comité sera d'ailleurs guidé par le projet d'arrêté technique actuellement à l'instruction en France.

En ce qui concerne la création d'un Comité d'Etudes supérieur, qui est envisagée, le Comité est d'avis que cet organisme existe et est constitué par le Conseil de la Commission électrotechnique internationale, qu'il y aurait avantage à réunir plus souvent.

X. Vocabulaire et symboles. — Il est convenu de publier les textes déjà arrêtés concernant le vocabulaire afin d'activer leur approbation et de demander à M. Le Maistre d'envoyer le fascicule R. M. 8 des symboles arrêtés à Genèv en vue d'en poursuivre l'étude.

M. Blondin communique une lettre de M. Van de Well du Comité hollandais qui demande la liste des symboles graphiques français ; il sera répondu que notre Comité s'en tient à l'étude des symboles de Genève, au sujet desquels il n'a pas encore arrêté définitivement ses décisions.

M. Duval communique une lettre du professeur Wyssling, demandant également la liste des symboles: la même réponse lui sera adressée.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques a fait parvenir une proposition relative aux couleurs à adopter pour le repérage des installations ; cette proposition est renvoyée à la première Commission.

XI. Questions diverses. — Le secrétariat a transmis au Comité russe, sur avis du bureau central, la liste de ses fascicules parus et demandé à l'U. S. E. de transmettre également ses publications à ce comité.

M. Boucherot se plaint que certains fascicules de la Commission permanente de Standardisation ne portent pas les noms des membres ayant collaboré à leur établissement, contrairement à l'usage consacré. Une réclamation ayant déjà été faite à ce sujet sans succès par notre président, M. Janet veut bien se charger d'intervenir officieusement et la réclamation sera renouvelée.

M. Blondin indique qu'il a effectué le paiement de la cotisation au Bureau central.

L'Association amicale des Ingénieurs électriciens de France a renouvelé le mandat de M. Cornuault et nommé son président, M. Legouëz, comme représentant à notre Comité en remplacement de M. Schwarberg. Par contre, le Syndicat professionnel des Industries électriques a désigné M. Schwarberg pour le représenter en remplacement de M. Legouëz.

XII. Renouvellement du Bureau et des délégués a la Commission électrotechnique internationale. — M. le Président propose de procéder au renouvellement du Bureau et des délégués pour l'année 1924. Le Comité décide, à l'unanimité, de renouveler les pouvoirs du Bureau, des délégués et des présidents de commissions : M. Jean Rey est nommé président de la troisième Commission (moteurs primaires) en remplacement de M. Bochet, décédé.

En conséquence le Bureau, pour l'année 1924, est ainsi composé :

Président, M. E. Brylinski ;

Vice-présidents, MM. P. Eschwège et R. Legouëz ;

Secrétaire, M. C. Duval ;

Trésorier, M. J. Blondin ;

(1) Voici les titres des divers fascicules dont il est question, ainsi que l'indication des numéros de la « Revue générale de l'Electricité » dans lesquels ils ont été publiés :

131 ter. Edition de 1923 de la seconde partie des Règles d'unification des machines électriques (matériel de traction excepté). *R. G. E.*, 26 août 1922, t. XII, p. 286-287.

131 quater. Nouvelle rédaction (1923) des paragraphes 2, 4 et 5 des Règles d'unification des machines électriques. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 674.

168. Normalisation du gros appareillage. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 577-589.

182. Normalisation des transformateurs. *R. G. E.*, 31 juillet 1920. (Annexe Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel, p. 43 C.)

184. Normalisation des appareils de chauffage électrique. *R. G. E.*, 31 mars 1923, t. XIII, p. 536-541.

185. Normalisation des intensités de courant pour l'appareillage. *R. G. E.*, 13 janvier 1923, t. XIII, p. 71-73.

186. Cahier des charges pour la fourniture des conducteurs isolés au caoutchouc employés dans les installations d'immeubles ou d'usines. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 716-717.

188. Cahier des charges pour la fourniture des câbles isolés au papier imprégné. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 717-720.

146. Cahier des charges pour la fourniture des isolateurs à cloche en porcelaine et en verre. *R. G. E.*, 11 mars 1922, t. XI, p. 362-365.

Délégués à la Commission internationale : MM. P. Boucherot, C. Duval, P. Janet.

Délégués au Conseil de la Commission : MM. E. Brylinski et P. Boucherot.

Délégué suppléant, M. P. Janet.

Délégués aux Comités d'Etudes de la Commission internationale :

Vocabulaire, symboles, signes conventionnels, M. P. Janet ;
Spécification des machines électriques, M. P. Boucherot ;
Moteurs primaires, M. J. Rey ;
Distribution, isolateurs, M. C. Duval ;
Aluminium, M. P. Janet.
Supports et culots de lampes, prises de courant, M. C. Zetter.

Séance du 20 mars 1924 (1).

La séance est ouverte à 15 heures, sous la présidence de M. E. Brylinski, président du Comité.

Etaient présents : MM. Arquembourg, Blondin, Boucherot, Brylinski, Cauchois, Charruau, David, Desoille, Drin, Duval, Eschwège, Frère, Girault, Girousse, Gratzmuller, Grosselin, Guéry, Janet, Jeusset, Lebaupin, Legouëz, Lorin, Mouchelet, Paré, Perrin, Ravut, Rey, Rougé, Stiffel, Zetter.

Excusés : MM. Ellisen, Fabry, Kammerer, Tainturier.

I. Procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté sans observation.

II. Membres du Comité décédés. — M. le Président rend hommage à la mémoire des membres du Comité décédés dans l'année écoulée, MM. Maurice Leblanc, Dennery, Rechniewski ; il donne lecture des lettres de condoléances reçues de M. le colonel Crompton et de M. Le Maistre à l'annonce du décès de M. Maurice Leblanc. Le Comité remercie le Comité britannique de ces témoignages de sympathie.

III. Admission de l'Union des Syndicats de l'Electricité. — L'Union des Syndicats de l'Electricité est, sur la proposition du président du Comité, admise comme membre du Comité où elle sera représentée par un mandataire. Elle a désigné à cet effet M. Desoille, qui est admis à siéger et auquel le président souhaite la bienvenue.

IV. Correspondance avec le Bureau central. — Le Comité délibère sur la correspondance reçue du Bureau central depuis la dernière réunion du 18 octobre 1923.

Congrès international des Applications de l'Electricité en 1925 ou 1926. — Par lettre du 6 février 1924 le Bureau central demandait si le Comité considérait qu'un nombre suffisant de questions urgentes pouvait justifier la convocation d'un congrès en 1925 ou 1926.

En ce qui concerne la réunion d'un congrès en 1925, notre Comité confirme sa précédente décision et émet l'avis que la réunion du Bureau tenue en décembre 1923 à Paris et celle projetée en 1924 à Londres rendront sans objet une réunion internationale en 1925 ; le Comité estime qu'il serait utile de préparer, dès maintenant, la liste des questions urgentes et importantes ; ce n'est qu'après communication de cette liste que la nécessité d'un Congrès en 1926 pourrait être éventuellement reconnue.

Réunion du Conseil du 3 décembre 1923 à Paris. — Le Comité examine les conclusions contenues dans le document C. N. 112 et exposant les résultats de la réunion du Conseil tenue à Paris. Le président rappelle que M. Semenza a été élu, à l'unanimité, président de la Commission électrotechnique internationale et que M. le Dr Mailloux, président sortant a été élu, à l'unanimité, président d'honneur. Le Conseil a décidé la création d'un Comité d'action destiné à seconder les efforts du Bureau central et à coordonner les travaux des comités nationaux. Ce Comité se compose : du président de la Commission électrotechnique internationale ; du dernier président sortant et de trois vice-présidents ou membres des comités d'études, du secrétaire honoraire et du secrétaire général. Ce Comité recevra les communications des comités nationaux et, sans attendre la réunion des assemblées plénières, les adressera aux divers comités pour étude et avis.

La question des moteurs de traction a été mise à l'ordre du jour pour étude.

Trois nouveaux comités nationaux ont été admis : les comités de Hongrie, de Pologne et de Tchécoslovaquie.

Le Conseil de la Commission électrotechnique internationale a signalé l'utilité des réunions de la conférence internationale des grands Réseaux à très haute Tension tenues à Paris, qui ont permis de préparer et de mettre au point de nombreuses questions importantes et de faciliter ainsi les travaux futurs de la Commission internationale.

Communication du Président de la Commission internationale. — Le Secrétaire donne lecture de la lettre adressée par M. Semenza aux comités nationaux comme suite à sa nomination, rappelant les résultats déjà obtenus et exposant les méthodes de travail envisagées. Le Comité remercie le Président de sa communication et lui apportera tout son concours pour la réalisation de son programme.

Symboles pour radiocommunications. — Par lettre du 5 décembre, la Commission électrotechnique internationale a transmis les propositions britanniques pour les termes et définitions employés dans les radiocommunications ; le Comité compétent étudie ces propositions.

Symboles graphiques. — Par lettre du 19 janvier, le Bureau central a transmis 70 exemplaires du document R. M. 8 qui ont été distribués à nos membres. Par lettre du 7 mars, le Bureau central a autorisé, à titre de propositions provisoires la publication de cette liste de symboles ; le Comité a demandé à M. Blondin d'effectuer cette publication dans la « R. G. E. ».

Réunion du 28 avril 1924. — Par lettre du 7 mars, le Bureau central a convoqué à Londres une réunion du Comité d'action et invité les présidents des comités britannique, français et suisse.

M. Brylinski se trouvant empêché, le Comité demande à MM. P. Boucherot et Ch. Duval de le remplacer pour cette réunion.

Réunions des comités d'études en juillet 1924. — Par lettre du 22 février, le Bureau central propose les réunions ci-après, à Londres : Comité d'Etudes des Spécifications de Machines, 15 et 16 juillet ; Comité d'Etudes de la Nomenclature, 16 juillet ; Comité d'Etudes des Symboles graphiques, 17 et 18 juillet.

MM. Brylinski et Janet se trouvant empêchés, le Comité demande à MM. Boucherot et Duval de se rendre à Londres pour assister à ces réunions.

Dans cette même lettre du 22 février, le Bureau central énumère *les questions à l'ordre du jour*.

1° Spécifications des machines, limites de température, tolérances, rendement, essais à haute tension, marques des bornes.

2° Nomenclature, achèvement du vocabulaire international.

(1) Ce procès-verbal sera soumis à l'approbation du Comité dans sa prochaine séance.

3° Symboles graphiques, symboles pour installations intérieures, pour télégraphie et téléphonie, couleurs des conducteurs, symboles pour radiocommunications.

4° Spécifications pour moteurs de traction à courant continu.

5° Unification des prises de courant pour automobiles électriques.

Le Président signale au Comité l'intérêt qu'il y aurait, au point de vue national, à ce que plusieurs des délégués présents veuillent bien se rendre à Londres en juillet 1924 et accompagner MM. Boucherot et Duval à titre de membres de nos Comités d'études. La Conférence mondiale de l'Energie se tiendra à Londres du 30 juin au 12 juillet; les séances des comités d'études auront donc lieu aussitôt après la clôture de cette conférence.

V. Fascicule R. M. 8 des Symboles. — Communication de ce fascicule a été faite à tous les membres du Comité; le Secrétariat a reçu les observations de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité, de l'Association des Ingénieurs électriciens français, du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, du Syndicat professionnel des Industries électriques; la première Commission a examiné ces observations et préparé les conclusions que le secrétaire du Comité est chargé d'adresser au Bureau central.

VI. Symboles pour radiocommunications. — Les propositions britanniques ont été examinées par le Comité français de radiotélégraphie scientifique et quelques observations ont été présentées par M. Blondel; la première Commission du Comité électrotechnique a coordonné ces propositions et enverra une réponse prochaine au Bureau central.

VII. Aluminium. — M. Paul Janet nous a adressé un rapport relatant les recherches faites au Laboratoire central d'Electricité sur les propriétés de l'aluminium; le Comité décide de transmettre ce rapport au Bureau central.

VIII. Spécification des machines. — Le Secrétaire donne lecture des résolutions prises par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité sur la proposition de sa sixième Commission au sujet de la proposition relative aux spécifications des machines adoptée par le Comité d'Etudes de la Commission électrotechnique internationale réuni à Genève, en novembre 1922. Le Comité décide que ces résolutions seront transmises au Bureau central.

IX. Règles de normalisation du gros appareillage (fascicule 168). — Le texte préparé par l'Union des Syndicats de l'Electricité a été transmis à tous les membres; le Secrétariat a reçu diverses observations de la Société française des Electriciens, du Ministère de la Marine et de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Ces observations n'étant pas capitales, le texte des règles de normalisation est adopté, étant entendu que le Secrétariat tiendra compte des légères précisions signalées.

X. Cahier des charges pour conducteurs isolés au caoutchouc (fascicule 186). — Ce texte a été transmis à tous les membres du Comité. Aucune observation n'a été présentée; le texte est adopté.

XI. Cahier des charges pour cables sous plomb isolés au papier imprégné (fascicule 188). — Ce texte a été transmis à tous les membres; diverses observations ont été reçues, signalant en particulier la nécessité de reviser le tableau n° IV des courants permanents admissibles dans les câbles; il est convenu que ce tableau est donné à titre indicatif et purement provisoire.

La Compagnie générale d'Electricité signale que le texte proposé renferme de nombreuses clauses commerciales qui devraient être exclues; cette proposition est appuyée par divers membres présents. Après vote, le Comité décide de maintenir les paragraphes 1 et 2 de l'article 18, ainsi que les paragraphes 1, 2, 3, 4 de l'article 19 et de supprimer les autres clauses commerciales.

XII. Fascicule 131 quinquiès de l'Union des Syndicats. — Après examen des clauses qu'il renferme, et qui ne sont pas impératives en ce qui concerne les conditions de refus, ce fascicule est adopté.

XIII. Normalisations diverses. — Les fascicules n° 95 et 98 (1) de l'U. S. E. seront adressés aux membres de la Sous-Commission et de la Commission permanente de Standardisation.

Les conclusions de la première Commision du Comité relatives aux couleurs des conducteurs sont adoptées.

La première Commission a étudié la proposition relative aux symboles de traction présentée par l'Union des Voies ferrées d'Intérêt local et propose l'adoption d'une liste de symboles qui sera adressée à tous les membres du Comité.

XIV. Revision du vocabulaire électrotechnique. — La première Commission a poursuivi, sous la présidence de M. Paul Janet, la revision du Vocabulaire et est parvenue à la lettre H; les travaux seront continués activement.

XV. Création d'une Commission de Traction. — M. le Président propose la création d'une Commission de Traction. Le Comité décide que cette Commission sera présidée par M. Péridis et comprendra MM. Drouin, Duval, Eydoux, Girault, Guéry, Gratzmuller, Jeusset, Lebaupin, Mazen.

XVI. Comptes de l'exercice 1923. — M. Blondin, trésorier, donne communication des comptes de l'exercice écoulé.

Les recettes de l'exercice 1923 se sont élevées à 13 530,60; les dépenses à 8 284 fr.

Le solde disponible au 31 décembre 1923 est de 33 217,80 fr, dont 5 000 fr en bons de la Défense nationale et 23 000 fr en bons du Trésor.

Ces comptes qui ont été préalablement examinés par le Bureau sont approuvés à l'unanimité.

XVII. Représentation des sociétés adhérentes au Comité. — Les sociétés adhérentes ci-après ont désigné pour les représenter :

Société française des Electriciens : MM. Boucherot, Bunet, général Ferrié, Guilbert, Janet, Labour, Lebaupin, Mazen, Rey.

Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique : MM. F. Cordier et Lazare Lévi.

Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique : MM. D. Berthelot, Drouin, Imbs.

(1) Voici les titres de ces fascicules ainsi que l'indication des numéros de la « Revue générale de l'Electricité » dans lesquels ils ont été publiés :

95. Normalisation des diamètres des fils de cuivre.

98. Unification des dimensions des bases et dalles en marbre, ardoise ou autre matière isolante employées pour le gros appareillage électrique. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 472.

131 quinquiès. Tolérances pour les mesures à admettre dans la fourniture des machines électriques, pénalités et primes. *R. G. E.*, 15 février 1924, t. XV, p. 267-268.

186 et 188. Voir la note (1) de la page 727.

Syndicat professionnel des Industries électriques : MM. Marcel Meyer, Roche-Grandjean, Rey.

Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz : M. Frère.

Société technique pour l'Industrie du Gaz : MM. Ellissen, Rolland-d'Estape.

Union des Voies ferrées d'Intérêt local : MM. Duval et Guéry.

Société française de Physique : MM. Blondin et Fabry.

Association française des Propriétaires d'Appareils à vapeur : MM. Allar et Cauchois.

Union des Syndicats de l'Electricité : M. Desoille.

Association amicale des Ingénieurs de l'Ecole supérieure d'Electricité : M. Perrin.

La séance est levée à 17 heures.

Sur un dispositif permettant de chauffer électriquement dans le vide à haute température [1].

Nous reproduisons ci-après une note de MM. P. Lebeau et M. Picon présentée à la séance du 31 mars 1924 de l'Académie des Sciences.

Les divers fours électriques à vide généralement décrits ne permettent pas d'obtenir simultanément une température de 2000°C, un vide excellent et la mesure exacte de la température. Seul le modèle construit par Birnbraüer [2] semble réunir les deux premières qualités, mais la détermination de la température reste incertaine, car le corps chauffé ne remplit pas les conditions du corps noir.

Dans l'appareil que nous avons réalisé, la température est évaluée par visée, à l'intérieur du tube de chauffe et dans le voisinage immédiat de la substance mise en expérience.

Le dispositif consiste essentiellement en un tube de charbon ou de métal réfractaire, molybdène ou tungstène, formant résistance et placé dans l'intérieur d'un ballon de verre Pyrex ou de quartz. Ce tube est relié à chacune de ses extrémités avec des conducteurs en cuivre, formés de deux tubes concentriques, entre lesquels circule un courant d'eau froide. Dans chacun de ces conducteurs, le tube central plus long que le tube extérieur déborde ce dernier à ses deux extrémités. L'une des parties débordantes supporte le tube chauffant avec lequel le contact est assuré au moyen d'un anneau intercalaire massif en graphite ou en fer. Les conducteurs et le tube constituent en somme un cylindre unique situé selon l'axe horizontal du four, relié d'un côté aux appareils à vide et de l'autre obturé par une petite lame de verre qui permet d'effectuer la visée à l'intérieur. Les joints sont faits avec du mastic de Golaz.

Le ballon de quartz ou de Pyrex est refroidi par un vif courant d'eau, s'étalant en surface. qui assure une réfrigération suffisante, alors même que la température du tube chauffant atteint 2400°C. Le refroidissement des joints en mastic Golaz, qui fixent les conducteurs en cuivre au ballon est également produit par un courant d'eau froide ; ils sont en outre protégés contre le rayonnement par des écrans en carton d'amiante.

Pour faire le vide dans l'appareil, on emploie une pompe à vapeur de mercure reliée à une pompe rotative à huile à double effet de Gaiffe. Sur la canalisation, entièrement en verre, se trouvent placées, en dérivation : une trompe à mercure servant à l'extraction des gaz produits au cours des essais et une ampoule à anhydride phosphorique assurant la dessiccation du système. Le vide que l'on obtient ainsi cesse d'être appréciable à la jauge de Mac Leod et l'on arrive facilement à l'extinction d'un tube de Plücker.

Le four est supporté par deux montants en fer servant de prise de courant et fixés sur bâti de bois.

La matière à chauffer est mise dans un petit creuset qui peut être conduit dans la partie centrale du tube de chauffe à l'aide d'une tige de fer pouvant être déplacée dans le four entièrement clos au moyen d'un aimant.

Pour la détermination de la température, nous avons utilisé un pyromètre optique à disparition de filament, du type Holborn Kurlbaum. Cet appareil comporte deux échelles : la première allant de 700°C à 1400°C, la seconde de 1400°C à 3600°C. Pour la deuxième échelle, l'étalonnage donné par les fournisseurs a été contrôlé par nous pour le point de fusion du platine. Nous avons utilisé une bande de platine de $\frac{1}{50}$ millimètre d'épaisseur et de 3 cm de longueur chauffée dans l'air. Nous avons trouvé pour le point de fusion apparent 1545°C, point de fusion coïncidant avec celui donné par Holborn et Kurlbaum [1], lorsque ce métal ne remplit pas les conditions du corps noir et rayonne librement à l'air. La précision réalisée par nous dans la lecture de la deuxième échelle est de $\pm$ 25°.

Afin de posséder d'autres points de repère, nous avons déterminé les points de fusion apparents du molybdène et du tungstène, dans une atmosphère d'hydrogène et sous la pression atmosphérique, en utilisant le dispositif du four et y remplaçant le tube chauffant par une lame du métal choisi, placée de manière à pouvoir être facilement observée avec le pyromètre. Le molybdène titrait 99 pour 100 et le tungstène 99,3 pour 100, les impuretés étant constituées par du fer, du silicium, du carbone et du soufre.

Nous avons obtenu avec le molybdène : 2160°C, 2170°C et 2155°C soit 2165°C $\pm$ 25°C et avec le tungstène : 2630°C 2625°C, 2615°C, soit 2625°C $\pm$ 25°C.

Un autre point de repère, celui de la température du cratère positif de l'arc, a été déterminé en opérant dans les conditions indiquées par Lummer [2] pour que la température soit indépendante de la densité du courant et de la pression. Avec du courant continu et une électrode positive de 14 mm de diamètre dont le cratère était de 9 mm, la température apparente de l'arc a été 3275°C avec 15 A, 3300°C avec 25 A et 3300°C avec 30 A. On peut admettre 3300°C $\pm$ 25°C.

La marche du four est caractérisée par les données suivantes pour un tube de carbone de 8,7 mm de diamètre extérieur, 7,5 mm de diamètre intérieur, 15 cm de longueur :

Ampères.	Volts.	Température en degrés centésimaux.
55		700
100 à 105	4,5	1 000
175	8	1 500
280	14	2 000
320	16	2 200
380	28	2 400

Au delà de 2400°C la volatilisation du carbone du tube chauffant peut déjà devenir gênante pour certaines expériences. Avec le molybdène on ne peut guère dépasser 1800°C. Le tungstène plus difficile à travailler a l'avantage d'être plus réfractaire et moins volatil, mais son emploi reste encore limité.

En résumé le four que nous venons de décrire permet de chauffer électriquement dans le vide jusqu'à 2400°C et de faire l'évaluation de la température à 25°C près.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 31 mars 1924, t. CLXX, p. 1151-1153.

(2) Birnbrauer, *Chemiker Zeitung*, 1914, t. XXXVIII, p. 951.

(1) Holborn et Kurlbaum, *Annalen der Physik*, 1903, t. X, p. 239.

(2) Lummer, *Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur* (Braunschweig. Vieweg und Sohn. éditeurs, 1914.)

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XII. — Téléphonie.

Après un rapide aperçu historique sur la téléphonie, suggéré par la visite du stand de la Société industrielle des Téléphones, on trouvera mentionnés dans ce chapitre quelques appareils et postes téléphoniques, exposés par cette dernière Société, par la Société des Téléphones Le Las, par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, et par la Société le Matériel téléphonique. Une juste place est réservée aux divers systèmes de téléphonie automatique, présentés par la plupart des constructeurs qui viennent d'être cités. Il est question ensuite d'une application particulière de la téléphonie dans les chemins de fer, de l'amplification au moyen des lampes à trois électrodes et, enfin, d'un matériel spécial de signalisation pour les mines touchant également à la téléphonie.

I. **Appareils téléphoniques proprement dits.** — La visite du stand de la Société industrielle des Téléphones nous amène d'abord à jeter un coup d'œil sur l'histoire de la téléphonie. Cette société était particulièrement bien placée pour rappeler les origines de cette branche relativement récente de l'industrie électrique. En effet, la première société qui, en France, entreprit la construction du matériel téléphonique et l'exploitation des réseaux téléphoniques, avant que l'Etat ne s'en chargeât lui-même, porta le nom de Société générale des Téléphones qui, en 1881, exposa déjà au Palais de l'Industrie des commutateurs « standard ». En 1889, l'Etat racheta l'installation des réseaux téléphoniques, qui comptait à cette époque, pour Paris, 6 500 abonnés, et décida de procéder lui-même à cette exploitation. La Société industrielle des Téléphones groupa, en 1893, la plupart des personnes intéressées à la Société générale des Téléphones, dans le but de poursuivre la construction du matériel téléphonique et prit donc en quelque sorte la succession de la Société générale des Téléphones.

Aussi a-t-elle été bien inspirée en rendant un hommage, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., aux premiers techniciens de la téléphonie. Il était intéressant de voir figurer, à côté des appareils modernes, des modèles déjà anciens, tels qu'un appareil du système Ader (fig. 168), avec un transmetteur à membrane vibrante en sapin et à crayons de charbon, un microphone du système Berthon et les premiers récepteurs à aimants permanents qui rappellent les recherches entreprises à cette époque pour assurer une meilleure utilisation de l'énergie mise en jeu dans l'appareil. Mais remarquons tout de suite que ces divers organes n'ont pas l'aspect de vétusté que pourrait justifier leur âge relativement élevé, et cela provient de ce que l'on est habitué à les voir encore en service, au moins quelques-uns d'entre eux, dans certaines installations simples : tel est le cas, par exemple, des appareils du système Ader.

Si l'on établit un rapprochement entre ces premiers modèles et ceux de construction récente, on remarquera d'abord que les microphones à crayons de charbon sont abandonnés et remplacés par ceux à grains de charbon. A ce propos, nous rappellerons que le premier microphone à crayons de charbon est celui de Hughes et date de 1878 ; or, à cette même époque, exactement le 18 septembre 1878, un pasteur irlandais, Henry Hunnings, déposait un brevet relatif au microphone à grains de charbon, et Ch. Bourseul, fonctionnaire de l'Administration française des Télégraphes, présentait le 20 décembre de la même année, à la

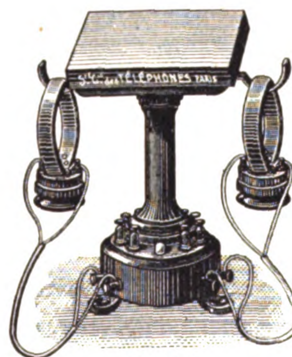


Fig. 168. — **Vue d'un transmetteur mobile système Ader (1885), exposé dans le stand de la Société industrielle des Téléphones.**

(1) Voir les chapitres I à XI dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12 et 19 avril 1924, t. xv, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645 et 677-694.

Société française de Physique, un microphone à « poudre de coke compris entre deux feuilles de placage de frêne munies au centre d'un contact de charbon de cornue à 2 ou 3 mm l'un de l'autre (1) ».

Si nous en revenons à la comparaison des premiers appareils téléphoniques et des dispositifs adoptés actuellement, on constate que, dans ces derniers, le transmetteur et le récepteur sont le plus souvent réunis en un seul organe, mobile et muni d'une poignée ; on lui a donné le nom d'appareil combiné ou de polyphone. Il existe encore des postes à transmetteur fixe, mais ils sont de plus en plus rares.

Une autre différence réside dans le mode d'alimentation des organes transmetteur et récepteur, et c'est dans ce domaine-là qu'ont été réalisés les progrès les plus sensibles. Au lieu de prévoir des sources d'énergie différentes pour les divers organes du poste, et cela dans chaque poste, comme au début de la téléphonie, on dispose d'une source unique alimentant tous les postes du réseau, ce qui nous conduit aux postes dits à batterie centrale intégrale.

Mais nous anticipons, l'étude de ces questions devant faire l'objet du paragraphe suivant.

II. Matériel destiné à l'équipement des postes téléphoniques. — Dans ce matériel, rentrent, d'une part, les appareils téléphoniques proprement dits dont nous venons de parler et ceux qui sont nécessaires à leur bon fonctionnement, tels que condensateurs, batteries, etc., d'autre part, les organes destinés à la mise en communication de deux postes et dont nous nous proposons de nous occuper ici. C'est, en effet, le problème de la mise en communication de deux postes qui est le plus complexe en téléphonie et qui, dès le début, a retenu l'attention des inventeurs et des constructeurs. Une première méthode consiste à relier entre eux directement tous les postes d'une installation qui sont susceptibles de communiquer : ce procédé, applicable lorsque le nombre des postes est relativement réduit, ne l'est plus dans les installations importantes, et moins encore sur le réseau public. Aussi a-t-on recours à l'addition d'un poste central auquel aboutissent les lignes des divers postes de l'installation et où sont établies les communications désirées. Mais le poste central nécessite la présence d'un ou de plusieurs opérateurs ; là encore, tant que le nombre de postes desservis par le poste central est assez faible pour qu'un seul opérateur puisse assurer le service, le problème de la mise en communication de deux postes est relativement simple. Il se complique avec l'augmentation du nombre des postes desservis et de celui des opérateurs, qui en résulte. Aussi les efforts des inventeurs et des constructeurs qui se sont attachés à ces questions de téléphonie ont-ils toujours tendu à simplifier la manœuvre, pour assurer une rapidité plus grande dans les opérations de mise en communication et une meilleure exploitation de l'installation et du réseau.

L'équipement du poste simple ou d'abonné, comme celui d'un poste central, dépend, bien entendu, de la nature du service qu'il doit rendre, de l'importance de l'installation à laquelle il appartient, du mode d'alimentation adopté pour les divers organes qui rentrent dans sa constitution ; aussi est-il très variable d'un poste à un autre, ce qui rend très factice toute classification des différentes catégories de postes.

Nous séparerons, dans ce qui va suivre, tout ce qui concerne la téléphonie automatique des autres dispositifs, en remarquant d'ailleurs que l'automaticité d'une installation intéresse surtout, et presque uniquement, le poste central, la modification à apporter aux postes simples ou téléphoniques proprement dits étant sans grande importance.

En réservant l'étude de l'automaticité des manœuvres de la mise en communication des postes pour la fin du paragraphe, nous pourrons mettre en évidence les diverses étapes qui ont été franchies pour arriver aux résultats dont quelques exemples ont été présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

La Société industrielle des Téléphones exposait, à côté des postes d'anciens modèles, déjà mentionnés plus haut, des appareils spéciaux, tels que ceux du système Dardeau, très employés dans les compagnies de chemins de fer et de tramways, les appareils portatifs dits militaires. Dans ces deux catégories de postes, il est prévu, dans chaque poste, une batterie de piles pour le microphone et une batterie ou une magnéto d'appel.



Fig. 169. — Vue extérieure d'un appareil portatif, dit militaire (Société industrielle des Téléphones).

La figure 169 représente un de ces appareils portatifs.

Nous ne mentionnerons pas la grande diversité de postes ordinaires, de tableaux commutateurs, de standards qui satisfont tous à des conditions bien déterminées, différentes d'un poste à un autre. Néanmoins, nous relèverons la présence des postes à batterie centrale, parmi les appareils destinés au réseau public ou à des installations privées importantes. Des photographies

(1) M. BOURSEUL : A propos d'un nouvel appareil : l'électrophone (lettre). *Procès verbaux et résumé des communications de la Société française de Physique*, 1878, p. 200 et 201.

de quelques-uns de ces postes sont représentées sur la figure 170, et mettent nettement en évidence leur extrême simplicité. Si nous insistons sur cette question des installations téléphoniques dans lesquelles les sources d'énergie, autrefois individuelles, sont centralisées, c'est parce que cette première modification a



Fig. 170. — Vues de quelques modèles d'appareils téléphoniques pour installations à batterie centrale (Société industrielle des Téléphones).

facilement conduit à l'automaticité des manœuvres : un premier pas a été franchi. En tous les cas, même sans tenir compte de ces conséquences, la centralisation de l'énergie constitue un réel progrès, puisqu'elle contribue à simplifier la manœuvre de mise en communication de deux postes et à en assurer de ce fait la rapidité.

Dans le stand de la Société des Téléphones Le Las, qui s'est fait une spécialité des téléphones étanches, on pouvait voir des postes à appel par piles ou par magnéto, ainsi d'ailleurs que des appareils pour réseaux à batterie centrale. La figure 171 donne la vue extérieure de quelques-uns des modèles exposés par ladite société.

Nous mentionnerons également la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, qui a présenté un grand nombre de types d'appareils téléphoniques à batterie locale et à batterie centrale, ainsi que des postes d'intercommunication dont l'intérêt réside surtout dans les diverses combinaisons que l'on peut réaliser. Bien que nous ayons déjà insisté sur la diversité et la complexité des problèmes que l'on rencontre en téléphonie, nous revenons ici sur ce point pour montrer une solution adoptée par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston dans un cas bien défini. Cette solution est représentée sur le schéma de la figure 172, schéma emprunté aux documents que cette compagnie a bien voulu mettre à notre disposition.

Il s'agit d'une installation simple comprenant un poste de service I, un poste de contrôle II, deux postes mixtes III et IV et un poste privé V. Nous nous proposons de l'examiner, notamment pour mettre en évidence le fonctionnement d'un poste mixte, dont la vue est représentée sur la figure 173.

Précisons d'abord les conditions imposées à l'installation à laquelle se rapporte ce schéma. Le poste mixte III doit pouvoir appeler directement chacun de tous les postes de l'installation et entrer en communi-

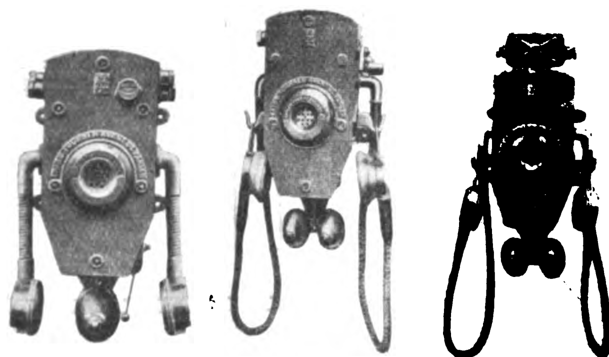


Fig. 171. — Vues de quelques modèles d'appareils téléphoniques étanches (Société des Téléphones Le Las).
a) Vue d'un poste avec appel par piles; *b*) vue d'un poste avec appel magnétique; *c*) vue d'un poste pour installation à batterie centrale.

cation avec chacun d'eux; il doit, de plus, pouvoir emprunter directement la ligne du réseau (ou une des lignes) en signalant à tous les autres postes de l'installation l'occupation de la ligne prise, libérer la ligne quand la conversation est terminée et, enfin, suspendre momentanément une conversation sur le réseau pour entrer en communication avec un poste de l'installation, en évitant que la conversation entre les postes de l'installation privée parvienne à l'occupant du poste du réseau. Le poste de service comporte un équipement complémentaire lui permettant de recevoir les appels de la ligne du réseau ; il intervient, non pas pour mettre en communication le réseau avec le poste de l'installation qui est demandé par le réseau, mais pour avertir ce dernier poste qu'il a à se mettre en communication sur la ligne intéressée.

Enfin, sur ce même schéma est figuré un poste dit de contrôle ou de filtrage (poste II), au moyen duquel il est possible de contrôler les conversations engagées sur la ligne du réseau public par les autres postes.

L'installation dont le schéma est représenté ici comporte deux batteries, communes à toute l'installation, l'une, la batterie d'appel, P. A., et l'autre, celle de conversation, P. C.

Chaque poste est muni de boutons d'appel e, en nombre égal à celui des postes à appeler.

Supposons, pour fixer les idées sur le fonctionnement de cette installation, que le poste IV appelle le poste III. Le polyphone a du poste IV est décroché, et le bouton correspondant au poste III enfoncé (sur la ligne 3); la sonnerie d de ce poste est en service, ainsi qu'on s'en rend facilement compte en suivant le circuit fermé que l'on vient de constituer. Lorsque l'appelant cesse d'appuyer sur le bouton e, au poste IV, celui-ci s'enclenche en position de conversation et le contact h étant rompu, le circuit de la sonnerie est coupé. Si le polyphone a du poste III est décroché, la conversation peut s'engager. Les circuits comprennent : la batterie P. C., le fil 51, la bobine de self-induction c du poste IV, la barre commune g, la platine f et le bouton e; en ce point, on rencontre deux circuits dérivés, le premier, intéressant le poste IV, est formé du fil 63 qui aboutit à un contact de j, fermé au repos, du polyphone a, du second contact au repos de j, et de la terre (une des bornes de la batterie P. C. est aussi reliée à la terre ; le deuxième circuit

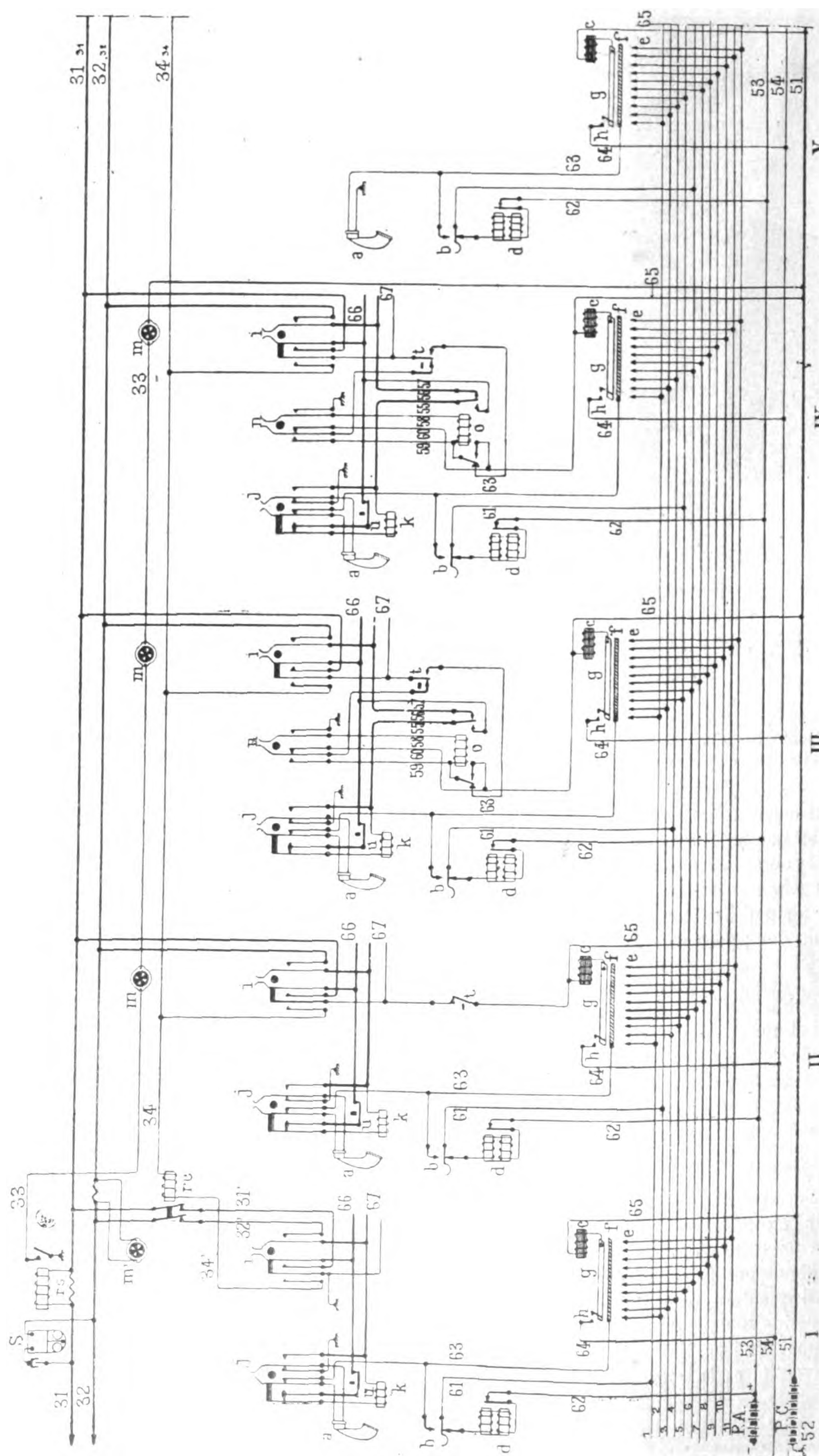


Fig. 172. — Schéma d'une installation mixte d'intercommunication pour réseau à batterie centrale (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

I, poste de service; II, poste de contrôle; III et IV, postes mixtes; V, poste privé.

qui relie le poste IV au poste III comporte le fil 3, le fil 61, le contact du crochet b en service et de là, le fil 63,

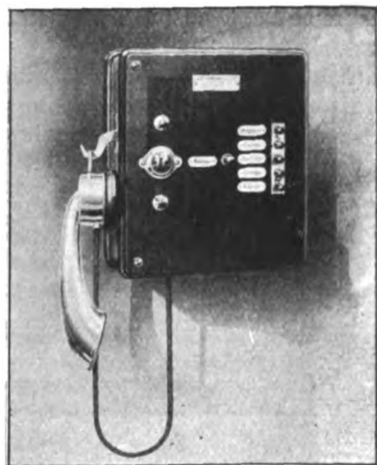


Fig. 173. — Vue extérieure d'un poste mixte d'intercommunication (du type mural) (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston).

les contacts de j et le polyphone a, comme pour le poste III.

Dans le cas d'une communication sur le réseau public, le fonctionnement est plus complexe. Portons notre attention sur le poste III, par exemple. En enfonçant le bouton correspondant, on agit sur le jeu des contacts i, et en même temps sur ceux de n et j et l'on crée les circuits suivants :

D'abord le circuit de conversation, formé du fil 31, de l'enroulement du relais rs, du contact de i, en service, du fil 66, du bouton u des contacts de j, en service, et du polyphone, du fil 55, du contact de repos de droite du relais o, du fil 56, du deuxième contact de i, en service, du fil 32 et de l'enroulement du voyant shunté, m' ;

Le deuxième circuit, circuit des voyants, fermé par l'armature du relais rs en service, alimenté par la batterie P. C. et comprenant le fil 51, les voyants en série sur le fil 33, le contact du relais rs et la terre;

Enfin, le circuit d'occupation et de secret qui n'est qu'amorcé et qui comporte la batterie P. C., les fils 51, 65 et 60, les contacts de repos de n et de t, celui de gauche de i, en service, et le fil 34.

Pour comprendre le rôle de ce dernier circuit, supposons qu'il s'agisse de mettre le poste IV en service ; en appuyant sur le bouton correspondant du réseau, et appartenant à ce poste, on agit sur le jeu des contacts de j et de n ; mais le contact de gauche de n est fermé avant ceux de j ; on complète ainsi le circuit d'occupation qui, au poste IV, comprend, à partir du fil 34, le contact de gauche de i en service, le contact de repos de t, le contact de gauche de n en service, le fil 59,



Fig. 174. — Vue du stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

l'enroulement du relais o, le fil 58 et enfin la terre, par l'intermédiaire du contact de droite de n. Le relais o en service se crée un nouveau circuit par les fils 51, 65, 60 et 58, les contacts de droite de n et la terre; le relais, alimenté par la batterie P. C., met le poste IV en court-circuit.

La libération de la ligne du réseau occupée par le poste III ne cessera que lorsque son polyphone a sera de nouveau accroché. A ce moment, l'état de choses antérieur est rétabli et le poste IV peut entrer en communication avec le réseau.

Nous n'insisterons pas sur les dispositifs spéciaux

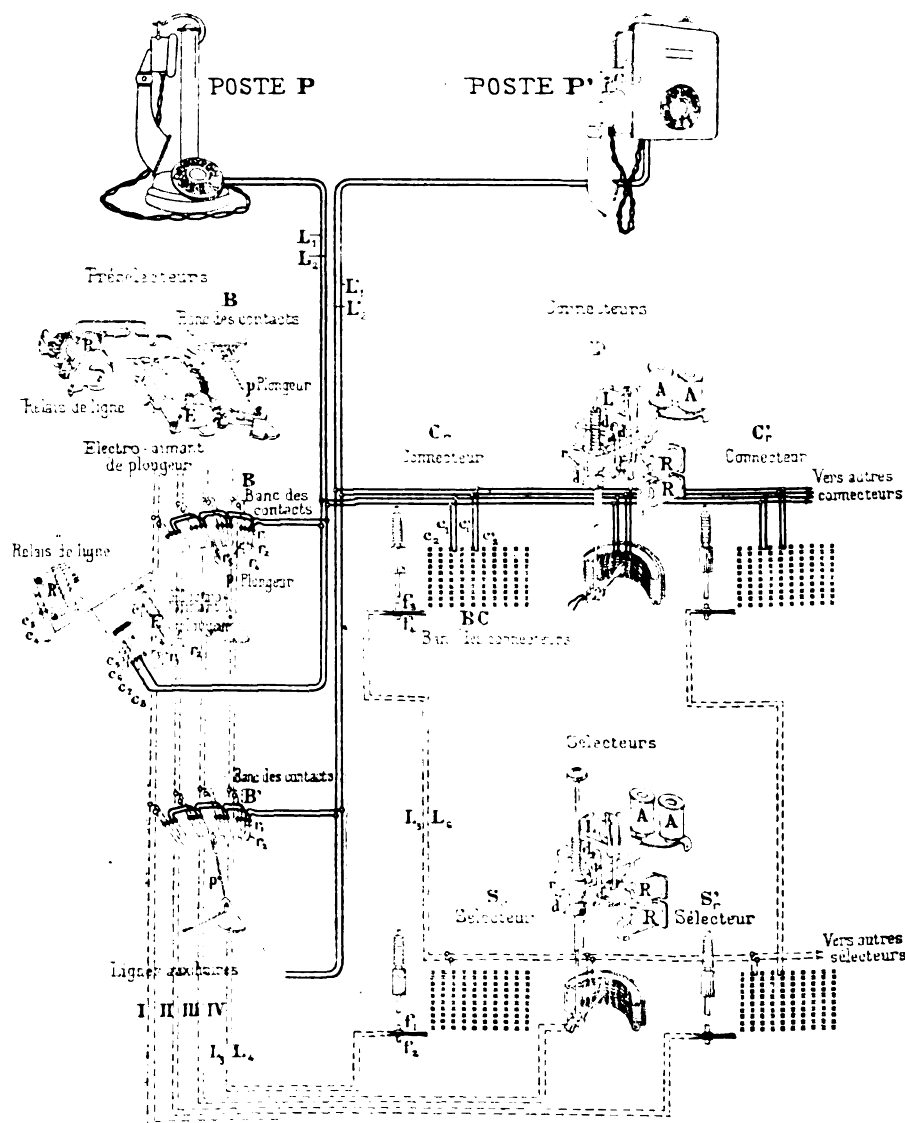


Fig. 175. — Schéma général d'une installation de téléphone automatique (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

qui intéressent les postes de service I et de contrôle II; remarquons simplement que ce dernier, comme l'indique un examen du schéma qui nous occupe, ne comporte pas de relais de secret o et peut, par conséquent, être mis en communication avec le réseau sans que les autres postes soient gênés.

L'installation que nous venons de décrire constitue un cas particulier que nous avons cru devoir examiner de près, pour donner une idée de quelques-unes des combinaisons de relais, commutateurs, circuits, qui peuvent être réalisées pour répondre aux conditions imposées. Comme nous le disons plus haut, l'étude de ces combinaisons ne peut être entreprise efficacement qu'avec la connaissance des données précises du problème.

Pour en revenir à la solution que nous venons d'exposer, elle est intéressante, à cause de sa simplicité; chaque poste est autonome, c'est-à-dire est sus-

ceptible d'assurer son propre service; et le poste dit de service est plutôt un poste récepteur, destiné à recueillir et à diriger convenablement les demandes de conversation venant du réseau public. Nous remarquons dans cette réduction du rôle de l'opérateur intermédiaire, la tendance générale qui conduit, en définitive, à la téléphonie automatique.

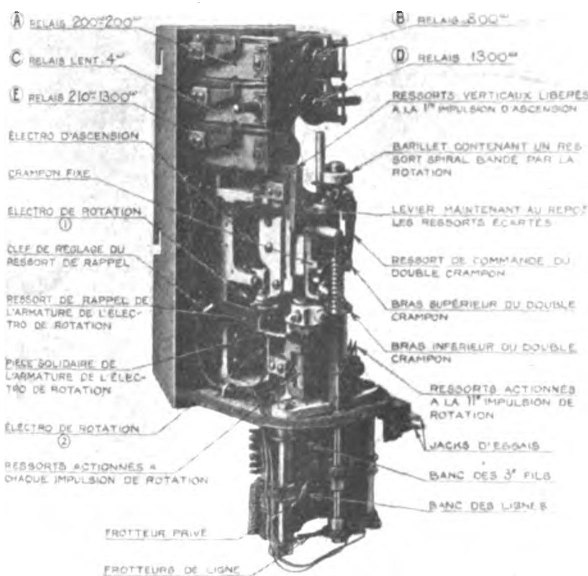


Fig. 176. — Vue détaillée d'un sélecteur (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

Téléphonie automatique. — C'est certainement dans ce domaine-là de la téléphonie qu'ont été réalisés les progrès les plus frappants; ils ont été mis en évidence à l'Exposition de Physique et de T. S. F., où l'on a pu voir en fonctionnement les appareils de mise en communication. Bien entendu, les modifications apportées à l'équipement des installations téléphoniques pour rendre les manœuvres automatiques intéressent surtout les postes centraux; les postes simples ou d'abonnés conservent très sensiblement le même appareillage. Aussi notre attention portera-t-elle surtout sur les premiers. Mais avant d'aborder l'examen du détail de ce nouvel équipement, envisageons, en premier lieu, le problème dans son ensemble. L'opération qui va nous occuper est celle qui consiste à relier deux postes aboutissant au poste central. Dès le début de la téléphonie, on chercha à réaliser cette mise en communication automatiquement. Vers 1889 déjà, Almon B. Strowger inventait le commutateur automatique, ce qui permettait de prévoir la suppression des opérateurs des postes centraux ou, du moins, d'un grand nombre d'entre eux.

En 1905, M. de la Touanne signale à la Société française de Physique (1) l'existence, en Amérique, d'un certain nombre de bureaux automatiques, prévus pour 6 000 à 10 00 abonnés. Mais le nombre des postes desservis par les postes centraux augmentant, le problème de l'établissement de la communication entre deux postes devint de plus en plus compliqué, et le développement de l'appareillage automatique ne put suivre celui des réseaux. Ce n'est que depuis quelques années que la question est venue à l'ordre du jour en France;



Fig. 177. — Vues de quelques modèles d'appareils téléphoniques automatiques (Compagnie française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston).

a) Type portatif; *b*, type mural; *c*) poste mixte pour dix lignes privées et une ligne de réseau relié à un poste central automatique.

(1) G. de la Touanne; Etat actuel de la téléphonie. *Procès verbaux et résumés des communications de la Société française de Physique*, 1905, deuxième fascicule, p. 302-334.

empressons-nous d'ajouter qu'aujourd'hui la plupart des nouvelles installations privées de quelque importance sont à poste central automatique et que l'on peut espérer voir ce mode de mise en communication adopté sur la plupart des grands réseaux publics.

Pour comprendre le fonctionnement des divers dispositifs présentés à l'Exposition de Physique et de T.S.F., nous en rappelons d'abord le principe. Si l'on analyse les manœuvres de la mise en communication dans un poste central, on peut les ramener au nombre de trois : d'abord, l'enregistrement du numéro demandé; ensuite, la recherche de la ligne correspondant à ce numéro; enfin, la constatation de l'occupation de la ligne et sa libération, s'il y a lieu.

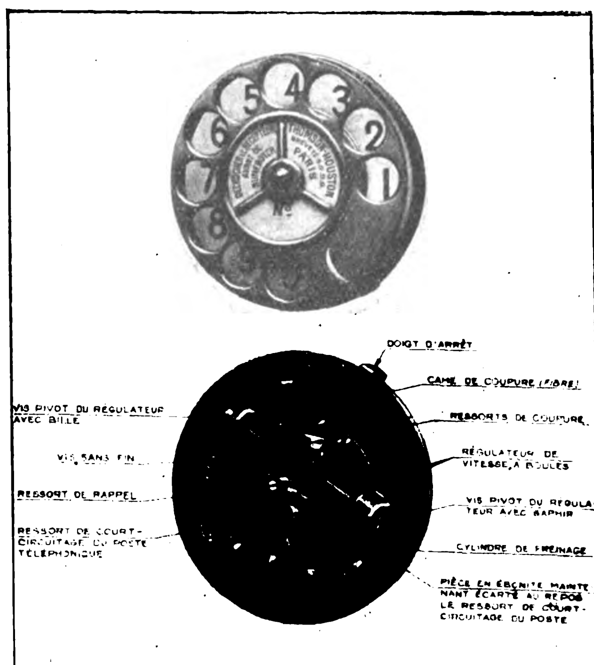


Fig. 178. — Deux vues du numéroteur : l'une représentant son aspect extérieur, et l'autre, son mécanisme (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

Cette classification des principales manœuvres qui doivent être réalisées dans un poste de téléphonie automatique nous permet de donner une idée générale du rôle des organes essentiels d'une telle installation, quel que soit le système considéré. Dans tous les postes simples ou d'abonné, se trouve un numéroteur, disque mobile autour de son centre et percé de dix trous. C'est au moyen de ce disque que sera indiqué le numéro du poste demandé.

Les mouvements imprimés à ce disque se répercutent, directement ou indirectement, sur les sélecteurs du poste central. Ici, suivant le système et suivant l'importance du poste, on rencontre successivement un ou plusieurs étages de sélecteurs, dont les rôles diffèrent : on distinguera en particulier les présélecteurs, qui subissent l'action du numéroteur, parfois par l'intermédiaire d'un enregistreur, les présélecteurs secondaires, dans les postes très importants seulement, les chercheurs de lignes et enfin les connecteurs ou les

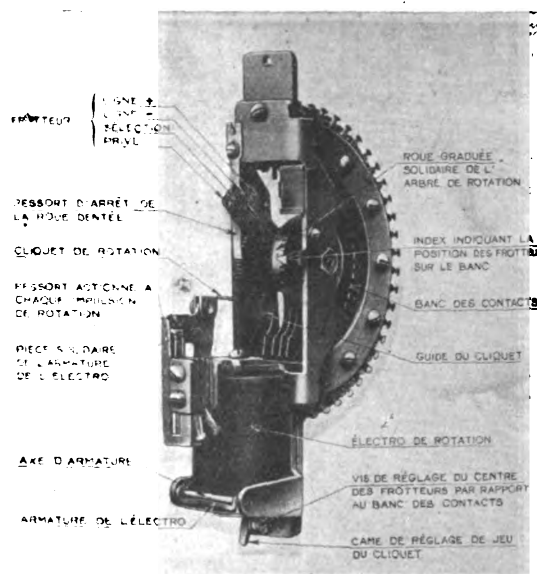


Fig. 179. — Vue détaillée d'un banc de commutateur (présélecteur) rotatif.

commutateurs principaux ou combinés qui ont pour fonction d'effectuer les opérations de l'appel, à savoir : l'envoi du courant de sonnerie, le verrouillage, la signalisation et la libération.

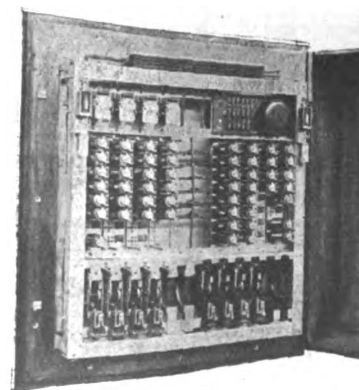


Fig. 180 a. — Vues d'un poste central automatique, type 24 directions, de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

Ces considérations générales étant établies, voyons comment sont réalisées les diverses solutions adoptées en examinant les systèmes qui étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Mais, auparavant, nous devons insister sur une classification des principaux systèmes en deux catégories, classification déter-

minée par le mode d'action du numéroteur sur les sélecteurs du poste central. Dans les systèmes de la première catégorie, représentés, en particulier, par ceux qui sont basés sur le principe de Strowger, auquel nous avons fait allusion plus haut, le sélecteur reçoit les impulsions du dispositif émetteur, c'est-à-dire du numéroteur soit directement, soit par l'intermédiaire de l'enregistreur; les impulsions sont dites en avant. Si, au contraire, c'est le sélecteur qui émet les impulsions, le système est dit à impulsions en arrière; dans ce cas, le rôle du numéroteur consiste à commander le point de départ et l'arrêt des mouvements synchrones du sélecteur et du numéroteur lui-même.

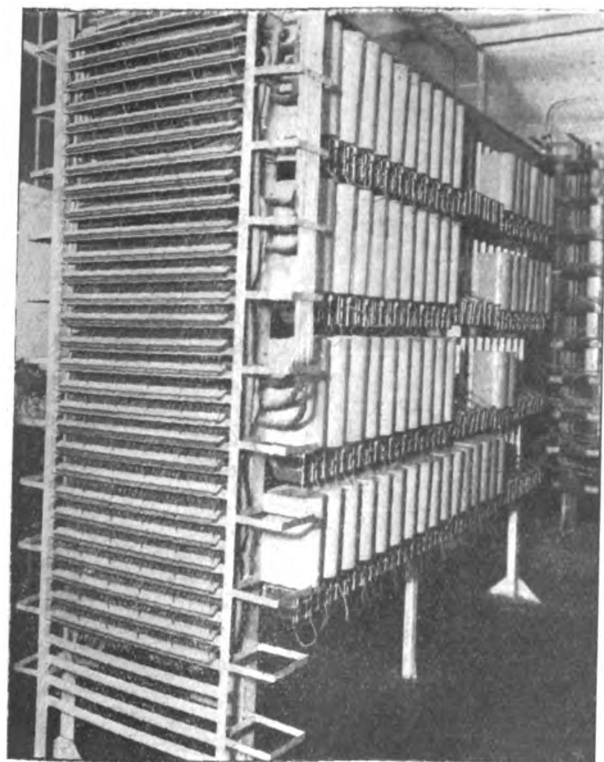


Fig. 180 b. — Vue d'un poste central automatique, type à 300 directions, de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

Dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston étaient exposés les divers organes d'une installation de téléphonie automatique, que l'on pouvait d'ailleurs voir en service (fig. 174). Pour fixer les idées, nous donnons sur la figure 175 le schéma d'une telle installation (sur ce schéma ne sont figurés que les circuits qui permettent de se rendre compte du fonctionnement du système, afin d'en rendre la lecture plus facile). Supposons que le poste P' entre en communication avec le poste P'. Lorsque le récepteur du poste P est décroché, le circuit de son relais de ligne R est fermé et il s'établit un contact entre les ressorts c_3 et c_4. Il en résulte la fermeture d'un circuit local comprenant l'enroulement e_1 de l'électroaimant E qui commande les deux palettes r_1 et r_2. La première met hors service le relais de ligne R et la seconde entraîne le plongeur p qui vient appuyer sur les ressorts r_1 et r_2 du banc des contacts et les mettre en contact avec r_3 et r_4 ; la liaison est alors établie entre le

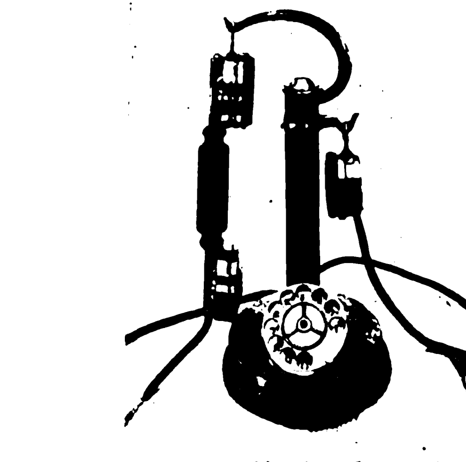


Fig. 181. — Vue d'un appareil téléphonique automatique (Société industrielle des Téléphones).

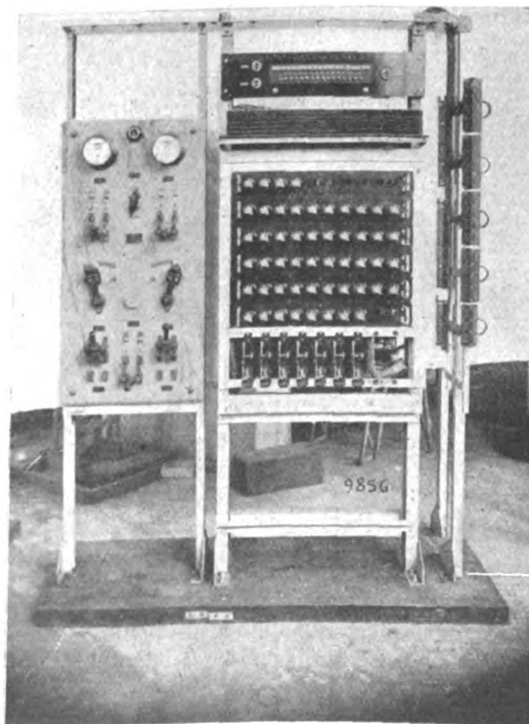


Fig. 182. — Vue d'un poste central automatique prévu pour 50 directions (Société industrielle des Téléphones).

poste P et le sélecteur Sr dont une vue intérieure est représentée sur la figure 176. En agissant ensuite sur le numéroteur, on provoque les mouvements suivants de l'arbre mobile du sélecteur : la première série d'impulsions, correspondant au chiffre des centaines, donne lieu au mouvement ascensionnel de l'organe mobile ; à cet effet, l'armature mobile de l'électroaimant A, dit d'ascension, porte à son extrémité un cliquet a ; ce dernier vient buter contre la dent d_1 et élève l'arbre d'autant de dents que le chiffre de centaines comprend d'unités. Les frotteurs de l'arbre mobile sont ainsi amenés au niveau de la rangée des contacts fixes en relation avec le connecteur de la centaine demandée. Tous les connecteurs de cette centaine pouvant être utilisés indistinctement, le sélecteur en choisit un qui soit libre. Ce choix s'effectue automatiquement, aussitôt que le mouvement ascensionnel de l'arbre mobile est terminé, grâce à un jeu de relais qui agit sur l'électroaimant de rotation R, tant que les frotteurs f_1 et f_2 passent sur des contacts de lignes de connecteurs occupés. Le mouvement de

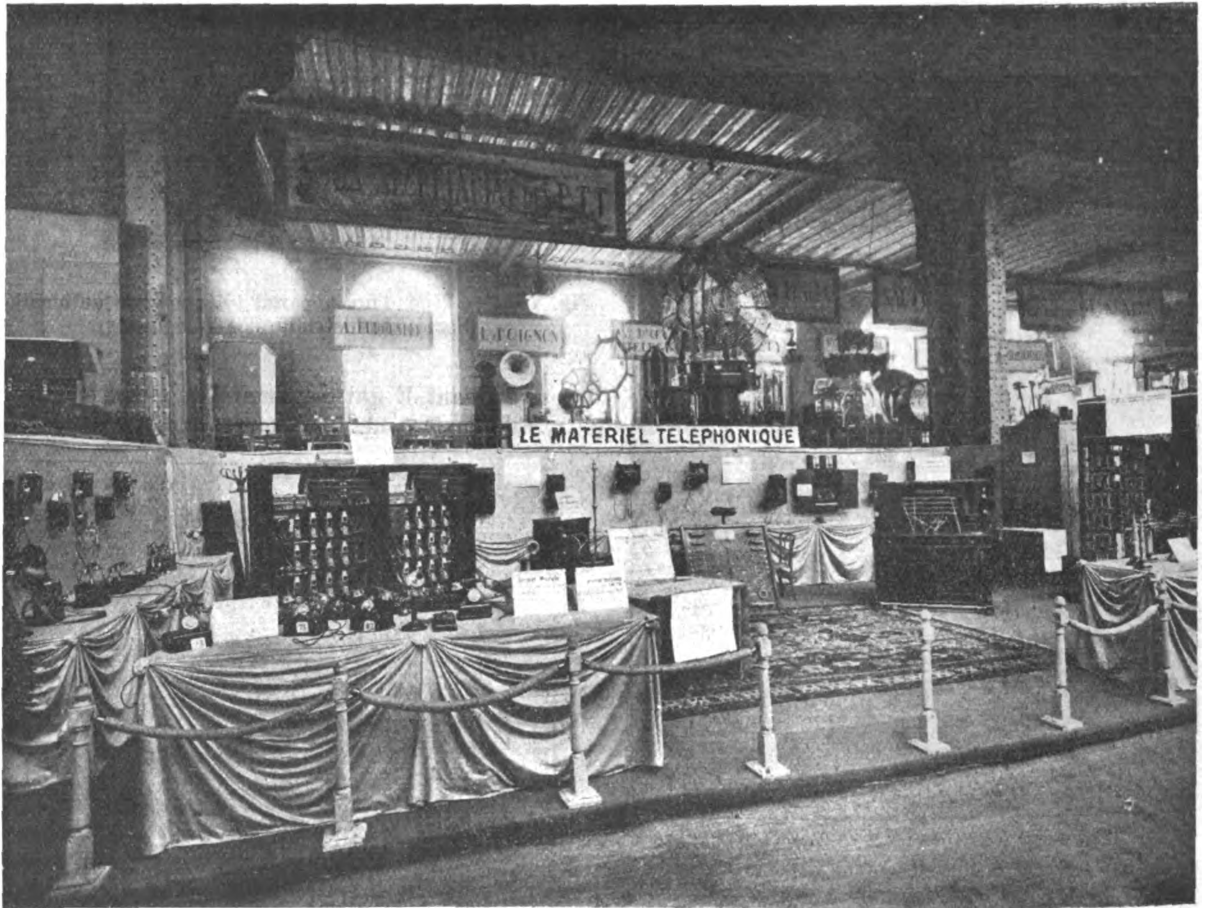


Fig. 183. — Vue du stand de la Société Le Matériel téléphonique.

rotation de l'arbre mobile est dû à l'attraction de l'armature de R ; cette armature est coudée et porte à son extrémité un cliquet r qui agit sur les dents de rotation d_2. Le cliquet de retenue d_c s'oppose à l'action du ressort de rappel. Lorsque le mouvement de rotation est terminé, le poste P est relié aux frotteurs f_3 et f_4 d'un connecteur Cr, par les lignes L_5 et L_6. En agissant sur le numéroteur de ce poste et en composant le chiffre de dizaines, on provoque un mouvement ascensionnel du connecteur, comme pour le sélecteur ; le chiffre des unités reproduit sur le numéroteur donnera lieu à un mouvement de rotation. Les frotteurs f_3 et f_4 sont ainsi amenés en face de la ligne demandée. Si cette ligne est libre, le connecteur actionne automatiquement la sonnerie du poste P' ; dans le cas où elle est occupée, le poste appelant reçoit un signal acoustique.

Dans ce système, tandis que les présélecteurs, constitués par l'électroaimant plongeur E et le banc des contacts B, sont des organes individuels, les sélecteurs S_r sont communs aux divers postes de l'installation. L'un quelconque des premiers doit pouvoir être relié à l'un quelconque des seconds : aussi faut-il prévoir un dispositif permettant d'éviter l'emploi du même sélecteur par deux postes différents. Or on remarque sur le schéma de la figure 175 que les lignes des postes P et P' peuvent être mises en relation avec l'une quelconque

des lignes auxiliaires I, II, III, IV, etc., suivant les jeux de ressorts des bancs B et B' mis en service par le plongeur p ou p'. Il suffit que le plongeur de la ligne sur laquelle a lieu l'appel se trouve toujours en face d'une ligne auxiliaire libre. A cet effet, il est prévu à l'extré-

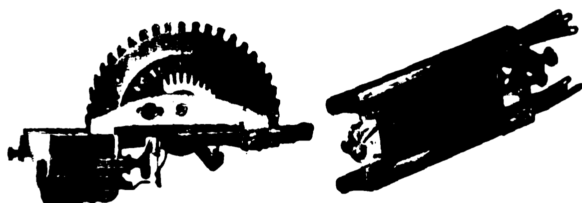


Fig. 184. — **Vues d'un sélecteur et d'un relais (Société Le Matériel téléphonique).**

mité de chaque plongeur une encoche qui s'engage dans une barre à arête ou arbre principal vertical, commandant tous les plongeurs d'un même groupe. Cet arbre peut se déplacer alternativement de droite à gauche et de gauche à droite et de telle façon que tous

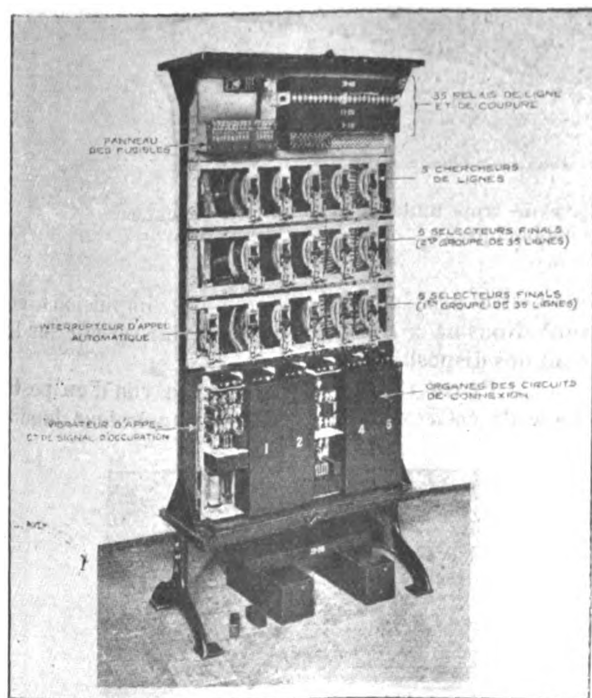


Fig. 185. — **Vue du commutateur de téléphonie automatique du système progressif ou pas à pas, prévu pour 35 directions (Société Le Matériel téléphonique).**

les plongeurs viennent successivement en regard des contacts de toutes les lignes auxiliaires sans toutefois pouvoir s'arrêter sur les lignes occupées. Donc, à tous moments les plongeurs, au repos, sont en face d'une même ligne auxiliaire libre. Si, à ce moment, un présélecteur est mis en service, son plongeur se dégage de l'arbre principal et prend cette ligne libre. Il fait passer en même temps l'arbre principal et les plongeurs qu'il entraîne à la position suivante. Si celle-ci était celle d'une ligne occupée, le dispositif de manœuvre de l'arbre principal agirait aussitôt à nouveau pour l'amener sur la position d'une ligne libre. Tant que dure l'occupation de la ligne, le plongeur est maintenu enfoncé, par l'attraction de l'enroulement e_3 de l'électroaimant E. C'est le connecteur qui libère la ligne à la fin de la conversation.

Le dispositif représenté schématiquement ici peut desservir 1 000 postes ; s'il y a plus de 1 000 postes, il suffira de prévoir de nouveaux étages de sélecteurs, identiques à ceux dont nous venons de voir le fonctionnement ; l'adjonction d'un étage permettrait de desservir 10 000 postes, celle de deux étages, 100 000 postes, et ainsi de suite.

Ce système, comme on a pu s'en rendre compte, est de la catégorie de ceux dits à impulsion en avant.

La figure 177 représente la vue photographique de quelques modèles de postes simples sur lesquels on remarquera, comme organe caractéristique, le numéroteur. Nous attirons l'attention du lecteur sur la fi-

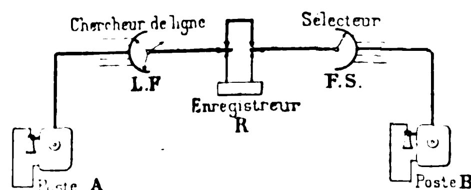


Fig. 186. — **Vue schématique d'une installation de téléphone automatique du système rotatif (Société Le Matériel téléphonique).**

gure 177 c ; elle représente un poste mixte, comprenant un numéroteur, pour la ligne du réseau public supposé à poste central automatique, et les dispositifs de mise en communication avec dix lignes privées, suivant le principe développé dans le paragraphe précédent. Sur la figure 178, est reproduite la vue intérieure du numéroteur qui permet de se rendre compte du mécanisme.

En ce qui concerne les divers organes du poste central, nous avons déjà reproduit plus haut sur la figure 176 une vue du sélecteur, dont nous avons défini le rôle.

Les présélecteurs peuvent être à plongeur ; c'est le cas de ceux qui sont représentés sur le schéma de la figure 175 ; mais la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston construit également des présélecteurs rotatifs (fig. 179). Dans cet appareil l'axe du frotteur est mis en mouvement par un électroaimant de rotation au moyen d'un mécanisme simple de cliquet et de roue à rochet ; cet électroaimant fonctionne, au point de vue électrique, de la même façon que l'électroaimant E dans le système, à plongeur, ainsi d'ailleurs que tout le système, comme on peut s'en rendre compte en substituant au présélecteur à plongeur sur le schéma de la figure 175 le dispositif repré-

senté sur la figure 179. Ce dernier système est d'un fonctionnement très rapide, puisque son axe fait un tour complet en 2/3 seconde et son champ de contacts est plus important que celui du premier présélecteur.

Au poste central, les sélecteurs et les connecteurs

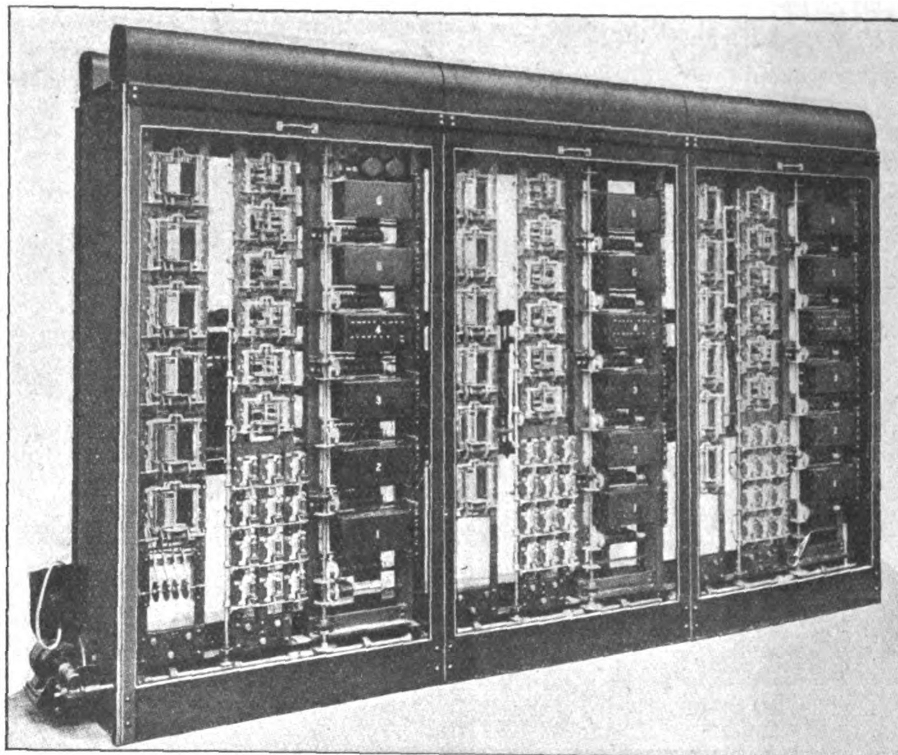


Fig. 187. — Aspect d'un commutateur rotatif composé de trois unités à 50 directions chacune (Société le Matériel téléphonique).

sont convenablement groupés dans un ou plusieurs meubles, dont nous donnons quelques vues sur les figures 180 a et 180 b. Le plus petit de ces meubles représenté ici est un poste à 24 directions ; le plus grand comporte 300 numéros.

Nous avons dit au début de ce paragraphe qu'un grand nombre d'installations nouvelles avaient adopté la téléphonie automatique. Nous mentionnerons parmi les installations comportant le plus grand nombre de lignes et que cite la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, celle des Magasins des Galeries Lafayette à Paris, qui comprend 500 lignes, comme celle des immeubles de MM. Schneider et Cie à Paris (rue d'Anjou), le réseau public de Nice qui comporte 3200 lignes et celui d'Orléans, en exécution, qui comprendra 1200 lignes. Nous ne donnons ces indications que pour montrer que la téléphonie automatique tend à être de plus en plus adoptée, et qu'elle sera bientôt d'un usage absolument courant. Les constructeurs sont prêts à répondre aux demandes des exploitants ; les problèmes les plus compliqués sont résolus, il n'y a plus qu'à appliquer les solutions réalisées.

La Société industrielle des Téléphones exposait également des appareils d'un système présentant une grande analogie avec celui que nous venons de décrire, c'est-à-dire basé sur le principe des impulsions en avant. Nous ne croyons donc pas devoir revenir sur le détail des dispositifs.

Sur la figure 181 est représentée la vue d'un poste simple de cette société, avec son numéroteur, tandis

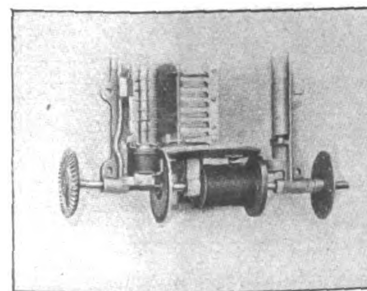


Fig. 188. — Vue d'un embrayage magnétique du commutateur rotatif (Société Le Matériel téléphonique).

que l'on peut voir sur la figure 182 la photographie d'un meuble de poste central, prévu pour 50 directions avec le tableau de charge de la batterie d'accumulateurs. Cette batterie qui alimente toute l'installation débite le courant sous une tension de 24 V.

Nous mentionnerons encore le stand de la Société Le Matériel téléphonique (figure 183) dans lequel fonctionnait un poste de téléphonie automatique. Le système est celui de la Bell Telephone Mfg Company et de la Western Electric Company. Il y a lieu de distinguer deux types de commutateurs suivant l'importance de l'installation. Lorsqu'il s'agit d'installations privées, dont le nombre des postes ne dépasse pas 70, on retrouve le principe des impulsions en avant, qui conduit au système dit progressif ou pas à pas, analogue à celui décrit plus haut. Pour les installations comportant un très grand nombre de postes, le système est différent; il est une combinaison des deux principes à impulsion en avant et en arrière.

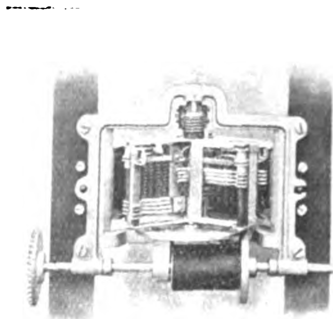


Fig. 189 a. — Vue du chercheur de lignes d'un commutateur rotatif.

Voyons d'abord de près le détail des appareils du système progressif qu'a exposés la Société Le Matériel téléphonique. Les organes essentiel sont, outre le numéroteur, les sélecteurs et les relais d'appel.

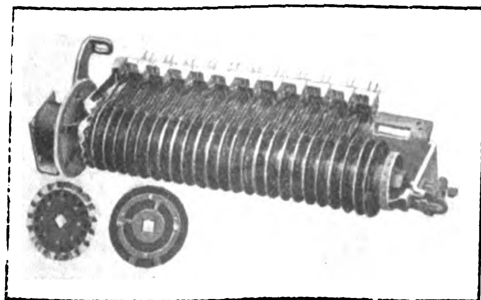


Fig. 189 b. — Vue du combinateur.

La figure 184 représente deux vues, l'une du sélecteur et l'autre d'un relais. C'est d'abord en décrochant le récepteur qu'on relie un poste au sélecteur qui effectuera la mise en communication, ceci au moyen d'un chercheur de ligne qui se met automatiquement en marche pour ne s'arrêter que lorsqu'il est en face des bornes du poste demandeur. Le sélecteur est alors relié au poste.

A chaque émission du courant provoqué par le mouvement du numéroteur, le sélecteur a avancé progressivement; le nombre d'impulsions reçues par le sélecteur est égal d'abord au chiffre des dizaines indiqué par le numéroteur; dans la période d'arrêt entre l'envoi du chiffre des dizaines et celui des unités, il y a un changement dans la fonction des organes de commutation qui leur permet de recevoir le chiffre des unités; dans cette seconde phase, le mouvement du sélecteur s'effectue suivant le même processus que dans la première. Le sélecteur se trouve donc en face de la ligne du poste appelé. Le relais d'appel agit aussitôt sur le poste demandé. Lorsque le récepteur de celui-ci est décroché, les deux postes sont branchés sur le circuit de conversation. Sur la figure 185 est représenté, vu de face, un commutateur prévu pour 35 lignes. Une batterie d'accumulateurs de 12 éléments suffit à l'alimentation de l'installation.

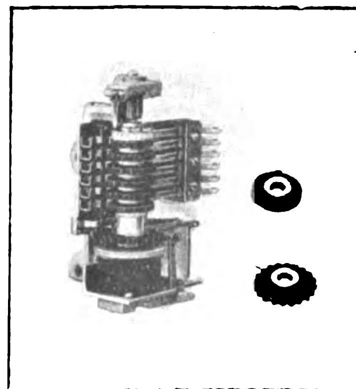


Fig. 189 c. — Vue de l'enregistreur.

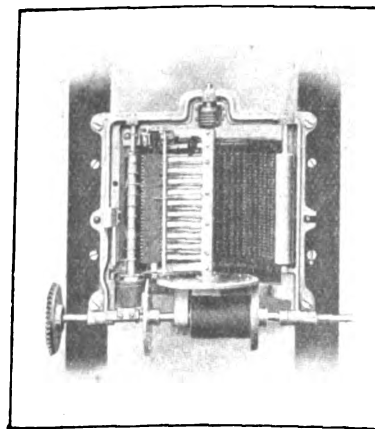


Fig. 189 d. — Vue du sélecteur.

Pour les installations importantes, la Société Le Matériel téléphonique prévoit le système dit à commutateur rotatif dont le principe est facile à comprendre, si l'on se reporte à la vue schématique de la dispo-

tion de l'installation, représentée sur la figure 186. Les organes essentiels sont le chercheur de ligne **LF**, l'enregistreur **R** et le sélecteur **FS**. En décrochant le récepteur en A, on fait pivoter le chariot mobile du chercheur de ligne qui se meut jusqu'à ce qu'il ait trouvé la ligne appelante. Il est alors automatiquement relié à l'enregistreur. A ce moment, on entend dans le récepteur du poste A un bourdonnement continu qui indique que le numéro du poste désiré peut être envoyé. Les impulsions du courant émis par le déplacement du numéroteur de A agissent alors sur l'enregistreur R; cet appareil transmet les impulsions au sélecteur à la rapidité avec laquelle celui-ci peut les recevoir; ici interviennent ce que nous avons appelé plus haut les impulsions en arrière, ce sont des impulsions que retourne l'enregistreur au poste appelant après chaque chiffre et qui indiquent que les chiffres suivants peuvent être envoyés. Cette disposition permet de prévoir des sélecteurs à action plus lente, donc plus lourds et plus robustes. Pour en revenir à l'opération de la mise en communication, le sélecteur, sous l'action des impulsions de l'enregistreur, fonctionne comme dans les systèmes examinés précédemment, c'est-à-dire qu'il établit la liaison entre les deux postes A et B, effectue l'appel de B, si la ligne est libre, ou provoque au contraire un bourdonnement intermittent dans le récepteur de A, si la ligne est occupée.

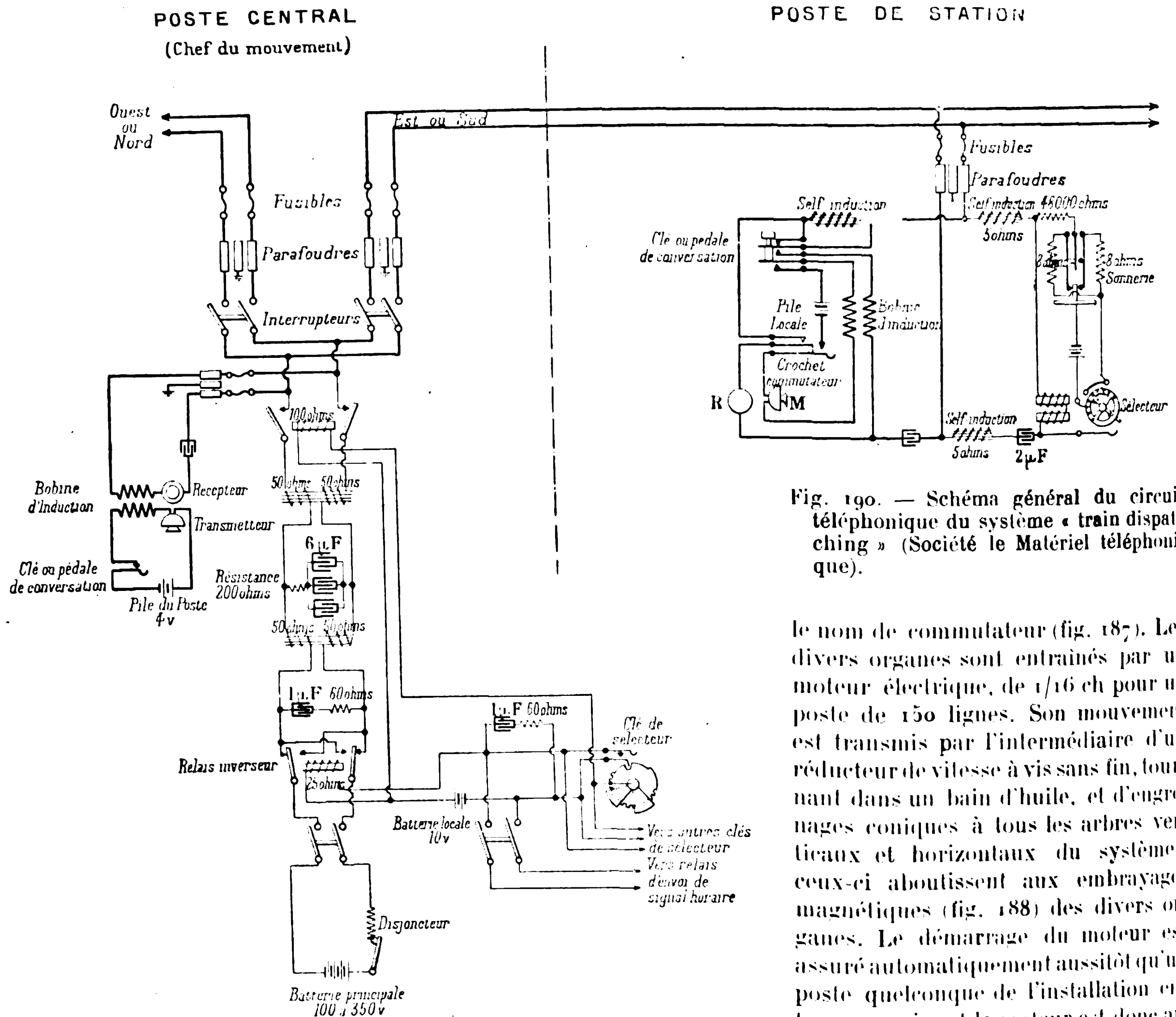


Fig. 190. — **Schéma général du circuit téléphonique du système « train dispatching »** (Société le Matériel téléphonique).

Les appareils chercheurs de ligne, enregistreurs, sélecteurs, sont groupés sur un tableau auquel on donne le nom de commutateur (fig. 187). Les divers organes sont entraînés par un moteur électrique, de 1/16 ch pour un poste de 150 lignes. Son mouvement est transmis par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse à vis sans fin, tournant dans un bain d'huile, et d'engrenages coniques à tous les arbres verticaux et horizontaux du système: ceux-ci aboutissent aux embrayages magnétiques (fig. 188) des divers organes. Le démarrage du moteur est assuré automatiquement aussitôt qu'un poste quelconque de l'installation entre en service et le moteur est donc arrêté lorsqu'aucun poste ne fonctionne.

Sur les figures 189 a, 189 b, 189 c et 189 d sont représentées les vues du chercheur de lignes, du combinateur, de l'enregistreur et du sélecteur. Nous avons défini les rôles de chacun de ces appareils sauf du combinateur qui est destiné au réglage des mouvements du chercheur de lignes et du sélecteur, de façon à leur assurer une succession régulière dans un ordre convenablement déterminé.

Nous n'avons cherché ici qu'à mettre en évidence le principe des postes de téléphonie automatique qui

étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Les démonstrations qui en ont été faites dans les stands que nous venons de citer ont permis au public de se rendre compte de la simplicité des manœuvres, d'une part, et de la précision du fonctionnement de chacun des organes qui rentrent dans la cons-

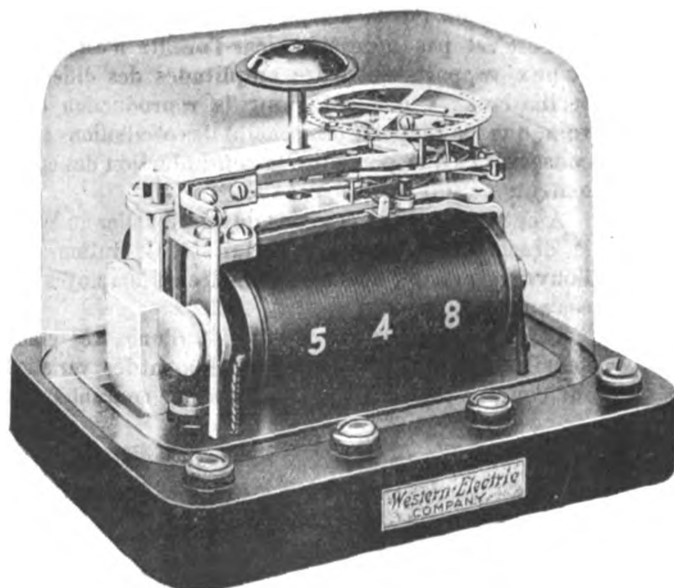


Fig. 191. — Vue du sélecteur d'un poste de station du système « train dispatching » (Société La Matériel téléphonique).

titution de ces postes. En ce qui concerne les applications de la téléphonie automatique, les combinaisons auxquelles elle se prête et les avantages qu'elle présente au point de vue économique, nous ne pouvons nous étendre sur ces divers points, sans sortir du cadre de cet article.

Nous mentionnerons l'étude de M. Cornet, ingénieur des Télégraphes [1], dans laquelle sont décrits

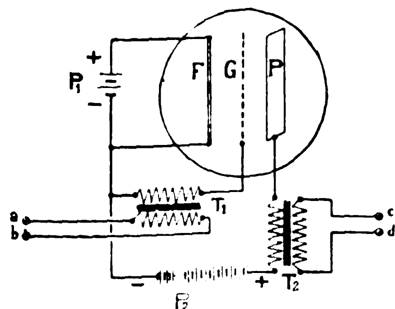


Fig. 192. — Schéma des connexions d'un amplificateur téléphonique.
a, b, ligne téléphonique; c, d, appareil récepteur.

les divers dispositifs dont nous venons de parler, en vue de leur emploi sur les réseaux publics; on y trouvera également d'intéressantes considérations sur l'amélioration du rendement des réseaux qui résulte de l'adoption de l'automaticité en téléphonie. Dans ce même ordre d'idées, nous devons mentionner également l'article de M. C. Janculesco, ingénieur des Postes et Télégraphes, publié dans la « Revue générale de l'Electricité » [1]. Dans cette étude, l'auteur décrit un certain nombre de combinaisons de circuits adoptées en Amérique permettant d'améliorer le trafic dans les communications interurbaines. Mais nous voici bien loin de l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Application de la téléphonie dans les chemins de fer. — Nous y revenons pour mentionner une application particulière de la téléphonie dans les chemins de fer; nous voulons parler du système « train dispatching » de la Western electric Company, exposé dans le stand de la Société Le Matériel téléphonique. Il s'agit ici d'une installation comportant un poste principal, occupé par le chef du mouvement des trains et plusieurs postes de station reliés au poste central par une ligne téléphonique à deux fils. Sur la figure 190 est représenté le schéma général de cette installation. Le chef du mouvement doit pouvoir appeler l'un quelconque des postes de station, sans déranger les autres. A cet effet, chacun de ces postes comporte un sélecteur, tandis qu'au poste principal sont groupées sur un tableau des clefs dites de sélection. En agissant sur une de ces clefs, l'opérateur met en service deux relais, l'un dit de connexion, et

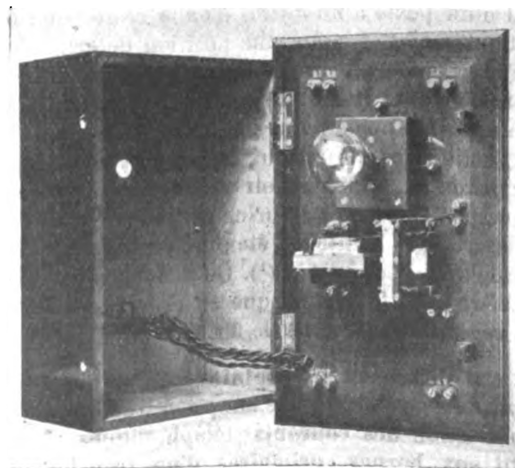


Fig. 193. — Vue intérieure d'un amplificateur téléphonique (Société industrielle des Téléphones).

l'autre, d'inversion; le premier a pour fonction de relier à la ligne les organes d'appel du poste principal, et le

[1] C. Cornet; Le Téléphone automatique. *La Technique moderne*, octobre, novembre et décembre 1922, t. XIV, p. 401, 454, 490 et 607.

[1] C. Janculesco; La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. *Revue générale de l'Electricité*, 19 avril 1919, t. V, p. 595-601.

second, dont le circuit est alternativement fermé et ouvert durant le mouvement d'une roue dentée, envoie sur la ligne des impulsions de courant. Ce sont ces impulsions qui sont reçues par les postes de station. Le sélecteur (fig. 191) est constitué par un électroaimant qui commande le mouvement d'une roue dentée ;

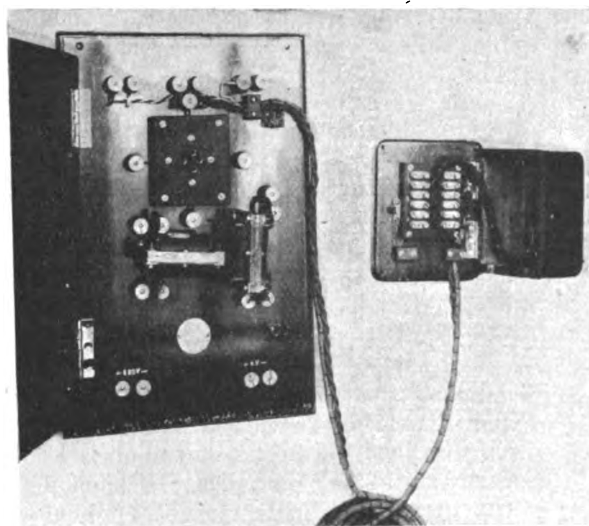


Fig. 194. — Vue d'un amplificateur téléphonique pour poste récepteur mobile, avec relais de commande (Société industrielle des Téléphones).

celle-ci entraîne une deuxième roue légère dite « roue-code », percée de trous uniformément répartis dans lesquels on peut placer en des points donnés trois petites chevilles. Les positions relatives de ces chevilles diffèrent d'un poste à un autre, d'où la réalisation de la sélection : en effet, pour une position déterminée, les chevilles peuvent venir s'engager dans le cran d'un ressort d'arrêt et immobiliser ainsi la roue-code. Seule celle du poste appelé pourra se placer convenablement sous l'action des impulsions de courant émises par le poste principal, pour pouvoir entrer en communication avec ce poste. Tel est le principe de ce système dont une description détaillée a été publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » (¹). Qu'il nous suffise de dire que ce dispositif est appliqué en France sur les différents réseaux de chemins de fer.

III. Amplificateurs et relais téléphoniques (²). — Il s'agit de l'application des lampes à trois électrodes à l'amplification des courants téléphoniques. La ligne aboutit aux bornes primaires d'un transformateur, dont le circuit secondaire est intercalé dans le circuit-grille de la lampe. Le récepteur est relié aux bornes secondaires d'un deuxième transformateur ; le circuit primaire de ce dernier est en série dans le circuit-plaque de la lampe avec une batterie de piles (fig. 192). L'introduction des transformateurs dans le circuit peut modifier les relations de phase entre les oscillations de fréquence différentes qui se superposent dans les courants téléphoniques ; mais, ainsi que le fait remarquer M. C. Gutton (¹), la conservation de ces relations de phase n'est pas nécessaire, car l'oreille n'est sensible qu'aux rapports entre les amplitudes des différentes oscillations ; « il suffit, pour la reproduction de la voix, que les rapports d'intensité des oscillations soient conservés et que par suite la self-induction des enroulements ne soit pas exagérée ».

A ce propos, nous croyons devoir signaler au lecteur la description détaillée qu'a fait M. C. Gutton, dans l'ouvrage précité, des transformateurs employés pour ces appareils.

L'amplificateur ainsi conçu est d'une très grande sensibilité et reproduit très fidèlement les variations du courant primaire. Il est d'un usage courant aujourd'hui ; son rendement est meilleur et son fonctionnement plus sûr que ceux des autres dispositifs à action mécanique.

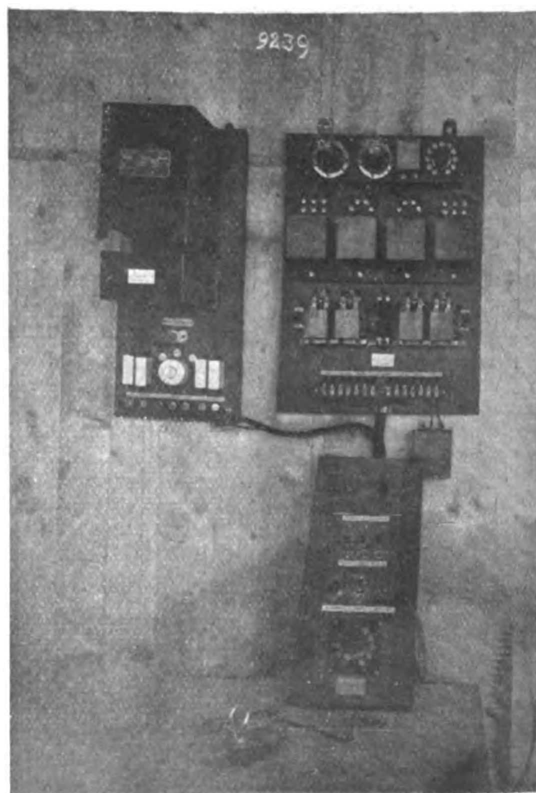


Fig. 195. — Vue d'un relais téléphonique (Société industrielle des Téléphones).

(¹) H. Florant ; Description et fonctionnement du système « train dispatching » de la Western Electric Company. *Revue générale de l'Electricité*, 25 mars 1922, t. xi, p. 431-436.

(²) Marius Latour ; Amplificateurs divers. *Revue générale de l'Electricité*, 22 novembre 1919, t. vi, p. 709-718.

J.-B. Pomey ; Relais téléphonique. *Revue générale de l'Electricité*, 15 mai 1920, t. vii, p. 665-669.

(¹) C. Gutton ; La lampe à trois électrodes. *Recueil des Conférences-rapports de Documentation sur la Physique*. En vente à la librairie A. Blanchard et aux Presses universitaires.

C'est dans le stand de la Société industrielle des Téléphones qu'étaient exposés quelques-uns de ses modèles représentés sur les figures 193 et 194. Ces appareils sont placés dans le voisinage du poste récepteur. Afin d'éviter l'usure du filament et des batteries d'alimentation, il est prévu pour chaque amplificateur un dispositif de commande des circuits, permettant de le mettre en service ou hors service. Si le poste récepteur est du type mural, ce dispositif est une simple clef (fig. 193) ; dans le cas des postes mobiles, l'amplificateur comporte un relais, remplaçant la clef en question, tandis que l'appareil de commande du relais est monté sur le poste lui-même (fig. 194). Le filament est alimenté par une batterie ; il peut aussi être relié au réseau de distribution d'énergie électrique. Mais si le courant est continu, les harmoniques de commutation des génératrices donnent lieu à un bourdonnement qui trouble la réception : or, la Société industrielle des Téléphones a imaginé un dispositif, dit « filtreur », constitué par un jeu convenablement compris de bobines de self-induction et de condensateurs qui étouffe ce bourdonnement. Dans le cas des distributions sous courant alternatif, il est nécessaire de prévoir un redresseur. Le bourdonnement est aussi étouffé au moyen d'un filtreur.

Ce que nous venons de dire au sujet des amplificateurs s'applique aux installations comportant plusieurs postes téléphoniques. On conçoit aisément la possibilité de grouper dans un poste central, par exemple, se trouvant à l'extrémité d'une ligne de grande longueur, un ensemble d'appareils basés sur le principe énoncé plus haut. Là encore, la Société industrielle des Téléphones a présenté des modèles de ses relais téléphoniques, dont l'organe essentiel est la lampe à trois électrodes. Sur la figure 195 est représenté un de ses relais, étudié spécialement pour les longs circuits aériens. Certains de ces modèles fonctionnent non seulement pour le courant téléphonique, mais encore pour le courant d'appel.

Nous n'insisterons pas sur l'amélioration du rendement des lignes, due à l'emploi de ces relais ; nous rappellerons simplement que la lampe à trois électrodes a permis de résoudre le problème de la téléphonie multiple (¹), ainsi que l'a montré à plusieurs reprises M. A. Turpain qui, depuis plus de vingt années, s'est attaché à l'étude de cette question.

IV. Signalisation acoustique et optique.

— La Société des Téléphones Le Las a présenté un certain nombre de ses appareils de signalisation et de transmission d'ordres particulièrement destinés à être installés dans les mines.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'un dispositif de transmission d'ordres pour un puits de mines, la disposition généralement adoptée pour la signalisation est la suivante : sur un tableau sont groupés autant de transparents qu'il y a de signaux à transmettre ; chaque signal de manœuvre a lieu en deux phases, l'une de préparation et l'autre d'exécution. Le signal de préparation est un signal optique ; celui d'exécution, acoustique. Tous les signaux optiques des manœuvres en cours sont inscrits en permanence à tous les étages et pendant toute la durée des manœuvres ; enfin, tout changement de signal optique est automatiquement annoncé par le roulement d'une sonnerie, dite sonnerie d'avertissement.

Dans l'application de la signalisation aux puits de mines, le nombre des signaux optiques est réduit à quatre. S'il n'y a, par exemple, qu'une seule recette

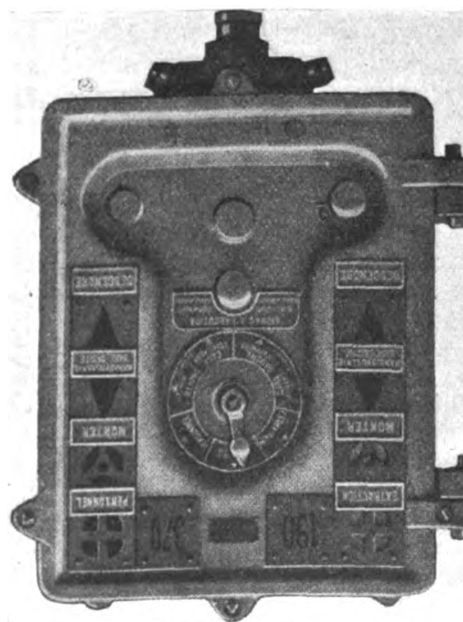


Fig. 196. — Vue d'un appareil de signalisation des puits de mines (Société des Téléphones Le Las).

desservie, l'installation comprendra trois appareils : l'un à la recette inférieure, le deuxième à la recette du jour, et le dernier dans la salle des machines.

L'appareil du fond et celui de la recette du jour sont constitués par une boîte étanche en fonte (fig. 196) contenant seize lampes (car à chaque signal correspondent deux lampes comme dispositif de sécurité, ainsi que nous allons le voir), au centre se trouve un commutateur de commande. L'appareil de la salle des machines, qui est simplement récepteur, ne comporte pas de commutateur ; il possède une sonnerie à trembleur, d'avertissement et un timbre à coups, pour le signal d'exécution.

Sans insister sur le mode de fonctionnement du système, nous mentionnerons la disposition adoptée pour éviter tout retard prématuré résultant d'un signal

(¹) A. Turpain ; Sur la multicommunication généralisée en télégraphie. *Revue générale de l'Electricité*, 24 septembre 1921, t. x, p. 394-395.

A. Turpain ; La téléphonie multiple par lampes à trois électrodes. *Revue générale de l'Electricité*, 14 octobre 1922, t. xii, p. 556-557.

transmis par le moulineur du jour, avant la réception du signal du fond. A chaque poste de signalisation correspondent, comme nous l'avons dit, deux lampes; et le machiniste ne fait démarrer le moteur que lorsque les deux lampes sont allumées.

Ces appareils peuvent être munis de dispositifs complémentaires, suivant les exigences de l'exploitation; sur la figure 197 sont représentés quelques modèles de relais de la Société des Téléphones Le Las, dits relais d'appel et à déclenchement. Nous mentionnerons aussi le commutateur multiple, permettant d'ouvrir ou de fermer le circuit suivant certaines combinaisons dont

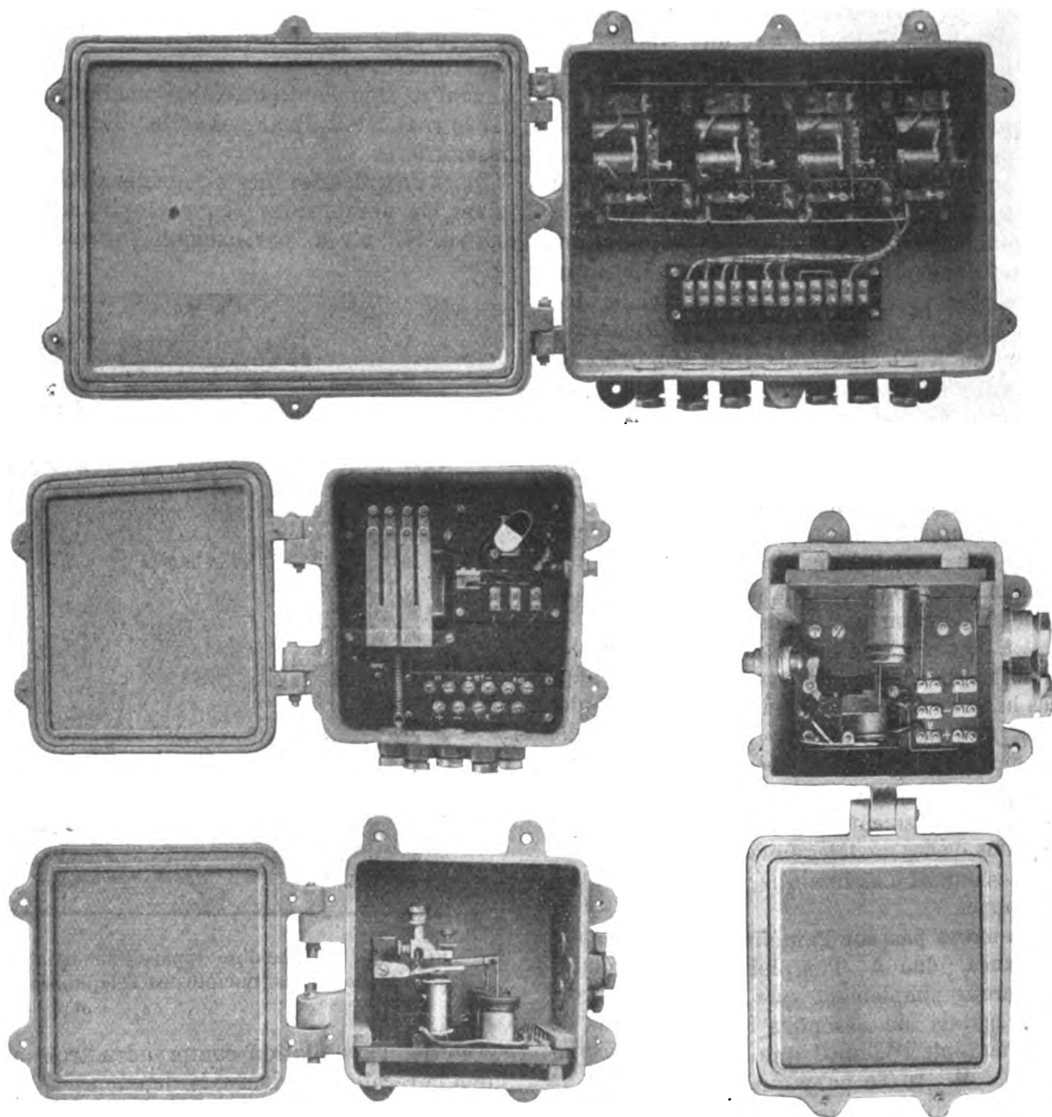


Fig. 197. — Appareils étanches de signalisation; vues de relais d'appel et de relais à déclenchement, (Société des Téléphones Le Las).

le nombre varie avec celui des étages; ce commutateur peut être muni d'un dispositif assurant la distribution automatique du courant par la machine.

Nous terminons cet examen rapide d'un matériel spécial étanche, en citant quelques-unes des installations qui en ont été faites à savoir aux Mines de Carmaux, aux Charbonnages d'Ougrée-Marihaye, en Belgique, aux Charbonnages de Limbourg-Meun, également en Belgique.

(*A suivre.*)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

L'électrochimie et l'électrométallurgique d'après les brevets récents (*suite et fin*) [1]

Cette deuxième partie du travail de l'auteur est relative aux fours électriques : dispositifs généraux des fours à arcs, à résistance, à induction ; fabrication du diamant, du graphite et du carbure de silicium ; fusion et réchauffage des métaux ; fusion du verre ; fabrication des chaux, ciments, briques et tuiles ; fabrication de l'aluminium et du carbure de calcium ; traitement des minerais ; fabrication du fer et de ses dérivés ; fabrication de produits divers ; fixation de l'azote ; applications des décharges électriques et effluves.

II. — Fours électriques.

Dispositifs généraux des fours à arc et à résistance. — Dans les fours électriques à plusieurs électrodes, le creuset peut, pour certains traitements, devenir trop grand et si les matières en traitement emplissent le four, elles ont une tendance naturelle à s'effondrer entre les électrodes lors de la coulée et à se mélanger à la matière fondue qui coule.

C. A. Keller [2] évite cet inconvénient en disposant entre deux électrodes voisines une cloison inférieure réfractaire de façon à constituer un creuset distinct pour chaque électrode. Ces différents creusets communiquent entre eux par des canaux inférieurs établissant leur liaison électrique et permettant de n'avoir qu'un unique trou de coulée.

Les gaz résultant de la réduction des minerais aux fours électriques sont, en général, utilisés soit en les faisant agir à nouveau sur le lit de fusion et en s'en servant pour refroidir la partie inférieure des voûtes du four, soit en déterminant par injection d'air, leur combustion à une certaine hauteur de la charge ou en dehors d'elle.

C. A. Keller [3] en disposant au-dessus du four des plans inclinés amenant les matières autour des électrodes, obtient une circulation prolongée des gaz réducteurs au travers de la charge, dans le sens de sa hauteur, un échauffement préalable des matières à traiter par combustion libre des gaz à leur sortie de la charge, sous les plans inclinés et, enfin, une circulation rationnelle des gaz brûlés mélangés à de l'air autour des trémies contenant les matières, pour le séchage de celles-ci.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 19 avril 1924, t. XV, p. 695-708.

(2) Perfectionnements aux fours électriques à plusieurs électrodes. *Brevet français n° 521099* demandé le 11 décembre 1914, délivré le 28 février 1921, publié le 6 juillet 1921, 130 lignes, 3 figures.

(3) Procédé de chargement des matières dans les fours électriques et d'utilisation des gaz de réduction. *Brevet français n° 521100* demandé le 11 décembre 1914, délivré le 28 février 1921, publié le 6 juillet 1921, 167 lignes, 2 figures.

Le four M. Sauvageon [1] est un four à résistance chauffant par radiation de sa voûte ou de ses parois. Les chambres de chauffe disposées au-dessus de la voûte, par exemple, sont remplies d'un « résistor » en grains à base de carbone communiquant aux deux extrémités de chaque chambre avec des électrodes d'arrivée de courant. Des poches sont prévues pour alimenter automatiquement les chambres de chauffe en grains de résistor lorsqu'une partie de ceux-ci a brûlé. En constituant la voûte et les parois à l'aide de matières dont la conductibilité augmente avec la température (ferrite de magnésie ou d'alumine contenant de 5 à 10 pour 100 de fer), aux basses et moyennes températures, le four fonctionne par le passage du courant dans le résistor à grains et aux températures élevées par le passage du courant à la fois dans celui-ci et dans la voûte et les parois.

Dans les fours électriques à arc, on emploie souvent un chauffage auxiliaire par résistance de façon à éviter la production de zones froides dans les parties éloignées de l'arc. Ce chauffage est, en général, réalisé par de grandes plaques de fer refroidies par l'eau et séparées de la matière en fusion par un conducteur de seconde classe. Mais, dans ce cas, le circuit étant relativement court, on doit travailler à faible tension et grande intensité de courant, ce qui présente des inconvénients pour l'installation des câbles d'amenée de courant.

Pour éviter ces inconvénients, la Société Gesellschaft fur Elektrostahlanlagen m. b. h. et M. W. Rodenhauser [2] disposent entre les pôles de la sole, des corps formant résistance aussi longs que possible et de section relativement faible, séparés de la matière en fusion par des masses réfractaires. Dans une variante, de chacun des pôles de la sole partent les corps de résistance qui ne se rejoignent pas mais sont épanouis à leurs extrémités et rapprochés de la matière en fusion, le courant traversant alors cette matière en passant dans la masse de garnissage.

(1) Four électrique à résistance chauffant par radiation. *Brevet français n° 526961* demandé le 3 août 1916, délivré le 15 juillet 1921, publié le 17 octobre 1921, 321 lignes, 8 figures.

(2) Four électrique à chauffage par arc et à chauffage auxiliaire par résistance. *Brevet français n° 517784* demandé le 10 octobre 1918, délivré le 22 décembre 1920, publié le 11 mai 1921, 188 lignes, 4 figures.

En vue de rendre plus commodes les travaux du four électrique (le décrassage, par exemple) lorsque le niveau du bain s'abaisse par suite d'usure du garnissage, la Société Gesellschaft fur Elektrostahlalangen m. b. h. et M. W. Rodenhauser (1) utilisent un four dans lequel les encadrements des portes de chargement coulissent dans un châssis fixé à la carcasse du four, leur position étant réglée à hauteur voulue par un mécanisme à leviers.

Le four électrique A. L. M. Belmont (2) est un four à arc dans lequel le creuset en plombagine est relié au pôle négatif de la source d'énergie électrique, tandis que le charbon, relié au pôle positif, percé en son milieu d'un orifice par lequel on fait circuler à l'intérieur du four un gaz réducteur comme l'hydrogène (on peut utiliser aussi l'azote, l'anhydride carbonique, etc.) On évite ainsi l'oxydation du métal fondu.

Les points caractéristiques du four électrique A. Lambert (3) sont : la nature de la sole non conductrice à froid et conductrice à chaud (dolomie, silice, alumine) répartissant le courant sur tout le fond du four, une double enveloppe métallique remplie d'un isolant calorifique réduisant les pertes de chaleur par rayonnement, des coupures antimagnétiques permettant d'augmenter le facteur de puissance. Les quatre faces et le fond étant reliés par l'intermédiaire d'un isolant (micanite) on évite ainsi les courants induits. Les porte-électrodes ont un mouvement solidaire de celui de la cuve sans avoir de liaison rigide avec elle.

Enfin un dispositif inverseur permet la mise en tension des électrodes supérieures et, par suite l'utilisation de la sole non conductrice à froid, en cas de marche avec le courant monophasé ou le courant continu.

Le four électrique H.-L.-H.-M. de la Goublaye de Ménorval (4) est un four à arc en vase clos, rotatif et oscillant dans un plan vertical.

Dans le four électrique à résistance de A.-E. Bertrand et F.-E. Despecher (5) la résistance chauffante est noyée dans du charbon pulvérisé, de manière à empêcher son oxydation. Cette résistance est composée de deux résistances en série, l'une à coefficient de température élevé, l'autre à faible coefficient, leur valeur respective étant réglée d'après le rapport désiré de l'intensité à froid à l'intensité à chaud. Un pyromètre combiné à un relais coupe le courant dans la résistance lorsque la température atteint une valeur limite fixée.

(1) Four électrique. *Brevet français n° 518 130* demandé le 15 avril 1919, délivré le 27 décembre 1920, publié le 19 mai 1921, 75 lignes, 2 figures.

(2) Four électrique spécial pour la fusion des métaux et autres matières oxydables. *Brevet français n° 519 181* demandé le 15 mai 1919, délivré le 19 janvier 1921, publié le 6 juin 1921, 48 lignes, 1 figure.

(3) Four électrique. *Brevet français n° 513 196* demandé le 26 juillet 1919, délivré le 28 octobre 1920, publié le 9 février 1921, 227 lignes, 5 figures.

(4) Four électrique. *Brevet français n° 522 147* demandé le 13 août 1919, délivré le 22 mars 1921, publié le 25 juillet 1921, 220 lignes, 3 figures.

(5) Four électrique à résistance. *Brevet français n° 516 810* demandé le 7 novembre 1919, délivré le 10 décembre 1920, publié le 26 avril 1921, 236 lignes, 3 figures.

On sait que les gaz des fours à arc sont souillés de très fines poussières provenant de la désagrégation des électrodes. Par suite de leur extrême dilution et de la température des gaz, la filtration en est très difficile. La Société l'Azote français (1) les élimine par le procédé électrostatique, à l'aide de fils métalliques disposés sur une assez grande longueur dans les conduites de circulation de gaz et portés à une haute tension.

Dans les fours électriques à résistance, il est difficile d'assurer à la fois le passage du courant dans les meilleures conditions et d'éviter l'échauffement nuisible et généralement perdu des conducteurs auxquels est reliée la partie chauffée. En général, on combat l'échauffement par une circulation d'air ou d'eau. J. Bally (2) constitue le conducteur d'amenée de courant d'une pièce en matière ayant une conductibilité électrique suffisante mais une mauvaise conductibilité calorifique, cette pièce étant repliée plusieurs fois sur elle-même et sa section allant en décroissant jusqu'à la partie chauffée du four. Les intervalles entre les replis de cette pièce peuvent en outre servir de chambre de chauffe aux matières à traiter.

Enfin, entre la pièce en question et la résistance à chauffer, on ménage un lit de copeaux de métal ou d'alliage résistant et fusible à une température plus élevée que celle envisagée (par exemple, alliage nickel-chrome), lit de faible épaisseur, par conséquent peu coûteux et facilement remplaçable.

Le four électrique P. de Miles (3) est un four à résistance avec dispositif de pression pour assurer un bon contact entre les électrodes et les tiges de résistances et un refroidissement des électrodes par circulation d'un fluide réfrigérant.

Dans une variante, P. de Miles (4) emploie un creuset en matière résistante (carbone) maintenu serré entre les électrodes.

Le four électrique A.-D.-A. Lambert (5) est un four à résistance. Il comprend un moufle autour duquel est

(1) Filtration électrostatique des gaz de fours à arc. *Brevet français n° 519 378* demandé le 1er décembre 1919, délivré le 27 janvier 1921, publié le 11 juin 1921, 39 lignes.

(2) Pièces de connexion pour fours électriques. *Brevet français n° 512 744* demandé le 29 mars 1920, délivré le 22 octobre 1920, publié le 29 janvier 1921, 144 lignes, 5 figures.

(3) Four électrique à chambre. *Brevet français n° 512 957* demandé le 3 avril 1920, délivré le 27 octobre 1920, publié le 4 février 1921, 119 lignes, 2 figures.

(4) Four électrique. *Brevet français n° 512 959* demandé le 3 avril 1920, délivré le 27 octobre 1920, publié le 4 février 1921, 112 lignes, 2 figures.

(5) Perfectionnement aux fours électriques chauffés par résistance. *Brevet français n° 513 967* demandé le 17 avril 1920, délivré le 8 novembre 1920, publié le 28 février 1921, 75 lignes, 7 figures.

enroulé le fil chauffant. Cet enroulement est tel que le courant circule en sens différent d'un fil au suivant de manière à diminuer la self-induction et à améliorer le facteur de puissance du four.

Le four électrique à résistance C. Soncini (1) comprend un bloc en matière réfractaire à l'intérieur duquel on loge le creuset. Autour de celui-ci sont ménagées des chambres verticales que l'on remplit de la matière constituant résistance (charbon, graphite, etc.). Lorsque le creuset est en matière conductrice (graphite, par exemple) on interpose une enveloppe de creuset en matière réfractaire non conductrice. Le courant est amené à la matière formant résistance par des blocs métalliques à la partie inférieure, des queues de prise de courant traversant le four. A la partie supérieure, le courant arrive par des blocs creux à circulation d'eau, ces blocs comprimant la matière résistante, la compression pouvant être réglée par vis. Les différentes chambres de résistance sont couplées à volonté en série ou en dérivation.

Le four électrique de la Société Det Norske Aktieselskob for Elektrokemisk Industri Norsk Industri-hypotekbank (2) est caractérisé par la disposition spéciale des électrodes. Celles-ci sont placées suivant un angle d'environ 45° avec le plan vertical de façon que l'arc soit soufflé vers le bain de fusion et que la voûte du four soit protégée contre le rayonnement. Pour mettre en feu le four, on fait osciller les électrodes dans leur plan vertical et on les déplace longitudinalement jusqu'à ce qu'elles touchent un corps d'allumage placé sur le fond du four et consistant par exemple en coke, de sorte que la mise en feu se fait sans variations importantes du courant.

Afin d'obtenir que dans un four à résistance, il n'y ait aucun contact entre les corps chauffants et la matière à chauffer et que la température de ces corps ne soit que peu supérieure à celle de réaction, la Société Allgemeine Gesellschaft fur chemische Industrie (3) revêt les résistances chauffantes d'un corps bon conducteur, par exemple de la tôle, inattaquable par les matières chauffées.

La régulation mécanique des électrodes de fours électriques est trop lente, la régulation automatique présente des difficultés à cause des masses importantes à mettre en mouvement. La Société Brown, Boveri et Cie (1) adopte une régulation électrohydraulique avec régulateur automatique à champ tournant. La figure 12 représente l'application à un four triphasé dont on n'a figuré qu'une électrode E. Celle-ci est connectée au réseau triphasé N par l'intermédiaire du transformateur St. La console A, munie de galets, est mobile verticalement le long des guides S. Son poids et celui des électrodes sont équilibrés approximativement par le con-

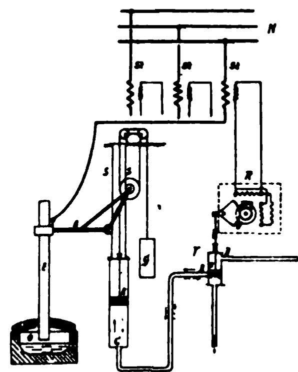


Fig. 12. — Régulateur électrohydraulique de la Société Brown, Boveri et Cie.

trepoids G. L'excédent de poids des électrodes est supporté hydrauliquement au moyen du piston moteur K se mouvant à l'intérieur du cylindre C. L'eau sous pression est admise au distributeur en D. Tant que le piston H du distributeur V se trouve dans la position intermédiaire de la figure, l'orifice B reste fermé et le piston K ainsi que l'électrode demeurent dans la position déterminée par la quantité de liquide emprisonnée. Dès que l'intensité de courant varie, le régulateur à champ tournant R à action rapide entre en action. Le piston H est abaissé par exemple, admettant l'eau sous pression au cylindre C, ce qui relève l'électrode. Si au contraire le piston H se lève, il y a échappement de l'eau de C et l'électrode s'abaisse.

Dans les électrodes de sole à refroidissement, il arrive que, par suite d'une surcharge du courant, la partie inférieure portée à l'incandescence décompose l'eau de refroidissement en gaz tonnant, ce qui explique de violentes explosions constatées.

Pour éviter cet inconvénient, la Société F. Krupp Aktiengesellschaft (2) utilise des électrodes dont la partie destinée à la connexion avec le conducteur électrique est située entre la partie où circule le liquide de refroidissement et la tête de l'électrode. Pour réaliser ce dispositif, sur la partie de l'électrode destinée à la connexion, on boulonne une chemise de refroidisse-

(1) Four électrique à creuset, chauffé par résistance. *Brevet français n° 514 147* demandé le 20 avril 1920, délivré le 12 novembre 1920, publié le 3 mars 1921, 130 lignes, 4 figures.

(2) Disposition d'électrodes de fours électriques. *Brevet français n° 516 657* demandé le 8 juin 1920, délivré le 9 décembre 1920, publié le 23 avril 1921, 156 lignes, 4 figures.

(3) Dispositif de chauffage pour fours électriques à résistance. *Brevet français n° 517 236* demandé le 16 juin 1920, délivré le 16 décembre 1920, publié le 2 mai 1921, 35 lignes.

(1) Régulateur électrohydraulique automatique pour électrodes de fours électriques. *Brevet français n° 517 670* demandé le 23 juin 1920, délivré le 20 décembre 1920, publié le 10 mai 1921, 144 lignes, 1 figure.

(2) Électrodes de sole à refroidissement pour fours électriques de fusion. *Brevet français n° 518 536* demandé le 30 juin 1920, délivré le 28 décembre 1920, publié le 24 mai 1921, 108 lignes, 2 figures.

ment qui entoure avec un faible jeu l'extrémité inférieure munie de nervures hélicoïdales du corps de l'électrode.

Pour obtenir l'étanchéité du joint au passage des électrodes dans le couvercle d'un four électrique, la Société F. Krupp Aktiengesellschaft (1) fait passer l'électrode dans une gaine annulaire avec un jeu notable. Sur cette gaine repose une bague d'étanchéité interchangeable entourant l'électrode de façon étanche. La gaine et la bague sont facilement mobiles l'une par rapport à l'autre perpendiculairement à l'électrode.

Afin d'équilibrer les phases entre elles, à la fois en puissance et en facteur de puissance dans un four électrique à deux électrodes et résistance utilisant des courants triphasés, la Société T.-H. Watson and Co Ltd, H.-A. Greaves et H. Etchells (2) disposent les trois enroulements secondaires de transformateur groupés en triangle ouvert, de sorte que les deux enroulements reliés aux deux électrodes ou groupes d'électrodes supérieures sont connectés aux extrémités de l'enroulement de transformateur réuni à l'électrode de sole ou inférieure et forment avec lui chacun un angle vecteur de 120°, les deux premiers enroulements étant identiques en tension et en capacité et le dernier enroulement inférieur à ceux-ci et variant suivant la résistance relative du foyer du four à la résistance normale de l'arc.

Un autre dispositif de cette même société (3) comprend trois enroulements secondaires de transformateurs groupés en triangle dont les jonctions sont connectées respectivement aux deux électrodes et à la sole conductrice, et trois enroulements primaires groupés en étoile. Le rapport de transformation des divers enroulements est arrangé de telle sorte que les trois phases sont également chargées en puissance et facteur de puissance et ceci pour une valeur prédéterminée quelconque de résistance de sole jusqu'à la résistance d'un des arcs.

La même société (4) modifie encore ce dernier dispositif par l'inversion de polarité ou la rotation des phases de 90, 120, 180, 240 ou 270 degrés d'un groupe d'enroulements de transformateur par rapport à la ou aux phases d'un autre ou d'autres groupes d'enroulements de transformateur.

(1) Joint étanche pour électrodes destinées aux fours de fusion. *Brevet français n° 518 360* demandé le 30 juin 1920, délivré le 28 décembre 1920, publié le 24 mai 1921, 77 lignes, 1 figure.

(2) Perfectionnements apportés aux fours électriques. 1re addition n° 23 233 au *brevet français n° 484 601* demandée le 8 juillet 1920, délivrée le 21 mai 1921, publiée le 18 octobre 1921, 239 lignes, 6 figures.

(3) Perfectionnements apportés aux fours électriques 2e addition n° 23 234 au *brevet français n° 484 601* demandée le 8 juillet 1920, délivrée le 21 mai 1921, publiée le 18 octobre 1921, 165 lignes, 4 figures.

(4) Perfectionnements apportés aux fours électriques. 3e addition n° 23 235 au *brevet français n° 484 601* demandée le 8 juillet 1920, délivrée le 21 mai 1921, publiée le 18 octobre 1921, 233 lignes, 14 figures.

Pour éviter que dans les fours à arc et à sole conductrice, la matière fondue ne puisse s'échapper le long des conducteurs noyés dans la sole, percer la partie inférieure du four et causer ainsi de sérieuses détériorations, la Société Electro Metals Ltd et T.-D. Robertson (1) dispose un conducteur métallique ou non entre le fond de la sole conductrice et son enveloppe non conductrice. Ce conducteur se prolonge vers le haut à travers les parois latérales de l'enveloppe jusqu'à un niveau supérieur à celui de la charge fondue. Même si le métal fuit le long du trajet du courant à travers la sole conductrice, il ne peut ainsi s'échapper du four.

Le four électrique G. Prestat et L. Bouisson (2) permet d'effectuer les fusions ou les réactions en vase clos. Comme il est représenté en figure 13, ce four comprend

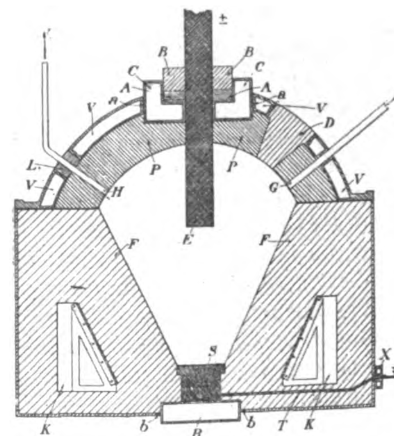


Fig. 13. — Four électrique G. Prestat et L. Bouisson pour fusion et réactions en vase clos.

un creuset réfractaire F maintenu par une armature K placée dans un carneau qui peut servir au réchauffage du four pendant la préparation des réactions. La sole S en matière conductrice est refroidie par une circulation d'eau R isolée par b de l'armature. Le courant arrive à cette sole par la tige T relevée de façon à éviter la coulée en cas de fusion accidentelle et refroidie par la circulation d'eau X. Le couvercle en matière réfractaire P est supporté par une armature creuse V dans laquelle circule un courant d'eau froide. Il porte l'ouverture G d'introduction des gaz ou des liquides, l'ouverture H d'évacuation des gaz. Une troisième ouverture portant un bouchon réfractaire D sert pour les prises d'échantillon, l'examen du four ou l'intro-

(1) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 520 823* demandé le 21 juillet 1920, délivré le 23 février 1921, publié le 2 juillet 1921, 104 lignes, 1 figure.

(2) Four électrique. *Brevet français n° 529 241* demandé le 30 juillet 1920, délivré le 5 septembre 1921, publié le 25 novembre 1921, 210 lignes, 2 figures.

duction de matières. L'électrode E traverse la bague réfrigérante C isolée de V par a. Le joint est assuré par une tresse d'amiante A comprimée par la bague B. L'ensemble du four pivote autour d'un axe horizontal pour permettre la coulée.

Le four électrique L. Renault [1], représenté schématiquement par les figures 14 et 15, est du type à résistance. Autour du noyau 1 d'un transformateur se trouvent enroulés le primaire 2 et le secondaire. Celui-ci est formé d'une seule boucle comprenant la partie 3 de très faible résistance et la partie 4 de grande résistance qui donne la température désirée.

Dans l'application aux fours à sole, la partie chauffante du four peut être formée par la voûte ou par la sole ou encore par les deux. Dans les fours à creuset, la partie chauffante affecte la forme cylindrique et le creuset à chauffer est placé au milieu. Dans une variante, la pièce à grande résistance est constituée par une certaine longueur de barre métallique que l'on désire chauffer, le déplacement de cette barre se faisant à une vitesse dépendant de la température.

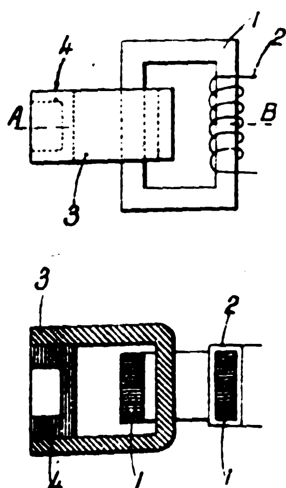


Fig. 14 et 15. — Four électrique L. Renault du type à résistance.

Le four électrique D. Mauri [2] est un four à courant triphasé dont la sole est reliée au point neutre et les trois phases à chacune des électrodes. Sa construction est caractérisée par une carcasse constituée de plaques d'acier fondu reliées par des boulons et par une corde métallique, ce qui permet au revêtement interne de pouvoir se dilater sans être exposé à des ruptures.

La disposition de la société The Morgan Crucible Co Ltd [1] est relative au montage des creusets chauffés par le passage d'un courant électrique. L'une des bornes est fermement assujettie au prolongement inférieur du creuset et l'ensemble peut se mouvoir librement, ce qui permet de placer le creuset concentriquement à la garniture et à la hauteur voulue. Entre la borne et l'enveloppe est établi un joint hermétique et l'espace entre le creuset et l'enveloppe est rempli d'une matière suffisamment rigide tout en permettant la dilatation ou la contraction, empêchant l'accès de l'air, agissant comme isolant de chaleur et résistant à 1 500° C. On choisit pour cela la plombagine naturelle cristalline en paillettes que l'on presse modérément dans l'intervalle.

Le four électrique E.-L. Smalley [2] est une modification de celui du brevet français 503 914 du 16 septembre 1919. Il comprend des supports de plaques réfractaires formés de sections de rails mobiles le long de leurs rainures permettant ainsi le remplacement facile des plaques réfractaires ou des résistances de chauffage du four.

La Société Aktiebolaget Krafveindustri [3] dispose les ouvertures de gueulard des fours électriques de manière à éviter les différence de température dans un même plan horizontal pour les matières circulant de haut en bas et échauffées par les gaz circulant en sens inverse. Ces différences proviennent de ce que, par suite du frottement sur les parois, la vitesse de descente des matières est moindre sur les côtés qu'au milieu.

Le dispositif A. Walter [4] est relatif à l'enlèvement et à l'utilisation des gaz produits dans les fours électriques fermés. Il est caractérisé par des cuves disposées sur les deux côtés de l'espace de charge entourant les électrodes, perméables aux gaz et remplies d'une matière appropriée (calcaire dans le cas du four à carbure de calcium). La chaleur de combustion et la chaleur propre des gaz sont utilisées dans ces cuves pour des processus chimiques. Dans d'autres cas les gaz sont débarrassés des poussières entraînées et épurés en vue de leur utilisation en dehors du four.

En vue d'obtenir un chauffage aussi uniforme que possible dans un four à résistance, la Société Aktiebo-

(1) Four électrique. *Brevet français n° 522 731* demandé le 20 août 1920, délivré le 6 avril 1921, publié le 5 août 1921, 127 lignes, 7 figures.

(2) Four électrique pour courant triphasé. *Brevet français n° 522 725* demandé le 20 août 1920, délivré le 6 avril 1921, publié le 5 août 1921, 89 lignes, 3 figures.

(1) Perfectionnements aux fours électriques de fusion et autres. *Brevet français n° 525 560* demandé le 6 octobre 1920, délivré le 14 juin 1921, publié le 24 septembre 1921, 455 lignes, 4 figures.

(2) Four électrique. *Brevet français n° 526 684* demandé le 22 octobre 1920, délivré le 7 juillet 1921, publié le 12 octobre 1921, 241 lignes, 4 figures.

(3) Disposition nouvelle des ouvertures de gueulard des fours électriques. *Brevet français n° 531 430* demandé le 26 janvier 1921, délivré le 24 octobre 1921, publié le 12 janvier 1922, 163 lignes, 2 figures.

(4) Disposition pour l'enlèvement et l'utilisation des gaz engendrés dans l'espace de réaction des fours électriques fermés. *Brevet français n° 532 860* demandé le 29 mars 1921, délivré le 24 novembre 1921, publié le 14 février 1922, 145 lignes, 3 figures.

LAGET KVAFVEINDUSTRI (¹) amène le courant par des électrodes dont les surfaces de contact touchant la charge s'étendent le long de toute la largeur de la chambre de façon à produire une ou plusieurs zones de chauffage passant dans le sens transversal du four, zones que doit traverser la masse à traiter. Comme, par suite de frottement contre les parois, la vitesse de déplacement de cette masse est moindre vers ces parois qu'au centre, pour éviter que la température ne soit plus élevée dans la partie de la matière voisine des parois, on peut ne donner aux électrodes qu'une largeur un peu inférieure à celle de la cuve.

Afin d'obtenir un facteur de puissance élevé et d'accroître le rendement des fours électriques de grande puissance à courants monophasés, la Société ROCHETTE (²) effectue la liaison des conducteurs sandwichés avec ceux non sandwichés du courant de sole, au-dessus des fours, à l'intérieur du contour régulier de l'enveloppe polygonale et à proximité de la liaison semblable avec les conducteurs non sandwichés du courant d'électrode pendante. Celle-ci est constituée par un faisceau rond de secteurs cylindriques en carbone disposés verticalement autour d'un axe, matérialisé ou non par une âme en carbone. La sole conductrice est constituée par des électrodes fixes en carbone disposées horizontalement à fleur de sole. Les conducteurs sandwichés traversent verticalement les angles du garnissage réfractaire à l'intérieur de cheminées qui prennent naissance dans la chambre des transformateurs, située au-dessous du foyer et qui servent concurremment à l'évacuation de l'air froid insufflé dans cette chambre. Une lingotière spéciale reçoit le produit en fusion. Elle comprend deux parties symétriques mobiles horizontalement et qui en s'écartant laissent tomber le produit solidifié.

Le four électrique de la Société PITTSBURGH ENGINEERING WORKS (³) est caractérisé par des dispositions spéciales de basculement en vue d'éviter les inconvénients des dispositifs ordinairement employés et particulièrement l'accumulation sur les surfaces de roulement de saleté, laitier, métal, l'inondation des secteurs et des rails par l'acier fondu lorsque le four crève, la nécessité de prévoir des fosses et fondations profondes et coûteuses.

Le four électrique M. RIPOCHE (⁴) est un four à résistance destiné à l'industrie alimentaire (boulangerie, pâtisserie, biscuiterie, etc.). Les corps chauffants comprennent des pièces réfractaires percées de trous dans lesquels sont enfilés les boudins métalliques constituant les résistances. Les extrémités des trous sont mastiquées et l'ensemble des pièces est entouré d'une gaine en tôle. Les corps chauffants sont ainsi facilement remplaçables et les résistances, complètement à l'abri de l'air, ont une longue durée.

(¹) Procédé et appareil pour le chauffage de matières, ou l'exécution de procédés chimiques dans les fours électriques. *Brevet français n° 533 053* demandé le 30 mars 1921, délivré le 28 novembre 1921, publié le 18 février 1922, 254 lignes, 4 figures.

(²) Perfectionnements apportés dans l'établissement des fours électriques. *Brevet français n° 550 137* demandé le 18 août 1921, délivré le 6 décembre 1922, publié le 27 février 1923, 331 lignes, 10 figures.

(³) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 541 340* demandé le 20 septembre 1921, délivré le 1er mai 1922, publié le 26 juillet 1922, 908 lignes, 28 figures.

(⁴) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 542 636* demandé le 22 octobre 1921, délivré le 19 mai 1922, publié le 18 août 1922, 126 lignes, 4 figures.

Le four électrique J. ABADIE (¹) est un four à résistance caractérisé par la facilité de réparation des résistances. Les lames chauffantes comprennent des fers plats en U percés de trous dans lesquels passent des boulons en laiton isolés du fer et entre lesquels sont serrés les fils formant les résistances.

Le four électrique A. HELFENSTEIN (²) est un four fermé à chargement continu par trémies de chargement ou par cheminées. L'embouchure des trémies montées par paires en regard l'une de l'autre passe à travers les parois latérales du four, à une certaine distance du ciel du four de façon que le mélange descendant par sa pression forme dans ce four une cuvette permanente et que les conduites servant à évacuer les gaz soient raccordées à la chambre collectrice produite par cette cuvette. L'organe d'épuration des gaz d'échappement est constitué par un filtre disposé dans la chambre collectrice des gaz et indépendant de la colonne de mélange qui se trouve dans le four.

Dans le four électrique R. A. DRISCOLL (³) les minerais, les matières formant scories et le combustible sont chargés dans le four au moyen d'un tube rotatif légèrement incliné par lequel s'échappent les gaz du four et dans lequel une réduction partielle du minerai se produit. Un transporteur à vis sans fin amène la matière dans la partie supérieure du tube.

Pour assurer le refroidissement des parties de l'électrode en charbon des fours électriques et éviter leur détérioration par oxydation la COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON (⁴) au lieu de produire ce refroidissement par une circulation d'eau, entoure les électrodes à la traversée du four d'une garniture ou d'un manchon en substance réfractaire et conductrice de la chaleur.

Dispositifs généraux des fours à induction. — Dans le four électrique à induction de la Société GESELLSCHAFT FÜR ELEKTROSTAHLANLAGEN M. B. H. et WILHELM

(¹) Four électrique à cuire et à rôtir. *Brevet français n° 548 751* demandé le 5 décembre 1921, délivré le 31 octobre 1922, publié le 25 janvier 1923, 226 lignes, 7 figures.

(²) Four électrique fermé. *Brevet français n° 549 565* demandé le 31 mars 1922, délivré le 23 novembre 1922, publié le 14 février 1923, 167 lignes 6 figures.

(³) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 550 705* demandé le 27 avril 1922, délivré le 20 décembre 1922, publié le 16 mars 1923, 416 lignes, 1 figure.

(⁴) Perfectionnement apportés aux fours électriques. *Brevet français n° 551 536* demandé le 17 mai 1922, délivré le 10 janvier 1923, publié le 7 avril 1923, 72 lignes, 2 figures.

Rodenhauser (1), les parois internes du laboratoire et des chenaux sont taillées en biseau à leur extrémité supérieure. On diminue ainsi la différence des densités de courant dans les chenaux et dans les parties du laboratoire central, avant l'entrée des chenaux de chauffage. Il en résulte une diminution du mouvement de la matière en fusion et, par conséquent, une augmentation de la résistance du garnissage.

Pour régler la température dans les fours à induction, O.-C. Böckman (2) agit sur le flux magnétique en dérivant celui-ci dans un circuit magnétique en dehors du four. Dans les fours à courants polyphasés, chaque phase comporte un tel réglage.

Afin d'éviter que par suite d'usure dans les fours à induction l'enroulement du transformateur ne vienne à être endommagé, la Société Gesellschaft für Elektrostahlanlagen m. b. h. et M.-W. Rodenhauser (3) disposent entre cet enroulement et la masse en fusion un manchon de refroidissement séparé de la masse du four par un autre manchon de protection et une couche poreuse de matières incombustibles. Ce manchon de protection peut servir d'avertisseur, car il est fait ou imprégné de matières dégageant, à une température déterminée, de la fumée, de la vapeur ou une odeur.

Dans les fours électriques qui comportent des canaux de faible section dits canaux ou conduits de résistance, une intensité de courant trop élevée rompt la veine liquide en fusion dans ces canaux.

J.-R. de Zubiria y Smith (4) évite cet inconvénient en maintenant sous pression le liquide dans les canaux de résistance. Pour cela ces canaux dont disposés à la partie inférieure du four et communiquent à deux réservoirs remplis du liquide jusqu'à la hauteur convenable.

J.-R. de Zubiria y Smith (5) évite, d'autre part, une destruction trop rapide des matières réfractaires entourant les conduits de résistance par suite d'un trop fort échauffement en soumettant le four à des mouvements tels que des différences de niveau sont produites alternativement dans les réservoirs, de manière à provoquer une circulation du liquide échauffé dans les conduits de résistance.

(1) Four électrique à induction à laboratoire central. *Brevet français n° 514 612* demandé le 23 mai 1917, délivré le 17 novembre 1920, publié le 15 mars 1921, 49 lignes, 1 figure.

(2) Perfectionnements aux fours à induction électriques. *Brevet français n° 516 144* demandé le 25 mai 1918, délivré le 6 décembre 1920, publié le 19 avril 1921, 73 lignes, 2 figures.

(3) Dispositif de protection pour parties de fours électriques. *Brevet français n° 518 657* demandé le 28 juillet 1919, délivré le 7 janvier 1921, publié le 28 mai 1921, 222 lignes, 2 figures.

(4) Perfectionnements apportés aux fours électriques qui présentent des conduits de résistance. *Brevet français n° 513 666* demandé le 13 avril 1920, délivré le 5 novembre 1920, publié le 21 février 1921, 256 lignes, 4 figures.

(5) Perfectionnements apportés aux fours électriques qui présentent des conduits de résistance. *Brevet français n° 513 667* demandé le 13 avril 1920, délivré le 5 novembre 1920, publié le 21 février 1921, 305 lignes, 4 figures.

Le four à induction de la Société The Ajax Metal Company (1) est représenté en figure 16. Le corps du four

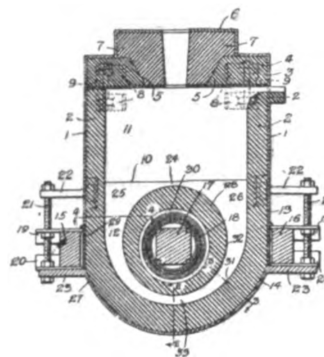


Fig. 16. — Four à induction de la Société The Ajax métal Company.

possède une enveloppe cylindrique 1 avec garnissage 2, un chapeau 3 avec garnissage 4 ; ce dernier est pourvu du trou de remplissage 5 et d'un couvercle 6 avec garnissage 7. L'enveloppe du corps descend au-dessous du plancher 10 de la chambre du four 11 afin de protéger la partie supérieure d'un résistor 12 situé au-dessous de la chambre. Ce prolongement 13 est réuni à l'enveloppe inférieure 14 du résistor autour des noyaux 15, 16 et 17 du transformateur dont l'enroulement est en 18. Des boulons 21 assemblent les deux parties. En travers du fond du plancher du four se trouve une rainure étroite 24 réunissant les extrémités du canal. La rainure correspond en largeur au résistor perpendiculairement au plan de la figure. Le résistor est étroit relativement au corps du bain et il contient une très petite quantité de métal par rapport à celui de la chambre du four. Des revêtements en amiante 27 et 28, servent de matière isolante ; 29 et 30 sont également des bandes isolantes.

Ce dispositif permet d'intensifier l'effet moteur ou l'action de pincement en une partie du canal de résistance de manière à expulser rapidement le métal chaud.

Dans le four électrique à induction de la Société Gesellschaft für Elektrostahlanlagen g. m. b. h. et W. Rodenhauser (2). Des corps de chauffage annulaires sont disposés séparément aux rigoles de fusion et leurs extrémités hors du four peuvent être reliées ou sépa-

(1) Perfectionnements aux fours à induction électrique et à circulation dans une seule direction. *Brevet français n° 519 355* demandé le 7 juillet 1920, délivré le 22 janvier 1921, publié le 9 juin 1921, 341 lignes, 12 figures.

(2) Four électrique à induction. *Brevet français n° 526 859* demandé le 4 novembre 1920, délivré le 9 juillet 1921, publié le 15 octobre 1921, 164 lignes, 5 figures.

rées à l'aide de connexions. Les figures 17, 18 et 19 montrent les coupes en élévation et en plan de ce four. Dans le dispositif des figures 17 à 19, les anneaux de chauffage e_1 e_4 sont disposés en-dessous et à l'intérieur des rigoles de fusion dans la maçonnerie du four. Les extrémités séparées par l'isolant m peuvent être assemblées par la plaque vissée f pour fermer le circuit. Dès que le four est suffisamment chauffé, on enlève cette plaque et le courant, interrompu dans le corps de chauffage ne passe plus que dans la matière en fusion.

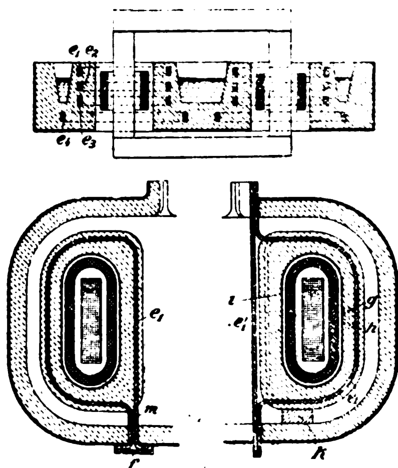


Fig. 17, 18 et 19. — Four électrique à induction de la Société Gesellschaft für Elektrostahlantagen.

Dans les fours électriques à induction, une difficulté se présente dans le revêtement du canal. On procède ordinairement en damant le produit réfractaire autour d'un noyau du même métal que celui que l'on veut traiter au four. Ce métal est ensuite éliminé par fusion par le courant électrique. L'inconvénient est que par suite de la forte dilatabilité du métal, il se produit souvent des fissures dans le revêtement. La Société Bridgeport Brass Co [1] évite cet inconvénient en partant d'un noyau comportant une partie métallique flexible noyée dans une matière non métallique plastique (cire ou sable).

La Société Vacuumschmelze G. M. B. H. et W. Rohn [2] évitent les inconvénients des fours ordinaires à induction (particulièrement à faible facteur de puissance), par la disposition représentée en figures 20 et 21 (coupe verticale et horizontale. Le chenal de fusion A est étroitement entouré par l'enroulement primaire B. Le fer du transformateur C se compose de tôles disposées en éventail. L'enroulement primaire, au lieu d'être en cuivre rond massif est constitué par un tuyau dans lequel circule un liquide de refroidissement. On diminue ainsi les courants parasites dans l'enroulement et on assure son refroidissement ainsi que celui du fer du transformateur et de l'enveloppe du four.

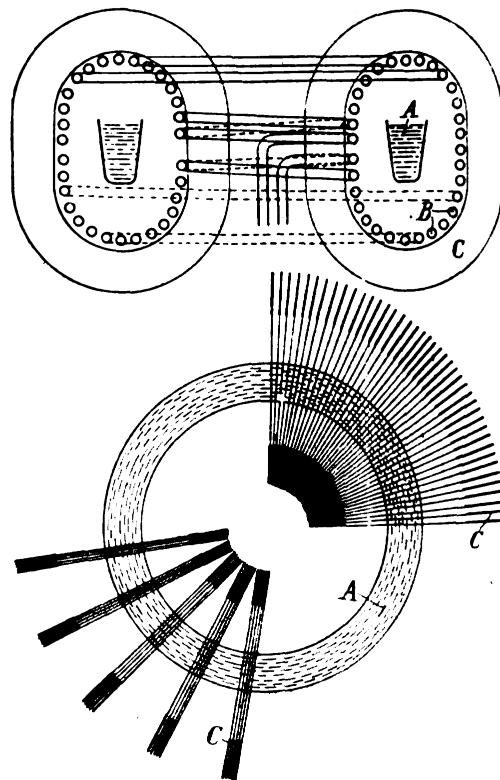


Fig. 20 et 21. — Four électrique à induction de la Société Vacuumschmelze.

Le four électrique de la Compagnie générale des Cables de Lyon [1] est un four à induction destiné à la fusion des métaux, alliages ou autres corps dont la température de fusion est inférieure à 600°C. La figure 22 le représente en coupe verticale. La matière à fondre est placée dans la cuve c en fonte ou en métal magnétique, entourée de l'enveloppe e en métal non magnétique. La cuve et l'enveloppe sont en contact à la partie inférieure et reliées à la partie supérieure par le disque conducteur d. Le tore t est en acier doux feuilleté et entouré de l'enroulement primaire h en cuivre isolé par des chapelets de petits tubes en porcelaine. Le courant alternatif étant envoyé dans ce circuit primaire, un courant induit se produit dans l'enveloppe extérieure, le disque, la cuve et par dérivation dans le

(1) Perfectionnements aux procédés pour la fabrication des revêtements dans les fours électriques. *Brevet français n° 533 344* demandé le 22 mars 1921, délivré le 8 décembre 1921, publié le 27 février 1922, 422 lignes, 4 figures.

(2) Four à induction. *Brevet français n° 535 590* demandé le 18 mai 1921, délivré le 27 janvier 1922, publié le 18 avril 1922, 207 lignes, 2 figures.

(1) Four électrique à induction pour métaux à basse température de fusion. *Brevet français n° 536 275* demandé le 28 mai 1921, délivré le 9 février 1922, publié le 29 avril 1922, 124 lignes, 2 figures.

métal en fusion. La plus grande partie de l'énergie est absorbée dans la cuve c qui s'échauffe par effet Joule, par hystérésis et par courants de Foucault. La faible

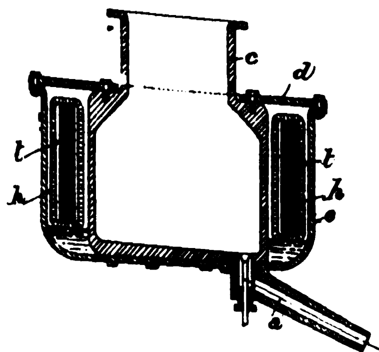


Fig. 22. — Four électrique à induction de la Compagnie générale des Câbles de Lyon.

énergie absorbée par l'enveloppe e peut être réduite autant qu'on le désire en augmentant son épaisseur.

La Société Westinghouse Lamp Company (¹) construit un four électrique à induction à haute fréquence. Ainsi que le représente la figure 23, il comprend une ampoule 1 qui peut être en verre ou autre matière transparente, et qui porte un tube 2, la reliant à une pompe à vide. L'ouverture 3 est fermée hermétiquement par le bouchon 4 lorsque le four fonctionne. Les conducteurs 5

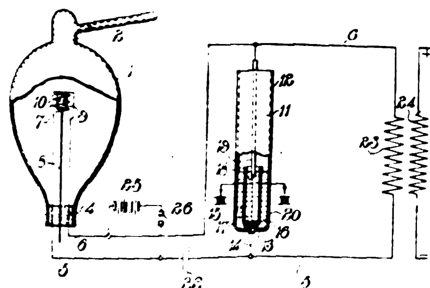


Fig. 23. — Four électrique à induction à haute fréquence de la Société Westinghouse Lamp Company.

et 6 amènent le courant à la bobine primaire 7 du transformateur dont le secondaire est constitué par le creuset 9 rempli de la matière à traiter 10 et supporté par la tige 8. Le dispositif employé pour alimenter le circuit de courant à haute fréquence (quelques milliers de volts et 100 000 p : s) comprend l'interrupteur 11 composé du récipient creux scellé 12 dans lequel on a fait le vide et à la base duquel se trouve une électrode métallique 13 connectée par 14 au fil 5. Un second récipient 15 est placé au fond de l'interrupteur, l'espace 16 étant rempli de mercure. L'électrode 17 au fond de ce récipient 15 est reliée par 18 au conducteur 6, ce conducteur 18 passant dans un tube isolant dans sa partie qui ne plonge pas dans le mercure 20 du récipient 15. Cette construction a pour effet de créer une assez large surface entre les deux corps 16 et 20 de mercure pour la décharge des étincelles et la production des courants de haute fréquence. Le transformateur 24 a son primaire alimenté par du courant alternatif à 110 v. 60 p : s, par exemple. Un condensateur 22 est dans le circuit du secondaire 7. En quelques minutes, avec du courant à 7 000 v et 100 000 p : s, cet appareil permet de transformer la poudre de tungstène en un bouton de tungstène métallique qui peut être travaillé ensuite.

(¹) Perfectionnements aux fours électriques à très haute température. *Brevet français n° 544 458* demandé le 12 décembre 1921, délivré le 22 juin 1922, publié le 22 septembre 1922, 408 lignes, 5 figures.

Fabrication du diamant, du graphite et du carbure de silicium au four électrique. — Pour fabriquer du diamant au four électrique, E. Guynot de Boismenu (¹) électrolyse les carbures métalliques alcalins ou alcalino-terreux à très haute température. En opérant convenablement, le carbone se sépare à l'anode sous forme de cristaux de diamant. La figure 24 montre une

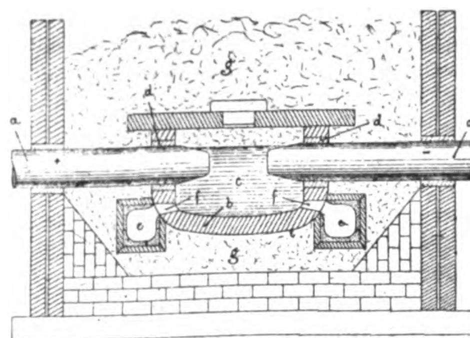


Fig. 24. — Four électrique pour la fabrication du diamant.

des formes de four utilisé. Le creuset b en charbon graphité, de 2 à 3 cm d'épaisseur reçoit le bain de carbure de calcium en fusion. Les électrodes a le traversent dans des tubes d très réfractaires, en magnésie. Autour de la partie inférieure du creuset se trouve une enceinte annulaire e destinée à recevoir l'excédent du bain de fusion et communiquant au creuset par deux ajutages f de 2 à 3 cm de diamètre. L'ensemble est noyé dans une masse g constituée par un mélange bien tassé de charbon et de chaux en poudre. Pendant l'opération, il se forme autour du creuset une coque dure et impénétrable à l'air et constituée par de la chaux ayant subi un commencement de fusion et cristallisée. On débute avec une tension de 30 à 35 v. Quand le bain est en fusion il ne se forme plus d'arc, le four fonctionne comme four à résistance sous 25 v. La densité de courant à la surface de contact du bain et des électrodes est de 3,5 A : cm².

(¹) Procédé et appareils pour la fabrication du diamant au four électrique. *Brevet français n° 531 091* demandé le 17 février 1921, délivré le 15 octobre 1921, publié le 6 janvier 1922, 173 lignes, 3 figures.

La graphitation des pièces en charbon est obtenue par A. D. A. LAMBERT [1] dans un four électrique à marche continue qui permet d'utiliser les courants polyphasés. Ce four comprend un certain nombre de cellules séparées par des murettes dans lesquelles se trouvent les électrodes fixes. Les pièces à graphiter sont réparties dans ces cellules et recouvertes de charbon et de sable pour éviter leur combustion. Les électrodes sont reliées aux différents conducteurs de telle façon qu'une phase soit appliquée entre les deux électrodes voisines 1 et 2, la deuxième entre les électrodes 2 et 4, la troisième entre les électrodes 4 et 7. Il en résulte que la première cellule est la plus avancée comme graphitation. Quand celle-ci est terminée les conducteurs sont déplacés d'une électrode, de sorte qu'on obtient un fonctionnement continu et des variations de tension très faibles à chaque transformateur.

Pour augmenter le rendement dans la fabrication du carbure de silicium au four électrique ou pour obtenir un graphite artificiel se rapprochant du graphite naturel la Société Dr NORTH, KOMMANDIT-GESELLSCHAFT [2] réalise un fonctionnement sous pression du four électrique en ajoutant à la charge une matière entrant en fusion partielle lors d'une température basse ou moyenne et s'évaporant à température élevée. Par exemple pour obtenir le carbure de silicium, on additionne au mélange quartz-charbon une solution de silicate, on tasse la matière et on la sèche. Les gaz se formant à l'intérieur de la charge doivent arriver ainsi à une pression élevée avant de pouvoir traverser cette charge.

Dans les fours à graphite ou à carborundum, la Société MOTOR AKTIENGESELLSCHAFT FUR ANGEWANDTE ELEKTRIZITAT et A. PAOLONI [3] protègent les parois du four en briques réfractaires des températures élevées de 1 800° (carborundum) ou 2 000° C (graphite), en interposant, dans le cas du carborundum, du quartz qui subit alors une cuisson et peut être facilement moulu pour servir à la fabrication même du carborundum. Dans le four à graphiter, on interpose du calcaire qui se transforme en chaux utilisée à la fabrication du carbure de calcium.

Pour fabriquer les électrodes en charbon, J. SZARVASY [4] soumet du gaz naturel à la dissociation par la

(1) Four continu électrique pour la graphitation. *Brevet français n° 518 233* demandé le 29 juin 1920, délivré le 27 décembre 1920, publié le 21 mai 1921, 153 lignes, 4 figures.

(2) Procédé pour la production d'une pression à l'intérieur du four électrique. *Brevet français n° 520 366* demandé le 10 juillet 1920, délivré le 12 février 1921, publié le 24 juin 1921, 106 lignes.

(3) Procédé d'exploitation de fours électriques. *Brevet français n° 530 824* demandé le 9 février 1921, délivré le 11 octobre 1921, publié le 31 décembre 1921, 120 lignes, 5 figures.

(4) Procédé de formation d'électrodes en charbon. *Brevet français n° 533 524* demandé le 15 février 1921, délivré le 14 décembre 1921, publié le 4 mars 1922, 77 lignes.

chaleur. Le mélange de noir de fumée et de produits goudronneux ainsi obtenus étant très intime, on obtient un charbon très homogène et exempt de cendres.

Ce même auteur [1] graphite les électrodes de charbon en les chauffant au four électrique, par exemple, dans une atmosphère de méthane. Le carbone provenant de la décomposition de ce gaz se dépose à la surface des électrodes sous forme de charbon graphitique.

La purification du graphite naturel en écailles est obtenue par la Société GRAPHITWERK KROPFMUHL AKTIENGESELLSCHAFT [2] en mélangeant ce graphite à un charbon organique pulvérisé et en chauffant ce mélange comme matière de résistance au moyen d'un courant électrique de manière à atteindre une température comprise entre 2200°C (température maximum de volatilisation des impuretés : silice, alumine, pyrite, mica, etc.) et 2500°C (température de volatilisation du carbone).

Fusion et réchauffage des métaux au four électrique. — Le four électrique A. LAMBERT et S. CHIFF [3] est particulièrement destiné à la fusion des alliages. Pour éviter une volatilisation du métal le plus fusible et, par suite, une modification dans la composition de l'alliage, ce four à arc est rotatif, de façon à assurer un brassage continu des matières traitées tout en évitant la surchauffe des parois réfractaires du four.

Le four électrique de la COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON [4] est construit en vue d'éviter des températures excessives. Dans le cas de la fonte du laiton, par exemple, la volatilisation du zinc est à craindre avec les fours à arc ordinaires dont l'avantage sur les fours à résistance est de permettre l'emploi de tensions plus élevées. Le four breveté ici a son creuset constitué par la sole du four et par des murettes réfractaires conductrices de la chaleur (en carborundum, par exemple). De chaque côté du creuset deux arcs éclatent entre les électrodes et des barres prismatiques conductrices (charbon, graphite, etc.), facilement amovibles et qu'on peut retourner lorsqu'un côté est usé. Les arcs sont partiellement étouffés en entourant les électrodes de coke ou de charbon granulé. Le chauffage de la charge se fait par transmission à travers les murettes et par réflexion sur la voûte du four.

(1) Procédé de graphitation d'électrodes de charbon. *Brevet français n° 533 525* demandé le 15 février 1921, délivré le 14 décembre 1921, publié le 4 mars 1922, 103 lignes.

(2) Procédé d'épuration du graphite au moyen du courant électrique. *Brevet français n° 539 656* demandé le 24 août 1921, délivré le 5 avril 1922, publié le 29 juin 1922, 130 lignes.

(3) Four électrique. *Brevet français n° 513 990* demandé le 3 octobre 1919, délivré le 3 novembre 1920, publié le 28 février 1921, 178 lignes, 6 figures.

(4) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 512 207* demandé le 30 décembre 1919, délivré le 7 octobre 1920, publié le 18 janvier 1921, 182 lignes. 3 figures.

Dans un but semblable, la Société Scovill Manufacturing Company (¹) fond les métaux à haute conductibilité thermique (tel le laiton) au four électrique, en fournissant l'énergie électrique à la charge sur des aires relativement petites par rapport à la charge, le réglage étant fait de telle manière que la température du métal n'atteigne pas une valeur élevée pouvant donner lieu à la production de fumées excessives. Le four employé est caractérisé par l'application d'un conducteur à proximité de la charge de façon à développer un champ magnétique supplémentaire à celui du courant fourni par les électrodes.

Le four électrique J. Rennerfelt (²) est un four à arc construit particulièrement en vue du chauffage des corps relativement longs (poutres et arbres en fer, par exemple) ou pour fondre dans des creusets les métaux, le verre, les émaux, etc.

Ce four comprend plusieurs électrodes verticales disposées sur un même plan ou suivant un cercle. Les arcs jaillissent entre ces électrodes et une couche conductrice du charbon disposée sur une partie saillante du fond du four. Un canal régnant le long de la zone de chauffage reçoit la matière à chauffer.

Lorsqu'il s'agit de fondre des masses de métaux ou d'autres corps dans un four électrique de grande capacité où le récipient a la forme d'un creuset normal et est chauffé par le passage du courant, il est nécessaire de donner aux parois une épaisseur telle que leur résistance électrique est désavantageusement réduite.

Pour éviter cet inconvénient, The Morgan Crucible Company (³) constitue le récipient de fusion formant résistance sous forme de cuve allongée dont les extrémités reçoivent les bornes d'arrivée de courant. Cette cuve est disposée sur une garniture en matière isolante permettant la libre dilatation de la cuve. Les prises de courant sont à refroidissement d'eau.

Malgré leurs avantages, les fours électriques à arc ne peuvent être employés pour la fusion des métaux ou alliages facilement oxydables ou carburables et dont la température de fusion est relativement peu élevée (zinc, aluminium, etc.) Pour éviter le contact ou même le voisinage direct de l'arc dans ces applications, J. Bally (⁴) interpose entre l'arc de chauffage et la matière à traiter une paroi non combustible relativement conductrice de la chaleur, difficilement attaquable chimiquement, résistante mécaniquement et pouvant subir des variations brusques de température. Cette paroi peut être celle d'un creuset de forme appropriée en alliage nickel-chrome. Des pièces construites avec ce même alliage peuvent être placées en dessous de l'arc pour réfléchir les radiations calorifiques vers le creuset.

(¹) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 511 438* demandé le 10 mars 1920, délivré le 24 septembre 1920, publié le 24 décembre 1920, 976 lignes, 7 figures.

(²) Four électrique. *Brevet français n° 512 021* demandé le 19 mars 1920, délivré le 3 octobre 1920, publié le 13 janvier 1921, 179 lignes, 5 figures.

(³) Perfectionnements aux fours à chauffage électrique. *Brevet français n° 512 034* demandé le 19 mars 1920, délivré le 3 octobre 1920, publié le 13 janvier 1921, 309 lignes, 13 figures.

(⁴) Four à chauffage électrique. *Brevet français n° 512 745* demandé le 29 mars 1920, délivré le 22 octobre 1920, publié le 29 janvier 1921, 207 lignes, 2 figures.

Dans la fusion au four électrique à arc des déchets métalliques (tournures, limailles, etc.) de fer, acier, cuivre, laiton, actuellement si employée, une difficulté provient de la grande conductibilité de ces matières. Par suite de celle-ci, il se produit de brusques variations d'intensité et on doit employer des courants de tension relativement basse (35 à 40 v) lorsqu'on utilise les fours à cuve du type ouvert servant pour les fabrications électrométallurgiques courantes (carbure de calcium, ferrosilicium, etc.)

J. Sigrist (¹) évite cet inconvénient et peut employer une tension relativement élevée (50 à 60 v) en réduisant la conductibilité du lit de fusion par addition de matières non conductrices à l'état de grande division (silice, castine, spath fluor, bauxite, minerai de fer, etc.). En général une proportion de 10 pour 100 suffit.

Le four électrique de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston (²) est un four à résistance particulièrement destiné au réchauffage des grosses pièces (canons, arbres, etc.). Les résistancess sont faites en alliage de 64 à 65 pour 100 de nickel, 18 à 22 pour 100 de chrome, 10 à 16 pour 100 de fer et 1 à 2 pour 100 de manganèse. Elles sont en forme de rubans et passent sur des isolateurs qui leur servent de supports de façon à laisser libre jeu à la dilatation et à éviter tout contact entre deux enroulements voisins ou avec une partie du four autre que les isolateurs.

Fusion du verre au four électrique. — Le four électrique J. Rennerfelt (³), particulièrement destiné à la fusion en creusets (verre, par exemple) est caractérisé par des électrodes verticales disposées au voisinage des parois du four. Les arcs jaillissent entre ces électrodes et une matière conductrice pulvérulente disposée sur des parties surélevées du fond. Le four renferme les creusets remplis de la matière à fondre. La paroi latérale du four est garnie de plaques protectrices disposées derrière chaque arc.

(¹) Procédé de fusion au four électrique de déchets métalliques. *Brevet français n° 514 805* demandé le 30 avril 1920, délivré le 18 novembre 1920, publié le 19 mars 1921, 144 lignes.

(²) Four électrique à résistance. *Brevet français n° 540 624* demandé le 3 septembre 1921, délivré le 20 avril 1922, publié le 13 juillet 1922, 147 lignes, 10 figures

(³) Four de fusion électrique. *Brevet français n° 532 789* demandé le 25 mars 1921, délivré le 23 novembre 1921, publié le 11 février 1922, 61 lignes, 2 figures.

Le four électrique J. Rennerfelt [1] est particulièrement destiné au chauffage d'objets qui ne doivent pas être fondus ou encore à la fusion de substances, comme le verre, qui, à froid ne sont pas conductrices. L'intérieur de ce four est chauffé par la chaleur rayonnante produite à l'aide d'électrodes ou de résistances en dehors de la chambre de la sole. La zone de chauffage entoure cette chambre et est ouverte vers elle. Dans le cas de chauffage par arcs, on peut disposer les électrodes par ensemble d'une électrode horizontale d'amenée de courant et de deux électrodes verticales de départ de courant, de telle façon que les arcs soient déviés vers la chambre de la sole.

W.-G. Clark [2] fond le verre dans un four à combustible (gaz, etc.) et obtient la température désirée dans les zones d'affinage à l'aide d'un courant électrique traversant la masse du verre grâce à sa conductibilité suffisante à température élevée. Pour éviter la décomposition du verre, le courant électrique ne doit pas être continu mais alternatif avec une fréquence au moins égale à 60 p : s.

Fabrication des chaux, ciments, briques, tuiles, au four électrique. — On a déjà proposé de produire le ciment au four électrique en partant de laitiers ou scories mélangés à de la chaux ou du calcaire et chauffés au four électrique. Malheureusement, ces procédés n'évitent pas la production du carbure de calcium qui rend le ciment inutilisable.

R.-G. Wennerstrom [3] y parvient en ajoutant dans un four électrique aux laitiers liquides, de la chaux ou du calcaire sans mélange préalable de ces matières.

Au laitier liquide chargé dans un four à résistance (ce laitier étant conducteur), on ajoute, à partir de la surface du bain en fusion, la chaux ou le calcaire en morceaux. Ceux-ci s'écoulent en fondant vers le bas et se combinent avec le laitier en formant du ciment, la température étant suffisamment élevée pour maintenir celui-ci à l'état liquide. La chaux ne vient ainsi jamais en contact avec les électrodes, celles-ci n'étant en présence que de produits silicatés. On évite alors la production du carbure de calcium qui nécessiterait en partant du silicate de calcium une température plus élevée que celle nécessaire à la fusion du ciment.

Pour obtenir un ciment Portland artificiel, G. Valatelli [4] chauffe au four électrique à arc ou à résistance un mélange de calcaire concassé et de bauxite très siliceuse ou d'autre roche argileuse. La masse fondue est coulée en la granulant, puis broyée et blutée.

Pour fabriquer les chaux et ciments et, en général, pour cuire ou calciner les minéraux, H. Hagenbuch [1] fait usage du four électrique à arc à haute tension (au moins 500 v) représenté en figure 25. Les matières,

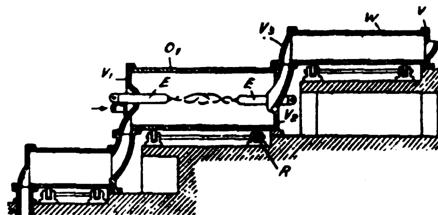


Fig. 25. — Four électrique à arc à haute tension pour la fabrication des chaux et ciments.

d'abord réchauffées par les gaz chauds dans le four rotatif W, passent dans le tambour O_1 garni de briques réfractaires, légèrement incliné et tournant sur des galets R. Les obturateurs V_1, V_2 sont fixes et laissent passer les électrodes métalliques E entre lesquelles jaillissent les arcs à flamme à haute tension. On peut insuffler des gaz dans le tambour en les amenant par les électrodes creuses qui sont ainsi refroidies et donner ainsi aux arcs à flamme la forme et la longueur désirées.

Le four électrique V. Sgadari [2] est particulièrement destiné à la cuisson de matériaux de construction (briques, tuiles, etc.). Il fonctionne au moyen de résistances en charbon ou en graphite disposées en colonnes dans trois chambres alimentées chacune par une des phases du courant triphasé. Le réglage de la température se fait à l'aide d'un transformateur et aussi au moyen de soupapes dans les voûtes des chambres. On peut adjoindre des chambres de récupération de chaleur et chauffer alternativement ces chambres de manière à réaliser une marche continue.

Fabrication de l'aluminium et du carbure de calcium au four électrique. — Dans les fours électriques ordinairement employés pour la fabrication du carbure de calcium ou du ferro-silicium, il y a usure rapide de l'électrode supérieure, l'électrode inférieure qui est dans le bain s'usant beaucoup moins vite.

(1) Four électrique. *Brevet français n° 532 967* demandé le 29 mars 1921, délivré le 25 novembre 1921, publié le 16 février 1922, 202 lignes. 5 figures.

(2) Four électrique de verrerie. *Brevet français n° 533 753* demandé le 5 avril 1921, délivré le 20 décembre 1921, publié le 10 mars 1922, 447 lignes, 6 figures.

(3) Procédé pour la production de ciment à partir de laitiers liquides dans un four électrique. *Brevet français n° 511 988* demandé le 18 mars 1920, délivré le 2 octobre 1920, publié le 8 janvier 1921, 143 lignes.

(4) Procédé de fabrication du ciment au four électrique. *Brevet français n° 523 582* demandé le 2 septembre 1920, délivré le 25 avril 1921, publié le 20 août 1921, 36 lignes.

(1) Procédé et dispositif pour le traitement thermique des minéraux, etc., à l'aide d'un four rotatif électrique. *Brevet français n° 530 283*, demandé le 9 novembre 1920, délivré le 29 septembre 1921, publié le 19 décembre 1921, 218 lignes, 3 figures.

(2) Four électrique triphasé pour la cuisson de divers matériaux tels que briques rouges, tuiles et similaires, ainsi que des matériaux réfractaires de tous genres, fonctionnant au moyen de résistances de charbon et graphite. *Brevet français n° 537 872* demandé le 28 juin 1921, délivré le 10 mars 1922, publié le 31 mai 1922, 146 lignes, 4 figures.

Pour éviter cette usure rapide, la Société des Carbures métalliques (1) dispose les deux électrodes fixes horizontalement dans la partie inférieure de la masse même du four. Les deux électrodes restent ainsi à l'abri de l'air et le four peut être complètement fermé en vue de récupérer l'oxyde de carbone pour son emploi ultérieur.

Les électrodes étant fixes, il est nécessaire, par suite des variations de la résistance intérieure R du four de régler la tension U aux bornes, de telle sorte que la puissance $\frac{U^2}{R}$ absorbée par le four reste à peu près constante. Quand le four est alimenté directement par une génératrice, on agit sur la vitesse ou sur l'excitation de celle-ci. Quand l'alimentation est faite par transformateur, on emploie deux transformateurs identiques dont les primaires, en série sur le réseau à haute tension sont à prises multiples et à nombre de spires variables, tandis que les secondaires, connectés en série pour alimenter le four, sont à nombre de spires fixes. La variation du nombre de spires primaires est effectué au moyen de contacts actionnés alternativement sans rupture de circuit primaire.

Le four A.-E. Reid (2) est un four électrique à marche continue pour la fabrication du carbure de calcium. Il est caractérisé par une sole placée au centre du four et munie d'un revêtement en charbon, des électrodes réglables pouvant être rapprochées ou éloignées de cette sole et entre elles. Dans les trous de coulée normalement ouverts et surélevés par rapport à la sole, sont logées des électrodes ayant pour but de maintenir le carbure dans un état propre à la coulée.

Dans la fabrication de l'aluminium par électrolyse de l'alumine en solution dans un bain fondu de cryolithe, la tension monte subitement, provoquant ce qu'on appelle l'emballement, lorsque l'alumine a disparu des parties soumises à l'électrolyse. C'est qu'à ce moment, la cryolithe est décomposée, le fluor polarisant les anodes. Le désemballement se fait en général en rompant avec un crochet en fer la croûte superficielle d'alumine et en brassant énergiquement le bain. Mais le fer est attaqué par le sodium dont la présence est inévitable et vient souiller l'aluminium. La Société Rochette frères (3) obtient ce désemballement en appliquant à des moments choisis aux bornes des cuves un courant alternatif de fréquence, tension et intensité appropriées. La figure 26 montre une réalisation du procédé. Un groupe de 5 cuves a est alimenté en série par la dynamo à courant continu b. Le courant arrive par les anodes c, traverse le bain renfermant de l'alumine ou du corindon e et sort par la masse de la cuve. Dans le cas de la figure c'est la deuxième cuve qui est en désemballement. Cette cuve est reliée au secondaire

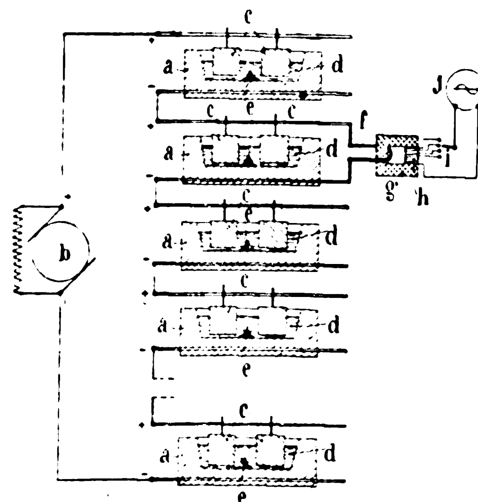


Fig. 26. — Dispositif pour éviter le désemballement dans la fabrication de l'aluminium par électrolyse.

f du transformateur g dont le primaire h est relié à l'alternateur j par un commutateur i.

Ce procédé permet, en outre, de remplacer l'alumine pulvérulente par du corindon en morceaux, ce qui est plus avantageux.

Pour fabriquer l'aluminium, M. Blasi (1) met dans le four électrique la masse d'alumine et les fondants et fond cette masse par le courant électrique comme dans les procédés ordinaires. Quand la fluidité est parfaite, on introduit dans le bain une quantité d'oxyde de baryum correspondant au sixième en poids de l'alumine. Au préalable on a mélangé à l'oxyde de baryum de l'aluminium métallique pulvérisé. Cet aluminium s'oxydant au détriment de l'oxygène de l'oxyde de baryum élève la température du bain et le baryum métallique mis en liberté, réduit une partie de l'alumine, tandis que l'oxyde de baryum formé réduit rapidement le reste de l'alumine. L'oxyde de baryum à température élevée absorbe l'oxygène de l'alumine et remet l'oxygène en liberté. Lorsque l'aluminium s'est déposé à la partie inférieure du four, on remet une nouvelle charge d'alumine et on ajoute l'aluminium pulvérisé mélangé dans ce cas à un peu d'alumine puisque le bain a conservé la quantité voulue d'oxyde de baryum.

(1) Four électrique à électrodes fixes et à récupération de l'oxyde de carbone et à puissance électrique constante. *Brevet français n° 516 888* demandé le 30 novembre 1917, délivré le 10 décembre 1920, publié le 27 avril 1921, 197 lignes, 5 figures.

(2) Perfectionnements aux fours électriques. *Brevet français n° 532 842* demandé le 26 mars 1921, délivré le 23 novembre 1921, publié le 13 février 1922, 194 lignes, 3 figures.

(3) Procédé et dispositifs de conduite des cuves d'électrolyse ignée. *Brevet français n° 541 587* demandé le 2 février 1921, délivré le 4 mai 1922, publié le 29 juillet 1922, 263 lignes, une figure.

(1) Procédé pour la fabrication de l'aluminium par électrolyse. *Brevet français n° 551 542* demandé le 17 mai 1922, délivré le 10 janvier 1923, publié le 7 avril 1923, 157 lignes.

Tandis qu'un four ordinaire consommant 20 000 A sous 7 v c'est-à-dire 140 kw produit 5 kg d'aluminium par heure, avec le nouveau procédé, on obtient 30 kg d'aluminium par heure. Une opération portant sur un bain de 200 kg renfermant 30 kg d'alumine dure une demi-heure et fournit 15 kg d'aluminium.

Traitement des minerais (plomb, zinc, étain) au four électrique. — Le four électrique A. Counas [1] comprend une cuve munie d'électrodes inclinées disposées symétriquement de part et d'autre d'une trémie de chargement placée au-dessus de l'électrode constituée par une partie de la sole du four. On y traite les minerais de plomb sulfureux sans grillage préalable en ajoutant de l'oxyde de fer et du coke, le fer étant supérieur à la quantité théorique, de façon à obtenir une scorie de SiO^2, FeO et CaO fusible rendant la marche continue. Dans le cas de traitement des minerais de zinc, la trémie de chargement étant dégagée reçoit les vapeurs de zinc auxquelles on ajoute une quantité d'air convenable, un ventilateur aspirant permettant de recueillir ces vapeurs que l'on condense. Dans le traitement des minerais de cuivre, on envoie un courant d'air au-dessus de la zone de fusion de façon à opérer le grillage à la partie supérieure tandis que la fusion s'opère à la partie inférieure.

C.-E. Cornélius [2] obtient le zinc en traitant les cadmies dans un four électrique tournant, à résistance. Les cadmies arrivent d'un coté par un canal situé dans l'axe du four et les résidus s'échappent par un canal opposé, les ouvertures de ce dernier permettant de régler la vitesse de cet échappement. Deux électrodes horizontales diamétralement opposées sont reliées à une résistance annulaire en charbon ou en carborundum. Le charbon peut être employé car les cadmies absorbent avant le charbon l'oxygène de l'air qui peut pénétrer dans le four. La résistance annulaire est placée sur une autre base annulaire afin de l'isoler du zinc qui se rassemble à la partie inférieure du four où se trouve un trou de coulée. On conserve ainsi une résistance constante.

Le four électrique F. Tharaldsen [3] représenté en figures 27 et 28 est un four à résistance destiné au traitement des minerais de zinc. La chambre a se termine à la partie inférieure par la sole b composée d'une file de chariots roulant sur les rails c. La jointure avec la muraille e du four est formée par les saillies d et le canal f rempli de terre cuite broyée. Les gueulards de chargement l et m permettent de garnir la sole d'une couche g de coke sur laquelle est disposée une couche

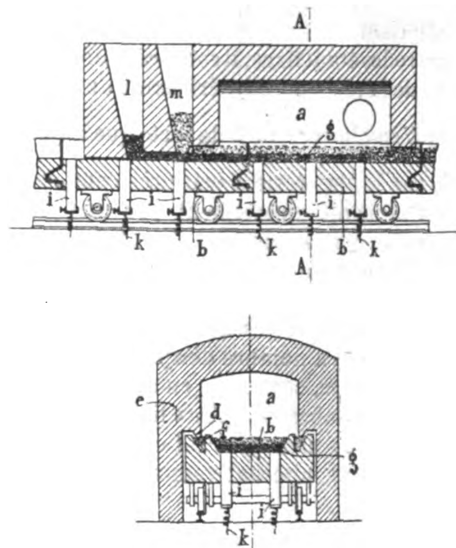


Fig. 27 et 28. — Four électrique à résistance pour le traitement des minerais de zinc.

de minerai. Le chauffage est effectué par les électrodes i i. Dans la position de la figure trois paires d'électrodes sont en action. Ce four a ainsi un fonctionnement continu.

Dans une variante [1], le même inventeur modifie le mode de chauffage ci-dessus en soumettant d'abord la charge (oxyde de zinc) à la radiation d'un arc électrique avant d'entrer dans la zone de chauffage par résistance telle qu'elle est indiquée dans le brevet précédent.

H. Herrenschmidt [2] traite les minerais au four électrique en remplaçant le charbon par des réducteurs à l'état gazeux (oxyde de carbone et hydrogène).

A. Ferron [3] traite les minerais d'étain au four électrique de façon à obtenir un laitier facilement fusible et très fluide à une température inférieure à celle de la volatilisation de l'étain, de façon à réduire au minimum les pertes en étain et à éviter la réduction des autres oxydes métalliques. Ce laitier, fondant à 950°C et extrêmement fluide à 1100°C renferme 45 à 48 pour 100 de

[1] Procédé pour le traitement au four électrique de minerais, tels que des minerais de plomb, zinc, cuivre ou autres, et four électrique pour la réalisation du procédé. *Brevet français n° 516 487* demandé le 29 août 1919, délivré le 6 décembre 1920, publié le 19 avril 1921, 375 lignes, 4 figures.

[2] Four électrique tournant. *Brevet français n° 513 069*, demandé le 7 avril 1920, délivré le 28 octobre 1920, publié le 7 février 1921, 157 lignes, 4 figures.

[3] Procédé et four pour la production électrothermique du zinc. *Brevet français n° 543 796* demandé le 22 novembre 1921, délivré le 10 juin 1922, publié le 8 septembre 1922, 132 lignes, 2 figures.

[1] Procédé pour la fabrication électrothermique du zinc. *Brevet français n° 543 899* demandé le 25 novembre 1921, délivré le 10 juin 1922, publié le 11 septembre 1922, 107 lignes, 2 figures.

[2] Traitement des minerais au four électrique. *Brevet français n° 532 376* demandé le 21 août 1920, délivré le 14 novembre 1921, publié le 2 février 1922, 63 lignes.

[3] Procédé et dispositif de four électrique pour le traitement des minerais d'étain. *Brevet français n° 538 020* demandé le 7 juillet 1921, délivré le 13 mars 1922, publié le 2 juin 1922, 275 lignes, 2 figures.

silice, 15 à 18 pour 100 d'alumine, 23 à 26 pour 100 de chaux, 3 à 5 pour 100 d'oxyde manganeux et 5 à 7 pour 100 de soude. Le four électrique est un four à cuve à double fermeture comportant des carneaux latéraux permettant la captation des gaz et reliant le four à des chambres à poussières où se condense l'anhydride arsénieux, un peu d'étain et de zinc. Des manches à eau amovibles forment joint étanche autour des électrodes et empêchent la sortie des gaz à l'aide d'un presse-étoupe à garniture d'amiante. Le garnissage du creuset est constitué par des briques de magnésie. La sole, en pisé de graphite communique avec un bassin extérieur où se rassemble l'étain qui est rapidement soustrait à l'action de la température du four. Le fond du four, en fonte ou en acier, est percé de trous de manière à laisser passer dans un bassin inférieur une certaine quantité d'étain pur par suite de la porosité de la sole. Un trou de coulée à la partie supérieure du bain permet d'évacuer le laitier.

Fabrication du fer et de ses dérivés au four électrique. — C. A. Keller (1) prépare des fontes au four électrique en utilisant les battitures de fer actuellement délaissées car, à cause de leur état physique elles ne peuvent être traitées au haut fourneau avec le soufflage que celui-ci nécessite. Ces battitures sont mélangées intimement avec les matières destinées à donner lieu à une scorie qui doit être basique et aussi peu siliceuse que possible de façon à obtenir une fonte désulfurée et renfermant la teneur désirée en manganèse et en silicium. On travaille avantageusement avec une faible tension (30 à 40 v par foyer), afin de diminuer les dangers de courts-circuits, et une quantité de scories de 200 à 400 kg par tonne de fonte produite. La consommation de courant est d'environ 2 200 kw-h par tonne de fonte.

Le procédé actuellement employé pour la fabrication de l'acier électrique est un procédé discontinu qui se prête mal à l'utilisation des tournures de fer et d'acier dont l'agglomération est alors nécessaire.

Dans le procédé C. A. Keller (2) les tournures ou déchets légers de fer et d'acier mélangés à un laitier basique exempt d'oxyde de fer et à du charbon sont soumis à la fusion désulfurante dans un ou plusieurs fours électriques à fonctionnement continu qui alimentent alors un four finisseur (four Martin ou four électrique). Le métal arrivant dans ce four finisseur a une teneur en carbone supérieure à la teneur finale recherchée pour permettre la mise au point rapide par une marche basique oxydante et déterminer la déphosphoration.

(1) Procédé de fabrication de la fonte au four électrique. *Brevet français n° 521 737* demandé le 11 décembre 1914, délivré le 14 mars 1921, publié le 19 juillet 1921, 131 lignes.

(2) Procédé de fabrication économique de l'acier par voie électrique. *Brevet français n° 521 749* demandé le 29 décembre 1915, délivré le 14 mars 1921, publié le 19 juillet 1921, 209 lignes.

Le four électro-convertisseur P. F. Sarron et J. Simon (1) est caractérisé par la suspension des électrodes supérieures au moyen de câbles aboutissant à des appareils de réglage placés dans la cabine d'un pont roulant qui transporte les électrodes dans un autre four ou dans des gaines calorifugées. Ce dispositif permet le guidage des électrodes quand le four est incliné et protège l'extrémité incandescente des électrodes contre l'action de l'air quand on les sort du four.

Une autre particularité est la fermeture aussi hermétique que possible de l'appareil, en vue d'y produire un vide relatif destiné à faciliter le dégagement des gaz dissous et occlus dans le métal traité dans le four.

Dans leur haut fourneau électrique, J. Simon et P. F. Sarron (2) emploient une tuyère métallique spéciale permettant d'insuffler un gaz à environ 1800°C, alors que dans les hauts fourneaux ordinaires, l'air n'est insufflé qu'à 700 ou 800°C. La partie métallique en est refroidie et entourée d'un fourreau très réfractaire (carborundum, quartz fondu, etc.). Le gaz chaud est obtenu dans un four électrique à résistance, la matière formant résistance étant constituée par un pisé dans la masse duquel sont ménagés des canaux pour la circulation du gaz à échauffer.

Le four électrique W. E. Moore (3) pour la fabrication de l'acier est caractérisé par ce fait que le courant passe dans les électrodes en série et dans le métal pendant l'opération du chauffage préalable et de la fusion. Pendant l'affinage, il passe dans les électrodes en parallèle et dans le laitier et le métal.

Dans le four électrique de la société Det Norske Aktieselskab for Electrokemisk Industri, Norsk Industri-hypotekbank (4), le courant est amené par une électrode creuse à travers laquelle on introduit une substance conductrice. La chaleur est engendrée par arc de l'électrode à la matière conductrice et par résistance à travers celle-ci.

La figure 29 montre l'application au traitement du minerai de fer. Les contacts de sole se font en 6. Dans l'électrode creuse 7 est introduit du coke, tandis que le

(1) Four électro-convertisseur et procédé de traitement s'y rapportant pour la fabrication des aciers ordinaires et spéciaux. 2e Addition n° 22454 au *Brevet français n° 503 401* demandée le 15 mai 1918, délivrée le 22 janvier 1921, publiée le 12 juillet 1921, 147 lignes, 6 figures.

(2) Haut fourneau électrique et marche spéciale s'y rapportant, pour la réduction économique des minerais de fer ou autres. 4e Addition n° 22 483 au *Brevet français n° 505 082* demandée le 24 septembre 1918, délivrée le 22 janvier 1921, publiée le 12 juillet 1921, 73 lignes, 2 figures.

(3) Four métallurgique électrique et procédé de travail à l'aide de ce four. *Brevet français n° 540 035* demandé le 30 août 1921, délivré le 11 avril 1922, publié le 4 juillet 1922, 697 lignes, 6 figures.

(4) Méthode pour le chauffage de fours électriques. *Brevet français n° 542 746* demandé le 26 octobre 1921, délivré le 22 mai 1922, publié le 21 août 1922, 294 lignes, 5 figures.

minerai de fer est en 11. Des ouvertures 13 permettent d'introduire de l'air pour brûler l'oxyde de carbone formé. Le fer peut être enlevé par le trou de coulée 12.

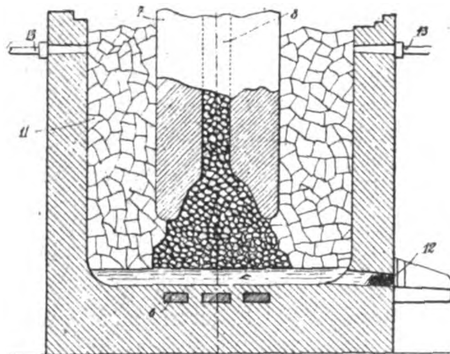


Fig. 29. — Four électrique à arc et à résistance pour le traitement du minerai de fer.

Les fours électriques à induction employés particulièrement pour la fusion et l'affinage de l'acier ont cet inconvénient que les parois du canal de fusion, et particulièrement la paroi intérieure, se corrodent par suite de la rotation du bain causée par le flux magnétique. Lorsque les parois du canal sont verticales, il est impossible de les réparer pendant le fonctionnement. O Frick (1) évite cet inconvénient en donnant aux parois, et particulièrement à la paroi intérieure, une inclinaison si faible qu'on peut, lorsque le four est en coulée, réparer les parois en appliquant de la magnésite, qui durcit rapidement grâce à la température élevée.

Fabrication de produits divers (alumine, acide phosphorique) au four électrique. — Dans la fabrication du corindon artificiel, en traitant la bauxite au four électrique, H. Herrenschmidt (2) élimine le fer en insufflant des gaz réducteurs dans la bauxite en fusion. Le fer précipite à l'état plus ou moins siliciè et le corindon purifié flotte à la surface du métal

L'alumine fondue obtenue par le procédé précédent est suffisamment pure pour être employée à la fabrication de l'aluminium.

H. Herrenschmidt (3) se sert du corindon ainsi obtenu et concassé pour alimenter les fours à aluminium, ou encore il alimente ceux-ci avec l'alumine liquide.

(1) Perfectionnements aux fours électriques à induction. *Brevet français n° 545 935* demandé le 14 janvier 1922, délivré le 4 août 1922, publié le 24 octobre 1922, 87 lignes, 2 figures.

(2) Traitement des minerais au four électrique. 1re addition n° 24 757 au *brevet français n° 532 376* demandée le 25 octobre 1920, délivrée le 26 juin 1922, publiée le 14 octobre 1922. 38 lignes.

(3) Traitement des minerais au four électrique. 2e addition n° 24 758 au *brevet français n° 532 376* demandée le 2 novembre 1920, délivrée le 26 juin 1922, publiée le 14 octobre 1922. 47 lignes.

La Société Federal Phosphorus Company (1) produit l'acide phosphorique au four électrique. L'installation représentée en figure 30 comprend le four électrique 1

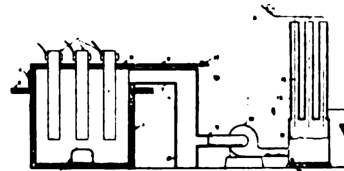


Fig. 30. — Four électrique pour la production de l'acide phosphorique.

muni des électrodes 2. On y introduit une charge comprenant environ 227 kg de phosphate broyé renfermant 14 pour 100 de phosphore, 61 kg de sable et 43 kg de coke. Si l'on veut produire aussi du ferrophosphate, on ajoute 91 kg de limaille de fonte. Pour faciliter le passage du courant au démarrage, on ajoute, autour et entre les électrodes, un mélange plus riche en charbon. Quand la puissance atteint 1 000 kw, on remplit le four au niveau de la plate-forme 5 et la marche devient continue avec une puissance absorbée de 2 000 kw. Le ferro-phosphore s'évacue par le trou de coulée 3 avec les scories dont on le sépare. Les gaz se mélangent à l'air appelé en 4 par le ventilateur 10. Le mélange gazeux renfermant alors le pentoxyde de phosphore P^2O^5, de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau, est refroidi en passant en 7 par le gicleur d'eau 8, muni de la soupape 17. Les poussières sont arrêtées dans la poche 16. L'appareil de précipitation électrique 11 comprend les électrodes isolées 13 et le fil 14 reliant les tuyaux 12 à la terre. L'acide phosphorique précipité sort par le trou de vidange 15. Suivant la température des gaz, on obtient des acides différents : entre 400 et 315° C, on condense l'acide métaphosphorique PO^3H ; de 315 à 210° C, l'acide pyrophosphorique $P^2O^7H^4$; de 210 à 120° C, l'acide orthophosphorique PO^4H^3 titrant 80 à 97 pour 100 ; enfin de 120 à 70° C, ce même acide orthophosphorique titrant de 70 à 80 pour 100.

Fixation de l'azote au four électrique. — Dans les procédés jusqu'ici employés pour la fixation de l'azote, on obtient le refroidissement rapide exigé par la théorie de Nernst de l'oxyde azotique Az O, formé dans l'arc, en opérant avec un grand excès d'air. Pour cette raison, la concentration en Az O reste faible (1 à 1,5 pour 100).

La Société Elektrochemische Werke G. m. b. H. (2) ob-

(1) Procédé de production d'acide phosphorique par charge en four électrique de matières phosphatiques, siliceuses et charbonneuses. *Brevet français n° 547027* demandé le 8 février 1922, délivré le 11 septembre 1922, publié le 29 novembre 1922. 500 lignes, 1 figure.

(2) Four pour l'obtention de réactions gazeuses endothermiques. *Brevet français n° 516431* demandé le 13 mai 1918, délivré le 6 décembre 1920, publié le 19 avril 1921. 114 lignes, 1 figure.

tient une concentration de 2,5 pour 100 en utilisant le dispositif de four représenté en figure 31. L'arc à flamme se produit entre les électrodes E E' dans la chambre a en maçonnerie réfractaire. L'air admis par le tuyau annulaire b et par les tuyères c produit, par son insufflation tangentielle, un tourbillonnement comme indiqué dans le brevet français 426 306 du 21 février 1911. Dans le ciel du four passe un tuyau métallique g à paroi mince, refroidi au moyen d'un courant d'eau

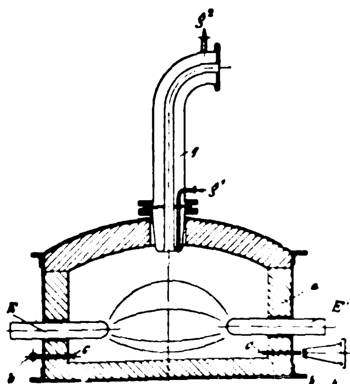


Fig. 31. — Four électrique pour la fixation de l'azote.

arrivant en g^1 et s'échappant en g^2. Les gaz chauds passent directement de la zone de la flamme au tuyau de refroidissement. La longueur et le diamètre de celui-ci sont tels que les gaz sont refoulés à une vitesse de plusieurs centaines de mètres par seconde et qu'ils s'échappent à une température de 1 200 à 1 500° C. La chaleur récupérée par l'eau peut être utilisée dans des chaudières.

E. Leleu [1] allonge à volonté les flammes dans son four électrique en employant un champ magnétique créé par deux électroaimants bipolaires dont les pôles de même sens sont en regard, ces deux électroaimants pouvant être placés à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe étanche en tôle contenant le garnissage réfractaire. Lorsque le four comporte 2 ou 4 arcs en parallèle dans une même chambre de réaction, les deux électrodes positives ont des inclinaisons légèrement différentes, de façon que leurs joints d'air soient séparés par une longue ligne de fuite. Lorsque les électrodes sont courbées, l'électrode réglable peut tourner sur elle-même dans ses supports fixes, de façon à être rapprochée de l'électrode fixe à distance explosive.

W.-E. Muller [2] augmente le rendement en oxyde azotique AzO dans le traitement de l'air par l'arc électrique en réduisant considérablement le temps pendant lequel l'air est porté à la température élevée de l'arc. Pour cela, au lieu de faire circuler l'air parallèlement à la grande dimension de l'arc comme dans les procédés connus, il lui fait traverser l'arc dans son épaisseur en l'insufflant par une buse avec détente de plusieurs atmosphères et par conséquent à très grande vitesse. Un champ magnétique engendré par le courant de l'arc agit sur l'arc même de telle façon qu'à tout moment une force égale et opposée à l'effet de l'air sortant exercé sur l'arc agit sur cet arc. Il en résulte qu'à tout moment ces forces se compensent et que l'arc reste par conséquent stable.

(1) Four électrique pour réactions endothermiques sur les gaz. 1re addition n° 22012 au *brevet français n° 505398* demandée le 22 décembre 1919, délivrée le 22 novembre 1920, publiée le 21 avril 1921, 253 lignes, 10 figures.

(2) Dispositif pour la combustion d'air dans l'arc électrique. *Brevet français n° 542340* demandé le 14 octobre 1921, délivré le 16 mai 1922, publié le 9 août 1922, 279 lignes, 6 figures.

On sait que dans les fours électriques à flamme la production d'oxyde azotique augmente lorsqu'on ajoute de l'oxygène à l'air. Mais pour que le système soit économique, il faut réutiliser les gaz au four électrique après leur passage dans les tours d'absorption. L'inconvénient est alors que ces gaz sont saturés d'humidité, ce qui diminue le rendement du four en oxyde azotique et provoque une attaque des conduites et des machines du dispositif de circulation. La Société Norsk Hydro Elektrisk Kvaelstofaktieselskab [1] évite cet inconvénient en refroidissant jusqu'à 10° C les gaz, de façon à diminuer leur teneur en humidité puis à les réchauffer de 50 à 70° C, ce qui évite toute possibilité de condensation. La figure 32 donne le schéma de l'ins-

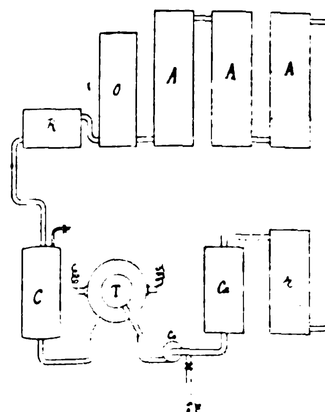


Fig. 32. — Dispositif pour absorber l'humidité dans le procédé par concentration des gaz pour la production d'oxyde azotique.

tallation. Du four électrique T, les gaz passent dans les chaudières à vapeur C, les réfrigérants R, la cuve d'oxydation O, les cuves d'absorption A, la tour réfrigérante r arrosée d'eau froide à 10° C, et enfin le calorifère Ca qui réchauffe les gaz à 60° C. Ces gaz sont renvoyés au four électrique par le compresseur Co. De l'air mélangé d'oxygène peut être introduit en F.

(1) Procédé pour l'exécution d'oxydation d'azote dans des fours électriques. *Brevet français n° 545610* demandé le 5 janvier 1922, délivré le 26 juillet 1922, publié le 17 octobre 1922, 96 lignes, 1 figure.

Ce qui caractérise le four électrique E. Leleu [1] pour la production de l'oxyde azotique, c'est que la flamme, au lieu d'être développée comme d'habitude en surface, l'est en volume. On peut mieux préserver ainsi les gaz du centre d'un refroidissement par les parois et avoir ainsi 4000°C au centre alors que les parois ne sont qu'à 800 à 1000° C. Les figures 34 et 35 représentent ce four en coupes verticales, la figure 35 étant une coupe par BB de la figure 35. Les électrodes 1 et 2 de polarité

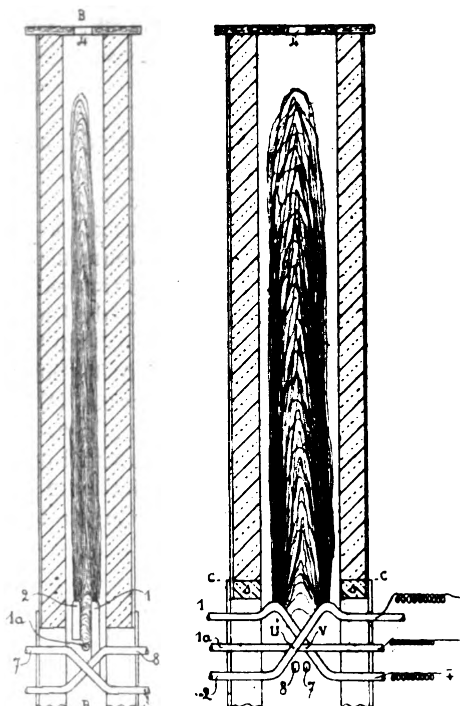


Fig. 34 et 35. — Four électrique E. Leleu à flamme développée en volume pour la production de l'oxyde azotique.

contraire sont reliées au circuit principal. L'électrode auxiliaire 1a est disposée entre les deux pour créer une flamme encore plus volumineuse absorbant plus de puissance et chauffant une plus grande quantité de gaz. Ces électrodes ayant 5 à 6 cm de diamètre, la flamme a environ 14 cm d'épaisseur sur les électrodes et une épaisseur plus grande au-dessus par la dilatation de l'air qui a pénétré. L'électrode 1a est reliée en dérivation du circuit principal. Sa bobine de self-induction ne laisse passer qu'un courant d'intensité suffisante pour amorcer un petit arc entre 1a et 1 au point V et ouvrir le passage au courant principal qui traverse ainsi les deux distances d'éclatement aux points U et V par deux arcs se transformant en une seule flamme. Une faible quantité de gaz étant suffisante pour étirer l'arc, ces gaz peuvent atteindre une haute température et renfermer une teneur relativement élevée en oxyde d'azote. En soufflant de l'air froid au point où ils sortent de la flamme, on peut obtenir une température du mélange de 1000 à 1200°C s'accordant avec les récupérateurs de chaleur déjà existants. Pour un même volume de gaz par kilowatt-heure, le rendement est supérieur à celui obtenu par la flamme en surface parce que la différence est plus grande entre la température de chauffe et celle de refroidissement. En outre, le four peut facilement fonctionner sous pression (2 kg : cm² par exemple). L'appareil peut être complété par un dispositif de détente formé d'une boîte à circulation d'eau.

(1) Four électrique pour l'oxydation de l'azote fonctionnant en cycle fermé avec des appareils de récupération. *Brevet français n° 548057* demandé le 1er mars 1922, délivré le 10 octobre 1922, publié le 4 janvier 1923, 307 lignes, 14 figures.

Applications des décharges électriques et effluves (production de l'ammoniac, de l'ozone, etc.). — A. Classen [1] obtient le gaz ammoniac en combinant directement l'azote et l'hydrogène par l'action simultanée de décharges électriques obscures et de décharges électriques avec étincelles, en présence de substances catalytiques.

Une des électrodes de l'appareil est conductrice; elle est entourée d'une enveloppe en verre ou en porcelaine, l'intervalle renfermant le catalyseur. Autour de l'enveloppe est placé un liquide réfrigérant (eau) qui est relié au pôle négatif d'une bobine d'induction, dont le pôle positif communique à l'électrode métallique. La température la plus favorable est de 50 à 90°C. Le catalyseur préférable est l'or pulvérulent sur un support se composant d'acide silicique, de silicates ou de leurs combinaisons. Les décharges obscures ou par étincelles sont obtenues en réglant à volonté l'écartement des électrodes.

On sait que le rendement en ozone produit par effluvation de l'air ou de l'oxygène est amélioré lorsqu'on opère à basses températures.

La Société l'Azote français [2] augmente encore le rendement en combinant la dépression et le refroidissement. Par exemple, la production d'ozone passe de 1 à 3,5 lorsqu'on réduit la pression de l'air à ozoner de la pression atmosphérique à celle de 400 mm de mercure, en effluvant à une température comprise entre — 60 et — 80°C.

L'appareil L.-B. Cherry [3] est destiné au traitement électrique des hydrocarbures liquides vaporisés. Les vapeurs passent dans une chambre de traitement dont les parois sont chauffées au rouge et sont soumises à une décharge électrique à haute fréquence.

L. Jumau.

(1) Procédé de fabrication de l'ammoniac par décharges électriques en partant de ses éléments. *Brevet français n° 515584* demandé le 9 octobre 1915, délivré le 17 novembre 1920, publié le 14 mars 1921, 235 lignes.

(2) Procédé de fabrication de l'ozone par les décharges électriques. *Brevet français n° 512036* demandé le 19 mars 1920, délivré le 3 octobre 1920, publié le 13 janvier 1921, 80 lignes.

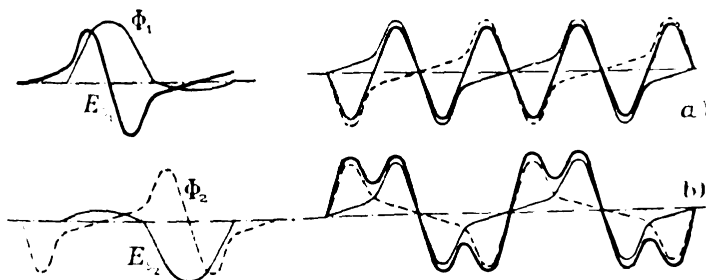
(3) Appareil électrique pour le traitement électrochimique des vapeurs et des gaz. *Brevet français n° 524480* demandé le 6 août 1920, délivré le 13 mai 1921, publié le 3 septembre 1921, 468 lignes, 3 figures.

Revues, analyses et informations

Une machine nouvelle pour l'émission d'ondes à haute fréquence pour la télégraphie sans fil [1].

Généralités. — Il faut remonter à 1911 pour trouver les premières machines à haute fréquence construites par Lorenz et par la firme Telefunken. Devant la difficulté d'obtenir directement la fréquence d'utilisation, on imagina d'adjoindre à l'alternateur un dispositif de transformateurs montés en cascade et susceptibles de multiplier la fréquence. La question de la multiplication de la fréquence à l'aide de transformateurs statiques, et surtout de transformateurs excités en courant continu, n'est traitée dans la littérature technique qu'au point de vue purement théorique et, pour simplifier le problème, on n'a considéré que le fonctionnement à vide du transformateur, ce qui ne correspond nullement aux conditions de la pratique. On trouvera ci-dessous l'exposé de longues recherches sur la transformation de la fréquence, présentées physiquement et indépendamment de tous calculs.

A. Multiplication de la fréquence a l'aide de transformateurs excités par du courant continu. — On sait que ce procédé a permis, avec un bon rendement, de doubler la fréquence; si on veut répéter plusieurs fois cette multiplication, il est indispensable de disposer de plusieurs circuits d'oscillation, ce qui entraîne une complication excessive des connexions. La fréquence primaire est fournie par une machine homopolaire et varie de 5000 à 10000 p : s, selon la puissance et la longueur d'onde que l'on désire. Partant de cette fréquence, l'auteur se proposa d'obtenir, à l'aide de deux transformateurs, une fréquence secondaire supérieure au double de la première : il put, en 1915, réaliser la multiplication par 3 et par 6. Si on étudie les phénomènes dans le circuit primaire du dispositif transformateur, l'observation des courbes de la tension montre qu'un harmonique 3 vient se superposer à l'onde fondamentale de la tension (voir fig. 1 a) : Φ_1 et Φ_2 représentent, pour chacun des transformateurs, les flux dus au courant alternatif primaire; les tensions E_{s1} et E_{s2} induites au secondaire donnent une fréquence double, qui apparaît également dans les enroulements primaires couplés à demeure aux secondaires. Mais, comme l'un des enroulements primaire est couplé en opposition par rapport à la fréquence double qui y prend naissance, la tension au primaire présentera deux maxima consécutifs. On obtient ainsi une fréquence double avec un déphasage de 180° ou une onde fondamentale avec un harmonique 3 renforcé (fig. 1 b). Il s'agit maintenant de rendre



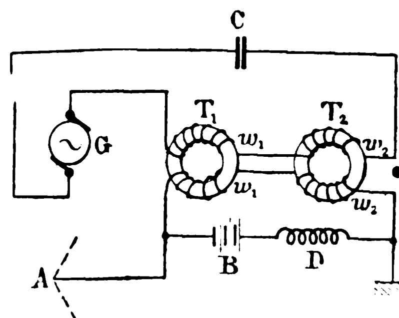


Fig. 1. — Courbe de tension dans le doubleur de fréquence. — Fig. 2. Schéma simplifié du dispositif doubleur de fréquence.

utilisables les ondes qui ont pris naissance dans les deux transformateurs de fréquence.

Si le couplage est fait de façon normale, suivant la figure 2, il est impossible de tirer parti de la fréquence 3. Dans ce schéma, B représente une source de courant continu constituant, avec la bobine de self-induction D, un circuit monté en parallèle avec les secondaires des transformateurs, entre l'antenne A, d'une part, et la terre, d'autre part. La self-induction de la machine est, en général, très faible et, par suite, la valeur de la capacité C, élevée et la fréquence triple se trouve, en quelque sorte, en court-circuit sur la machine. Pour pouvoir utiliser cette fréquence triple, il convient d'ajouter une inductance élevée dans le circuit primaire et de brancher, aux bornes des transformateurs, un circuit accordé sur cette fréquence triple. Le montage de la figure 3 permet de doubler et de tripler la fréquence par emploi de deux transformateurs; comme le montre cette figure, l'antenne peut être couplée au secondaire pour utilisation de la fréquence double, ou au primaire pour la fréquence triple, avec un rendement sensiblement identique. De même on peut, par accord convenable du secondaire, obtenir la fréquence sextuple, grâce à l'onde de fréquence triple de celle du primaire. A titre documentaire, on trouvera ci-dessous les caractéristiques d'un dispositif de transformation en fréquence 6, correspondant à une puissance de 25 kw, fournie par un alternateur et décrit dans un article précédent [1]. Transformateurs : 2 tores de 150 mm de diamètre et de 25 mm × 25 mm de section avec 24 spires au primaire, 18 au secondaire; coefficient de self-induction de la machine, 0,063500 milli henry; antenne parcourue par un courant de 76 A et ayant une capacité de 0,011 microfarad et une résistance de 3,5 ohms; vitesse de rotation de la machine, 2 480 t : mn; longueur de l'onde émise, 7 700 m; courant dans

(1) K. Schmidt. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 4 octobre 1923, t. XLIV, p. 910-914, 7200 mots, 11 fig.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 mars 1921, t. XLII, p. 245

le circuit de fréquence 3,80 A; courant d'excitation, 60 A et tension d'excitation, 8 V; capacité primaire, 1,77 microfarad; capacité accordée sur la fréquence 3, 0,44 microfarad; puissance dans l'antenne $(76)^2 \times 3{,}2 = 20{,}2$ kw; puissance absorbée par le moteur d'entrainement 38 kw. Le rendement global était de 53 pour 100 et le rendement propre de la transformation de fréquence 84 pour 100.

Des essais de Rein ont déjà montré que l'on peut doubler la fréquence avec un seul transformateur excité par du courant continu. Comme il apparaît sur la figure 1, on peut utiliser cet harmonique 2 à l'aide d'un circuit oscillant convenable. La puissance et le rendement sont à peu près équi-

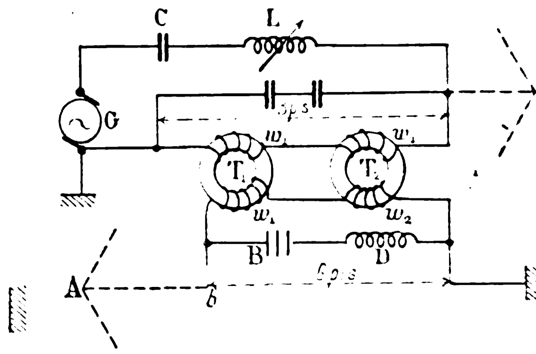


Fig. 3. — Schéma pour multiplication de la fréquence par 3 et par 6.

valents car, si la valeur des pertes augmente, il n'y a dans ce cas qu'une masse de fer moitié moindre à magnétiser. D'autre part, la méthode de transformation à l'aide d'un seul transformateur exige l'emploi de circuits auxiliaires qui séparent les harmoniques d'ordre supérieur de l'ordre fondamental et absorbent la puissance nécessaire pour compenser les pertes et l'énergie fournie par l'harmonique 2. La première demi-onde magnétisante crée, en effet, une onde de fréquence double tandis que l'autre modifie à peine la valeur du flux dans le circuit excité en courant continu aucune énergie n'étant fournie pendant cette demi-période et la fréquence double étant cependant continuellement produite, c'est au circuit d'oscillation que revient la charge de livrer, pendant cet intervalle, l'énergie nécessaire. Comme on l'a déjà signalé précédemment, le primaire se trouve être, lui aussi, le siège de la fréquence double, ce qui permet, par un accord convenable, de recueillir au secondaire la fréquence 4.

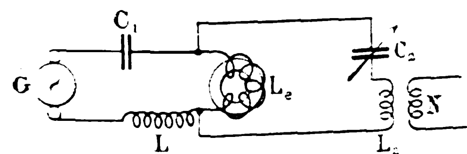
B. Multiplication de la fréquence avec transformateurs excités en courant alternatif. — Dans ce cas, la courbe du courant magnétisant se trouve fortement déformée par suite de la saturation, et beaucoup de recherches pour l'utilisation des fréquences ont échoué par le fait du rendement défectueux des dispositifs proposés. L'auteur a pu résoudre le problème : son procédé, exposé plus loin, présente l'avantage considérable de permettre aux petites stations l'émission en ondes courtes, à l'aide de machines. Les harmoniques dus à la déformation du courant magnétisant ne présentent de puissance que s'ils sont simultanément produits dans les courbes de courant et de tension. Si la déformation est obtenue grâce à la saturation, il faut que les courbes de courant et de tension soient semblablement déformées, ce qui s'obtient le plus simplement par l'adjonction au circuit primaire d'une bobine de self-induction sans fer; en d'autres termes, le générateur doit être couplé d'une façon très lâche avec le circuit contenant du fer. Il y a donc deux cas à considérer dans la production de hautes fréquences, en partant d'une fréquence fondamentale et en tenant compte de la puissance à fournir. La puissance des harmoniques peut provenir du générateur lui-même : c'est le cas, par exemple, des harmoniques de denture d'un alternateur dont on peut se représenter le fonctionnement en imaginant que le générateur de l'onde fondamentale se trouve couplé en série avec un générateur d'harmoniques. D'autre part, on sait qu'on peut obtenir des harmoniques à l'aide de transformateurs excités en courant continu avec couplage convenable, l'énergie des harmoniques étant créée par pure transformation. Dans le deuxième cas, les hautes fréquences sont rendues utilisables par déformation du courant, due à un procédé quelconque, et on fait toujours emploi d'un circuit d'oscillation accordé sur la fréquence d'utilisation.

Le calcul d'un coefficient de self-induction par la formule $E = I \omega L$ donne, en général, des résultats excessifs et l'erreur ne fait que s'accroître si on règle le courant magnétisant à l'aide de résistances élevées branchées en série; la méthode n'est exacte que dans le cas de courants purement sinusoïdaux. Un excellent moyen pour produire des fréquences élevées consiste donc à placer entre la source et les transformateurs de fréquence de grandes résistances — et mieux, une bobine sans fer — pour permettre au transformateur de fréquence de développer librement sa tension : il faut prévoir un couplage lâche entre le transformateur de fréquence et la source.

Avec un circuit oscillant comprenant du fer, il est difficile d'obtenir un point franc de résonance, car le coefficient de self-induction varie avec la perméabilité du fer.

Cette question a fait l'objet d'études de Martiensen et il a été établi que la courbe de courant, au moment de la résonance, prend une allure très pointue, contrairement au cas de circuits sans fer où cette courbe reste rigoureusement sinusoïdale.

Le schéma de la figure 4 permet l'utilisation de fréquences élevées : G est un alternateur de 5 000 à 10000 p : s; C. le



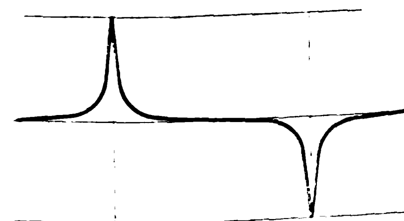


Fig. 4. — Schéma pour l'obtention de fréquences élevées
Fig. 5. — Tension au transformateur.

condensateur variable; L_e et L, les bobines de self-induction avec fer et sans fer (ou avec entrefer). Le circuit oscillant réglable comporte une capacité C_2 et une self-induction L_2 à laquelle peut être couplée le circuit d'utilisation N. La figure 5 donne l'allure de la tension obtenue au transforma-

teur et appliquée au circuit oscillant. Les figures 6 a et 6 b sont des oscillogrammes relevés à l'aide du tube de Braun et dans le cas de résistances d'amortissement exagérées. Avec ce simple dispositif, on a pu réaliser la multiplication de la fréquence avec un bon rendement; l'amplitude de la tension, donc aussi la puissance secondaire, est d'autant plus grande que les pertes par courants de Foucault dans le fer

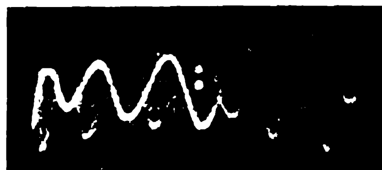




Fig. 6 a et 6 b. — Oscillogrammes relevés à l'aide du tube de Braun avec des résistances d'amortissement de 10 et 25 ohms.

sont plus réduites. Poursuivant le développement de la question, il a été possible de multiplier par 11 la fréquence primaire, avec un rendement pratiquement admissible : le transformateur de fréquence était constitué par un anneau en tôle de 0,05 mm, plongé dans un bain d'huile pour son refroidissement. On a pu pousser plus loin encore et atteindre l'harmonique 17, mais sous faible puissance, car

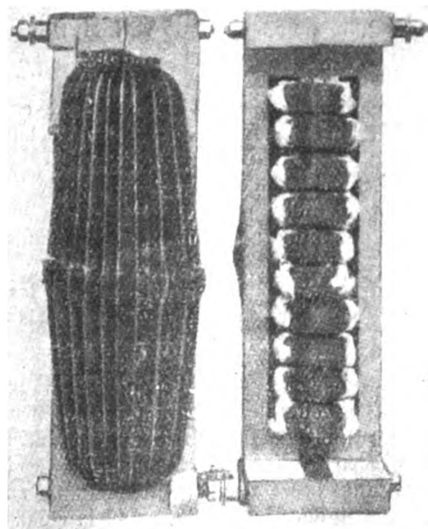


Fig. 7. — Transformateur construit par l'auteur.

malgré toutes les variations de l'intensité du courant et de l'accord des circuits, l'amplitude de la tension se trouvait limitée. A l'augmentation de la tension correspondait un accroissement du courant actif, mais on ne pouvait plus obtenir d'augmentation sensible de la saturation. Ces circonstances incitèrent l'auteur à construire un transformateur à pertes minima : on sait que, dans les transformateurs de fréquence, les pertes dans le fer sont notablement supérieures à celles dans le cuivre; il fallait donc réduire encore le fer; on employa du fil de fer de 0,5 mm émaillé et on réduisit la longueur du circuit magnétique. On parvint ainsi à augmenter jusqu'à quatre fois la puissance utilisable pour les ondes courtes et à réaliser la multiplication de la fréquence jusqu'aux ondes de 700 m avec un rendement acceptable. L'appareil primitif a son noyau en fil de fer en forme d'anneau recouvert extérieurement par le bobinage. La figure 7 montre comment on est parvenu à réduire encore le volume de fer. Le fil de fer est enroulé sur le diamètre minimum et on y enfile l'enroulement formé de bandes de cuivre isolées au mica et soudées entre elles. Le volume est absolument minimum et le refroidissement par bain d'huile d'autant plus efficace que le fer se trouve, cette fois, en contact direct avec elle. A titre d'indication, ce dernier transformateur a une section de 3 cm², le diamètre moyen de l'anneau étant de 0,26 m et son volume atteint 24,5 cm³; donc ce dernier et, par suite, les pertes dans le fer s'y trouvent réduites de 53 pour 100 sur le type primitif.

Le rendement fut amélioré, d'autre part, grâce à l'emploi de fer particulièrement désigné pour la multiplication des ondes courtes, car il possède une courbe d'aimantation à pente très rapide. Le rendement était encore de 50 pour 100 dans le cas de l'harmonique 47. Le schéma de la figure 8

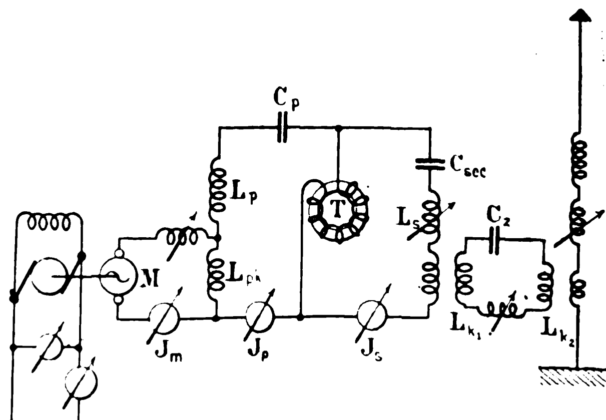


Fig. 8. — Schéma d'un poste pour l'émission d'ondes de 750 m et 1,5 kw dans l'antenne.

représente un poste pratiquement réalisé pour l'émission d'ondes de 750 m et pour 1,5 kw de puissance dans l'antenne. Par l'emploi d'une inductance variable, ce dispositif permet de ne charger le générateur qu'en courant actif et d'utiliser de petits alternateurs, le dimensionnement du circuit primaire étant indépendant de la self-induction de la machine. L'emploi de circuits auxiliaires, auxquels l'antenne se trouve couplée par induction, permet l'émission d'ondes sinusoïdales pures.

L'antenne employée est représentée par la figure 9 et elle a une capacité de 0,72 m µF; la terre était constituée par une conduite d'eau : on put recevoir à Amsterdam, sur une longueur d'onde de 900 m, d'une façon très satisfaisante. La génératrice homopolaire M est entraînée par un moteur shunt à courant continu de 5 ch et, à la vitesse de 3500 t : mn, on réalise une fréquence de 7000 p : s et une puissance de 3,5 kv-A. T est un transformateur du type représenté sur la figure 7.

On a relevé les indications suivantes sur les appareils insérés dans les différents circuits :

Pour $\lambda = 900$ m, tension en M, 125 v ; intensité du courant en J_m, 25 A ; tension au condensateur C_p, 1 600 v ; tension aux bornes du transformateur T, 1 200 v ; intensité en J_p, 45 A ; en J_s, 45 A ; dans l'antenne, 9 A ; la capacité du condensateur C_p est de 0,66 μ F.

Pour $\lambda = 2100$ m, tension en M, 130 v ; intensité du

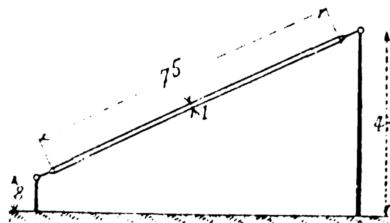


Fig. 9. — Antenne d'essais.

courant en J_m, 23 A ; tension au condensateur C_p, 1 680 v, au transformateur T, 1 050 v ; intensité en J_p, 45 A ; en J_s, 53 A ; dans l'antenne, 13 A.

C. Régulateur de vitesse pour l'alternateur. — La constance exigée pour la vitesse est de 0,01 pour 1 000 entre la marche à vide et la pleine charge, car de plus grandes variations troublent la réception, surtout pour les ondes de l'ordre de 900 m ; le régulateur doit, en outre, posséder les qualités de simplicité et de sécurité de fonctionnement. La question n'était pas seulement de réaliser un dispositif assurant la variation du nombre de tours ; il fallait qu'il y ait réaction convenable sur le moteur d'entraînement, en tenant compte de ses propriétés caractéristiques. Ce problème difficile a pu être résolu d'une façon parfaite à l'aide d'un régulateur centrifuge. Sur un plateau et le plus près possible de la périphérie, se trouve un ressort en acier f (fig. 10) fixé à l'une

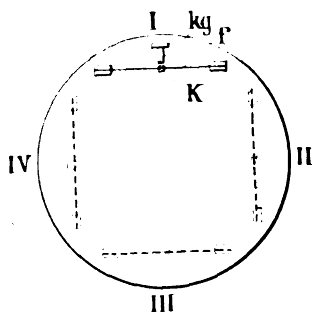


Fig. 10. — Schéma du régulateur de vitesse.

ou à ses deux extrémités et portant, au point d'amplitude maximum, un contact K placé vis-à-vis du contact réglable k_g. Ce ressort doit avoir une fréquence propre très élevée. A une vitesse donnée, la force centrifuge a pour effet de fermer ces contacts l'un sur l'autre en court-circuitant une partie du rhéostat de champ du moteur. Tel que, ce dispositif serait inutilisable, car le réglage serait brutal et le moteur oscillerait en permanence entre deux vitesses. Un dimensionnement convenable du ressort occasionne une modification du phénomène : la force centrifuge et la pesanteur agissent simultanément et leurs actions sont tantôt concordantes, tantôt opposées. Quand la vitesse de la machine est correcte, le contact commencera par n'être fermé qu'en III et la durée du contact augmentera d'autant plus que la vitesse normale sera dépassée. A chaque rotation, le contact se trouve donc fermé plus ou moins longtemps suivant la vitesse du moteur. Les résultats de cette application furent excellents et il est pratiquement impossible de constater une variation de vitesse, entre la marche à vide et la pleine charge, sur un moteur à 3 000 t : mn. Il est possible, en outre, de faire varier la tension du réseau dans de grandes proportions sans enregistrer de variations de vitesse. La firme Lorenz construit actuellement une série de machines d'émission pour postes de 1 à 500 kw. Les premiers types (2 kw) déjà en service fonctionnent, paraît-il, d'une façon parfaite. — F. B.

Le problème des isolants [1]

Ce rapport, transmis par l'Institute of electrical Engineers, rappelle d'abord le rôle de la Commission : coordonner et stimuler les recherches pour l'érection d'une théorie et d'une technique des isolants. Il montre ensuite la nécessité primordiale de posséder la connaissance parfaite des phénomènes et de la matière. Il expose les intentions de la Commission :

1. Collationner les résultats connus pour dresser à ce jour un état de la question ;
2. Imposer un plan d'organisation des recherches ;
3. Répartir entre laboratoires et particuliers la tâche ainsi délimitée et stimuler leurs concours par des conférences ;
4. Recueillir, ordonner et publier les résultats expérimentaux.

Dans ce premier travail, la Commission établit quels sont les problèmes à attaquer par la voie expérimentale ; elle sollicite les critiques des spécialistes et des savants.

Caractères normaux des isolants. — Le rapporteur rappelle les caractères normaux :

1. Pouvoir inducteur spécifique variable ;
2. Résistivité aussi élevée que possible ;
3. Rigidité diélectrique.

Ces caractères peuvent coexister et varier avec la température, la fréquence, parfois avec l'aire de la surface intéressée.

C'est cette coexistence qui rend leur étude très difficile et qui oblige à étudier d'abord les isolants sous tension constante, en opérant sur les corps simples, puis sur leurs composés.

Pour étendre aux tensions alternatives les résultats obtenus, il faut tenir compte des propriétés anormales qu'elles suscitent.

Propriétés anormales. — Le rapporteur range, sous ce titre, l'altération générale des caractères précités et les faits nouveaux résultant de la nature du courant, tels que le courant de capacité et les pertes d'énergie. Ces pertes sont attribuées à l'hystérésis diélectrique, imputée aux frictions intermoléculaires dont l'étude peut être la clé d'une théorie rationnelle ; elles ont lieu aussi par conductivité. Elles altèrent le facteur de puissance et sont liées au phénomène de l'absorption.

Le rôle de l'humidité de l'isolant doit être étudié et codifié.

(1) J.-B. Whitehead. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1923, t. XLII, p. 618-622, 5 000 mots. Rapport présenté au National Research Council (Office national des Recherches) par la Commission des Isolants de l'American Institute of electrical Enginners.

Enfin, les défauts ne sont pas des phénomènes subits, leur dernière phase (conductivité pure) est seule bien connue; leur élaboration lente et sourde doit être élucidée.

L'examen des propriétés thermiques et mécaniques est imposé par leur importance propre et celle de leur connexité avec les propriétés électriques.

Plan de l'étude expérimentale. — Les problèmes industriels seront traités à part ultérieurement. Pour les travaux antérieurs, le rapport renvoie à l'index bibliographique de E. H. Rayner (*Journal of the Institute of electrical Engineers*, 1912, t. xlix, p. 53) mis à jour pour la technique, par D.-M. Simons (*Journal of the american Institute of electrical Engineers*, août 1922, t. xli, p. 617).

La Commission communiquera volontiers les spécifications d'isolants qu'elle a reçues.

Pour la *nature de l'absorption*, il faut consulter les travaux de Faraday, Maxwell, Fleming, Hopkinson, von Schweidler, K.-W. Wagner. Il apparaît que ce phénomène est dû à la coexistence de deux diélectriques simples, combinés ou mélangés. Ces questions proposées suggèrent donc de rechercher les isolants qui n'ont pas d'absorption et de provoquer cette imperfection par combinaison ou superposition simple. Il faut aussi étudier l'influence des impuretés, de l'humidité, de la température, de la fréquence et de la résistivité.

Pour le *facteur de puissance*, étudier l'influence de la fréquence en débutant par des variations de tension très lentes, suivant la méthode de M. J. Granier ([1]). Ces questions concernent aussi la part que prennent l'absorption et les fuites à l'amélioration du facteur de puissance et les variations de ce facteur avec le dosage des éléments isolants.

L'hypothèse émise pour les processus des défauts est que l'échauffement agirait, en somme, par récurrence, jusqu'au défaut franc. L'étude de la mobilité des ions, fructueuse déjà pour les gaz, contribuera à élucider cette question. Les liquides offrent le meilleur champ d'investigation pour cette étude et les solides, le meilleur champ pour l'étude de la conductibilité en fonction de la température. Les problèmes posés se rapportent à ces deux catégories de diélectriques soumis à des influences diverses, à celles des radiations X et de toutes radiations perturbatrices, notamment.

Le *pouvoir inducteur spécifique* doit être étudié en fonction de la composition, de la température, du gradient de potentiel, de la fréquence, de l'absorption, de la résistivité. Dans la théorie électronique, il faut expliquer et introduire le déplacement électrique, l'influence des rayons X et de l'orientation des cristaux; il faut enchaîner les variations du pouvoir inducteur à celles de l'indice de réfraction. Une étude particulière s'impose pour l'amélioration du facteur de puissance observée parfois (papier imprégné) lorsque la tension croît.

Les anomalies maintes fois relevées dans la *mesure des résistivités* d'isolants identiques proviennent-elles de courants ioniques ou d'impuretés en suspension? Par ses questions, le rapporteur prétend poser ce dilemme et connaître aussi l'effet de l'humidité (vapeur d'eau), la relation entre la résistivité et le gradient de potentiel, l'influence de la température et de la pression sur la résistivité cubique, les effets chimiques et électrolytiques de la conduction; enfin, il propose l'étude spéciale des isolants en gelées.

Pour scinder les facteurs discriminants de la *tension d'amorçage*, on suggère d'étudier cette tension en fonction de la résistance superficielle; d'observer l'influence de l'ionisation et la présence possible d'une couche ionisée à la surface de l'isolateur; d'étudier l'influence de la rugosité et du rayon de courbure, celle de la vapeur d'eau.

Les *théories* proposées pour expliquer le phénomène de l'isolation appartiennent à deux écoles : celle de Maxwell explique l'absorption par une parenté entre la résistivité et le pouvoir inducteur spécifique; celle de Pellat et de von Schweidler attribue l'absorption aux frictions dans les déplacements des ions. Des méthodes expérimentales sont à créer pour invalider l'une ou l'autre théorie. La Commission suggère, en outre, l'étude des diélectriques en couches minces à l'aide de rayons X ou de radiations du radium, l'étude des cristaux, l'extension à la vapeur d'eau de la théorie d'Evershed, l'analyse des équilibres thermique et électrique sous tension continue et alternative ([1]). — L. P.

([1]) *Revue générale de l'Electricité*, 13 août 1921, t. x, p. 219-224 et 30 septembre 1922, t. xii, p. 459-466.

La transmission hydraulique d'Hele Shaw ([2]).

La plupart des machines modernes : turbines hydrauliques ou à vapeur, moteurs électriques ou à combustion interne, etc., manquent de souplesse. Leur vitesse ne peut varier que dans des limites assez étroites et elles sont pratiquement irréversibles. De là, la nécessité de recourir aux divers artifices bien connus tels que réducteurs à poulies ou à engrenages, rhéostats, etc. Ces procédés sont, en somme, assez barbares, et depuis de longues années les chercheurs se sont attelés au problème de la commande souple et progressive, analogue à celle de la machine à vapeur à piston. L'emploi d'un fluide, quoique très séduisant à priori, offre de notables difficultés. En principe, il s'agit d'une pompe entraînée à vitesse constante et refoulant dans un moteur un volume de liquide réglable à volonté sous pression variable. La vitesse de la pompe est déterminée par celle de la machine considérée, elle est toujours très élevée; la variation du volume débité dépend de la vitesse à obtenir dans les mécanismes commandés; la pression est fonction du couple ou de l'effort résistant. C'est à l'ingénieur anglais Hele Shaw que revient le mérite d'avoir mis la chose au point.

a) Pompe. — Le mécanisme de pompe est placé dans un carter fermé par deux couvercles latéraux (fig. 1 et 2). L'huile circule par les tubulures T_1, T_2 et les canaux O_1, O_2 qui, dans le tourillon fixe A, desservent les chambres cylindriques E aménagées dans le volant B solidaire de l'arbre X et mobile autour du tourillon A. Les axes F des pistons E portent les manchons de glissement G qui coulissent dans les glissières latérales H montées sur roulement à billes. Un levier permet de désaxer ces glissières. Il s'ensuit que, pendant la rotation de la pompe, chaque piston, sous l'effort des réactions des glissières sur les manchons, prend un mouvement axial relatif par rapport à son cylindre. La simple inspection de la figure 2 nous montre qu'il y a aspiration dans la zone inférieure, refoulement dans la zone supérieure. Si le levier occupait la position symétrique, l'effet serait inversé; s'il occupait la position neutre, désaxement zéro, le mouvement relatif des pistons serait nul, la pompe ne débiterait pas. En résumé, la pompe tournant à vitesse constante, la

([1]) Un excellent sommaire des théories proposées est donné dans un mémoire de F.-W. Grover, *Bulletin of the Bureau of Standards*, n° 4, 15 décembre 1911, t. vii.

Il a été complété au point de vue technique par Fleming et Dyke, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, 1912, t. ci, p. 323; K.-W. Wagner, *Archiv. für Elektrotechnik*, novembre 1914, t. ii, p. 371; Delmar et Hanson, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1922, t. xli, p. 439.

([2]) Louis Haensy, *Schweizerische Bauzeitung*, 6 octobre 1923, t. lxxxii, p. 173-176, 4000 mots, 11 fig.

simple manœuvre du levier modifie à volonté la valeur de son débit et le sens de circulation du fluide,

b) Moteur. — Les axes des six pistons portent deux paliers à billes qui roulent sur deux chemins elliptiques. Les

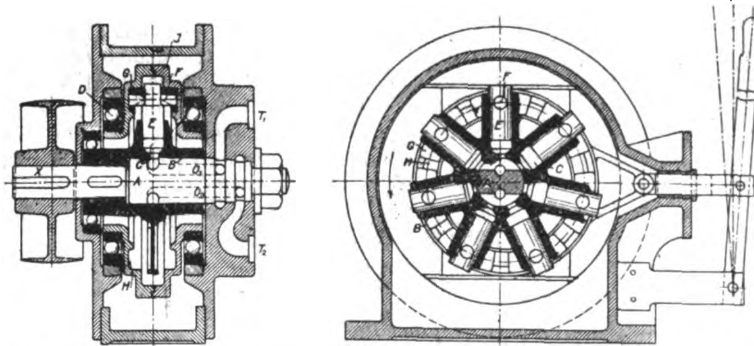


Fig. 1 et 2. — Coupe de la pompe de transmission hydraulique Hele Shaw.

couvercles portent également un chemin de roulement elliptique qui guide les paliers à leur partie inférieure et prévient la retombée des pistons en cas de chute de pression ou d'insuffisance de la force centrifuge Les canaux d'admission et d'échappement sont disposés de telle sorte que les pistons sensiblement horizontaux (fig. 3) étant à l'admission, par exemple, (ils seraient à l'échappement pour la position inverse du levier de manœuvre de la pompe), les pistons sensiblement verticaux sont à l'échappement, tandis que les deux autres sont au point mort (ni admission, ni échappement). Dans le cas présent les composantes tangentielles des poussées au contact du chemin de roulement produisent l'entraînement du moteur dans le sens des aiguilles d'une montre. A l'encontre de ce qui se passe dans la pompe, la levée des pistons est constante et égale à la différence des longueurs des deux demi-axes de l'ellipse, c'est dire que le volume d'huile mis en jeu à chaque tour est *constant*. Comme ce moteur est alimenté sous débit *variable*, sa vitesse doit varier avec ce débit, ou, en d'autres termes, la vitesse du moteur est déterminée par la position du levier.

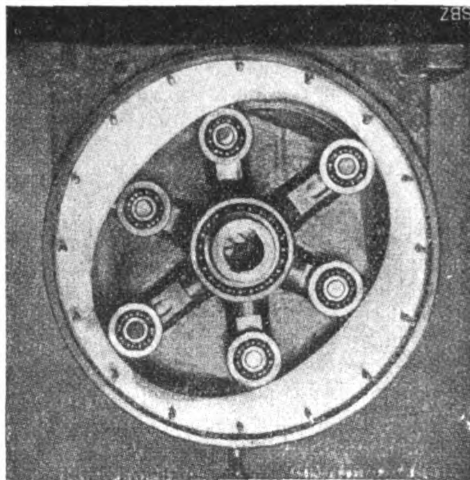


Fig. 3. — Moteur de transmission Hele Shaw. Vue de côté, couvercle enlevé.

c) Rendements. — Pompes et moteurs sont éprouvés à une pression de 200 atmosphères ; en service, on ne dépassera pas 150 atmosphères.

A pression constante, le rendement de la pompe est presque indépendant de la vitesse,

A vitesse constante, le rendement de la pompe diminue en même temps que la pression. Dans l'un ou l'autre cas, le rendement croît avec la levée des pistons. Il peut atteindre 90 pour 100.

En ce qui concerne le moteur, pour une pression variant de 150 à 20 atmosphères, le rendement ne varie que de 97 à 60 pour 100. Il est inutile de faire remarquer que le moteur travaille dans des conditions plus favorables que la pompe. Les pistons opposés y sont soit à l'échappement, soit à l'admission ; il y a équilibre hydrostatique ; tout se réduit aux pertes par frottement des pistons et des paliers à billes. Dans la pompe, au contraire, un piston est à l'aspiration, l'autre au refoulement, d'où composante sur le tourillon A, qui accroît le frottement d'une façon très sensible. Le rendement de l'ensemble de la transmission, pompe et moteur, est d'environ 85 pour 100. Les fuites se traduisent par une perte d'huile d'environ 2 pour 100 de la masse en circulation. Ces pertes assurent la lubrification et sont ramenées par une pompe à engrenages ou tout autre moyen au bac à huile.

d) Applications. — La pompe Hele Shaw est tout indiquée pour la commande des presses hydrauliques. Grâce à son emploi, on réduit la puissance des moteurs nécessaires en même temps qu'on se débarrasse d'accessoires encombrants tels que tuyauteries de commande et accumulateurs. La marine tend de plus en plus à l'utiliser pour la manœuvre des gouvernails. Un double piston plongeur se déplaçant dans deux cylindres opposés porte, en son centre, une bielle reliée à la barre. Suivant la position du levier, on refoule dans l'un des cylindres et l'on aspire dans l'autre ou inversement, provoquant ainsi le déplacement dans le sens désiré. Mais c'est peut-être dans les tracteurs destinés à remorquer de lourdes charges que la transmission Hele Shaw a trouvé le plus large champ d'application. Les changements de vitesse ordinaires y sont soumis à des efforts considérables qui conduisent à une rapide usure des engrenages. D'autre part, le passage aux diverses démultiplications est parfois laborieux ; tous inconvénients qu'évite la commande fluide ; on bénéficie de plus d'un freinage supplémentaire, qui s'obtient en ramenant lentement le levier au point mort. Si nous nous reportons à ce qui a été dit antérieurement, à savoir que la pression est proportionnelle à l'effort à la jante, nous voyons qu'il suffit d'adjoindre un manomètre pour renseigner à chaque instant le conducteur sur cet effort et, par suite, sur la vitesse possible. Cette précaution évite de bloquer le moteur. Une dernière remarque, au moment du démarrage, l'effort est très grand, donc la pression très élevée. Par contre la vitesse est infime, en sorte que la levée des pistons et le débit de la pompe sont réduits au minimum ; il en résulte que la dépense de puissance n'est pas aussi forte qu'on pourrait s'y attendre et qu'on réalise des économies de carburant. On pourrait citer à l'infini les applications possibles de la transmission Hele Shaw ; qu'il suffise d'indiquer, entre autres, les services qu'elle pourrait rendre pour la commande des machines à papier, des machines textiles, des machines-outils ou des appareils de sondage des exploitations pétrolifères. — E. F.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société des Forces motrices de la Vienne.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES EXTRAORDINAIRE ET SPÉCIALES DU 7 MARS 1924.

Le Conseil d'administration estime que, dans les circonstances présentes, il était plus conforme aux intérêts de la société de demander à une augmentation de capital plutôt qu'à une nouvelle émission d'obligations (prévue dans les limites de l'autorisation donnée par l'assemblée extraordinaire du 4 novembre 1911), les ressources financières nécessaires à l'achèvement des travaux en cours ou à l'exécution de ceux pour lesquels il a pris des engagements.

Les travaux, déjà en cours ou décidés, auxquels doivent être affectées les nouvelles ressources, constituent la dernière partie du programme actuel. Ils comportent l'achèvement de l'usine hydraulique de Chardes, l'addition dans cette usine d'un groupe turbo-alternateur à vapeur de 2000 ch, le développement des réseaux à 60000 et 15000 v, tel qu'il va résulter des conventions qui viennent d'être conclues avec le Syndicat intercommunal du Département de la Vienne, pour l'électrification complète de ce département, et de celles en cours de négociations pour l'électrification du département de la Charente-Inférieure et d'une partie du département des Deux-Sèvres.

Ces travaux font abstraction, pour le moment, du doublement de l'artère à 60000 v reliant les usines hydrauliques de la Vienne à la Charente-Inférieure, bien que ce doublement soit à prévoir comme nécessaire dans un délai peu éloigné à raison de l'extension considérable des ventes d'énergie dans ce dernier département.

L'augmentation de capital en vue de laquelle le Conseil propose d'arrêter actuellement des décisions a, d'ailleurs, un double objet et comporte la création de 40000 actions privilégiées nouvelles.

Après lecture du rapport du Conseil d'administration, les résolutions suivantes ont été votées :

Première résolution. — L'assemblée générale extraordinaire, approuvant dans toutes ses parties le rapport du Conseil d'administration, décide que le capital de la société, actuellement de 15 millions de francs, pourra être augmenté, en une ou plusieurs fois, jusqu'à concurrence de 10 millions de francs supplémentaires, par l'émission, au pair ou avec prime, de 40000 actions privilégiées nouvelles de 250 fr chacune, effectuée, en totalité ou en partie, sur simples décisions du Conseil d'administration, comme il sera arrêté ci-après, et que, par suite, le capital pourra être porté à 25 millions de francs, divisé en 100000 actions de 250 fr chacune, dont 93600 privilégiées et 6400 ordinaires.

Les actions privilégiées nouvelles seront d'un rang égal à celui des actions privilégiées déjà existantes; elles seront émises contre espèces; elles porteront les numéros 60001 à 100000.

Elles seront soumises à toutes les dispositions statutaires. Elles seront assimilées aux actions anciennes privilégiées et pourvues des mêmes droits, sauf, toutefois, comme il va être dit, pour la période pendant laquelle lesdites actions nouvelles ne seraient pa entièrement libérées.

Deuxième résolution. — L'assemblée générale constate que les porteurs d'actions ordinaires et privilégiées actuelles et les propriétaires de parts de fondateur auront, conformément à l'article 7 des statuts, un droit de préférence à la souscription de 28000 actions nouvelles faisant partie des 40000 actions privilégiées dont l'émission est présentement autorisées, et ce, dans la proportion respective de :

75 pour 100, soit 21000 actions, en faveur des propriétaires d'actions anciennes, et de 25 pour 100, soit 7000 actions, en faveur des propriétaires de parts de fondateur.

Ces 28000 actions privilégiées seront créées, coupon 13 attaché, au taux de 300 fr, dans le courant de l'année 1924; leur montant sera payable :

1/4, augmenté de la prime, soit 112,50 fr, au moment de la souscription;

1/4, au plus tard le 1er juin 1924;

Les deux autres quarts aux époques qui seront déterminées par le Conseil d'administration.

Jusqu'à leur entière libération, les 28000 actions privilégiées nouvelles jouiront, dans les conditions prévues à l'article 45 des statuts :

1° D'un premier dividende de 6 pour 100 dans la proportion des sommes dont elles seront libérées.

Toutefois, pour l'exercice social prenant fin au 31 décembre 1924, ce premier dividende, correspondant aux deux premiers quarts, sera calculé à compter du 1er janvier 1924. Quant aux deux autres quarts, le premier dividende de 6 pour 100 y afférent sera calculé à compter du jour fixé pour leur versement effectif;

2° De la totalité du dividende complémentaire pouvant résulter, à leur profit, des dispositions dudit article 45, et cela à compter de l'exercice commençant le 1er janvier 1925.

En ce qui concerne leur libération, les 28000 actions privilégiées nouvelles seront, au surplus, soumises aux dispositions des articles 9 et 10 des statuts; en particulier, les souscripteurs ou leurs cessionnaires pourront, à toute époque, libérer intégralement les actions dont ils seront titulaires, à charge de tenir compte à la société de l'intérêt à 6 pour 100 du versement anticipé par eux effectué, comme il est dit à l'article 9 des statuts.

Par exception, les titulaires des actions nouvelles qui voudraient libérer intégralement leurs actions avant la mise en paiement, en 1925, du dividende appplicable à l'exercice 1924, devront, pour recevoir des titres immédiatement assimilés aux actions anciennes, coupon 13 attaché, verser, outre les quarts non encore appelés, une somme de :

17,50 fr, tenant compte forfaitairement de l'intérêt à 6 pour 100 des quarts versés par anticipation pour la période

du 1er janvier au 1er juin 1924, ainsi que du droit au dividende complémentaire pour l'exercice 1924, si la libération anticipée a lieu au plus tard le 1er juin 1924;

ou une somme de :

17,50 fr, augmentée de l'intérêt à 6 pour 100 sur les quarts non appelés à compter du 1er juin 1924 jusqu'à l'époque du versement anticipé, si la libération anticipée a lieu après le 1er juin 1924.

Troisième résolution. — L'assemblée générale décide que les 12000 actions privilégiées nouvelles de surplus, dont l'émission est présentement autorisée en même temps que celle des 28000 actions désignées à la deuxième résolution, seront affranchies, en ce qui concerne leur mise en souscription, et sous réserve de l'adhésion de la Société civile des parts de fondateur, du droit de préférence statutaire de l'article 8 des statuts.

Ces actions seront à la disposition du Conseil d'administration ponr être offertes en souscription à telles personnes qu'il désignera, au mieux des intérêts de la société.

Ces 12000 actions privilégiées, qui seront également émises au taux de 300 fr, seront entièrement libérées à la souscription. Elles porteront jouissance, tant pour le premier dividende que pour le dividende complémentaire, dans les conditions fixées à l'article 45 des statuts, à partir du 1er janvier de l'année qui suivra leur émission.

Quatrième résolution. — L'assemblée générale donne tous pouvoirs et autorisations nécessaires au Conseil d'administration pour réaliser l'augmentation de capital autorisée par les résolutions qui précèdent, en une ou plusieurs fois, en totalité ou en partie, au mieux des intérêts de la sosiété et, en particulier :

Fixer l'époque, les conditions de l'émission ou des émissions successives : arrêter toutes les mesures concernant les conditions, délais et formes dans lesquelles aura à s'exercer, le cas échéant, en conformité de l'article 8 des statuts et des résolutions ci-dessus, le droit de préférence dévolu aux anciens actionnaires et propriétaires de parts de fondateur; prendre également toutes dispositions et mesures nécessaires pour assurer la souscription des actions qui ne seraient pas absorbées par ce droit de préférence ; passer tous traités et conventions à cet effet avec tous syndicats de garantie, maisons de banque ou tiers qu'il jugera convenables; stipuler et payer toutes commissions; recueillir les souscriptions; recevoir les versements et, d'une manière générale, faire tout ce qui sera nécessaire ou utile pour la réalisation, en une ou plusieurs fois, en totalité ou en partie, de l'augmentation de capital ainsi autorisée.

Le Conseil d'administration fera soit par lui-même, soit par celui de ses membres qu'il déléguera spécialement à cet effet, toutes déclarations notariées de souscription et de versement et remplira toutes les formalités pour la régularisation de cette augmentation de capital.

L'assemblée générale de tous les actionnaires anciens et nouveaux sera convoquée ensuite à l'effet de vérifier la sincérité de toutes déclarations notariées de souscription et de versement et de constater les modifications statutaires qui seront la conséquence de cette augmentation de capital.

Cinquième résolution. — L'assemblée générale décide qu'au cas où l'augmentation de capital autorisée par les résolutions qui précèdent serait réalisée, en totalité ou en partie, et sous la condition suspensive de cette autorisation, l'article 7 des statuts serait modifié de plein droit par la substitution au chiffre actuel de 16 millions de francs du nouveau chiffre représentant le capital social, tel qu'il résultera de l'augmentation de capital réalisée à ce moment et par l'indication du nombre d'actions de chaque catégorie qui existera à partir de ladite augmentation.

Sixième résolution. — L'assemblée générale décide, en outre, sous la condition suspensive de la réalisation totale ou même partielle de l'augmentation de capital faisant l'objet des résolutions ci-dessus, d'apporter diverses modifications aux articles 9, 19 et 23 des statuts, lesquels articles seront désormais rédigés ainsi qu'il en est donné lecture.

L'article 19 fixe à 500 au moins le nombre d'actions dont tout administrateur doit être propriétaire.

L'article 23 règle les pouvoirs du Conseil d'administration.

Assemblée spéciale des propriétaires d'actions ordinaires.

Dans cette assemblée tenue le même jour, la résolution suivante a été votée :

L'assemblée spéciale des actionnaires, propriétaires d'actions ordinaires, connaissance prise des résolutions votées par l'assemblée générale extraordinaire de ce jour, et spécialement des trois premières résolutions relatives à une autorisation d'augmentation de capital de 10 millions de francs, à réaliser en une ou plusieurs fois par l'émission d'actions privilégiées d'un rang égal à celles existantes, déclare ratifier purement et simplement les décisions prises par l'assemblée générale extraordinaire de ce jour, approuver les modifications des droits attachés aux actions ordinaires pouvant résulter de la création des actions nouvelles privilégiées, approuver, dans tous les détails, les termes des délibérations arrêtées par l'assemblée plénière ainsi que les modifications aux statuts qui en seront la conséquence.

Assemblée spéciale des propriétaires d'actions privilégiées.

La résolution suivante a été votée :

L'assemblée spéciale des actionnaires, propriétaires d'actions privilégiées, connaissance prise des résolutions votées par l'assemblée générale extraordinaire de ce jour, et spécialement des trois premières résolutions relatives à une autorisation d'augmentation de capital de 10 millions de francs, à réaliser en une ou plusieurs fois, par l'émission d'actions privilégiées d'un rang égal à celles existantes, déclare ratifier purement et simplement les décisions prises par l'assemblée générale extraordinaire de ce jour et approuver les modifications des droits attachés aux actions privilégiées actuellement existantes pouvant résulter de la création des actions nouvelles privilégiées.

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Sur la désignation d'un ingénieur pour l'exécution de travaux lorsqu'il y a expropriation parcellaire.

La question s'est posée de savoir quelle interprétation il convenait de donner à l'article 8 de la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation, aux termes duquel la commission chargé d'examiner les résultats de l'enquête parcellaire en matière d'expropriation doit comprendre l'un des ingénieurs chargés de l'exécution des travaux.

L'ingénieur dont il s'agit doit-il être obligatoirement un Ingénieur du contrôle de l'Etat, ou, au contraire, un ingénieur de la société désigné à cet effet.

Le Comité consultatif des Forces hydrauliques, à l'examen duquel a été soumise cette question, a fait remarquer que, aux termes de l'article 4 de la loi précitée, les ingénieurs chargés de l'exécution des travaux sont ceux qui sont appelés à lever les plans parcellaires, ce qui ne rentre pas dans les attributions des ingénieurs du contrôle.

Il a ajouté que, dans le cas où les travaux sont effectués par voie de concession, c'est au concessionnaire qu'il appartient de faire exécuter par ses ingénieurs et sous sa responsabilité les travaux envisagés, ainsi qu'il est prévu à l'article 63 de la loi du 3 mai 1841 ainsi conçu :

« Les concessionnaires de travaux publics exerceront tous les droits conférés à l'Administration et seront soumis à toutes les obligations qui lui sont imposées par la loi ».

Dans ces conditions, le Comité a émis l'avis que, lors de l'enquête parcellaire ordonnée à l'occasion de travaux d'aménagement de chute d'eau concédée, il y a lieu de désigner comme ingénieur à la commission prévue par l'article 8 précité, un des ingénieurs chargés de l'exécution des travaux pour le compte du concessionnaire.

Les ingénieurs du contrôle pourront, d'ailleurs, le cas échéant, être convoqués, devant la commission et entendus par elle d'office ou sur leur demande. — J. DE LA RUELLE.

A propos de l'application aux sociétés d'intérêt collectif agricole des redevances et taxes relatives aux entreprises de distribution d'énergie électrique.

Le Conseil général du Loiret avait récemment émis un vœu tendant :

1° A ce que le décret du 17 octobre 1907 relatif aux redevances à verser pour l'occupation du domaine public par les entreprises de distribution d'énergie électrique soit modifié par une clause exonérant des redevances dues à l'Etat et au département les sociétés d'intérêt collectif agricole distribuant l'énergie aux populations rurales.

2° Que les frais de contrôle de lignes électriques installées par les mêmes sociétés soient supprimés ou tout au moins fortement diminués, le chiffre de 20 fr par kilomètre étant vraiment excessif.

L'Administration des Travaux publics consultée à ce sujet a fait connaître que si la mesure sollicitée était accueillie elle ne manquerait pas de constituer un précédent qu'invoqueraient tous les exploitants de réseaux ruraux et il en résulterait une diminution très importante de l'ensemble des recettes de l'Etat et des départements. D'autre part, cette exonération totale ou partielle serait contraire au principe de l'égalité de traitement prévu pour les diverses entreprises par l'article 8 de la loi du 15 juin 1906.

En ce qui concerne les redevances, elles sont d'ailleurs loin d'être excessives ; basées sur l'importance des communes traversées elles ne s'appliquent dans le cas particulier des distributions rurales qu'à de faibles emprunts du domaine public départemental ou national et bien que leur ensemble constitue un revenu appréciable, elles ne sauraient imposer de lourdes charges à chaque exploitation qui, par ailleurs, bénéficie déjà de facilités financières spéciales.

Quant aux frais de contrôle, ils sont destinés à couvrir les dépenses des services chargés d'assurer le contrôle des distributions d'énergie électrique, qui est particulièrement absorbant dans le cas des distributions rurales, en raison de leur long développement. Le vœu exprimé aurait donc pour conséquence, s'il était accueilli, soit de grever le budget de l'Etat, qui devrait faire face au déficit résultant de la mesure envisagée, soit de faire mettre à la charge des autres sociétés des taxes majorées, pour compenser les exonérations accordées d'autre part, ce qui serait contraire à la plus élémentaire équité.

Dans ces conditions il n'a pas paru possible de donner suite à ce vœu du Conseil général du Loiret.

J. DE LA RUELLE.

Loi prorogeant pour une nouvelle durée de cinq années les dispositions de la loi du 12 août 1919 portant application, en matière de travaux publics, de la procédure d'urgence prévue par l'article 76 de la loi du 3 mai 1841.

Voici le texte de cette loi, en date du 21 mars 1924, et publiée au « Journal officiel » du 23 mars, page 2763.

ARTICLE UNIQUE. — L'application de la loi du 12 août 1919 relative à l'exécution des travaux publics urgents est prorogée pour une nouvelle durée de cinq années à compter du 23 octobre 1923.

La loi du 12 août 1919, dont il est question ci-dessus, a été publiée au « Journal officiel » du 14 août 1919 sous le titre « Loi relative à l'exécution des travaux urgents après la guerre » ; en voici la teneur :

ARTICLE PREMIER. — Pendant un délai de cinq ans à partir de la cessation des hostilités l'application de l'article 76 de la loi du 3 mai 1841 est étendue à tous les travaux publics

urgents, que ces travaux ne soient pas encore commencés ou qu'ils soient déjà en cours.

Art. 2. — La déclaration d'utilité publique sera faite conformément à la loi du 27 juillet 1870. La déclaration d'urgence aura lieu par décret.

L'article 76 du chapitre II, titre VII (dispositions exceptionnelles) de la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, auquel se réfère la loi précédente, est rédigé comme il suit :

Art. 76. — L'expropriation ou l'occupation temporaire, en cas d'urgence des propriétés privées qui seront jugées nécessaires pour des travaux de fortification, continueront d'avoir lieu conformément aux dispositions prescrites par la loi du 30 mars 1831. — Toutefois, lorsque les propriétaires ou autres intéressés n'auront pas accepté les offres de l'administration, le règlement définitif des indemnités aura lieu conformément aux dispositions du titre IV ci-dessus. — Seront également applicables aux expropriations poursuivies en vertu de la loi du 30 mars 1831, les articles 16, 17, 18, 19 et 20, ainsi que le titre VI de la présente loi.

Loi instituant la procédure des référés en matière commerciale et modifiant l'article 417 du Code de procédure civile.

Voici le texte de cette loi, en date du 11 mars 1924 et publiée au « Journal officiel » du 20 mars, page 2682.

Article unique. — L'article 417 du code de procédure civile est complété par les paragraphes suivants :

« Le président du tribunal de commerce ou le juge qui le remplace pourra être saisi par la voie du référé, dans tous les cas d'urgence, à la condition qu'ils rentrent dans la compétence des tribunaux de commerce.

» Les articles 807 à 811 du code de procédure civile sont applicables aux référés en matière commerciale. »

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des Députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 11 mars 1924.

Sur l'imputation aux frais généraux d'une société en nom collectif de l'impôt sur les bénéfices commerciaux dû par chacun des associés.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1144 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés » la question et la réponse qui suivent :

20504. — M. Erlich, député, demande à M. le ministre des Finances si, en raison des modifications apportées par la loi de finances du 30 juin 1923, une société en nom collectif a le droit de comprendre et, par suite, de prévoir, dans ses frais d'exploitation de 1923, l'impôt que chacun de ses associés aura à payer pour son compte personnel, au titre de l'impôt cédulaire sur les bénéfices commerciaux, pour les résultats réalisés au cours de cette période. (Question du 6 février 1924.)

Réponse. — Bien que l'article 11 de la loi du 30 juin 1923 ait prévu qu'il serait désormais établi au nom de chacun des associés, pour sa part respective dans les bénéfices sociaux, l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par les sociétés en nom collectif n'en conserve pas moins son caractère de charge de l'exploitation. Par suite, les cotisations établies, au titre de cet impôt, au nom des membres de la société pourront être valablement portées aux frais généraux de l'entreprise, pour la détermination de son produit net. Toutefois, comme les impôts afférents à une exploitation industrielle ou commerciale ne peuvent constituer, au point de vue fiscal, une charge d'un exercice antérieur à leur mise en recouvrement, la société ne pourra déduire l'impôt cédulaire, établi pour 1924 au nom de chacun de ses associés, à raison de la part leur revenant dans les profits sociaux de l'exercice 1923, que des bénéfices de l'exercice 1924.

Sur la nécessité pour les héritiers d'un contribuable décédé de faire la déclaration de ses revenus dans les délais légaux.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1144 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés, la question et la réponse qui suivent :

10423. — M. Antier, député, demande à M. le ministre des Finances si, lorsqu'un contribuable imposable de l'impôt général sur le revenu décède au début d'une année, avant l'expiration du délai imparti pour le dépôt des déclarations, sans avoir fait de déclaration, ses héritiers doivent faire une déclaration en son nom et si, à défaut d'une déclaration faite par les héritiers, ceux-ci peuvent se voir réclamer par le fisc la cotisation de leur de cujus majorée des droits en sus et pénalité pour absence de déclaration. (Question du 31 janvier 1924.)

Réponse, — Lorsqu'un contribuable décède au début d'une année, avant l'expiration du délai imparti pour la production des déclarations relatives à l'impôt général, sans avoir rempli cette formalité, ses héritiers doivent, pour l'établissement de l'impôt dû par le défunt au 1er janvier de ladite année, souscrire en son nom, dans le délai légal, une déclaration des revenus dont il a disposé au cours de l'année précédant celle de son décès. Comme, d'autre part, les prescriptions de l'article 18 de la loi du 15 juillet 1914 qui dispose que le montant de l'impôt général est majoré de 10 pour 100 à l'égard des contribuables n'ayant pas souscrit leur déclaration dans le délai prévu à cet effet ne comportent aucune exception, il s'ensuit que s'ils ne produisent pas en temps utile la déclaration qu'ils sont tenus de souscrire aux lieu et place du défunt, les héritiers d'un contribuable décédé sont redevables, en sus des droits afférents au montant du revenu imposé au nom de ce dernier, lesquels constituent une charge de la succession, de la majoration prévue pour défaut de déclaration.

Sur le remboursement aux petits artisans et façonniers des impôts sur le chiffre d'affaires et sur les bénéfices commerciaux.

Le « Journal officiel » du 7 mars 1924 publie, page 1143 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse qui suivent.

20357. — M. de Chappedelaine, député, demandé à M. le ministre des Finances de prolonger de deux mois le délai accordé aux petits façonniers et artisans pour formuler leur demande de remboursement de l'impôt sur le chiffre d'affaires et des bénéfices commerciaux, délai qui qui venait à échéance le 31 décembre 1923. (Question du 29 janvier 1924.)

Réponse. — Il n'y a pas de délai venu à expiration le 31 décembre 1923 pour la restitution des sommes acquittées antérieurement à la promulgation de la loi du 30 juin 1923 au titre de l'impôt sur le chiffre d'affaires par les façonniers et artisans visés à l'article 10 de ladite loi ; cette restitution n'est soumise qu'à la déchéance quinquennale. En ce qui concerne l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, les dispositions nécessaires ont été prises pour que les dégrèvements auxquels peuvent avoir droit les artisans et façonniers bénéficiant de l'article 10 de la loi du 30 juin 1923 leur soient accordés d'office et, en cas de contestation à ce sujet il a été prescrit au service des contributions directes de considérer comme recevables à toute époque les réclamations, quelle qu'en soit la forme, qui seraient présentées par les intéressés.

8e Année — Tome XV — N° 18. — 3 Mai 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 18. 3 MAI 1924.

AVIS. — *Messieurs les Actionnaires de la « Revue générale de l'Electricité » sont convoqués en* **Assemblée générale ordinaire annuelle**, *conformément à l'article 30 des statuts, pour le* **lundi 12 mai 1924** *à 11 h 30, au siège social, 12, place de Laborde, à Paris.*

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires, quel que soit le nombre des actions possédées par eux.

Tout actionnaire, pour avoir le droit d'assister ou de se faire représenter à l'Assemblée générale, doit être inscrit sur les registres de la Société seize jours au moins avant celui fixé pour la réunion.

Bibliographie : Anali (Utilizzazione delle Acque. Idrografia. Concessioni di Acque pubbliche) (Annales concernant l'utilisation de l'énergie hydraulique), publiées par le Ministère des Travaux publics d'Italie, fascicule 2 du tome V (1). — Nous donnons ci-dessous le sommaire des différents chapitres.

1° Les travaux de construction de la ligne de Santo-Chiara d'Ula sur le fleuve Tôiso (Sardaigne) ; note de l'ingénieur Carlo Bonomi ; pages 3 et 4, indiquant que la construction de la digue peut être considérée comme achevée ; deux photographies hors texte.

2° Les installations hydroélectriques de la haute vallée Camonica, par l'ingénieur Carlo Bonomi ; pages 5 à 38, avec 16 planches et 29 photographies hors texte.

Les installations qui font l'objet de cette note ont été étudiées par la Societa generale Elettrica dell'Adamello, et sont déjà, en grande partie, exploitées par elle. Elles peuvent se diviser en deux systèmes hydrauliques distincts :

a) Le système du torrent Poglia, affluent de l'Oglio, qui utilise avec plusieurs dérivations et trois usines, les bassins du Salamo e Adame et de l'Arno, affluents du Poglia ;

b) L'installation du val d'Avio qui utilise le bassin du même nom au moyen de l'usine de Temù.

L'énergie produite est cédée presque exclusivement aux grandes sociétés de distribution de la Haute-Italie ainsi qu'à quelques-unes de l'Italie centrale.

La transmission est effectuée sous une tension de 70 000 v. Dans un avenir prochain, une ligne à 125 000 v partira de Temù. Elle aura une longueur de 225 km et alimentera, au moyen de postes de transformation, le réseau de distribution à 70 000 v.

3° Sur le problème des galeries et des puits creusés dans la roche, pour conduites forcées, par l'ingénieur professeur Gaudenzio Fantoli ; pages 39 à 103, avec un appendice et quatre planches hors texte.

L'auteur traite principalement les sujets suivants : précédents et exemples de galeries et de chambres sous pression, creusées dans la roche ;

Déformations et efforts des revêtements et de la roche ; procédés de calcul ;

Influences des contractions thermiques de la roche ;

Relations effectives entre les variations de température et les efforts ; pressions préexistant dans la roche ;

Les fuites d'eau dans les canalisations sous pression ; conséquence des fentes : perméabilité de la roche.

Procédés de construction ; les revêtements avec joints ; les joints élastiques dans le revêtement ; protections blindées ou en tôle simple ou ondulée.

4° Sur les digues à voûtes multiples, par le professeur Camillo Guidi : pages 105 à 123.

Dans l'étude statique qu'il entreprend, l'auteur distingue, d'une part, celle des voûtes, et, d'autre part, celle des con-

(1) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 211 pages, avec 80 planches hors texte, édité par la Tipografia del Senato di Giovanni Bardi, Rome, 1923. Prix : broché, 40 lire.

treforts. En ce qui concerne les voûtes, il étudie successivement celles dont la section normale est une couronne circulaire d'épaisseur constante et celles dont l'épaisseur et la courbure sont variables.

5° Les principes techniques et économiques pour le choix du type des digues de retenue, par l'ingénieur Gaetano Ganassini ; pages 125 à 137.

L'auteur pose comme principe que le choix du type de la digue à employer pour la construction d'un barrage, est, au moins dans ses lignes générales, imposé plus que conseillé par les conditions géologiques.

Examinant donc les différentes espèces de digues qui peuvent être employées, il fait remarquer qu'une grande défiance a toujours été montrée pour les barrages en terre ou pour ceux en pierre sèche, alors que ces digues entrent dans la catégorie des constructions dont on peut, avec les précautions nécessaires, garantir la réussite parfaite.

L'auteur étudie également quel est le type de digue à employer suivant la nature du terrain.

6° Les déversoirs de surface pour les crues dans les lacs réservoirs, par le professeur Angelo Forti ; pages 139 à 142, et deux planches hors texte.

Cet article fait suite à celui paru dans le tome IV (1922), fascicules 2 et 3 des Annali.

7° L'utilisation des eaux pour la production de puissance, dans la Vénétie tridentine et julienne, par l'ingénieur Carlo Bonomi ; pages 143 à 165 avec 8 planches et 25 photographies hors texte.

L'auteur donne la description des installations hydroélectriques en exploitation, en construction ou en reconstruction dans les nouvelles provinces italiennes. Leur puissance moyenne totale est d'environ 92 000 ch.

Il évalue également à 1 300 000 ch la puissance hydraulique disponible dans ces mêmes provinces.

8° Revue technique et nouvelles, par l'ingénieur Carlo Bonomi ; pages 167 à 174.

9° La législation sur les eaux en Italie et à l'étranger ; nouvelles dispositions italiennes ; Législation canadienne (suite et fin, voir t. v, fascicule 1) ; pages 175 à 210.

10° Liste par ordre alphabétique des concessions hydrauliques publiques au 30 mai 1923 ; pages 213 à 218. — P. B.

Bibliographie : La Science moderne (1). — Une nouvelle revue scientifique, destinée au grand public, vient de paraître, sous le titre « La Science moderne ». Ce magazine dont le premier numéro est daté de janvier 1924, sera publié, tous les mois, en France, en Belgique, en Suisse et au Canada.

Citons, pour faire connaître l'esprit de ce nouveau périodique, les articles contenus dans son deuxième numéro (celui de février) :

Les marées, leur calcul et leur utilisation, par M. Berget, professeur à l'Institut océanographique ; l'électrification des chemins de fer, les dépenses qu'elle entraîne, ses avantages, ses répercussions sur les économies générales du pays, par M. Godard, ingénieur en chef de la construction à la Compagnie des chemins de fer du Midi ; l'Exposition de Physique et de T.S.F., par M. Alessandri ; Les applications de l'azote atmosphérique, par M. Goutal, chef des travaux à l'Ecole nationale des Mines ; Les microbes invisibles, par M. Panisset, professeur à l'Ecole d'Alfort ; Le bactériophage, par M. Fabry ; L'évolution des doctrines agricoles, par M. André, professeur à l'Institut national agronomique ; La nouvelle législation des chutes d'eau, par M. Mestre, professeur à la Faculté de Droit de Paris ; Portrait de savant : Georges Claude, par M. Goutal.

Un rubrique de « Chroniques et Actualités » contient, en outre, des informations diverses concernant l'industrie en général.

Signalons que cette revue paraît vouloir réserver une part importante à la télégraphie et la téléphonie sans fil, questions intéressant un public nombreux, et qu'elle s'est assurée, à cet effet, la collaboration de spécialistes en cette question. — Y. G.

(1) Revue mensuelle illustrée, format 27 cm × 19 cm, de 96 pages, avec figures dans le texte, édité par la Librairie J.-B. Baillière et Fils, 19, rue d'Hautefeuille, à Paris. Prix de la livraison : 3,50 fr ; abonnement, France, 35 fr par an.

Bibliographie : La pratique radioélectrique, par P. Hemardinquer (1). — Les ouvrages de vulgarisation des radiocommunications sont, à l'heure présente, bien nombreux, surtout en ce qui concerne les manuels écrits pour l'amateur.

L'ouvrage de M. Hemardinquer est cependant un peu à part, car il est conçu sous la forme un peu particulière adoptée dans la série des petits ouvrages de vulgarisation bien connus intitulés les « Recettes de la Nature ». Il donne, en effet, une série de recettes, de procédés de réception, de tours de mains pour la construction, qui ont été soigneusement essayés, l'auteur étant un amateur qui a pu se rendre compte, par lui-même, des difficultés rencontrées dans l'exécution et le réglage des postes.

C'est donc essentiellement un ouvrage pratique ; il comprend deux parties principales, la première traitant directement des postes de télégraphie et de téléphonie sans fil ; l'autre, beaucoup moins étendue, réunissant les recettes utiles et les renseignements sur l'outillage et sur les principaux travaux que l'on rencontre dans la construction d'un poste.

Voici, à titre d'indication, quelques-unes des questions qui sont traitées dans cet ouvrage :

1° Du choix d'un poste récepteur radiotéléphonique : doit-on l'acheter ou le construire. Quel système faut-il choisir pour la réception et pour l'amplification. Quels sont les accessoires qu'il faut posséder.

2° Les facteurs de bon rendement d'un poste : quelles sont les causes de fonctionnement défectueux et quels sont les remèdes à apporter.

3° Les phénomènes particuliers observés : zones de silence, le « fading effect », les parasites atmosphériques.

4° Les ondes courtes et les ondes de grande longueur, leurs avantages respectifs, leurs particularités en ce qui concerne la réception.

5° Le calcul des éléments d'un poste, capacités et longueurs d'ondes propres d'antennes, ou de cadres, etc.

En résumé, à peu près tous les problèmes qui se posent à l'amateur et qu'une construction raisonnée et soignée peut résoudre, sont traités dans ce petit livre. — B. E.

(1) Un volume, format 18 cm × 12 cm, de 284 pages avec 252 figures, édité par la librairie Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris. Prix : broché, 9 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'évolution de la notion dynamique dans les lois sur les poids et mesures

Dans deux précédents articles (¹), l'auteur a exposé les diverses phases qui ont marqué l'introduction et l'application du système métrique en Russie et dans les pays d'Extrême-Orient: Chine, Japon et Siam. Il se propose de présenter ultérieurement l'historique des progrès du système métrique dans quelques autres pays et, en particulier dans les pays anglo-saxons. En attendant, il montre, dans l'article ci-dessous, comment s'est précisée peu à peu la distinction de la masse et du poids et comment cette distinction a été introduite dans les textes législatifs.

Lorsque fut créé le système métrique, la terminologie était loin d'avoir la précision à laquelle nous sommes accoutumés. En particulier, on faisait une perpétuelle confusion entre le poids et la masse et, comme ce dernier terme était peu usuel, l'habitude fit qu'on s'arrêta au mot *poids*. Mais il suffit de recourir aux textes originaux et, en particulier, au rapport présenté par van Swinden à l'Institut national des Sciences et Arts, le 29 prairial an VII, pour arriver à la conviction que le kilogramme était, dès l'origine, l'unité de la masse.

Les auteurs des traités d'arithmétique, soucieux de donner des définitions précises et voyant le kilogramme désigné dans la loi comme un poids, spécifiaient que sa valeur était donnée par l'effort qu'exerçait, dans le vide, l'étalon des Archives sur son support. De la sorte, le kilogramme n'était nulle part un étalon puisque, même à l'endroit consacré, il subissait toujours la poussée de l'air.

En 1887, le Comité international résolut de sortir d'indécision et déclara que le kilogramme était l'unité de la masse. Certaines personnes insuffisamment renseignées lui en voulurent beaucoup et à longue échéance, comme en témoignent les discussions auxquelles a donné lieu beaucoup plus tard le texte de la loi française actuelle.

La Conférence générale de 1889 sanctionna le mètre international unité de longueur et le kilogramme international unité de masse et, les législations élaborées depuis lors se conformèrent à ces définitions; mais ce ne fut pas sans quelques heurts. Lorsque, par exemple, la question fut soulevée en France, plusieurs des membres de la Commission et, parmi eux, son premier rapporteur, le colonel Hartmann, soutinrent que le kilogramme était une unité de poids, alors que d'autres, représentant les idées modernes, voulaient en faire une unité de masse.

Je me souviens qu'alors Mascart, avec sa fine diplomatie, trouva le moyen de mettre tout le monde d'accord, en ne nommant ni le poids ni la masse, mais en insérant simplement dans la loi cet article : « Les étalons prototypes du système métrique sont le mètre international et le kilogramme international qui ont été sanctionnés par la Conférence générale des Poids et Mesures, tenue à Paris en 1889 et qui sont déposés au Pavillon de Breteuil, à Sèvres ». Se référant à la Conférence générale, la décision était orthodoxe, mais la critique était évitée. D'ailleurs le rapport définitif, élaboré par J.-René Benoît, ne laisse aucun doute sur les intentions de l'auteur de la loi sanctionnant les prototypes internationaux, qui fut promulguée le 11 juillet 1903.

Chose singulière, en Allemagne, la loi du 26 avril 1893, venant postérieurement à la décision du Comité et de la Conférence, définissait les étalons internationaux dans les termes suivants : « le mètre et le kilogramme sont les unités de dimension et de poids ». Une rectification vint au bout de quinze ans; dans une nouvelle loi promulguée le 30 mai 1908, on trouve, en effet, à l'article premier, la définition correcte : « le kilogramme est la masse du kilogramme prototype international ».

Mais si le kilogramme tout court est une unité de la masse, il est bien certain que l'on fait souvent du kilogramme poids une unité de la force. Il convenait donc que l'on trouvât aussi sa définition dans la loi.

C'est en Hongrie que l'on voit apparaître pour la première fois une définition des unités dynamiques possédant toute la rigueur désirable. Une loi promulguée le 10 janvier 1907, après avoir stipulé à l'article 5 que l'unité de masse est le kilogramme, dit, à l'article 8, que « l'unité de mesure de la force dans les transactions publiques est le kilogramme force, c'est à-

(¹) Ch.-Ed. Guillaume ; Le système métrique en Russie. *Revue générale de l'Électricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 205-206; Le système métrique en Extrême-Orient. *Idem*, 15 mars 1924, t. XV, p. 451-453.

dire le poids normal de la masse de 1 kg ». ($9{,}80665 . 10^5$ unités C. G. S. de force).

Le kilogramme force étant parfaitement défini, on en déduit la valeur du kilogrammètre, et l'unité de la pression, qui est « la pression exercée par un kilogramme force uniformément réparti sur une surface de 1 cm² ».

La loi bulgare du 10 avril 1910 est encore plus précise. On y trouve en effet les dispositions suivantes :

» Art. 8. — L'unité de densité sera représentée par la plus grande densité de l'eau sous la pression atmosphérique normale. La masse spécifique d'un corps sera la masse en kilogramme du décimètre cube de ce corps. La densité et la masse spécifique seront considérées comme identiques pour les transactions publiques.

» Art. 9. — On prend pour unité de force l'effort statique exercé par la masse de 1 kg, soumise à l'action normale de la pesanteur. On nomme cette unité le kilogramme force ou kilogramme poids.

» L'action normale de la pesanteur est celle qui communique à un corps une accélération de 9,80665 m : s².

» On prend encore pour unité de force la dyne. C'est la force qui communique à la masse de 1 g une accélération de 1 cm : s².

» Un million de dynes s'appellent la mégadyne ».

Ces articles montrent combien le législateur a été mû par le souci d'une correction que l'on retrouve dans les autres articles définissant l'unité de pression, celle du travail, celle de la puissance. Cette loi peut être à bon droit considérée comme un modèle de rigueur.

Lorsque se réunit, en septembre 1913, la cinquième Conférence générale des Poids et Mesures, la Commission française était acquise au système M. K. S. (mètre, kilogramme, seconde) et avait préparé le texte d'une loi basée sur ces unités fondamentales. L'unité d'énergie de ce système était le *joule*, ce qui établissait la liaison des unités dynamiques avec les unités électriques.

Or, dans la discussion de ce projet, M. Paul Appell, qui présidait la Conférence, et M. Tanakadate, délégué du Japon, firent remarquer que, si l'on était parfaitement logique, l'unité de masse spécifique serait exprimée en kilogramme par mètre cube, et serait, par conséquent, mille fois plus grande que l'unité de densité.

La Commission française reprit alors son travail, et construisit de toutes pièces le système M. T. S. (mètre, tonne, seconde), qui ramenait la masse spécifique à la quasi égalité avec la densité, condition nécessaire de tout bon système de mesure. L'unité de masse étant mille fois plus grande que dans le système M. K. S., le kilojoule et le kilowatt en étaient directement déduits.

Le *sthène*, unité de force, et la *pièze*, unité de pression, le premier un peu supérieur à 100 kilogrammes poids, la seconde donnée sensiblement par la pression correspondant à une hauteur de 10 cm d'eau, avaient des valeurs que l'industrie pouvait saisir. En somme, on avait relevé le système C. G. S. de deux étages, et on avait constitué un ensemble cohérent.

Le sthène et la pièze ont donné lieu à des critiques ; mais la loi admet comme unité secondaire le kilogramme force et les unités qui en dérivent. L'avenir montrera si les unités nouvelles sont assimilables, comme il est désirable que toute unité légale soit assimilée.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Revues, analyses et informations

Radiations électriques de courtes longueurs d'ondes [1].

Bien que de nouvelles preuves expérimentales de l'identité de nature entre les ondes dites calorifiques et les ondes électriques soient certes peu nécessaires, il n'en est pas moins vrai que tout effort pour combler la coupure existant entre ces deux sortes de radiations est méritoire, comme tendant à compléter nos connaissances sur l'ensemble des radiations. Il faut ajouter que les propriétés optiques de nombreuses substances, dont l'eau est un remarquable exemple, éprouvent de tels changemente imprévus lorsqu'on se rapproche de cette région inconnue, que l'on peut espérer des résultats théoriques importants de son exploration poussée de plus en plus loin.

Un intervalle de plus de 15 octaves séparait les plus hautes fréquences des ondes électriques de Hertz des plus faibles fréquences des ondes infrarouges de Langley. Par les expériences de Righi, Lebedew, Lampa et Möbilius d'une part, et par celles de Rubens et Nichols, de Wood et de von Bayer, de l'autre, cet intervalle inexploré a été progressivement réduit à 4 ou 5 octaves.

L'étendue précise du territoire conquis du côté des ondes électriques est cependant moins bien délimitée que ne l'est de ce côté le spectre infrarouge. Les difficultés qui arrêtent l'explorateur de ces deux champs diffèrent par maints détails, mais elles concordent sur un point de la plus grande importance : de nouveaux progrès dans l'un et l'autre domaine nécessitent la création d'appareils récepteurs plus sensibles et plus exacts. Cependant, l'appareillage et la technique expérimentale relative aux courtes ondes électriques se sont développés à un degré moindre, et de façon moins méthodique et soignée que les instruments et méthodes d'étude du spectre infrarouge. C'est pourquoi une poursuite du problème de la jonction des deux spectres semble promettre davantage en la conduisant du côté des ondes électriques.

Les expériences décrites dans ce travail ont donc été entreprises dans l'espoir qu'en établissant des instruments plus

(1) E.-F. Nichols et J.-D. Tear, *Physical Review*, juin 1923, t. XXI, p. 587-610, 7 000 mots, 16 fig.

perfectionnés et des méthodes de mesure plus précises, un nouveau progrès puisse être accompli dans le sens d'un rétrécissement de la région spectrale encore inexplorée, et d'une étude plus strictement quantitative des radiations électriques à courtes longeurs d'onde.

Source des radiations. — La source consistait en un très petit doublet de Hertz immergé dans le kérosène. On y a substitué avantageusement de petits cylindres de tungstène aux cylindres de platine, employés d'ordinaire pour constituer ces deux moitiés du doublet. Ces cylindres avaient des longueurs comprises entre plusieurs millimètres et 0,2 mm, et variaient, en diamètre, de 0,5 à 0,2 mm ; ils étaient scellés dans les extrémités fermées de tubes de verre dur T et T_1, montés, comme on le voit sur la figure 1, dans un support A, articulé en H. La longueur de

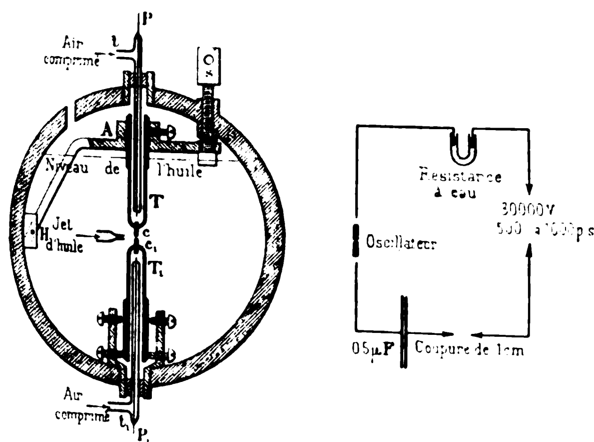


Fig. 1. — Schéma de l'oscillateur.

la coupure existant entre les cylindres de tungstène c et c_1 était de l'ordre de 0,01 mm et pouvait être réglée avec la précision requise au moyen de la vis micrométrique S. On introduisait dans les extrémités ouvertes des tubes T et T_1 des tubes intérieurs t et t_1 portant les fils P et P_1, reliés à un circuit à haut potentiel. Les extrémités intérieures de ces fils étaient placées près des extrémités extérieures du doublet de tungstène, dont elles étaient séparées par une petite coupure à étincelle occupée par de l'air. Des ajutages latéraux soudés aux tubes intérieurs laissaient passer un courant d'air comprimé qui remplissait un triple rôle. Il désionisait plus rapidement les coupures d'air après chaque décharge ; il refroidissait les scellements du tungstène dans le verre ; par un léger excès de pression, il empêchait toute fuite du kérosène dans les coupures à travers des fêlures possibles des scellements.

Le doublet était monté au centre de courbure d'un miroir sphérique concave dans une chambre cylindrique de laiton contenant le kérosène (fig. 2). Les radiations sortaient par une fenêtre circulaire fermée par une lame de mica, de 4 cm de diamètre et disposée en face de l'oscillateur ; elles étaient ensuite transformées en un faisceau parallèle par une lentille biconvexe en paraffine.

L'intensité des radiations qui émanent de l'oscillateur étant sous la dépendance de la fréquence effective d'excitation, limitée elle-même par le temps requis pour rétablir l'isolement de l'huile dans l'intervalle des fils de tungstène après chaque décharge, on dirigeait sur cet intervalle, au moyen d'une pompe centrifuge mue par une turbine à air, un jet de kérosène destiné à hâter l'élimination des bulles gazeuses formées par l'étincelle.

Outre l'oscillateur, le circuit à haut potentiel comprenait

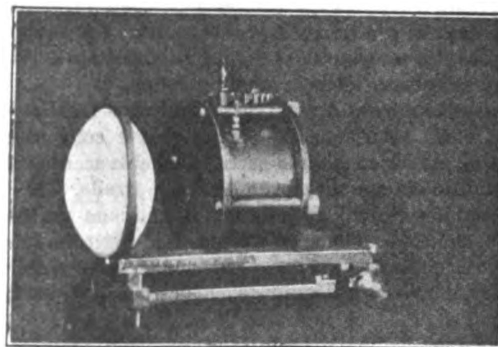


Fig. 2. — Vue d'ensemble de l'oscillateur.

le secondaire d'une bobine d'induction, une résistance à eau, une coupure et un condensateur, le tout monté en série (fig 1).

Le récepteur. — Le récepteur était du type radiométrique. La figure 3 a, montre la méthode de suspension de la palette radiométrique. L'axe de rotation q, formé d'une tige

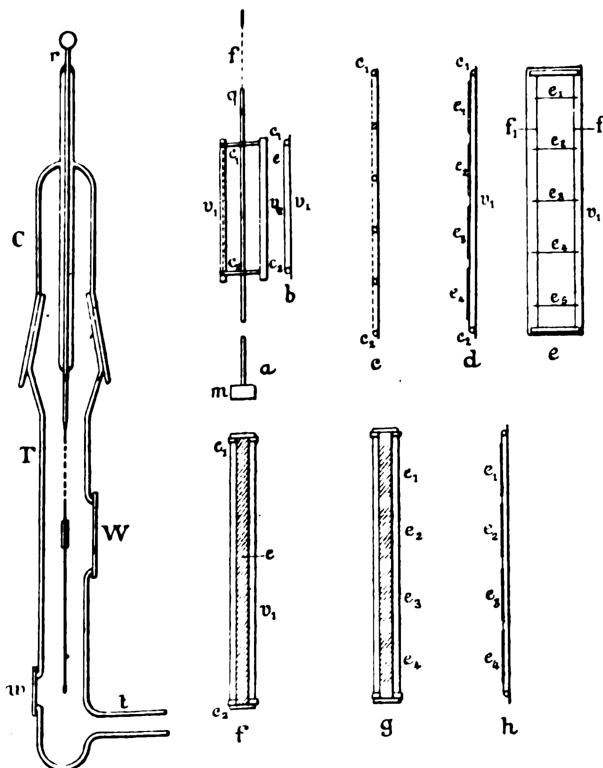


Fig. 3. — Types de récepteurs.

de quartz ou de verre dur, droite et fine, d'environ 5 cm de longueur et de 0,05 à 0,02 mm de diamètre, est suspendu par une fibre de quartz f. Un miroir argenté m, de 0,5 à 1 mm de hauteur sur 1 mm de largeur et 0,07 mm d'épaisseur, est attaché à q, auquel de fines entretoises de verre

c_1 et c_2, portant de minces lames de mica v_1 et v_2, sont aussi fixées. La distance entre les faces extérieures de v_1 et v_2 variait de 1 à 2 mm selon le modèle. Juste en avant de v_1, et sans le toucher, et juste en arrière de v_2, toujours sans contact, étaient montés les différents éléments résonateurs. Lorsque ceux-ci sont chauffés par absorption des radiations électriques, les moments des forces radiométriques sur les deux lames agissent dans la même direction.

La masse totale des divers types d'équipages mobiles de la figure 3 était inférieure à 1 mg et c'est à cette extrême légèreté qu'est dû en grande partie le notable accroissement de sensibilité obtenu au moyen de ces appareils. Ces équipages mobiles étaient montés axialement dans un tube de verre T (schéma de gauche de la figure 3), d'environ 15 mm de diamètre et qui comporte une partie supérieure c mobile sur un rodage, supportant l'équipage mobile par une tige axiale r. T porte deux fenêtres latérales W et w. La première, couverte par une plaque d'ébonite, laisse pénétrer le faisceau des ondes électriques; l'autre est fermée par une plaque de verre et c'est par elle que les déviations peuvent être lues, selon la méthode usuelle. Un tube latéral t connecte le récepteur à une pompe à mercure. La sensibilité s'est montrée maximum pour une pression du gaz correspondant à 0,05 mm de mercure. Les radiations parasites ou les effets de différence de la température extérieure avec celle de l'appareil sont évitées en protégeant convenablement celui-ci.

Les éléments résonateurs chauffants ont été construits suivant différents modèles. La figure 3a représente une palette réceptrice, vue par sa tranche. L'élément chauffant e, en fil de platine de 1 μ de diamètre, est tendu entre les deux entretoises c_1 c_2 devant une mince lame de mica v_1. Ce résonateur a une période fondamentale qui correspond à sa longueur totale, et une série complète d'harmoniques supérieurs.

La palette représentée en figure 3c est peu différente de la précédente. Dans la figure 3d, une fibre de quartz est tendue entre c_1 et c_2, devant v_1. A cette fibre sont attachés de petits morceaux de fil de 1 μ, soit e_1, e_2, e_3.

Les figures 3f, 3g, 3h correspondent à des récepteurs d'un type différent des précédents : les éléments résonateurs chauffants ne sont plus des segments de fil fin, mais de légers dépôts métalliques sur mica.

L'auteur a vérifié qu'avec ces appareils il y a proportionnalité entre l'énergie rayonnante incidente et la déviation du radiomètre.

Mesure de longueurs d'ondes. — L'absorption de résonance des divers éléments récepteurs essayés était fortement sélective, et l'on observait d'ordinaire une absorption prononcée pour une fréquence fondamentale et une absorption sélective décroissante pour une série complète d'harmoniques supérieurs. Les longueurs d'onde de l'absorption fondamentale des différents récepteurs employés s'étendaient de 4 à 30 mm.

Lorsque l'oscillateur et le récepteur sont approximativement en résonance, on peut faire des mesures tout à fait satisfaisantes de longueurs d'onde avec le dispositif bien connu des miroirs divisés de Boltzmann, que représente la figure 4. Les miroirs sont constitués par des plaques de laiton bien dressées de 5 cm × 10 cm × 0,6 cm. Le demi-miroir inférieur est fixe ; la moitié supérieure, montée sur une glissière à vis micrométrique, peut être avancée ou reculée de quantités mesurables avec précision. On peut réaliser en outre le parallélisme exact des plans réfléchissants au moyen de réglages à mouvement lent. On peut également faire tourner l'un ou l'autre des deux miroirs autour d'un axe vertical pour dévier latéralement le faisceau qu'il réfléchit, puis revenir au parallélisme, sans détruire les autres réglages, ce qui permet d'essayer aisément, à un instant quelconque, si l'égalité énergétique des deux faisceaux est bien réalisée.

La figure 5 reproduit le schéma du dispositif de mesure des longueurs d'onde. L'oscillateur G est au centre de courbure d'un miroir sphérique m, et au foyer principal de la

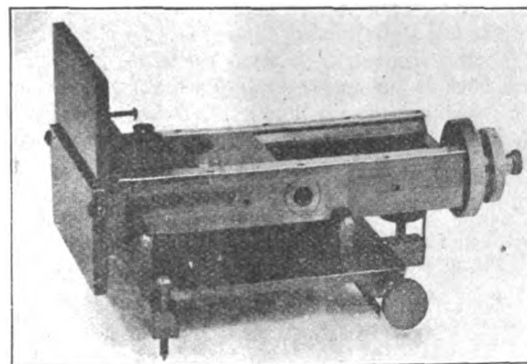


Fig. 4. — L'interféromètre de Boltzmann.

lentille biconvexe de paraffine L_1. L_2 et L_3 représentent deux autres lentilles de paraffine de 12 cm de diamètre et 8 cm de longueur focale. Un miroir plan est placé en A, et l'interféromètre en B ; en M se trouve, au foyer de L_3 le récepteur principal. Une partie de l'énergie du faisceau parallèle qui émane de l'oscillateur est réfléchie, dans une direction normale à la précédente, par une feuille de verre, d'ébonite ou de carton placée en S, vers la lentille L_2, qui la concentre sur un récepteur témoin placé en C. Les écrans de

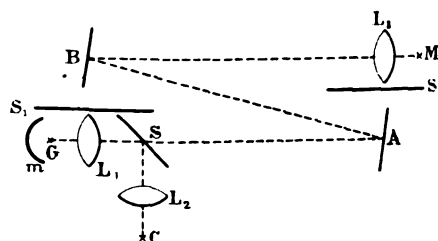


Fig. 5. — Schéma du dispositif de mesure des longueurs d'onde.

métal S_1 et S_2 n'étaient nécessaires que pour des longueurs d'onde supérieures à 1 cm.

Les réglages étaient réalisés de la façon suivante : les lentilles ayant été fondues, puis travaillées au tour afin de réaliser le poli nécessaire, on perçait suivant l'axe de révolution de chaque lentille un trou d'environ 2 mm de diamètre Un bâti portant deux diaphragmes centrés l'un sur l'autre, dont l'un était éclairé par derrière, était ajusté de façon à pouvoir remplacer la chambre de l'oscillateur sur le banc d'optique. Le pinceau lumineux produit par ces diaphragmes définissait les axes optiques du système; après passage à travers le trou de L_1, il était successivement réfléchi par les miroirs A et B, puis passait à travers L_3 et tombait sur le récepteur M. Les miroirs A et B et le banc d'optique portant l'oscillateur et la lentille L_1 sont du reste munis de réglages micrométriques permettant la rotation autour d'axes respectivement vertical et horizontal. L_2 et L_3 peuvent, de leur côté, être déplacées lentement dans des directions verticale et horizontale. Enfin, un léger balancement du plan commun

des miroirs de l'interféromètre fournit un moyen commode d'obtenir l'égalité d'énergie entre les deux faisceaux réfléchis par cet appareil, et concentrés en M.

Un oscillateur de Hertz, surtout lorsqu'il émet de courtes ondes, en raison de sa rapide usure et de la nécessité de fréquents réglages, est très inégal dans son fonctionnement. Il ne peut pas être considéré comme une source constante de radiations, ni même comme une source régulièrement variable. C'est pourquoi la méthode suivie par les précédents expérimentateurs ne pouvait prétendre à mieux qu'à fournir des renseignements très grossièrement quantitatifs. Dans les présentes expériences, on contrôlait à chaque instant l'émission de l'oscillateur par le « récepteur témoin » mentionné plus haut. Les deux récepteurs, principal et témoin, étaient d'ailleurs construits de façon presque identique. Pour chaque excitation de l'oscillateur, on enregistrait simultanément les déviations des deux récepteurs. Le rapport de ces deux déviations est un nombre indépendant des variations d'émission de l'oscillateur. Et, comme des déviations presque égales du récepteur principal et du récepteur témoin présentent la meilleure garantie d'exactitude, la substance du réflecteur S était choisie de façon à assurer cette égalité.

Dans l'interprétation des courbes interférentielles, il est important d'être renseigné sur l'influence relative que présentent le son fondamental et les harmoniques supérieurs de l'oscillateur et du récepteur sur la forme de la courbe. Il résulte de cette étude préalable que le récepteur, à cause de son amortissement moindre que celui de l'oscillateur, exerce une influence prédominante sur la forme des courbes d'interférence (représentant la déviation du récepteur en fonction de la différence de marche introduite par l'interféromètre), et sur les longueurs de l'onde fondamentale et des harmoniques supérieurs ainsi mesurées.

Ainsi, l'on ne peut obtenir des courbes d'interférence de forme simple et régulière et d'amplitude constante que par la coïncidence exacte des périodes fondamentales de l'oscillateur et du récepteur, ou par l'accord précis de l'onde fondamentale de l'oscillateur avec le premier ou le second harmonique supérieur du récepteur. Il apparaît ainsi que le rayonnement de l'oscillateur est fortement amorti et, bien que non apériodique, il peut être envisagé comme une pulsation, ou, plus exactement, comme un très court train d'ondes dont les 60 à 80 pour 100 de l'énergie sont concentrés dans la première demi-onde. Au cours de la réflexion sur les deux moitiés du miroir de l'interféromètre, chaque pulsation est divisée en deux parties, l'une succédant à l'autre au bout d'un intervalle de temps connu. Lorsque l'intervalle de temps qui s'écoule entre les deux pulsations réfléchies est égal à une période naturelle du récepteur, ou en est un multiple petit, on peu s'attendre à une déviation maximum de ce dernier. Si le récepteur était assez fortement amorti pour être apériodique, la courbe d'interférence mesurerait la longueur d'onde de la radiation non modifiée de l'oscillateur.

Comme le récepteur n'est que légèrement amorti et que l'oscillateur n'est, de son côté, pas apériodique, la courbe d'interférence obtenue est un compromis entre les deux effets, dans lequel le récepteur joue le rôle principal.

Ces considérations trouvent leur illustration dans les courbes de la figure 6. Les courbes A et B ont été obtenues avec deux oscillateurs différents, mais avec le même récepteur, dont la longueur d'onde fondamentale était $\lambda_r = 8{,}4$ mm.

Dans la courbe A, la longueur d'onde fondamentale de l'oscillateur est égale à 4,2 mm, correspondant au premier harmonique supérieur du récepteur. Dans les courbes C, D, E, les ondes fondamentales de l'oscillateur et du récepteur étaient en accord exact.

Harmoniques supérieurs de courte longueur d'onde. — A l'usage, les surfaces extérieures du doublet se dégradent, et donnent lieu quelquefois à l'apparition de parties crénelées. A mesure que ces déformations se poursuivent, les oscillations normales cèdent progressivement la place à des radiations de

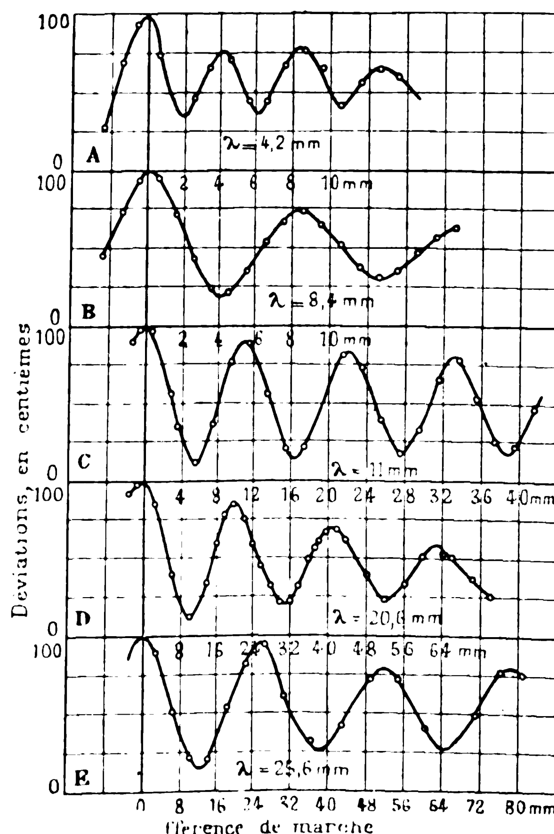


Fig. 6. — Suite de courbes d'interférence, pour des longueurs d'ondes comprises entre 4,2 et 27 mm.

longueurs d'onde beaucoup plus petites. Ainsi, avec l'oscillateur donnant une longueur d'onde fondamentale de 4 mm de longueur d'onde, on observe, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, la présence d'une composante de 0,8 mm, soit par conséquent le quatrième harmonique supérieur de l'oscillateur.

Échelon à réflexion. — Le réseau à échelon réfléchissant constitue un autre procédé précieux d'analyse de la forme d'onde et de la composition de l'émission des oscillateurs à très courte longueur d'onde, capable de contrôler et préciser les résultats précédents. Dans ce ce but, on a construit un réseau à échelon réfléchissant formé de huit blocs de laiton soigneusement travaillés et polis reposant latéralement contre une plaque de verre, comme le montre la figure 7.

Une vis micrométrique permettait de faire varier l'inclinaison de la lame de verre et, par suite, la constante du réseau.

Pour l'usage, cet échelon est placé en B (voir fig. 5). Si le pas des marches de l'échelon est égal à la moitié de la longueur d'onde fondamentale de la radiation incidente, la pulsation initiale ou le court train d'ondes est divisé en huit trains qui se suivent à des intervalles de 1 période. Si l'on suppose, par exemple, l'amortissement tel que l'amplitude

tombe à 1/100 de sa valeur initiale au bout de quatre oscillations, on obtient aisément par le calcul l'onde résultante formée par l'addition des huit trains d'ondes décalés

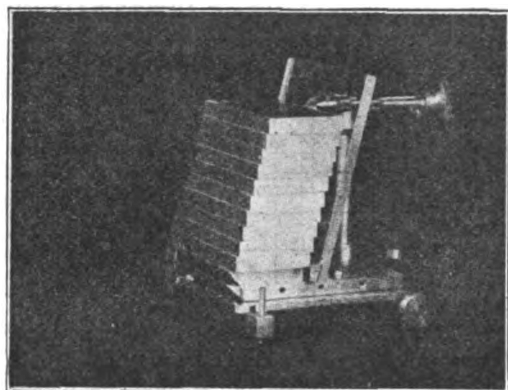


Fig. 7. — Le réseau à échelon réfléchissant.

comme il vient d'être dit. Le résultat est représenté sur la figure 8. Ainsi, l'échelon peut servir à isoler l'onde fondamentale émise par l'oscillateur qui, doublé par l'échelon, forme un système plus exactement monochromatique que lorsqu'il est

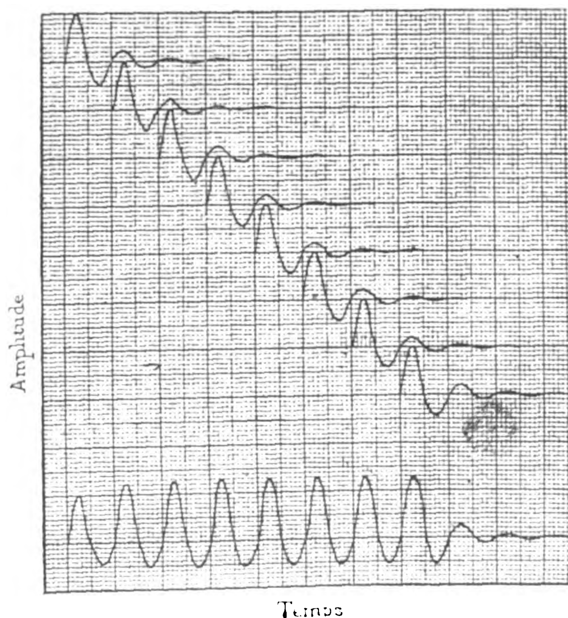


Fig. 8. — Addition des trains d'onde.

seul. Mais si l'on se sert d'un récepteur dont l'onde fondamentale a une longueur d'onde très supérieure à celle de l'oscillateur et que le pas de l'échelon soit tel qu'il introduise une différence de marche égale à la longueur d'onde fondamentale du récepteur, le résultat obtenu correspondra aux caractéristiques du récepteur, et sera indépendant de celles de l'oscillateur. On peut ainsi obtenir une courbe d'interférence régulière, correspondant à une longueur d'onde tout à fait étrangère à ce qu'émet l'oscillateur et construite en quelque sorte de toutes pièces par l'échelon et le récepteur.

La méthode de l'échelon a été employée pour mesurer la longueur d'onde fondamentale et analyser le rayonnement d'un certain nombre d'oscillateurs. On a même été amené,

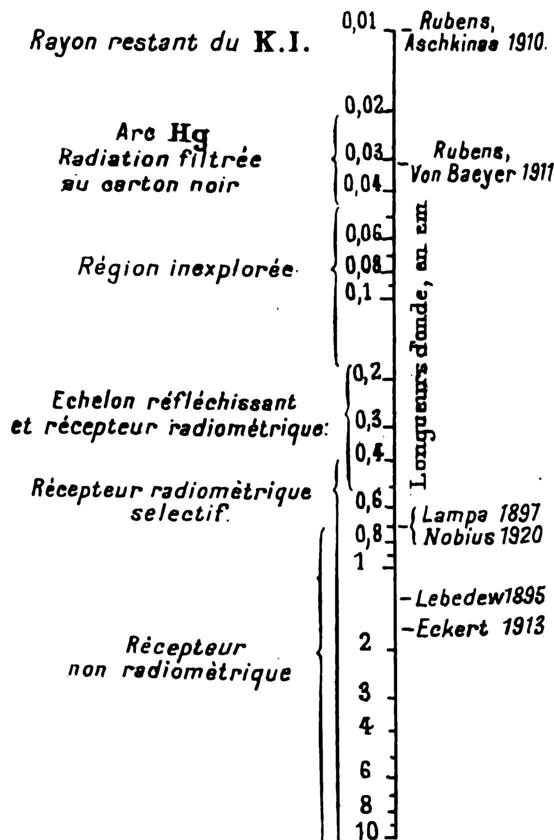


Fig. 9. — Graphique du spectre des grandes longueurs d'onde (Lire Möbius au lieu de Nobius).

pour accroître le pouvoir séparateur, à utiliser le dispositif connu en optique sous le nom d'échelons croisés.

La figure 9 résume l'état actuel de nos connaissances sur la région spectrale intermédiaire entre l'infrarouge et les radiations électriques. Les présentes expériences ont fait passer la longueur d'onde fondamentale émise par un oscillateur de 7 mm à 1,8 mm ; soit un intervalle de deux octaves. Un nouveau progrès de deux octaves de plus assurera la jonction entre le spectre des ondes électriques et les radiations infrarouges de plus faible fréquence découvertes par Rubens et von Bayer. — L. B.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XIII. — Applications domestiques de l'électricité (1).

De très sérieux progrès ont été réalisés dans ce domaine, depuis quelques années : d'une part, les producteurs et distributeurs favorisent le développement de ces applications en consentant à cet effet une tarification spéciale de vente de l'énergie électrique ; d'autre part, les constructeurs et les fabricants tendent tous leurs efforts à créer des appareils qui répondent aux exigences du public et à lui montrer tous les services que peut rendre l'électricité dans les divers travaux domestiques. Aussi était-il tout indiqué qu'à l'Exposition de Physique et de T. S. F., destinée à établir un lien entre le public en général et le monde scientifique et technique, une juste place fût réservée à ces applications. Dans cet article sont mentionnées les diverses catégories d'appareils et d'objets exposés par la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité, par les Etablissements Ch. Mildé fils et Cie, par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston et par le Comptoir de la Madeleine. Les appareils destinés au nettoyage des appartements présentés par l'Electro-Cireuse Unic et par la Compagnie générale de Lumière et Traction, sont également signalés, ainsi que les appareils de chauffage de la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (Anciens Etablissements Clémançon) et ceux du Chauffage intégral « Le Ki ».

En pénétrant dans ce domaine, nous arrivons à une des dernières formes du progrès, en entendant par là l'amélioration du bien-être et du confort. Tandis que tous les perfectionnements apportés soit aux moyens de communication (chemins de fer, télégraphie, téléphonie), soit à l'équipement des usines et des fabriques ne touchent directement qu'une catégorie d'individus, tous, gens de la ville et gens de la campagne, riches et pauvres, sont intéressés par le développement des applications domestiques de l'électricité. Mais pourquoi, peut-on se demander, les appareils que nous allons énumérer figuraient-ils à l'Exposition de Physique et de T. S. F? Comment la Société française de Physique, dont le caractère scientifique est bien connu, a-t-elle été amenée à faire rentrer ce matériel parmi les objets susceptibles d'être exposés? Nous voici, en apparence, bien loin du but de cette manifestation. Telles sont les réflexions qui ont été peut-être suggérées à quelques-uns, lors de la visite des stands qui nous occuperont dans ce chapitre. Aussi croyons-nous utile de justifer la création de ce groupe spécial de l'Exposition, justification d'ailleurs qui ne présente aucune difficulté.

En effet, si le but de la science n'est pas utilitaire, dans le sens dans lequel on prend ce terme en général, on doit toutefois reconnaitre qu'une partie de l'activité humaine est tout attachée aux applications de la science : la technique, née de la science, exploitant ses résultats, souvent même en collaboration avec elle, ainsi que nous avons eu l'occasion de le faire ressortir maintes fois au cours de ce compte rendu, a sa raison d'être ; plus que cela, elle s'impose dans l'organisation actuelle de notre vie sociale et elle s'intéresse à la vie individuelle ; c'est précisément la preuve de cet intérêt qui nous est donnée dans les applications domestiques de l'électricité. A ce point de vue donc, la présence des appareils ménagers dans une exploitation d'un caractère scientifique s'explique donc. De plus, en encourageant cette branche de l'industrie, la Société française de Physique fait une œuvre utile, même au point de vue scientifique ; car l'on peut espérer que l'amélioration du bien-être matériel influe favorablement sur le travail de l'homme qui se vouera plus facilement aux recherches réellement scientifiques, animé de l'esprit que définit H. Poincaré dans ses considérations sur la valeur et la méthode de la science. Enfin, comme nous l'avons dit plus haut, tout le public s'intéresse à cette catégorie d'objets et il n'était que légitime de montrer à tous, compétents ou non, ce qui se fait dans ce domaine.

Il faut ajouter d'ailleurs que les progrès réalisés dans ces applications ces dernières années justifient parfaitement la place qui leur a été réservée, ainsi que nous chercherons à le montrer dans ce qui va suivre.

Pour présenter les divers objets exposés à nos lecteurs, nous pouvons admettre une classification basée sur leur rôle, ou celle basée sur leur principe. A ce dernier point de vue, il n'y aurait que deux catégories d'appareils : ceux qui comportent un moteur électrique

(1) Voir les chapitres I à XII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5 et 12, 19 et 26 avril 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694 et 731-748.

et la grande variété de dispositifs dans lesquels on tire parti de l'effet Joule.

Comme l'intérêt des objets en question réside surtout dans leur fonction, le premier mode de classification nous paraît plus satisfaisant. Il nous est du reste proposé par la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité, dite Société AP-EL, dont nous croyons devoir rappeler ici l'origine et le but.

Il y a quelques années, on s'est ému en France en constatant l'usage restreint que l'on faisait de l'électricité dans les applications domestiques, comparativement à ce qui se fait à l'étranger. Il est vrai que la configuration géographique de ceux des pays auxquels nous pensons favorise particulièrement le développement des applications de l'électricité, étant donné le faible prix de revient auquel l'énergie électrique peut être produite. En France, à part certaines régions, telles que celles des Alpes et des Pyrénées, le prix de l'énergie électrique atteint nécessairement une valeur qui ne la met pas à la portée de toutes les bourses. Cependant, en étudiant de près la question de la meilleure utilisation possible des machines installées dans les usines génératrices, de l'amélioration du rendement résultant d'une marche en régime continu et correspondant au régime normal, les sociétés d'exploitation ont reconnu l'intérêt qu'il y aurait, au point de vue économique d'une part, et au point de vue du bien-être général, d'autre part, à favoriser le développement de l'emploi des appareils domestiques. A Paris, en particulier, la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité proposait en 1922 un tarif spécial pour les usages domestiques de l'électricité [1]. A cette même époque, était constituée, sous les auspices des principaux secteurs de la région parisienne, la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité.

Pour atteindre le but qu'elle se propose, cette société, à laquelle ont adhéré un grand nombre de constructeurs, a déposé une marque commerciale, reproduite sur la figure 198, destinée à désigner au public certains



Fig. 198. — Estampille de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité (AP-EL).

appareils de fabrication française qui remplissent des conditions déterminées de construction et de fonctionnement. Elle dispose d'un laboratoire qui lui permet de faire subir une série d'essais mécaniques et électriques aux différents types d'appareils soumis à son contrôle; la nature de ces essais est définie pour chaque catégorie d'appareils par des règlements particuliers, établis par les services techniques de la société, en collaboration avec les constructeurs adhérents. Les clauses communes à presque tous ces règlements particuliers se rapportent aux conditions de rigidité diélectrique, d'isolement électrique et calorifique, de température maximum des fils employés, de rendement et de robustesse. Chaque appareil essayé et satisfaisant aux conditions imposées fait l'objet d'un procès-verbal de réception et porte l'estampille dont nous venons de parler.

A côté de ce centre d'études techniques et expérimentales, la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité a créé un centre de propagande dans le but de faire connaître au public tout le parti que l'on peut tirer de l'énergie électrique et la grande diversité de ses applications; ceci suffit à expliquer sa présence à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Dans son stand, dont la vue est reproduite sur la figure 199, étaient réunis les appareils de différents constructeurs que nous aurons l'occasion de nommer au cours de ce compte rendu.

Ajoutons que les appareils destinés aux usages domestiques étaient aussi représentés dans d'autres stands, ainsi que nous le verrons; mais nous avons cru devoir attirer l'attention du lecteur dès le début de ce chapitre sur la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité, à cause de son programme caractéristique que l'on peut résumer en ces deux termes: contrôle et propagande.

I. Appareils de nettoyage d'appartements. — Dans cette catégorie d'appareils, nous distinguons les aspirateurs de poussières et les cireuses de parquet.

Aspirateurs de poussières. — La condition essentielle imposée par la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité est que l'appareil en service normal assure une dépression minimum de 30 cm sur un manomètre à eau. Dans son stand étaient exposés deux modèles: l'un à réservoir cylindrique, l'autre, dit à sac. Le premier, du type Birum, construit par la Compagnie générale de Lumière et Traction (dite « Lutra »), est représenté sur la figure 200. Le moteur et le réservoir à poussières sont contenus dans une enveloppe cylindrique; le moteur A est monté sur des ressorts de suspension P pour éviter toute trépidation, et un des modèles de cette construction est muni de balais à déclenchement automatique, ce qui permet d'éviter toute surveillance du moteur. L'aspiration de la poussière se fait au moyen de ventouses de formes et de dimensions appropriées à la besogne que l'on désire obtenir et qui sont adaptées à l'extrémité d'un tube flexible. Ces ventouses présentent une particularité intéressante: elles sont articulées, ce qui assure à l'appareil une grande souplesse et facilite notamment

[1] L. Chereau; La nouvelle tarification de l'énergie électrique de Paris en vue de développer les applications domestiques de l'électricité. *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1923, t. XIII, p. 751-752.

le nettoyage sous les meubles. Ajoutons que le système de ventouses adopté fait l'objet d'un brevet. Les poussières sont filtrées par les toiles D avant le passage de l'air aspiré dans la turbine B ; cet air assure en même temps la ventilation du moteur. Le cylindre qui constitue le corps de l'appareil est maintenu fixe pendant l'aspiration, au moyen du verrou de fixation G. Sur la figure 201 est représenté l'interrupteur et le rhéostat du moteur, tandis que la figure 202 donne l'aspect extérieur de l'aspirateur. Il y a deux modèles de construction courante de ce type d'appareil, dont les caractéristiques sont les suivantes :

pour le modèle dit type 2 A, hauteur : 42 cm, diamètre : 26 cm, poids : 5, 7 kg, puissance : 190 w.

pour le modèle dit type 3 (celui représenté sur les figures 201 et 202), hauteur : 60 cm, diamètre : 30 cm, poids : 14,5 kg, puissance : 350 w.

Les appareils de la seconde catégorie, dits du modèle à sac (fig. 203), sont construits par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-



Fig. 199. — Vue du stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Électricité.

Houston. Dans ces appareils, le moteur et la turbine sont montés sur des roulettes, l'ensemble étant manœuvré au moyen d'un manche en bois. La buse d'aspiration est constituée par une grande ventouse ; celle de sortie porte un sac en toile qui assure la filtration des poussières. Le mouvement de rotation de la brosse en caoutchouc dont est muni l'appareil est assuré par simple aspiration due à la roue à aubes : ainsi est supprimé tout organe de transmission. Le poids de l'appareil de ce modèle est de 5 kg, la puissance absorbée, de 160 w.

Dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston figuraient également des appareils de ce dernier modèle.

Un autre modèle d'aspirateur était présenté dans le stand du Comptoir de la Madeleine. Cet appareil, connu sous le nom de l' « aspirette », a une enveloppe en aluminium dans laquelle sont contenus le moteur et la turbine. A cette enveloppe même sont fixés la buse d'aspiration et le manche. Les formes de la buse, ainsi que la disposition du manche diffèrent suivant l'usage exact auquel est destiné l'appareil. En ce qui concerne le moteur, il est, comme ceux des modèles décrits plus

haut, du type dit « universel ». La puissance qu'il absorbe est d'environ 50 w.

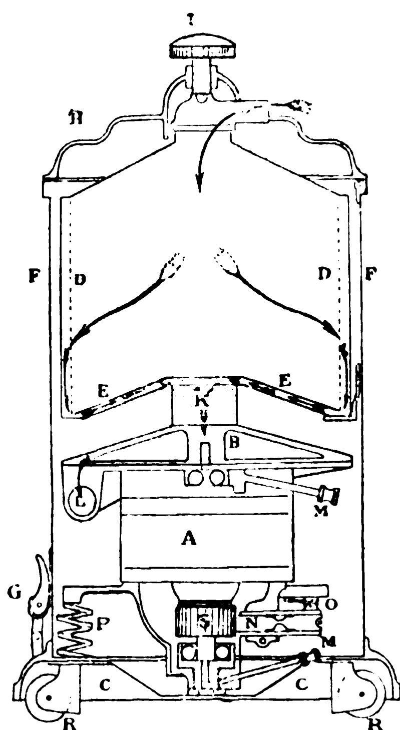


Fig. 200. — **Vue schématique de l'aspirateur « Birum » à réservoir cylindrique (Compagnie générale de Lumière et Traction).**

A, Moteur; B, Turbine; C, Socle; D, Toile filtrante (pointillés); E, Réservoir à poussières; F, Enveloppe extérieure; G, Verrou de fixation; H, Couvercle; I, Vis de serrage; J, Orifice d'aspiration; K, Joint flexible; L, Orifice d'échappement (soufflerie); M, Bouchon graisseur; N, Charbon; O, Ressort de poussée du charbon; P, Ressort de suspension; R, Roulette; S, Collecteur.

Enfin, nous mentionnons ici l'appareil exposé par la Société L'Electro-Cireuse Unic qui peut jouer le rôle à la fois de cireuse et d'aspirateur. Nous reviendrons sur



Fig. 201. — Vue du rhéostat et de l'interrupteur de l'aspirateur « Birum ».

ce dispositif après avoir décrit les différents modèles de cireuses.

Cireuses de parquet. — Dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité



Fig. 202. — **Aspect extérieur de l'aspirateur « Birum » à réservoir cylindrique.**

figurait un modèle de cette catégorie dont les organes essentiels sont, outre le moteur, trois brosses : deux d'entre elles, rectangulaires, sont animées d'un mouvement alternatif et la troisième, d'un mouvement de



Fig. 203. — Vue de l'aspirateur à sac (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

rotation. Le moteur commande ces mouvements par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse et d'un excen-

trique. L'adhérence des brosses sur le parquet est assurée grâce au poids du moteur, du type « universel », complètement cuirassé et placé à la partie supérieure de l'appareil. Cette cireuse permet l'emploi de la paille de fer ; il suffit d'en disposer un tampon au-dessous de chacune des brosses animées du mouvement alternatif. Le lustrage devient une opération très simple aussi ; il a lieu dans le sens des nervures du bois, grâce au mouvement de va-et-vient des brosses. Son poids est de 35 kg, et la puissance absorbée, de 350 w.

Nous avons déjà mentionné, dans la première catégorie d'appareils, le modèle de l'Electro-Cireuse Unic. Cet appareil est prévu pour fonctionner en cireuse ou en aspirateur. Dans le premier cas, le moteur à axe vertical commande la brosse dont le mouvement est un mouvement de rotation (fig. 204). Pour la transforma-

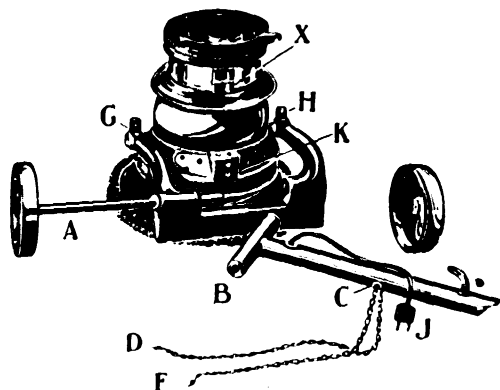


Fig. 204. — Vue de l'appareil cireuse-aspirateur monté en cireuse (Electro-Cireuse Unic).

tion en aspirateur, il suffit d'enlever la brosse, de la remplacer par un cercle M (fig. 205) muni d'un ressort destiné à isoler l'axe d'entraînement. Le ventilateur est

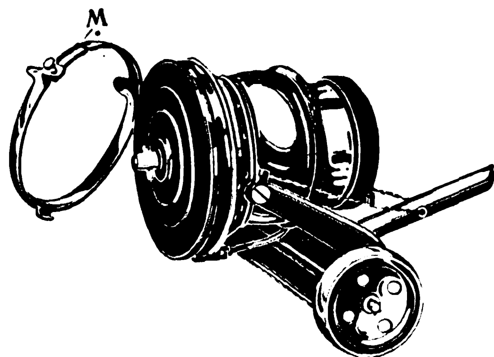


Fig. 205. — Vue de l'appareil cireuse-aspirateur au moment de son montage pour fonctionner en aspirateur (Electro-Cireuse Unic).

ensuite monté dans la partie supérieure de l'appareil, sa turbine P aboutissant au sac, comme on peut le voir sur la figure 206. Cet appareil, très facile à manier et à transformer, absorbe une puissance d'environ 300 w.

II. **Appareils de chauffage.** — Avant d'aborder la description des différents types d'appareils de chauffage, dont nous aurons l'occasion de voir la grande diversité, dans ce paragraphe et même dans les suivants, nous nous arrêtons au stand de la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force (anciens Etablissements

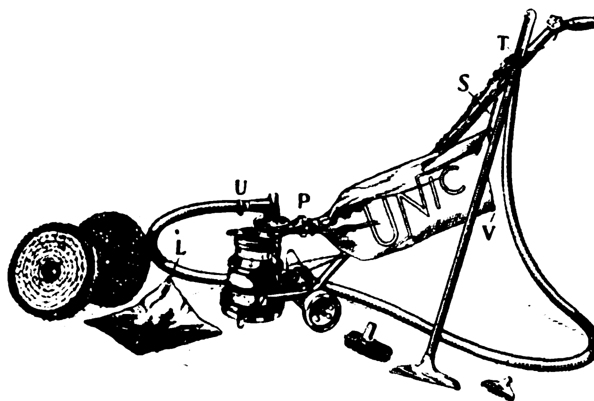


Fig. 206. — Vue de l'appareil cireuse-aspirateur, monté en aspirateur (Electro-Cireuse Unic).

Clémançon), déjà mentionné dans un chapitre précédent [1], pour y examiner de près les échantillons de toiles résistantes qui rentrent dans la constitution des appareils de chauffage et des rhéostats en général. Elles sont formées de fils d'amiante sur lesquels sont disposés soit des fils, soit des rubans métalliques. Les conducteurs employés sont des alliages tels que le maillechort, le constantan, le chrome-nickel, etc. La densité de courant admise dans les conducteurs dépend de la nature de l'appareil auquel on destine la toile. Pour les appareils de chauffage, elle est telle que la température s'élève jusqu'à 600° C environ. Au point de vue de l'isolement de l'amiante employé, il est imprégné, par des procédés spéciaux, de matières qui atténuent très sensiblement sa nature hygrométique et qui augmentent sa résistance d'isolement. Les mesures de la rigidité diélectrique effectuées au Laboratoire central d'Electricité sur des échantillons de cette toile d'amiante ont conduit à une tension de percement de 600 v : cm, pour une épaisseur de 2 cm.

Sur la figure 207 est représentée une de ces toiles. Elles seront disposées dans l'appareil suivant des plans parallèles, l'intervalle séparant deux toiles voisines étant compris entre 20 et 40 mm suivant la valeur de l'intensité du courant pour laquelle elles sont prévues.

Parmi les appareils de chauffage, nous distinguerons ici ceux destinés au chauffage des appartements et ceux dits appareils de chauffage des personnes.

APPAREILS DE CHAUFFAGE D'APPARTEMENTS. — Nous rencontrons dans le stand de la Société pour le Développe-

(1) L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Ch. III. Appareillage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. XV, p. 305.

ment des Applications de l'Electricité divers modèles de radiateurs.

Dans les radiateurs à lampes dont un modèle construit par les Etablissements Ch. Mildé fils et Cie est

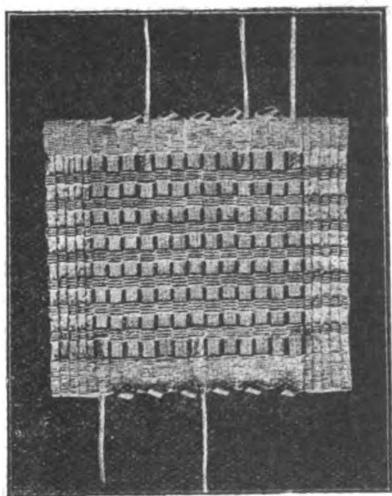


Fig. 207. — Vue de toiles résistantes formées de rubans métalliques (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, Anciens Etablissements Clémançon).

représenté sur la figure 208, l'organe chauffant est constitué par des lampes agissant par convection ou par rayonnement. Les lampes employées sont à filament de carbone et absorbent, chacune, une puissance de 250 w.

Le corps de chauffe des radiateurs paraboliques

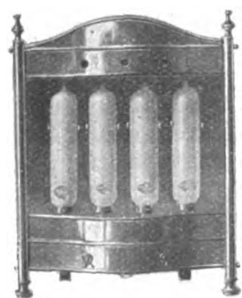


Fig. 208. — Vue d'un radiateur à lampes (Etablissements Ch. Mildé fils et Cie).

(fig. 209), incandescent et visible, est placé au foyer d'un réflecteur dont la surface revêt sensiblement la forme d'un paraboloïde. Ces appareils sont construits par la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Grâce à une articulation du réflecteur prévue sur quelques modèles, on peut facilement transformer l'appareil en cuiseuse. Ce genre de radiateur, qui absorbe une puissance relativement faible, comprise entre 300 et 600 w, est utile lorsqu'il s'agit de chauffer une partie de la pièce occupée. Pour que la réflexion des rayons calorifiques soit efficace, il importe que l'élément chauffant soit placé suivant l'axe de la surface du réflecteur.

La dernière catégorie d'appareils de chauffage est celle des radiateurs obscurs. Les éléments chauffants, qui ne sont plus incandescents, comme dans les modèles précédents, sont généralement placés dans une enveloppe de tôle, ajourée ou non, agissant surtout par convection. La puissance absorbée par les divers modèles



Fig. 209. — Vue d'un radiateur parabolique.

exposés varie entre 500 et 4000 w, suivant l'allure de chauffe qui peut facilement être réglée.

Nous retrouvons des appareils de chauffage dans le stand des Etablissements Ch. Mildé fils et Cie (fig. 210) et, en particulier, les radiateurs à lampes et le modèle de radiateurs obscurs à enveloppe métallique. Cette enveloppe est en aluminium ; grâce à elle, l'oxydation des éléments chauffants, à l'abri de l'air libre, est très réduite, et leur cristallisation résultant d'un brusque refroidissement est évitée puisque, lors de la rupture du courant, la température de l'élément ne diminue que lentement. Comme nous l'avons dit plus haut, le chauffage par ces appareils est dû essentiellement à la convection, mode plus efficace que le chauffage par radiation.

Mentionnons également la présence dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, d'un certain nombre de radiateurs, parmi lesquels quelques modèles que nous avons déjà décrits, à savoir les radiateurs paraboliques.

Nous devons signaler aussi, dans ce même ordre d'idées, les radiateurs exposés par la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, dans lesquels l'élément chauffant est constitué par les toiles résistantes dont nous avons parlé au début de ce chapitre. Dans ces appareils du type dit « Giorno » (fig. 211), les toiles résistantes sont superposées dans une carcasse métallique ajourée à la base et au sommet, de telle sorte que l'air puisse y circuler du bas vers le haut en s'échauffant à son passage à travers les mailles des toiles. Il est prévu à l'intérieur de l'appareil, à la base, une lampe témoin.

La Société du Chauffage intégral « Le Ki », qui s'est fait une spécialité de l'application du système multitubulaire au chauffage des appartements [1] a exposé son modèle de radiateur électrique. Le chauffage est assuré par rayonnement et par convection ; l'air circule dans l'appareil, comme dans le modèle que nous venons de décrire, du bas vers le haut. Ce type d'appareil absorbe 300 ou 600 w environ suivant l'allure de chauffe.

En résumé, dans les divers stands, nous trouvons deux catégories d'appareils, qui se distinguent par leur mode d'action, par radiation ou diffusion et par convection. Il est aisé de concevoir les considérations qui interviennent dans le choix du modèle d'appareil ; mais le problème de la quantité d'énergie absorbée pour une élévation de température donnée est beaucoup plus difficile à résoudre, à cause de sa grande complexité. Si l'on admet, en général, 300 ou 400 w pour maintenir une différence de température de un degré pour un volume d'air égal à 100 m³, ce chiffre purement empirique est susceptible de grandes variations suivant les cas. Les difficultés que l'on rencontre dans une étude méthodique de ces questions sont du même genre que celles qui se présentent



Fig. 210. — Vue du stand des Etablissements Ch. Mildé fils et Cie.

dans les questions d'éclairage. Or, nous aurons l'occasion de montrer dans un prochain chapitre que dans ce domaine les difficultés sont en grande partie vaincues. Il est à souhaiter qu'il en soit bientôt de même de celles qui concernent le chauffage.

Appareils de chauffage des personnes. — Dans cette catégorie d'appareils rentrent les nombreux vêtements et accessoires équipés électriquement, tels que les gants, édredons, tapis, thermoplasmes, chaufferettes, etc., et qui étaient exposés dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité. Dans les tissus qui constituent ces objets sont incorporées des plaques de feutre, et c'est à ces plaques que sont cousus les fils en nickel à coefficient très élevé de variation de la résistance avec la température. La puissance absorbée par chacun de ces objets ne dépasse guère 50 w.

Un appareil à signaler également, dans cette catégorie, est le moine dit à accumulation et représenté sur la figure 212. Il est de forme cylindrique, les broches de la prise de courant sont encastrées dans l'enveloppe

[1] MM. René Faure et Gabriel Bourelly ; Nouvelle utilisation du système multitubulaire pour le chauffage des appartements. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 27 novembre 1922, t. CLXXV, p. 1116.

L'élément chauffant est noyé dans des blocs siliceux qui assurent l'accumulation de la chaleur. Lorsqu'il a été en service pendant dix ou quinze minutes, il conserve une température supérieure à la température ambiante pendant six heures environ, et ne présente

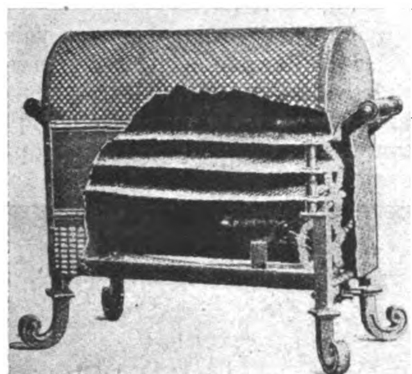


Fig. 211. — Vue d'un radiateur calorifère. (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force. Anciens Etablissements Clémançon).

ainsi aucun danger au point de vue de l'incendie. La puissance qu'il absorbe est de 250 w.

Dans le stand du Comptoir de la Madeleine étaient exposés des modèles de briques, dites « électriques ». Comme dans le moine dont nous venons de parler, le fil résistant est noyé dans le corps même de l'appareil qui conserve très longtemps la chaleur. L'intensité du courant est d'environ 0,7 A sous 110 V, de sorte que la

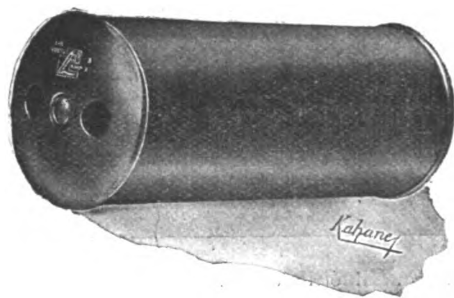


Fig. 212. — Vue d'un moine électrique (Société Lemercier).

puissance absorbée n'atteint pas 100 w; la température de régime est voisine de 120°C.

III. **Appareils de cuisine et de salle à manger.** — Nous trouvons ici encore une très grande diversité de modèles, destinés à des usages très variés. Voyons d'abord les principaux d'entre eux qui étaient exposés dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité.

Dans la catégorie des appareils destinés à réchauffer ou à cuire les aliments, nous mentionnerons d'abord la plaque chauffante, le chauffe-plat ou le chauffe-assiette, la plaque de cuisson, le cuiseur ou le réchaud, dont quelques-uns des modèles exposés sont représentés sur les figures 213 à 216. Le principe de tous ces appareils est le même : le corps de chauffe est renfermé dans un système métallique ou réfractaire ; mais les dimensions et la disposition du conducteur qui constituent le corps de chauffe diffèrent d'un modèle à un autre, sui-

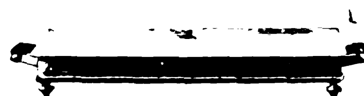


Fig. 213. — Vue d'un chauffe-plats (Établissements Ch. Mildé fils et Cie).

vant l'usage auquel est destiné l'appareil. Pour les chauffe-plats par exemple (fig. 213), la quantité de chaleur ne doit pas atteindre une valeur aussi élevée que dans le cuiseur. La puissance absorbée varie de 30 à 100 w suivant les dimensions. Elle est au contraire plus élevée pour les cuiseurs et les réchauds. Le modèle représenté sur la figure 214 absorbe 600 w. Dans cet

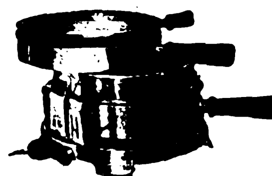


Fig. 214. — Vue d'un réchaud (Richard Thomson).

appareil, l'organe chauffant est un ruban de nickel-chrome, enroulé sur une plaque de mica et isolé des parties métalliques par du mica également; le tout est serré contre la face chauffante au moyen d'une contre-plaque et de boulons. Il est prévu quatre broches permettant d'obtenir trois allures de chauffage.

Sur la figure 215 est représenté un modèle puissant qui absorbe de 800 à 1 500 w : c'est un réchaud pour

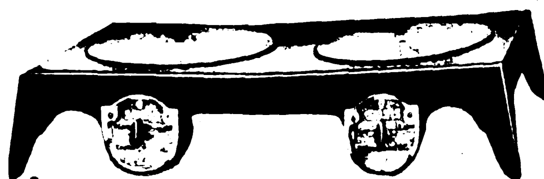


Fig. 215. — Vue d'un réchaud (Salvis).

cuisine de longue durée. La plaque est en fonte; le corps chauffant est un fil en boudin, noyé dans de la matière réfractaire et logé sous la plaque.

Un autre spécimen de réchaud est celui de la figure 216. Il peut aussi servir de grilloir. Comme dans le précédent, les fils en boudin sont maintenus par des plaques de mica, disposées verticalement; mais il est à feu nu. La puissance nécessaire à son fonctionnement est de 600 w. L'allure du chauffage est réglable.

Dans cette même catégorie d'appareils rentrent les grils (fig. 217) et le grille-pain (fig. 218). Les dispositions sont prises ici pour que les surfaces sur lesquelles reposent la viande ou le pain ne soient pas chauffées au rouge.

Signalons aussi les divers modèles de bouillottes dans lesquelles on distingue deux types : ceux qui comportent un corps de chauffe-plat disposé au fond



Fig. 216. — Vue d'un réchaud à plusieurs usages (Richard Thomson).

de la bouillotte, et ceux dans lesquels le chauffage est assuré par un collier chauffant réparti sur la surface latérale. Ce système conduit à un rendement meilleur que le premier. La puissance absorbée est comprise entre 300 et 700 w.

Les cuisinières et les fourneaux de cuisine (fig. 219) qui étaient exposés comportent suivant le modèle une



Fig. 217. — Vue d'un gril (Salvis).

ou plusieurs plaques de cuisson et un ou plusieurs fours. Ces derniers sont calorifugés et la température au centre doit atteindre 250°C en moins de trente minutes, ce qui oblige à les prévoir de faible masse calorifique. Les éléments chauffants sont placés soit au plafond, soit à la sole du four.

Pour terminer cette nomenclature très incomplète



Fig. 218. — Vue d'un grille-pain (Richard Thomson).

des modèles d'appareils de cuisine et de salle à manger dans lesquels l'électricité est employée comme agent thermique, nous mentionnerons le tête-à-tête électrique : c'est un curieux exemple des combinaisons que l'on peut imaginer pour tirer le meilleur parti possible de l'énergie électrique dans ses applications domestiques. Ce système est constitué par un plateau en bois sur lequel sont disposées deux bouilloires électriques. Sur leur circuit d'alimentation est intercalé un interrupteur qui est commandé par la sonnerie d'un réveille-matin.



Fig. 219. — Vue d'une cuisinière (Salvis).

On pouvait voir dans ce même stand une machine à laver la vaisselle. Son organe essentiel est un arbre

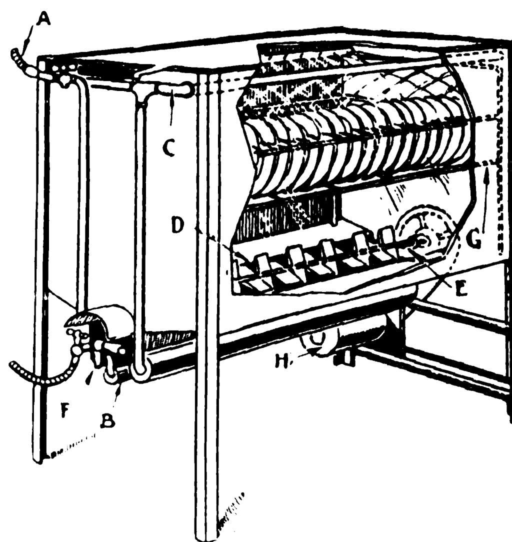


Fig. 220. — Vue schématique d'une machine à laver la vaisselle.

A, Arrivée d'eau sous pression; B, Elément chauffant à l'électricité ou brûleur au gaz; C, Tubulure de projection d'eau de rinçage bouillante; D, Cuve contenant 3 litres d'eau de lavage à une température de 45 à 50°; E, Arbre à palettes de projection d'eau de lavage; F, « Trop plein » et robinet de vidage; G, Panier de lavage; H, Moteur.

muni de palettes, représenté en E sur la figure 220. Les palettes qui plongent en partie dans l'eau sont desti-

nées à projeter cette eau sur les assiettes. A cet effet, les assiettes sont placées verticalement dans un panier G convenablement disposé. L'eau dans laquelle baignent les palettes est contenue dans un récipient d'un volume de 3 ou 5 litres, qui peut être chauffé au gaz ou à l'électricité; la température de cette eau, dite eau de lavage, est portée à 45 ou 50°C. Il est prévu de plus en C, une canalisation d'eau bouillante, projetée par de simples ajutages sur la vaisselle, et dont le rôle est d'abord de rincer les assiettes, et ensuite de porter leur température à une valeur assez élevée pour que leur séchage soit assuré par simple évaporation. L'organe électrique est, outre l'élément chauffant adopté éventuellement, le moteur H qui commande le mouvement des palettes de projection; il s'agit d'un moteur de 1/6 ch.

Dans le stand des Etablissements Ch. Mildé fils et Cie, dont nous avons déjà reproduit la vue plus haut (fig. 210), étaient exposés une série d'appareils de cuisine et de salle à manger, depuis le simple cuiseur jusqu'à la cuisinière complète. Nous mentionnerons en particulier la grande diversité des modèles de chauffe-plats, le grille-pain, la rôtissoire électrique dite « le radiant », puis enfin la cuisinière complète représentée sur la figure 221. Dans ces divers appareils, les éléments chauffants destinés aux plaques chauffantes épousent la forme de ces plaques, de manière que la chaleur soit transmise régulièrement en tous les points de la plaque. Le conducteur est noyé dans du mica ou dans tout autre produit isolant. Lorsqu'il s'agit de grils, de fours et de rôtissoires, la température du fil peut être portée à 1 000°C; celui-ci est enrobé dans de la matière réfractaire, et porte au rouge une plaque de quartz qui peut recevoir les projections de graisse sans inconvénient et qui assure une grande facilité du nettoyage.

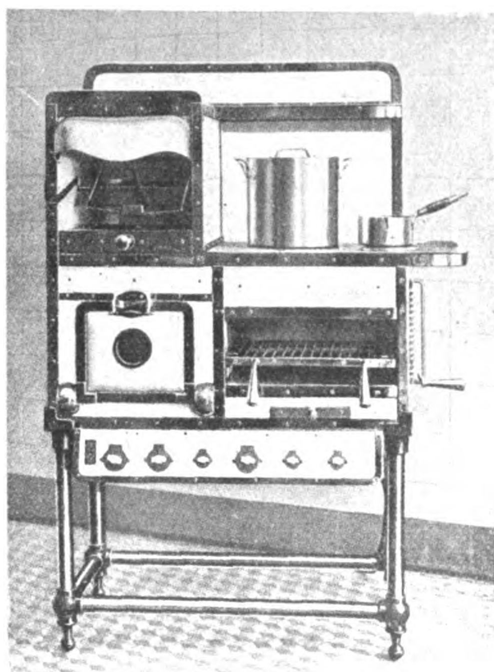


Fig. 221. — Vue d'une cuisinière électrique complète. (Etablissements Ch. Mildé fils et Cie).

En ce qui concerne la cuisinière électrique complète, elle comprend une rotissoire, un four, trois plaques chauffantes et une grillade. Le plafond de la rotissoire est de forme parabolique; il est nickelé à l'intérieur. La broche est commandée par un moteur électrique placé à la partie inférieure de l'appareil. Les plaques chauffantes sont de dimensions différentes, deux d'entre elles ont un diamètre de 16 cm et la troisième, de 22 cm. La puissance absorbée par chacune des deux premières est de 500 w et par la deuxième de 700 w et la puissance absorbée par l'appareil, lorsque tous les organes sont en service, s'élève à 9700 w environ. Nous ne croyons pas devoir insister sur les commodités que présente un tel dispositif; nous devons toutefois ajouter que grâce aux divers interrupteurs permettant le réglage de l'allure de chauffe, toute la quantité de chaleur mise en jeu est entièrement utilisée, à la condition, bien entendu, que le fonctionnement soit convenablement surveillé. Cette remarque justifie la préférence donnée à l'électricité comme agent thermique, en se plaçant même uniquement au point de vue économique. On démontre théoriquement, sans peine, le faible rendement de l'organisme destiné à transformer l'énergie disponible dans le combustible en énergie calorifique par l'intermédiaire de l'énergie électrique; mais si l'on tient compte de la mauvaise utilisation de la quantité de chaleur dans le cas de la transformation directe, les résultats du premier calcul, qui devient alors plus compliqué, sont erronés et conduisent à des conclusions favorables à l'application de l'électricité.

Nous retrouvons des appareils de cette catégorie dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Le réchaud, muni de deux casseroles plates, constitue à lui seul une petite cuisinière portative. Un modèle de cuisinière, permettant la préparation d'un repas complet, comprend un four-gril et un trou tronconique destiné à recevoir un récipient d'un genre « faitout » et dont le diamètre inférieur est de 18 cm et le diamètre supérieur, de 20 cm. Nous mentionnerons un chauffe-plat, avec un dispositif de réglage de l'allure de chauffe, des spécimens de bouilloires, de samovars, de grille-pain. Enfin, là encore, figure une cuisinière comportant un gril, fonctionnant à feu vif, une plaque chauffante, un four et un chauffe-plat.

A ces appareils s'ajoutent les « chauffe-eau » auxquels nous réservons un chapitre spécial, à cause de la diversité des usages que l'on peut en faire dans les applications domestiques.

IV. **Appareils de toilette et de lingerie.** — Toujours dans le stand de la Société pour le Développement

des Applications de l'Electricité, nous relevons un grand nombre d'objets divers. Parmi ceux qui utilisent les effets thermiques du courant, nous mentionnerons les

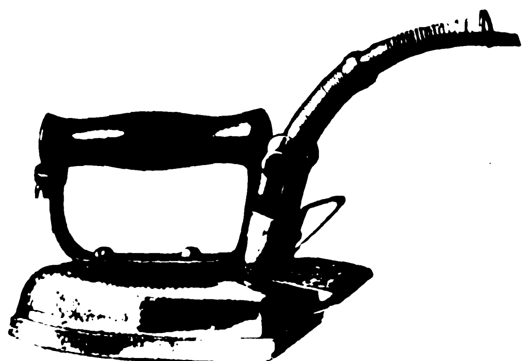


Fig. 222. — Vue d'un fer à repasser. (Etablissements Ch. Mildé fils et Cie).

fers à repasser dont la figure 222 représente un modèle construit par les Etablissements Ch. Mildé et fils. L'élément chauffant est constitué par une bobine de fil enroulé sur du mica et très fortement serré sur la sole du fer au moyen d'une contre-plaque. La disposition de l'élément est telle que la température de la pointe de la semelle soit supérieure à celle du milieu; la poignée reste froide. La puissance absorbée est comprise entre 250 et 550 w.

Dans le fer à onduler (fig. 223), l'élément chauffant est un tube en stéatite sur lequel est enroulé le fil conducteur. Le tube est logé dans la tige creuse du fer lui-même. Cette dernière est munie d'un interrupteur à poussoir, destiné à la commande du circuit. Cet appareil absorbe une puissance de 300 w.

Une machine spéciale à repasser les pantalons repré-

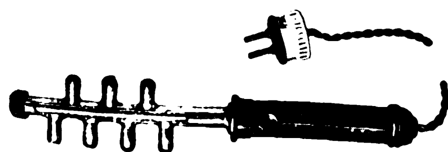


Fig. 223. — Vue d'un fer à onduler (Lemercier).

sente encore le soin que mettent les constructeurs de cette catégorie d'appareils à réaliser les appareils et le dispositif répondant aux besoins les plus variés, et à satisfaire toutes les exigences du public. Cette machine est formée de deux planches d'une longueur de 1 m et d'une largeur de 0,40 m. Elles portent chacune sur une de leurs faces un élément chauffant; la puissance absorbée est de 300 w.

A cette catégorie d'appareils s'ajoutent ceux dans lesquels l'organe essentiel est un petit moteur, tel que le vibro-masseur représenté sur la figure 224, destiné à masser les muscles de la face. Son moteur absorbe 30 w environ; il commande au moyen d'un excentrique une tige animée d'un mouvement vibratoire de faible amplitude, mais de pulsation élevée.

Enfin, un modèle de producteur d'air chaud et froid,

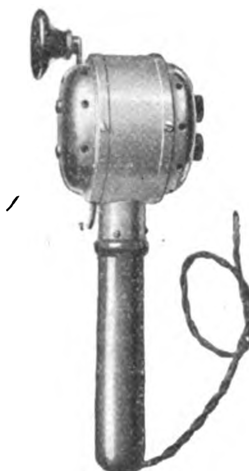


Fig. 224. — Vue d'un vibro-masseur (Zal-Kind).

(fig. 225) constitué par un moteur commandant une turbine et par un élément chauffant, réunit les deux applications principales de l'électricité. La turbine refoule l'air aspiré dans une tuyère, dans laquelle se trouve précisément le corps de chauffe. A la sortie de la tuyère, l'air chaud a une température de 100°C. Si l'élément chauffant n'est pas en service, l'appareil



Fig. 225. — Vue d'un producteur d'air chaud et froid (Zal-Kind).

devient un producteur d'air froid. A cet effet, on a soin de prévoir son circuit indépendant de celui du moteur.

Dans le stand des Etablissements Ch. Mildé fils et Cie étaient exposés divers modèles de fers à repasser, parmi

lesquels celui dont la vue est reproduite plus haut sur la figure 222. A propos de ce dernier appareil, il importe de mentionner le dispositif de sécurité dont il est muni, et qui coupe automatiquement le circuit lorsque la température du fer devient trop élevée. Son réenclenchement est commandé au moyen d'un bouton poussoir placé sur l'appareil.

Nous mentionnerons également les fers à repasser présentés dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

V. **Appareils destinés à chauffer l'eau.** — Nous ne parlerons pas ici des bouillottes, bouilloires, etc., déjà signalés, ni des appareils industriels qui feront l'objet d'un autre chapitre. Le type d'appereils qui va nous occuper est celui dit le chauffe-eau à accumulation. De toutes les applications domestiques de l'électricité, celle qui est réalisée dans ce dispositif est peut-être la plus intéressante, tout au moins la plus utile. Le chauffe-eau à accumulation permet de disposer d'une façon pour ainsi dire continue d'eau chaude, et cela moyennant la plus faible dépense d'énergie possible. On connaît suffisamment le rôle important de l'eau chaude à la cuisine, à la salle à manger, dans la salle de bain, pour que nous n'ayons pas à insister sur l'intérêt que présente le type d'appareil en question, surtout si, comme nous allons le voir, l'élévation de la température de l'eau et le fait de maintenir l'eau à cette température n'entraînent pas à des frais exagérés.

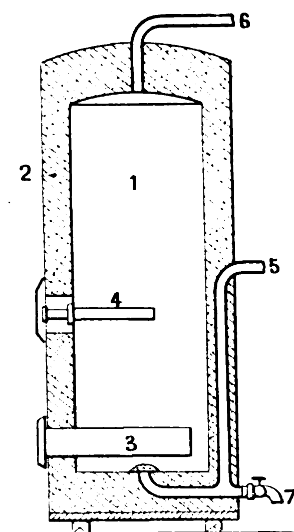


Fig. 226. — Vue schématique d'un chauffe-eau par accumulation.

1, Récipient d'eau chaude ; 2, Calorifuge ; 3, Corps de chauffe 4. Limiteur et régulateur de température ; 5, Conduite d'amorce ; 6, Conduite d'eau chaude ; 7, Robinet de vidage.

Le principe en est très simple : il s'agit d'un récipient calorifugé, destiné à recevoir l'eau. L'organe chauffant est placé dans le fond du récipient et il est prévu pour élever la température de l'eau lentement. Le remplissage est en général automatique, et l'eau froide chasse l'eau chaude qui s'écoule par la partie supérieure de l'appareil.

Sur la figure 226 est reproduite la coupe du modèle exposé dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité. La puissance absorbée par cet appareil pour élever la température de 100 litres d'eau de 10°C à 90°C est de 1 kw, pendant sept ou huit heures. L'eau pourrait atteindre cette même température en trente minutes ; mais l'appareil absorberait une puissance de 12 kw, ce qui entraînerait une installation beaucoup plus importante et par conséquent plus coûteuse.

La Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston présentait ses deux modèles de chauffe-eau, l'un d'une capacité de 15 litres, et l'autre de 30 litres ; les puissances absorbées par chacun d'eux sont respectivement de 150 à 300 w, la température de l'eau atteignant 75°C environ à la fin du régime d'une durée de huit heures.

La courbe de la figure 227 montre les variations de la température en fonction du temps et l'on y remarque en particulier l'efficacité du calorifuge qui entoure le récipient. La période dite de régime normal, avec le réglage automatique de la température, correspond au temps pendant lequel, la température de l'eau étant atteinte, le corps de chauffe reste en service ; mais son circuit peut être ouvert ou fermé automatiquement, au moyen d'un interrupteur thermostatique. Les points supérieurs correspondent aux instants où a lieu la rupture du circuit, les points inférieurs à ceux où le circuit est de nouveau fermé.

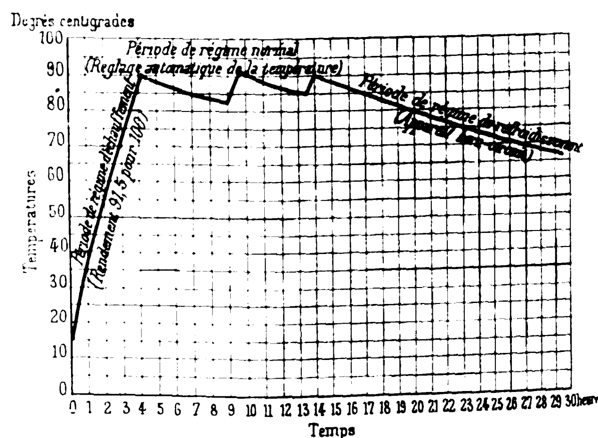


Fig. 227. — Courbes représentant la variation de la température en fonction du temps dans un chauffe-eau par accumulation. (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

Sur la courbe de la figure 228 sont données d'utiles indications sur la relation existant entre la puissance absorbée par l'appareil étudié et la durée de service

nécessaire pour élever de 75° C la température des quantités d'eau données.

On pouvait remarquer, dans ce même ordre d'idées. la salle de bain exposée par les Etablissements Ch. Mildé fils et Cie, qui construisent plusieurs modèles de chauffe-bains, basés sur le même principe que les chauffe-eau par accumulation. Tous ces appareils sont

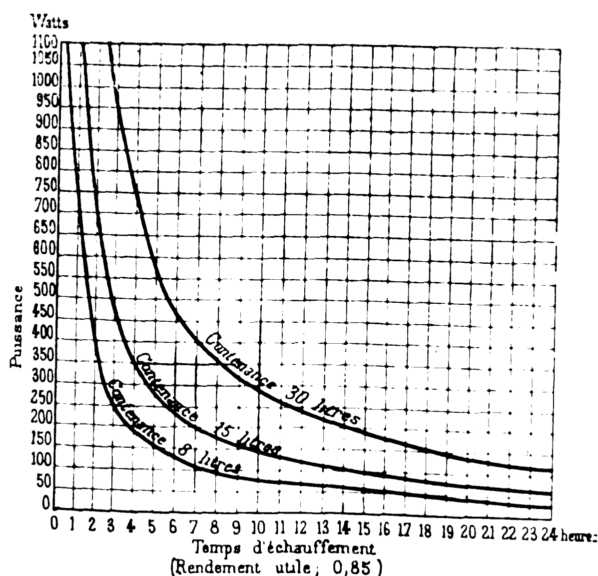


Fig. 228. — Courbes représentant la variation de la puissance absorbée par un chauffe-eau par accumulation en fonction de la durée du régime. (Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

munis d'un interrupteur thermostatique. Ajoutons que dans ce même stand étaient aussi présentés des chauffe-eau destinés à des usages divers.

VI. Appareils d'utilisation diverse. — La machine à faire le café à grand débit, représentée sur la figure 229, exposée dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité, comporte comme organe essentiel deux électrodes concentriques entre lesquelles passe l'eau; son débit est réglé pour que sa température atteigne 100° C. Cette eau chaude est dirigé ensuite dans un filtre où est placé le café moulu. La préparation de deux tasses de café dure trente secondes et entraine une dépense d'énergie de 40 w-h environ.

Dans ce même stand, nous mentionnerons un modèle de chauffe-colle (fig. 230) et un stérilisateur pour appareils de chirurgie. Les corps de chauffe du premier appareil sont constitués par des cylindres en stéatite sur lesquels est enroulé le fil et qui sont logés dans des tubes. On peut obtenir deux allures de chauffe : l'une correspondant à l'ébullition et l'autre permettant de maintenir l'eau à une température voisine de celle de l'ébullition.

Tels sont quelques-uns des modèles d'appareils présentés au public, à l'occasion de l'Exposition de Phy-

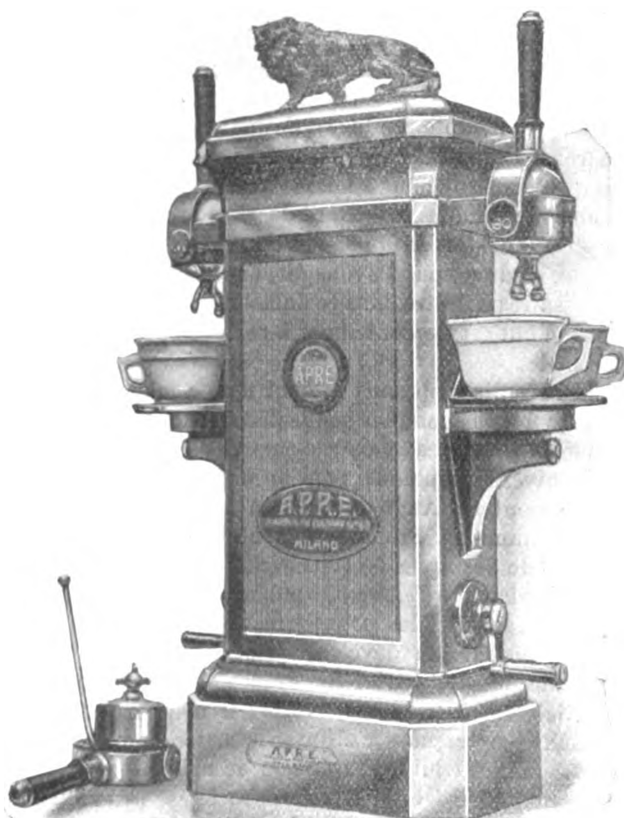


Fig. 229. — Vue d'une machine à faire le café, à grand débit.

sique et de T. S. F., ce qui lui a permis de se rendre compte de tout ce qui peut être réalisé dans ce domaine

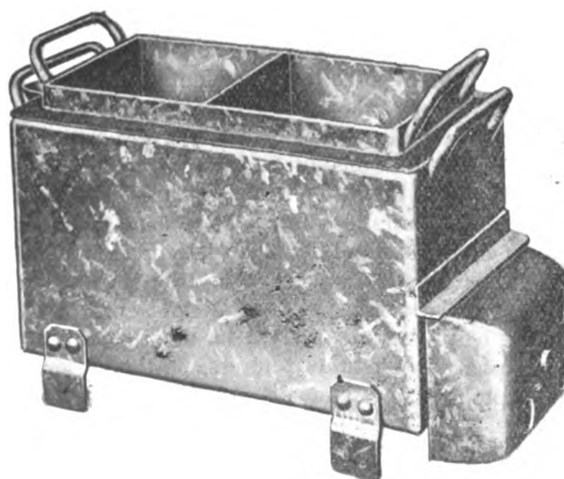


Fig. 230. — Vue d'un chauffe-colle (Lemercier).

des applications de l'électricité et de tout le parti que l'on peut tirer de cette forme de l'énergie. Nous n'avons,

bien entendu, mentionné dans la nomenclature qui précède que les modèles les plus récents, sans insister peut-être suffisamment sur certaines applications telles que les moteurs-pompes, les ventilateurs, les machines à coudre, etc., applications mécaniques de l'électricité auxquelles nous avons fait allusion en plusieurs passage de ce compte rendu (¹). Ce que nous avons surtout cherché à mettre en évidence ici, conformément à l'impression que nous a laissée la visite des stands mentionnés, c'est que l'on a fait de réels progrès dans les applications domestiques de l'électricité, en France. Il existe, comme nous l'avons dit, une organisation, plus nécessaire peut-être dans ce domaine que dans d'autres, dont le but est de contribuer à ce développement avec méthode.

Les résultats obtenus et dont nous venons de montrer quelques exemples sont satisfaisants et ne peuvent qu'encourager les constructeurs dans la voie qu'ils poursuivent. Signalons, pour terminer, qu'à l'étranger, notamment en Angleterre et en Amérique, on s'est ému, comme en France, du nombre restreint d'applications domestiques de l'électricité. Toutefois, en 1922, l'« Electrician » (²) pouvait publier les résultats d'une enquête faite sur les progrès réalisés dans ce domaine et enregistrer un développement sensible de cette branche de l'industrie. En France, les constructeurs ont fait les efforts nécessaires; il n'appartient plus qu'aux commerçants à diffuser le matériel en question et au public à lui réserver bon accueil, ce qui lui est d'autant plus facile que les sociétés productrices d'énergie électrique en favorisent l'emploi.

VI. Appareillage destiné aux applications domestiques de l'électricité. — Il ne suffit pas de mettre à la disposition du public des appareils remplissant les conditions imposées et satisfaisant à celles qu'il exige. Il faut encore prévoir des appareils de commande et de protection convenables, les premiers devant être de manœuvre facile, et les seconds, de fonctionnement sûr. Il est évident qu'un très grand nombre d'appareils d'usage courant dans les applications industrielles de l'électricité peuvent être employés dans les installations qui nous occupent ici. Toutefois, nous devons mentionner des appareils spécialement destinés aux applications domestiques, qui étaient exposés dans le stand de la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité. Nous voulons parler de divers types de disjoncteurs créés par M. A. Guy, ingénieur civil. La modification apportée aux appareils existants intéresse particulièrement l'interrupteur proprement dit. Au lieu de prévoir le contact par pression du balai mobile sur le plot fixe, comme dans les disjoncteurs ordinaires, M. A. Guy adopte le contact de l'interrupteur à couteau, pris entre deux mâchoires. Il y aurait un grave inconvénient dans l'emploi de ce système de contact pour les disjoncteurs, inconvénient résultant de l'importance du travail nécessaire pour assurer l'ouverture de l'interrupteur par déclanchement automatique. M. Guy y remédie en rendant les mâchoires mobiles. Si au moment de leur mise en service les mâchoires sont écartées l'une de l'autre d'une fraction de millimètre, le couteau dégagé de leur étreinte n'offre plus aucune résistance de frottement. Il suffit donc de prévoir un électroaimant destiné à commander le mouvement d'écartement des mâchoires. Tel est le principe sur lequel sont basés les divers appareils créés par M. Guy, parmi lesquels nous signalerons d'abord le conjoncteur-disjoncteur dont la disposition schématique est représentée sur la figure 231. Il se compose de deux électroaimants, l'un,

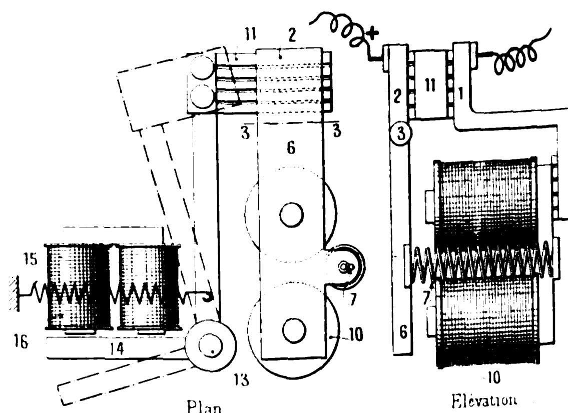


Fig. 231. — Vue schématique du conjoncteur-disjoncteur, à mâchoires mobiles, créé par M. A. Guy.

10, agit sur l'armature mobile 6, pivotant autour de son axe 3 et qui commande le mouvement latéral des mâchoires; l'autre 15 assure le mouvement du couteau. Les applications de ce dispositif sont très nombreuses. Commandé par un pyromètre par exemple, cet appareil devient le thermorégulateur dont sont munis les appareils destinés à chauffer l'eau.

Le pyromètre créé par M. Guy est constitué par un tube de zinc (fig. 232), fermé à son extrémité 4, et qui sera plongé dans le milieu dont on veut contrôler la température. Au milieu du tube est logée une lame d'acier, ou d'invar, 6, dont une extrémité 4 est fixée au fond du tube, et l'autre émerge en dehors du tube de quelques centimètres. Elle est maintenue par une béquille 9 pouvant pivoter autour d'un axe 10. Les contacts électriques 13 et 13′ sont fixés sur une lame ressort 16. Les positions de la barre d'acier varient par rapport aux contacts fixes avec la température du milieu dans lequel est placé le tube de zinc. Il est facile de se rendre compte que l'extrémité 4 de la lame suit les déplacements du

(¹) L'Electricité à l'Exposition et de T. S. F., Chapitre III. Appareillage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. xv, p. 301-303. Chapitre IX. Moteurs électriques. *Revue générale de l'Electricité*. 5 avril 1924, t. xv, p. 589-591.

(²) Progrès récents dans les applications de l'électricité. *Electrician*, 31 mars 1922. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 11 novembre 1922, t. xii, p. 743-744.

fond du tube, résultant de sa dilatation ou de sa contraction.

Ce même dispositif peut servir au réglage de la tension, de l'intensité du courant, etc. Il suffit de prévoir, pour la commande du circuit des électroaimants du

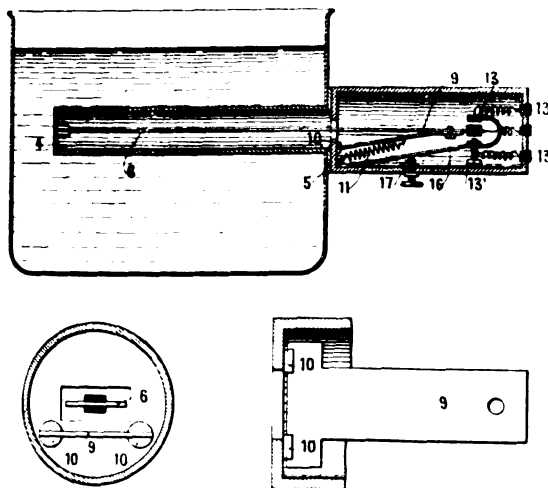


Fig. 232. — Vue schématique du pyromètre destiné à commander le conjoncteur-disjoncteur, créé par M. A. Guy.

conjoncteur-disjoncteur, l'appareil de mesure convenable.

Dans ce même ordre d'idées, nous mentionnerons le limiteur de courant également créé par M. A. Guy. Son principe est tout différent du précédent. Il est formé d'un cliquet muni d'un ergot 2 (fig. 233) qui maintient bandé le ressort 3. Le contact est assuré en 5 et 6 par la lamelle 4. Le cliquet, organe essentiel du dispositif, est soudé au fond de l'appareil à protéger contre une élévation anormale de la température. L'alliage qui compose la soudure est fusible à une température déterminée, voisine de 105°C pour les bouilloires et de 200°C pour les fers à repasser. Lorsque cette température de

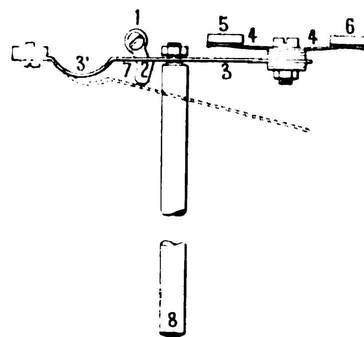


Fig. 233. — Vue schématique du limiteur de courant; créé par M. A. Guy.

fusion est atteinte, le ressort n'est plus maintenu par l'ergot et prend sa position de repos, d'où rupture du circuit en 5 et 6. L'appareil ne peut être remis en route que lorsque l'alliage de la soudure s'est solidifié.

(*A suivre.*)

A. Curchod.
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

Calcul des poteaux en bois au point de vue mécanique

En admettant uniformément la valeur de 7 millimètres par mètre pour le fruit des poteaux en bois, l'auteur a calculé l'effort utile au sommet pour des poteaux simples et des poteaux jumelés et pour les coefficients de sécurité 3 et 5. Les résultats sont consignés dans 4 tableaux se rapportant à des poteaux de 9 à 20 mètres de hauteur et de 20 à 35 centimètres de diamètre à l'encastrement. Les calculs sont conformes au cahier des charges de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Nous donnons ici les tableaux des efforts utiles au sommet pour les poteaux en bois destinés à supporter les lignes électriques.

Nous avons conduit le calcul en nous inspirant du Cahier des Charges type, adopté par l'Union des Syndicats de l'Electricité, le 7 février 1923 [1].

Après avoir relevé les dimensions des poteaux dans de nombreuses fournitures, nous avons observé que le fruit courant [2] était de 0,007 m : m, valeur qui est d'ailleurs choisie dans le calcul type du cahier des charges. Quand ce fruit est dépassé et que le poteau est

(1) *Revue générale de l'Electricité* 27 octobre 1923, t. XIV, p. 630-634.

(2) Ainsi qu'il est d'usage, en France, l'auteur appelle fruit d'un poteau le rapport

$$\frac{\text{diamètre à l'encastrement} - \text{diamètre au sommet}}{\text{longueur du poteau hors du sol}} \qquad (1)$$

C'est d'ailleurs cette définition qui est adoptée dans l'exemple de calcul constituant l'annexe II au cahier des charges pour la fourniture des poteaux en bois, établi par l'Union des Syndicats de l'Electricité et publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 27 octobre 1923, t. XIX, p. 630 à 634.

Il nous paraît utile de faire observer que cette définition peut prêter à confusion lorsqu'on la rapproche de celle du fruit d'un mur. Le fruit d'un mur est, en effet, défini comme étant la tangente de l'angle formé avec la verticale par l'une des faces de ce mur. Comme on cherche généralement à planter un poteau de manière que son axe soit vertical, on pourrait être conduit, par analogie, à penser que le fruit d'un poteau est donné par le rapport de la différence de ses *rayons* à la base et au sommet à sa longueur ; on trouverait ainsi une valeur moitié moindre que celle qui est donnée par la définition rappelée plus haut.

Signalons également que, pour éviter toute ambiguïté,

très conique, l'effort du vent est moindre, toutes choses égales d'ailleurs, et la sécurité en est augmentée.

Nous avons donc basé nos calculs sur un fruit uniforme de 0,007 m : m, ce qui simplifie les opérations, sans donner d'erreur appréciable.

Il aurait été fastidieux de recommencer le calcul type pour chaque poteau de diamètre et de hauteur différents, mais un artifice de calcul a permis d'effectuer ce travail en série.

En effet, soient :

f, le fruit, de 0,007 m : m ;

D, le diamètre à l'encastrement, en mètres ;

d, le diamètre au sommet, $d = D - hf$, h étant la hauteur du poteau hors sol, en mètres.

L'effort du vent V sur le poteau sera donc, pour un vent exerçant une pression de 72 kg : m² (condition de l'arrêté technique) sur la surface diamétrale

$$V = \frac{d + D}{2} \times h \times 72 = \frac{2D - hf}{2} \times h \times 72$$

$$= \left(D - \frac{hf}{2}\right) \times h \times 72 \text{ kg}.$$

Cet effort s'applique au centre de gravité du trapèze qui a pour hauteur au-dessus du sol

$$b = \frac{h}{3}\,\frac{D + 2d}{D + d} = \frac{h}{3} \times \frac{3D - 2hf}{2D - hf};$$

le moment M_v dû à l'effort du vent à la section d'encastrement est égal à

$$\left[D - \frac{hf}{2}\right] h \times 72 \times \frac{h}{3} \times \frac{3D - 2hf}{2D - hf}$$

$$= 36Dh^2 - \frac{h^3}{3} f \times 72.$$

En remplaçant f par 0,007, on a

$$M_v = 36Dh^2 - h^3 \times 0{,}168 \text{ mètres-kilogrammes}.$$

Nous avons réduit de cette façon, le jeu des variables à plus de simplicité. Reportons-nous à l'exemple du cahier des charges : $D = 0{,}22$ m, $d = 0{,}16$ m, $h = 8{,}40$ m.

Le moment dû au vent est, d'après notre calcul, $M_v = 36 \times 0{,}22 \times \overline{8{,}40}^2 - \overline{8{,}40}^3 \times 0{,}168 = 459$ m-kg et, d'après le cahier des charges, 457 m-kg.

L'approximation est de 0,5 pour 100 environ, ce qui est largement suffisant dans ce genre de calculs, le dia-

l'Association suisse des Electriciens (*Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, janvier 1923, t. XIV, p. 15) appelle le rapport (1) : « relative Durchmesserabnahme » ou « Verjungungsverhältnis », ce que l'on peut traduire par « diminution relative de diamètre » ou « coefficient de réduction ». En Allemagne, on emploie l'expression « Zuhname des Mastdurchmessers je meter » (Elektrotechnische Zeitschrift, 27 mai 1920, t. XLI, p. 405) que l'on peut traduire par « accroissement du diamètre du poteau, par mètre. » — *Note de la Rédaction.*

TABLEAU I. — *Produits* $\frac{rI}{V}$, *en centimètres-kilogrammes.*

	DIAMÈTRE À L'ENCASTREMENT, EN CENTIMÈTRES															
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Poteau simple $r = 180$ kg : cm²	141 340	163 620	188 160	215 010	244 290	276 110	310 590	347 810	387 930	430 990	477 120	526 430	579 050	635 050	694 570	757 670
Poteau simple $r = 110$ kg : cm²	86 394	100 010	114 990	131 390	149 280	168 740	189 800	212 550	237 070	263 380	291 580	321 710	353 860	388 090	424 450	463 020
Poteau jumelé $r = 180$ kg : cm²	424 020	490 860	564 450	645 030	732 870	828 330	931 770	1 043 430	1 163 790	1 292 970	1 431 360	1 579 290	1 737 150	1 905 150	2 083 710	2 273 010
Poteau jumelé $r = 110$ kg : cm²	259 082	300 030	344 970	394 170	447 840	506 220	569 400	637 650	711 210	790 140	874 740	965 130	1 061 580	1 164 270	1 273 350	1 389 060

TABLEAU II. — *Moment fléchissant, en centimètres-kilogrammes, disponible à l'encastrement (moment dû au vent exerçant une pression de 72 kg : m² déduit) et effort au sommet correspondant, en kilogrammes.*

Poteaux simples : Coefficient de sécurité 3.

HAUTEUR TOTALE EN MÈTRES	HAUTEUR HORS SOL EN MÈTRES	DIAMÈTRE A L'ENCASTREMENT, EN CENTIMÈTRES															
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
9	7,5	106 460 142	126 720 169	149 230 199													
10	8,4	100 488 119	120 228 143	142 228 169	166 538 197	193 278 230											
11	9,3	92 290 99	111 410 119	132 850 143	156 570 167	182 720 195	211 420 226	242 780 260	276 850 297								
12	10,2		102 800 100	123 590 120	146 700 143	172 230 168	200 410 196	231 050 226	264 640 259	300 960 294							
13	11,1		93 460 84	113 560 102	137 780 123	160 860 144	188 180 169	218 260 196	250 980 225	286 700 258	327 760 294						
14	12			103 090 86	124 840 103	148 920 123	175 540 146	204 810 170	236 840 197	271 760 226	309 620 257	350 650 292					
15	12,9				113 270 87	136 550 105	162 470 126	190 850 147	222 070 172	256 290 198	293 350 227	333 480 258	376 790 291				
16	13,8					123 840 89	148 860 107	176 540 127	206 860 149	240 080 174	276 340 200	315 570 228	357 980 259	403 800 292			
17	14,7						135 070 92	161 750 110	191 070 1[illegible]0	223 490 151	258 750 175	297 180 202	338 790 230	383 510 261			
18	15,6						120 890 77	146 670 94	175 0[illegible]0 112	206 410 13[illegible]	240 770 154	278 100 178	318 610 204	362 530 232	409 730 262		
19	16,5							131 260 79	158 580 96	188 900 114	222 260 134	258 590 156	298 000 180	340 92[illegible] [illegible]06	387 120 234	436 740 264	
20	17,4								142 110 81	171 330 98	203 490 116	238 720 136	277 130 159	318 850 182	363 950 210	412 570 236	464 770 266

TABLEAU III. — *Moment fléchissant, en centimètres-kilogrammes, disponible à l'encastrement (moment dû au vent exerçant une pression de 72 kg : m² déduit) et effort au sommet correspondant, en kilogrammes.*

Poteaux simples : Coefficient de sécurité 5.

HAUTEUR TOTALE EN MÈTRES	HAUTEUR HORS SOL EN MÈTRES	DIAMÈTRE A L'ENCASTREMENT, EN CENTIMÈTRES															
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
9	7.5	51 514 68,5	63 110 84	76 060 101													
10	8.4	45 542 54	56 618 67.5	69 058 82	82 918 98.6	98 268 116											
11	9.3	37 344 40	47 800 51	59 680 64	72 950 78	87 710 93	104 050 112	121 990 130	141 590 152								
12	10.2		39 190 38	50 420 49	63 080 62	77 220 75,5	93 040 91	110 260 108	129 380 126	150 100 147							
13	11.1		29 850 27	40 390 36	54 160 49	65 850 59	80 810 73	97 470 87,5	115 720 103	135 840 121	160 150 144						
14	12			29 920 25	41 220 34	53 910 45	68 170 57	84 030 70	101 580 84	120 900 100	142 010 118	165 110 137					
15	12.9				29 650 23	41 540 32	55 101 42	70 060 54	86 810 66	105 430 81	125 740 97	147 940 114	172 070 133				
16	13.8					28 830 21	41 490 30	55 750 41	71 600 52	89 220 65	108 730 78	130 030 94	153 260 111	178 610 129			
17	14.7						27 700 18	40 960 27	55 810 38	72 630 49	91 140 62	111 640 75	134 070 91	158 320 107			
18	15,6						13 520 8	25 880 16	39 830 25	55 550 35	73 160 47	92 560 59	113 890 72	137 340 88	162 770 104		
19	16,5							10 470 6	23 320 14	38 040 23	54 650 33	73 050 44	93 280 56	115 730 70	140 160 85	166 620 100	
20	17,4								6 850 4	20 470 11	35 880 20	53 180 30	72 410 41	93 660 52	116 990 66	142 450 82	170 120 98

TABLEAU IV. — *Moment fléchissant, en centimètres-kilogrammes, disponible à l'encastrement (moment dû au vent exerçant une pression de 72 kg : cm² déduit) et effort au sommet correspondant, en kilogrammes.*

Poteaux jumelés : Coefficient de sécurité 3.

HAUTEUR TOTALE EN MÈTRES	HAUTEUR HORS SOL EN MÈTRES	DIAMÈTRE À L'ENCASTREMENT, EN CENTIMÈTRES															
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
9	7,5	389 140 518	453 960 604	525 550 700													
10	8,4	383 168 456	447 468 531	518 548 616	596 568 710	681 858 811											
11	9,3	374 970 402	438 650 471	509 170 546	589 590 632	671 300 721	763 640 820	863 960 918	972 470 1 040								
12	10,2		430 040 421	499 910 488	576 720 566	660 810 647	752 630 737	872 230 855	960 260 940	1 076 830 1 050							
13	11,1		420 700 378	489 880 440	567 800 511	619 440 584	740 400 666	839 440 757	916 600 854	1 062 560 958	1 189 740 1 060						
14	12			479 410 398	554 860 461	637 500 531	727 760 606	826 000 689	932 460 776	1 047 620 872	1 171 600 976	1 301 890 1 084					
15	12,9				543 290 411	625 130 485	714 690 554	812 030 630	917 690 711	1 032 150 800	1 155 330 895	1 287 720 995	1 429 650 1 104				
16	13,8					612 420 443	701 080 508	797 720 577	902 480 654	1 015 940 736	1 138 320 825	1 269 810 920	1 410 840 1 020	1 561 900 1 130			
17	14,7						687 290 468	782 930 532	886 690 604	999 350 679	1 120 730 761	1 251 420 850	1 391 650 947	1 541 610 1 050			
18	15,6						673 110 431	767 840 492	870 710 558	982 270 630	1 102 750 707	1 232 540 790	1 371 470 878	1 520 630 974	1 679 830 1 077		
19	16,5							752 440 456	854 200 517	964 760 583	1 084 240 656	1 212 830 735	1 350 860 818	1 499 020 908	1 657 220 1 000	1 825 880 1 105	
20	17,4								837 730 481	947 190 545	1 065 470 611	1 192 960 684	1 329 990 764	1 476 950 847	1 634 050 937	1 801 710 1 034	1 980 110 1 137

Tableau V. — *Moment fléchissant, en centimètres-kilogrammes, disponible à l'encastrement (moment dû au vent exerçant une pression de 72 kg : m² déduit) et effort au sommet correspondant, en kilogrammes.*

Poteaux jumelés : Coefficient de sécurité 5.

Hauteur totale en mètres	Hauteur hors sol en mètres	Diamètre à l'encastrement, en centimètres															
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
9	7,5	224 202 299	263 130 350	306 040 408													
10	8,4	218 230 260	256 638 304	301 038 358	345 698 410	396 828 470											
11	9,3	210 032 216	247 820 266	289 660 310	335 730 360	386 270 415	441 530 475	501 590 540	566 690 610								
12	10,2		239 210 234	280 400 274	325 860 318	375 780 368	430 520 420	489 860 480	554 480 543	624 240 610							
13	11,1		229 870 206	270 370 243	316 940 284	364 410 328	418 290 376	477 070 430	540 820 486	609 980 548	686 910 620						
14	12			259 900 216	304 000 253	352 470 293	405 650 338	463 630 384	526 680 429	595 040 495	668 770 557	748 270 622					
15	12,9				292 430 226	340 100 263	392 580 304	449 660 348	511 910 396	579 570 418	652 500 505	731 100 566	815 490 631				
16	13,8					327 390 237	378 970 274	435 350 315	496 700 360	563 360 408	635 490 460	713 190 515	796 680 576	886 330 642			
17	14,7						365 180 248	420 560 286	480 910 326	546 770 372	617 900 420	694 800 471	777 490 526	866 040 590			
18	15,6						351 000 225	405 480 260	464 930 297	529 690 338	599 920 384	675 720 432	757 310 486	845 060 541	938 950 602		
19	16,5							390 070 236	448 420 272	512 180 310	581 410 352	656 210 398	736 700 447	823 450 498	916 340 556	1015 520 612	
20	17,4								431 950 248	494 610 284	562 640 323	636 340 376	715 830 411	801 380 461	893 170 512	991 350 570	1096 160 626

mètre des poteaux étant loin d'être déterminé avec une précision aussi grande.

Nous remarquons aussi que, dans le calcul type du cahier des charges, le fruit est de $\frac{0,22 - 0,16}{8,40} =$ 0,00715 m : m; ce fruit est d'ailleurs aussi théorique que les diamètres à la base et au sommet.

Dans le cas où l'on voudrait baser les calculs sur des fruits différents, nous donnons ici les coefficients du terme en h^3 pour diverses valeurs de

f	Coefficient
0,006	0,144
0,007	0,168
0,008	0,192

Nous avons calculé, par logarithmes, les deux termes du moment dû au vent, ainsi que les modules d'inertie axiale rI de la section d'encastrement pour différents diamètres; les différences nous ont donné les moments disponibles à l'encastrement et le quotient de ces différences par les hauteurs hors sol correspondantes, les efforts disponibles au sommet. Nous avons conservé les taux de travail moyen du cahier des charges

180 kg : cm² pour le coefficient de sécurité 3;
110 kg : cm² pour le coefficient de sécurité 5.

Pour les poteaux jumelés, nous avons adopté le même effort du vent que pour un poteau simple et comme module $\frac{rI}{V}$, le triple de celui qui correspondrait à un poteau simple. Voir tableau I ci-contre.

En prenant, pour les hauteurs types et pour les diamètres correspondants, les valeurs habituellement rencontrées dans la pratique, nous avons établi les tableaux suivants :

Tableau II, moments disponibles à l'encastrement et effort au sommet correspondant pour poteau simple, coefficient de sécurité 3.

Tableau III, pour poteau simple, coefficient de sécurité 5.

Tableau IV, pour deux poteaux jumelés, coefficient de sécurité 3.

Tableau V, pour deux poteaux jumelés, coefficient de sécurité 5.

On a admis que les poteaux jumelés avaient le même diamètre à l'encastrement pour le support et pour la jumelle.

Observation. — Les calculs ont été faits à l'aide de la table de logarithmes à cinq décimales et les efforts au sommet ont été calculés à la règle.

Pour les poteaux contrefichés, nous n'avons pas cru devoir dresser de tableau, leur emploi étant imposé par le fait que le poteau jumelé est insuffisant pour l'effort envisagé; il faut donc calculer chaque cas particulier.

P. Burdin,
Ingénieur I. D. N.
Établissements Messmer-Malicet-Lhuillier.

Revues, analyses et informations

Les efforts de court-circuit dans les transformateurs [1].

La question des efforts qui s'exercent dans les transformateurs lors des courts-circuits a été traitée tout récemment dans cette revue [2]. Les lecteurs trouveront dans l'analyse suivante l'exposé d'une méthode générale de résolution du problème de la détermination de ces efforts dans les différents cas qui peuvent se présenter; mais, afin de ne pas donner à cette analyse une ampleur démesurée, on s'est abstenu de reproduire tous les développements mathématiques, et on s'est borné souvent à n'en donner que les résultats.

I. Généralités. — Les nécessités du calage mécanique des bobines de transformateurs et de leur isolement électrique posent au constructeur des conditions qui s'excluent et des problèmes de fabrication qui ne se résolvent que par des compromis, ainsi que le montre l'auteur par les remarques suivantes. En effet, si on considère le rôle de l'huile dans les transformateurs, on observe qu'elle constitue le seul diélectrique susceptible d'assurer la meilleure protection contre les surtensions, car elle agit non seulement par ses qualités de rigidité électrostatique et d'isolement, mais encore par sa mobilité. Car la fluidité de l'huile, qui lui permet de se renouveler incessamment en tous les points qu'elle baigne, intervient efficacement dans les régions sujettes aux surtensions, comme les spires extrêmes, où les effluves, par leur action lente mais répétée, accumuleraient leurs effets s'ils agissaient sur un isolant solide.

Ajoutons encore, à l'énumération des avantages de l'emploi de l'huile comme isolant dans les transformateurs, que les coups de feu y déterminent des troubles moins graves et des interruptions de service de moindre durée qu'avec tout autre diélectrique.

Or c'est précisément aux points les plus menacés par les surtensions que se produisent, ainsi qu'on le démontrera plus particulièrement au cours de cette étude, les efforts mécaniques les plus considérables, quand le transformateur subit les à-coups accidentels des courts-circuits. En sorte que c'est dans ces parties où il ne faudrait que de l'huile qu'il est besoin d'accumuler le plus possible de dispositifs mécaniques de calage, afin d'empêcher les enroulements de

(1) J. Biermanns. *Bulletin Association suisse des Electriciens*, avril et mai 1923, t. xiv, p. 212-225 et 245-264, 7 000 mots, 20 fig.

(2) Robert Marchand : De la construction moderne des transformateurs de grande puissance. *Revue générale de l'Electricité*, 23 et 30 juillet 1923, t. xiii, p. 1043-1050 et 1079-088,

P. Bunet; Sur les prises de courant de réglage des transformateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 7 juillet 1923, t. xiv, p 17-27.

se déformer et de se détériorer sous l'influence des efforts et des chocs très importants auxquels ils sont exposés. Ces quelques considérations mettent donc en relief l'importance, pour le constructeur, de l'étude, en grandeur et direction, des efforts qui s'exercent sur les enroulements dans le cas de court-circuit, qui est le seul cas que l'on envisagera dans ce travail, puisqu'il correspond aux efforts maxima qui peuvent se produire.

Parmi les tendances actuelles de la construction des transformateurs, il en est une, cependant, dont la nature concilie les exigences d'une bonne rigidité diélectrique avec celles de la résistance mécanique aux efforts accidentels : c'est l'obtention d'une grande chute de tension inductive, condition que recherche, pour d'autres motifs, la technique moderne des très hautes tensions. Une grande chute de tension inductive exige, en effet, si l'on veut maintenir un rapport convenable entre les poids de fer et de cuivre du transformateur, d'assez grands écartements entre les enroulements, ce qui améliore l'isolement. Par ailleurs, une grande chute de tension limite favorablement le courant de court-circuit et, par conséquent, l'effort qui en résulte. Dans cet ordre d'idée, on est arrivé à réaliser des chutes de tensions de 10 pour 100 pour les transformateurs de grande puissance après avoir appris à surmonter l'inconvénient moindre résultant des difficultés de la régulation dans ces conditions.

La théorie des efforts de court-circuit n'est pas encore très développée. Les formules qu'on en donne sont parfois discutables et leur emploi est limité au calcul de la composante de la force supportée par l'enroulement lui-même, ce qui n'intéresse que secondairement. Par contre, on néglige les efforts de glissement qui s'exercent sur le dispositif de calage, en donnant pour raison que ces efforts disparaissent lorsque la symétrie des enroulements est réalisée. Mais cette symétrie n'est pas obtenue parfaitement en pratique. D'ailleurs, le court-circuit accidentel d'un certain nombre de spires d'une bobine crée précisément une dyssymétrie au moment de l'accident et il est intéressant de déterminer quels efforts s'exercent dans ce cas particulier.

L'analyse qui va suivre s'efforce de déterminer les différentes composantes dues aux efforts de court-circuit. La résolution du problème et le besoin d'arriver à des formules simples ont nécessité des simplifications. Cependant, les résultats théoriques ainsi obtenus sont d'accord avec la réalité puisqu'on a pu les contrôler à l'aide d'essais sur un transformateur de 10000 kv-A et qu'on ne les a trouvés que légèrement supérieurs aux efforts mesurés au cours des expériences.

II. Les équations fondamentales. — *Symboles.* — Au cours du présent travail, on désignera :

Par L, l'inductance de fuites du transformateur considéré;

Par i, la valeur instantanée du courant de court-circuit pour lequel on calcule l'effort ;

Par P, l'effort dû au courant i :

Par f, un déplacement de l'enroulement sous l'influence de l'effort, en direction de l'une des composantes quelconque de cet effort par conséquent.

La formule donnant l'inductance de fuites L d'un transformateur en fonction des données constructives de ce dernier permet, par un procédé très simple, comme on le verra plus loin, de passer à la formule de l'effort mécanique $P = \varphi(i)$ dû au court-circuit. Comme, d'autre part, le courant de court-circuit qui nous intéresse dépend lui aussi de l'inductance de fuites, c'est la détermination de celle-ci qui va tout d'abord être exposée.

Pour tout déplacement $\mathrm{d}f$ de l'enroulement dans la direction de la composante P_f de l'effort de court-circuit, l'inductance de fuites dépend de $\mathrm{d}L$, et l'énergie magnétique emmagasinée dans le champ de fuites s'accroît de $\frac{1}{2}\,\mathrm{d}\,(Li^2)$ ou de $\frac{1}{2}(i^2\,\mathrm{d}L)$ puisque i ne varie pas de façon notable quand le petit déplacement $\mathrm{d}f$ s'effectue. D'autre part, le travail mécanique fourni par l'enroulement dans son mouvemnnt est $\frac{1}{2}\,P_f\,\mathrm{d}f$ et on a

$$\frac{1}{2}\,P_f\,\mathrm{d}f = \frac{1}{2}\,i^2\mathrm{d}L; \quad \text{d'où} \quad P_f = L^2\,i^2\,\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}f}. \qquad (1)$$

La valeur de la composante P_f de l'effort de court-circuit dans une direction f quelconque est donc égale au produit de i^2 par la dérivée par rapport à f de l'expression de l'inductance de fuite. Les formules qui seront établies dans la suite pour P_f donneront donc non seulement la grandeur, mais le *sens* de l'effort dans la direction f considérée.

Recherche d'une expression de l'inductance L. — Considérons la disposition du transformateur à enroulements concentriques de la figure 1.

Il sera ensuite possible de passer des formules établies

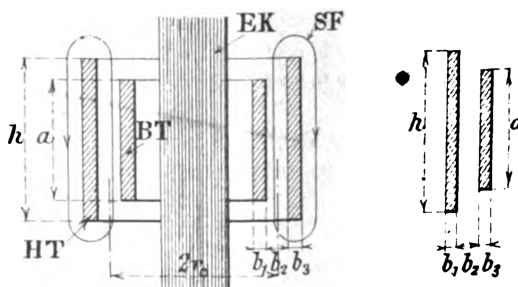


Fig. 1. — Trajet des lignes de force du flux magnétique de fuite d'un transformateur à enroulements concentriques simples. — EK, noyau de fer; HT, bobine à haute tension; BT, bobine à basse tension; SF, flux de fuite.

Fig. 2. — Section droite des deux enroulements de la figure 1, supposés rectifiés. — Longueur de chaque enroulement rectifié: $\lambda_0 = 2\pi r_0$.

pour cet exemple typique aux formules relatives aux autres modes usités de construction des enroulements.

Soient : a, la hauteur axiale de l'enroulement à basse tension ;

h, la hauteur axiale de l'enroulement à haute tension ;

r, le rayon moyen de l'espace annulaire entre les enroulements;

α_0, la longueur moyenne d'une spire;

b_1, l'épaisseur radiale de l'enroulement à basse tension;

b_2, l'épaisseur radiale de l'espace annulaire ;

b_3, l'épaisseur radiale de l'enroulement à haute tension;

zi, les ampères-tours de chacun des enroulements;

z, le nombre de spires d'une des bobines.

Les lignes de force magnétiques de fuite ont le parcours indiqué sur la figure; elles sont situées tout entières dans l'air ou l'huile, et ne sont pour ainsi dire pas influencées par le fer du noyau. On peut donc ne pas tenir compte de la présence de ce dernier dans les calculs de dispersion. D'autre part, on négligera le courant magnétisant nécessaire à l'entretien du flux résultant sans commettre d'erreur

appréciable puisqu'on suppose le même nombre d'ampères-tours aux deux enroulements.

Remarquons, enfin, que la figuration relative dans l'espace des lignes de fuite par rapport aux bobines ne change pas si on suppose ces dernières fendues suivant une génératrice et développées suivant deux plans parallèles. L'erreur commise sera d'autant plus petite que le diamètre des spires sera plus grand par rapport à l'épaisseur de l'espace annulaire et à celle des enroulements.

Le calcul de l'inductance de fuite du transformateur de la figure 1 devient donc, après les simplifications précédentes, celui de la self-inductance de deux barres de longueur $\lambda_0 = 2\pi r_0$, égale à la longueur moyenne d'une spire; ces barres sont parcourues chacune par le courant zi et ont les dimensions et la position réciproque indiquées en figure 2.

La théorie de la dispersion nous permet d'assimiler ces deux conducteurs à deux conducteurs très minces, séparés par un intervalle isolant « réduit » en fonction des dimensions réelles et dont l'épaisseur serait

$$\delta = b_2 + \frac{b_1 + b_3}{3}. \qquad (2)$$

Représentons en figure 3 la nouvelle disposition équivalente aux deux enroulements primitifs et supposons, par

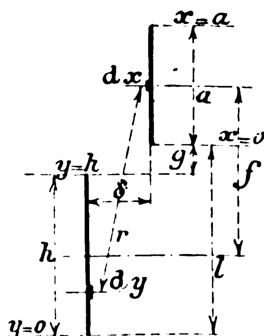


Fig. 3. — Les deux enroulements, séparés par la distance « réduite », δ sont supposés avoir subi un décalage f.

exemple, qu'un décalage axial f, exagéré sur la figure, s'est produit dans leur position relative.

N'importe quel élément de courant $iz\,\frac{dx}{a}$ de la barre de droite développe dans l'espace environnant un champ magnétique dont la valeur à une distance ρ est

$$\mathcal{H} = 2iz\,\frac{dx}{a\rho}.$$

La boucle constituée par l'élément dx considéré et un autre élément dy à la distance r sur la barre de gauche sera traversée par un flux ($\mu = 1$)

$$d\varphi = 2iz\,\frac{dx}{a}\int_0^r \frac{d\rho}{\rho} = 2iz\,\frac{\log_e r}{a}\,dx$$

et, pour toute la barre, le flux à travers la boucle sera

$$\varphi = \frac{2iz}{a}\int_0^a \log_e r\,dx.$$

En composant avec ce flux les courants élémentaires de la barre de gauche, nous obtenons l'énergie magnétique *mutuelle* des deux barres où circule le courant, ou encore, pour revenir au problème primitif, l'énergie mutuelle des deux enroulements en court-circuit, par unité de longueur de leur périmètre moyen

$$W_{1-2} = \frac{2i^2z^2}{ah}\int_0^a\int_0^h \log_e r\,dx\,dy, \qquad (3)$$

On obtient par un procédé semblable l'expression de l'énergie intrinsèque de *chacun* des circuits, soit

$$W_{1-1} = \frac{i^2z^2}{a^2}\int_0^a\int_0^a \log_e r\,dx\,dx', \qquad (4)$$

$$W_{2-2} = \frac{i^2z^2}{h^2}\int_0^h\int_0^h \log_e r\,dy\,dy', \qquad (5)$$

où dx et dx', dy et dy' désignent des éléments de la même barre, ce qui donne finalement pour expression de *l'énergie intrinsèque totale* du système des jeux de barre,

$$W = (W_{1-2} - W_{1-1} - W_{2-2})\,2\pi r_0. \qquad (6a)$$

Comme, d'autre part, on a également

$$W = \frac{1}{2}Li^2, \qquad (6b)$$

on obtient finalement l'inductance de fuite du transformateur, en henrys, si l'on pose

$$u_{1-2} = \frac{1}{ah}\int_0^a\int_0^h \log_e r\,dx\,dy,$$

$$u_{1-1} = \frac{1}{a^2}\int_0^a\int_0^a \log_e r\,dx\,dx',$$

$$u_{2-2} = \frac{1}{h^2}\int_0^h\int_0^h \log_e r\,dy\,dy',$$

d'où

$$L = 2.10^{-9}z^2\lambda_0\,[2u_{1-2} - u_{1-1} - u_{2-2}]. \qquad (7)$$

Expression de l'effort de court-circuit dans la direction considérée. — Cette expression se déduit des équations (1) et (7). On obtient

$$P_t = 4{,}08.10^{-8}\,i^2z^2\lambda_0\,\frac{du_{1-2}}{df}. \qquad (8)$$

III. Interprétation des équations générales précédentes en vue de divers cas pratiques. — La formule précédente de l'effort axial de court-circuit, établie pour un cas particulier choisi en vue de la simplification des calculs, s'applique aux formes suivantes de transformateurs, correspondant aux types les plus répandus.

Dans le cas d'enroulements en galettes superposées, usités pour les transformateurs à tension moyenne, on a la disposition de la figure 4.

La comparaison avec la figure 1 montre qu'il suffit de désigner, comme auparavant, par les mêmes symboles les dimensions de l'enroulement mesurées dans le même sens relatif par rapport au trajet des lignes de fuite, pour que les formules précédentes soient applicables.

La figure 5 représente un transformateur à galettes enchevêtrées et la figure 6, un transformateur à double enroulement concentrique. L'enroulement à basse tension de chacun de ces deux appareils est constitué par deux demi-bobines extrêmes.

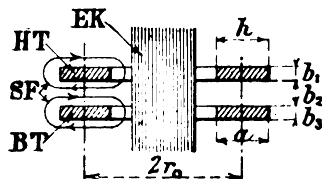


Fig. 4. — Transformateur à « galettes superposées ».

Afin d'appliquer les formules précédentes à ces dispositifs, on supposera, comme il est indiqué sur les figures, chaque galette à haute tension divisée en deux parties égales.

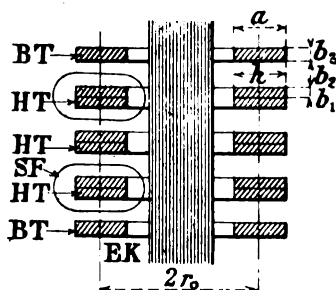


Fig. 5. — Transformateur à « galettes interposées ».

Chaque demi-bobine à basse tension extrême forme alors avec la demi-bobine à haute tension qui lui fait face un système avec flux de fuite, de même genre que celui de la figure 1 et auquel les mêmes formules peuvent être appliquées. Il y a autant de ces systèmes indépendants qu'il existe d'espaces annulaires isolants entre la haute et la basse tension.

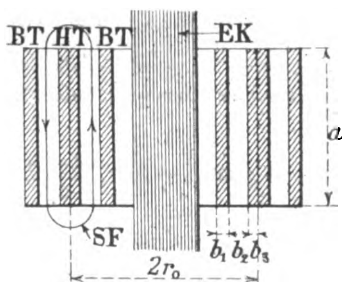


Fig. 6. — Transformateur à enroulement « double concentrique ». — EK, noyau de fer; HT, enroulement à haute tension; BT, enroulement à basse tension; FS, flux de dispersion. Ces figures montrent de quelle manière doivent être comptées les grandeurs a, h, b_1, b_2, b_3 dans chaque cas typique pour correspondre aux formules générales pour la détermination de l'effort de court-circuit.

Si ξ est le nombre d'espaces annulaires entre l'enroulement à haute et à basse tension, z le nombre de spires, les formules (7) et (8) deviennent

$$L = 4\pi 10^{-9} \frac{z^2}{\xi} r_0 \left[2 u_{1-2} - u_{1-1} - u_{2-2}\right], \qquad (9)$$

et

$$P_t = 8,16 \pi 10^{-8} \left(\frac{iz}{\xi}\right)^2 r_0 \frac{d u_{1-2}}{d f}. \qquad (10)$$

On remarquera que cette formule s'applique directement au calcul de l'effort sur les bobines extrêmes ayant chacune la moitié des ampères-tours totaux. Pour les bobines centrales que nous avons imaginées composées de deux demi-bobines, l'effort donné par (10) sera à multiplier par 2.

Calcul de i. — Pour déterminer l'intensité maximum, on se placera dans le cas le moins favorable : celui où les constantes du réseau seraient telles que la tension d'alimentation du transformateur ne soit pas abaissée du fait du court-circuit. Si V est cette tension et ω la fréquence, on a $i = \frac{V}{L\omega}$; en portant cette valeur dans (10) et en y remplaçant L par son expression tirée de (9), il vient

$$P_t = \frac{8,16 . 10^{10}}{16 \pi r_0} \left(\frac{V}{z\omega}\right)^2 \frac{\frac{d u_{1-2}}{d f}}{\left[2u_{1-2} - u_{1-1} - u_{2-2}\right]^2},$$

expression dans laquelle on peut effectuer les simplifications suivantes : $2\pi r_0$ est égal à la longueur de la spire moyenne λ_0; $\frac{\sqrt{2}\, V}{z\, \omega} 10^8$ est la valeur maximum du flux normal dans le noyau, donc égale au produit de l'induction maximum $\mathcal{B}$ par la section s de la colonne, d'où

$$P_t = 51 \left(\frac{\mathcal{B} s}{10\,000}\right)^2 \frac{\frac{d u_{1-2}}{d f}}{\lambda_0 \left[2 u_{1-2} - u_{1-1} - u_{2-2}\right]^2}. \qquad (11)$$

L'effort de court-circuit est donc absolument indépendant du nombre de galettes. Rappelons que les enroulements (ou bobines normales) situés entre les bobines extrêmes sont soumis à un effort deux fois plus grand que celui qui est tiré de la formule (11). Cette dernière, d'autre part, donne l'effort moyen efficace de court-circuit, dont la valeur instantanée, pour une fréquence de 50 p : s, oscille avec une période de 1/100 seconde entre zéro et une valeur maximum égale au double de la valeur efficace. L'étude de ces efforts pendulaires sur le dispositif de calage fera l'objet de l'un des chapitres suivants :

IV. Etude des efforts de court-circuit dans le cas d'une construction symétrique des enroulements. — *Remarques préliminaires.* — Si les formules précédemment établies se présentent sous une forme peu maniable [1], cela tient à ce qu'on y a fait entrer tous les termes correspondant aux cas les plus généraux. Mais, en pratique, certains de ces termes disparaissent ou deviennent négligeables, et les formules se simplifient.

[1] Le développement du terme de l'inductance de fuites $\frac{d u_{1-2}}{d f}$ tient toute une page, c'est pourquoi nous ne l'avons pas reproduit.

Quand les enroulements sont parfaitement symétriques, on a

$$a = h \quad \text{et} \quad f = 0.$$

En tenant compte de la simplification introduite par ces deux conditions, on obtient, après développement de $u_{1\,2}$,

$$L = 4\,10^{-9}\,\frac{z^2}{\xi}\,\frac{\lambda_0\delta}{h}\left[\frac{h}{\delta}\log_e\sqrt{\frac{h^2+\delta^2}{h^2}} + 2\,\text{arc tg}\,\frac{h}{\delta} - \frac{\delta}{h}\log_e\sqrt{\frac{h^2+\delta^2}{\delta^2}}\right]; \qquad (12)$$

pour obtenir l'expression de l'effort dans la direction δ perpendiculaire à la direction du flux de fuite, il suffit d'après (1) de calculer $\frac{dL}{d\delta}$ et on obtient

$$P_\delta = 8{,}16.10^{-8}\left(\frac{iz}{\xi}\right)^2\frac{\lambda_0}{h}\left[\text{arc tg}\,\frac{h}{\delta} - \frac{\delta}{h}\log_e\sqrt{\frac{h^2+\delta^2}{\delta^2}}\right]. \qquad (13)$$

alors que Rogowski est parvenu à l'expression

$$P_\delta = 4{,}08\,\pi\,10^{-8}\left(\frac{iz}{\xi}\right)^2\frac{\lambda_0}{h}\left[1 - \frac{2\delta + \frac{2}{3}(b_1 + b_2)}{\pi h}\right].$$

Mais on atteint une approximation suffisante en pratique par l'emploi de la formule simplifiée

$$P_\delta = 4{,}06\left(\frac{\mathcal{B}s}{10\,000}\right)^2\frac{h}{\lambda_0\delta^2}. \qquad (14)$$

L'examen de cette formule conduit aux résultats théoriques suivants :

1° Dans le cas d'un transformateur à galettes, les deux galettes extrêmes sont soumises à un effort de compression qui les applique contre la culasse et qui doit, par conséquent, être supporté par le calage. Les efforts de même nature qui s'exercent à la fois sur les deux faces des galettes intermédiaires s'annulent mutuellement. Ainsi qu'on le verra au cours des autres chapitres, si ces galettes accusent une dyssymétrie légère, il naît un effort qui tend à les recentrer par rapport à leurs voisines.

2° Dans le cas d'un transformateur à enroulements concentriques, l'effort de court-circuit pousse l'enroulement intérieur radialement vers le noyau contre lequel il doit donc être appuyé, tandis que l'enroulement extérieur subit un effort excentrique qui tend à l'arrondir à la façon d'une paroi de chaudière, et qui se traduit par une contrainte absorbée par le travail des fibres du métal dans le sens de la traction [1].

Si P est l'effort radial calculé, qui s'exerce sur la spire extérieure, l'effort tenseur P'_z par spire est donné par la formule

$$P'_z = \frac{P_\delta}{\pi z}. \qquad (15)$$

La formule de l'effort dans la direction h s'obtient de la même manière que dans la direction δ et on a finalement

$$P_h = -8{,}6.10^{-8}\left(\frac{iz}{\xi}\right)^2\frac{\lambda_0\delta}{h^2}\left[\text{arc tg}\,\frac{h}{\delta} - \frac{\delta}{h}\log_e\frac{h}{\delta}\right] \qquad (16)$$

qui devient, après simplification compatible avec la pratique,

$$P_h = -4{,}06\left(\frac{\mathcal{B}s}{10\,000}\right)^2\frac{1}{\lambda_0\delta}. \qquad (17)$$

Le signe — montre ici que l'effort, dans le sens de l'axe, tend à diminuer la dimension h, par conséquent à serrer les spires de chaque bobine les unes contre les autres. Ce résultat était d'ailleurs attendu. En effet, la dispersion croît quand la hauteur h diminue, et l'on sait que les efforts qui s'exercent sur un circuit mou et mobile tendent toujours à le déformer de façon à augmenter sa self-inductance.

Remarque. — Dans le cours de ce chapitre, l'auteur se réfère à plusieurs reprises aux formules de Rogowski pour la self-inductance de fuites (indices bibliographiques cités). Il montre que ces formules peuvent être établies à l'aide des relations précédentes et indique, par un tableau comparatif, que les résultats obtenus par l'emploi des formules de l'un et de l'autre auteur diffèrent à peine.

V. Efforts créés par une dyssymétrie ou un décalage ayant lieu dans la direction du flux. — *Généralités sur les dyssymétries.* — D'une façon générale, les efforts calculés précédemment se produisent inévitablement. Il n'en sera plus de même pour ceux qui vont être analysés et qui ne peuvent prendre naissance qu'en cas d'une dyssymétrie quelconque. En réalité, cette dernière peut se produire, même quand les plus grands soins sont apportés à la construction des transformateurs ; le travail de rectification au gabarit d'un fil de cuivre de gros diamètre de certains enroulements à basse tension en crée toujours. Si l'on désigne par f un déplacement dyssymétrique dans la direction du flux, déplacement défini par l'écart entre l'arête de la spire considérée et l'arête de sa voisine, on peut simplifier l'équation générale établie précédemment en considérant que ce déplacement f est toujours très petit par rapport à la hauteur h des enroulements (toujours prise parallèlement au trajet des lignes de fuite) et à la largeur de l'espace annulaire.

En développant les calculs, d'autres simplifications permettent à l'auteur d'arriver à une formule pratique ; elles sont, soit d'ordre analytique, ou bien dérivent simplement des données de constructions habituelles des transformateurs. La formule de l'effort est la suivante

$$P = 8{,}12\left(\frac{\mathcal{B}s}{10\,000}\right)^2\frac{f}{\lambda_0\delta^2} \qquad (18)$$

et sera applicable toutes les fois que

$$\frac{h}{\delta} > 5 \quad \text{et} \quad \frac{f}{\delta} < 1.$$

L'étude de cette formule conduit aux remarques suivantes :

a) L'effort consécutif à une dyssymétrie dans le sens du flux, radiale (en *galettes*) ou axiale (enroulements concentriques), tend à exagérer cette dyssymétrie ;

b) Cet effort est sensiblement proportionnel à la dyssymétrie f telle qu'elle a été définie précédemment.

[1] Nos lecteurs trouveront dans l'article de notre collaborateur M. Marchand, paru dans *R.G.E.*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1047, une figure qui illustre exactement ce cas.

VI. Efforts créés par une dyssymétrie ou un calage ayant lieu dans la direction perpendiculaire a celle du flux. — Ce cas est représenté par la figure 7.

La méthode pour calculer l'effort dans cet exemple revient à trouver une expression du flux de fuite, de laquelle, par la méthode générale précédente, on tire L et P''_f.

Calcul de φ. — Ecrivons l'expression du flux $d\varphi$ dans une

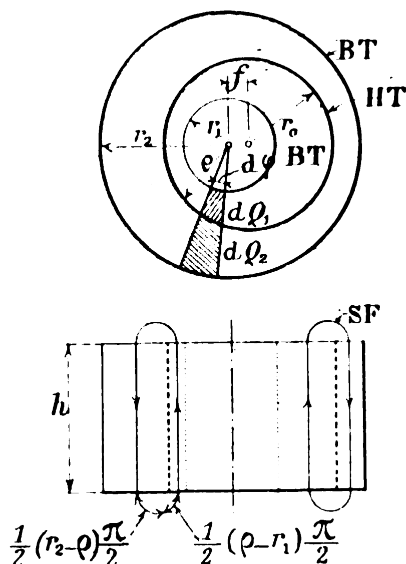


Fig. 7. — La dyssymétrie est ici produite par le décentrement f de l'enroulement médian; B T, enroulement à basse tension; H T, enroulement à haute tension; S F, flux.

portion radiale du circuit magnétique, portion délimitée par deux rayons déterminant les deux surfaces dQ_1 et dQ_2

$$d\varphi = \frac{4\pi}{10} iz \frac{dQ_1 \, dQ_2}{dQ_2 L_1 + dQ_1 L_2}, \tag{19}$$

avec

$$\left. \begin{aligned} dQ_1 &= \frac{1}{2}(\rho^2 - r_1^2)\, d\varphi, \quad & dQ_2 &= \frac{1}{2}(r_2^2 - \rho^2)\, d\varphi, \\ L_1 &= h + (\rho - r_1)\frac{\pi}{2}, \quad & L_2 &= h + (r_2 - \rho)\frac{\pi}{2}. \end{aligned} \right\} \tag{19 a}$$

On en tire φ par intégration, d'où L par la relation

$$L = \frac{z\varphi}{i};$$

ce qui conduit à la formule finale

$$P_f = -8,16\pi 10^{-8} (iz)^2 \frac{aB - Ab}{\sqrt{(a^2 + b^2 f^2)^3}} bf \tag{20}$$

où A, B, a, b sont des constantes constructives établies au cours du développement de l'expression de φ.

Conclusion. — Le signe — laisse reconnaitre que l'effort tendra, comme nous l'avions annoncé précédemment, à recentrer la partie excentrée de l'enroulement. Un exemple numérique ultérieur montrera que cet effort est, en pratique, faible.

VII. Efforts qui prennent naissance dans le cas de spires en court-circuit sur elles-mêmes. — Seul jusqu'ici, c'est l'accident mettant le transformateur en court-circuit extérieurement à ses bornes que nous avons considéré. Mais il n'est pas rare que les spires elles-mêmes, à l'intérieur du transformateur, se mettent en court-circuit sur une plus ou moins grande portion de l'enroulement. Ainsi que cette étude va le montrer, les efforts qui auront lieu dans ce cas peuvent être qualifiés d'*anormaux*, car ils sont bien supérieurs à ceux qui viennent d'être calculés. Tout transformateur devra évidemment être construit de manière que le calage résiste à cette nouvelle catégorie de contrainte.

On observera, en premier lieu, que le court-circuit accidentel d'une portion des enroulements sur eux-mêmes place ceux-ci dans le cas de dyssymétrie étudié précédemment, avec la seule différence que, jusqu'alors, seules de faibles dyssymétries résultant d'imperfections dans l'exécution ont été envisagées, tandis qu'il s'agit ici de dyssymétries très notables.

Nous n'étudierons, parmi les composantes des efforts de court-circuit, que la composante longitudinale ou axiale, qu'il s'agisse de transformateurs à galettes ou à enroulements concentriques, parce que c'est la seule composante à laquelle le calage doive s'opposer en pareil cas et qu'il doive absorber sans céder.

On supposera naturellement un court-circuit franc par contact métallique direct.

La circonstance la plus défavorable est celle du transformateur à enroulements concentriques, dont l'enroulement primaire est intéressé par le court-circuit ; au contraire, cette éventualité perd de son importance avec un transformateur à galettes, puisque la position relative des spires en court-circuit, par rapport aux ampères-tours primaires, reste à peu près la même, que ce soit l'enroulement primaire ou le secondaire qui soient accidentés.

Ceci posé, considérons la figure 8 qui nous représente les deux cas principaux : court-circuit dans un transformateur à

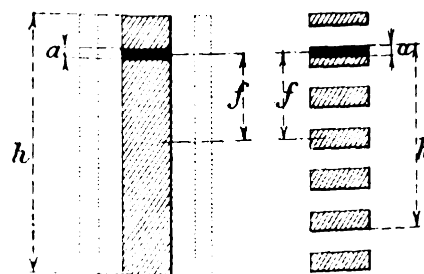


Fig. 8. — Cas de spires en court-circuit sur elles-mêmes. Les parties noires représentent les portions d'enroulement en court-circuit; à gauche enroulements concentriques; à droite, enroulements à galettes.

enroulements concentriques (à gauche) et dans un transformateur à galettes (à droite). Sur cette figure h est la hauteur totale de l'enroulement; a, la hauteur de la partie court-circuitée; f, la distance de cette portion au milieu de l'enroulement.

L'analyse du problème se simplifie si l'on classe les circonstances de court-circuit qui peuvent, en pratique, se produire en deux catégories : 1° celle où les spires accidentées, situées à une distance quelconque du milieu de l'enroulement, sont en petit nombre $\left(\frac{a}{h} \text{ petit, } f \text{ variable}\right)$; 2° celle

où le court-circuit intervient aux spires extrêmes et intéresse un nombre de spires variables ($\frac{f}{h} = \frac{1}{2}$, a variable ; cas le plus défavorable).

Première catégorie. — En tenant compte de ce que le rapport $\frac{a}{h}$ est petit et négligeable dans certaines expressions, l'auteur, développant la formule par la méthode qui a été suivie pour tous les cas précédents, arrive à l'expression suivante de l'effort P_f

$$P_f = 5,1 \left(\frac{\mathcal{B}s}{10\,000}\right)^2 \frac{1}{\lambda_0 h} \Psi\left(\frac{f}{h}\right) \qquad (21)$$

dans laquelle la fonction $\Psi\left(\frac{f}{h}\right)$ peut facilement être déterminée pour une valeur quelconque de $\frac{a}{h}$.

La figure 9 donne la courbe de variation de P_f en fonction

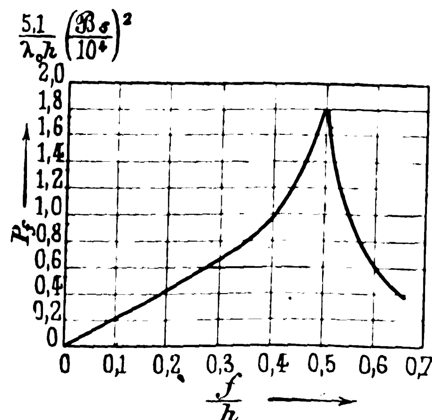


Fig. 9. — Efforts calculés, pour le cas de court-circuit d'un certain nombre de spires de l'enroulement primaire. — Cette courbe a été établie pour $\frac{a}{h} = 0,01$ (v. fig. 10). En abscisses, valeurs de $\frac{f}{h}$; en ordonnées, valeurs de l'effort. L'effort est maximum pour $\frac{f}{h} = 0,5$ (court-circuit de l'extrémité).

de $\frac{f}{h}$ d'après cette formule, quand on suppose $\frac{a}{h} = 0,01$. On y voit que l'effort est nul si les spires intéressées par le court-circuit sont au centre de l'enroulement ($\frac{f}{h} = 0$). L'effort est maximum pour $\frac{f}{h} = 0,5$), c'est-à-dire quand les spires en court-circuit sont les spires extrêmes.

Deuxième catégorie ($\frac{f}{h} = \frac{1}{2}$, a variable). — Dans ce cas, schématisé en figure 10, la hauteur d'enroulement à faire figurer dans les calculs est

$$h' = h - a$$

et le nombre de spires primaires devient

$$z' = z \frac{h - a}{h}.$$

En portant ces valeurs dans les formules fondamentales et en réduisant ces dernières, il vient finalement

$$P_f = 5,1 \left(\frac{\mathcal{B}s}{10\,000}\right)^2 \frac{1}{\lambda_0 h} \Psi\left(\frac{a}{h}\right). \qquad (22)$$

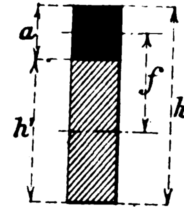


Fig. 10. — Court-circuit sur les spires extrêmes.

La figure 11 représente la courbe de variation de P_f en fonction de $\frac{a}{h}$. Il est évident que l'effort maximum est atteint en pratique, pour $\frac{a}{h} = 0,5$, ce qui correspond à la mise en court-circuit de l'enroulement sur la moitié de sa hauteur. Cette éventualité est possible. En effet, l'enroulement à basse tension des gros transformateurs est fréquemment composé

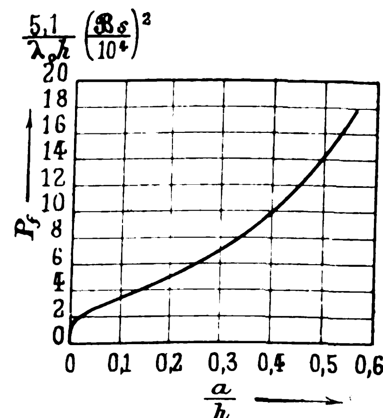


Fig. 11. — Courbe des efforts calculés, en cas de court-circuit à l'extrémité d'une bobine. En abscisses, valeurs de $\frac{a}{h}$ (voir fig 10) ; en ordonnées, valeurs de l'effort. L'effort est maximum pour $\frac{a}{h} = 0,5$. Les valeurs pour $\frac{a}{h} > 0,5$ n'ont pas de signification.

de deux enroulements cylindriques superposés, connectés en série ou en parallèle suivant les besoins. Un court-circuit survenant entre les bornes de l'un de ces enroulements placerait justement le transformateur dans le cas de $\frac{a}{h} = 0,5$.

L'auteur termine ce chapitre par l'étude de l'effort quand le court-circuit intéresse les spires secondaires ; la figure 12 représente ce dernier cas pour un transformateur à enroulements concentriques. La formule qui donne alors l'effort P_f est la suivante

$$P_f = 4,08.10^{-8} (iz)^2 \frac{\lambda_0}{h} \left[\log_e 2 - \log_e \frac{h^2 + 4\delta^2}{h^2 + \delta^2} + 2\frac{\delta}{h}\left(\text{arc tg} \frac{h}{\delta} - 2 \text{ arc tg} \frac{h}{2\delta}\right)\right]. \qquad (23)$$

VIII. — Allure pulsatoire de l'effort de court-circuit. — Jusqu'ici les formules qui permettent de calculer l'effort de court-circuit P_f ont été de la forme générale

$$P = k i^2, \qquad (24)$$

k étant un facteur dépendant des caractères de la construction et i, le courant de court-circuit.

On remarquera, tout d'abord, que la forme pulsatoire du

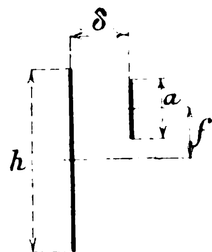


Fig. 12.

courant doit évidemment donner lieu à une forme analogue de l'effort. La valeur de i à faire entrer dans la formule ci-dessus n'est pas toujours, d'autre part, celle qui dépend seulement de l'inductance de fuites et de la tension aux bornes. Pour prévoir les circonstances les plus défavorables, on pourra supposer que cette tension aux bornes reste égale à la tension de service malgré la chute de tension consécutive à tout court-circuit. Mais le courant i peut cependant prendre des valeurs plus élevées allant jusqu'au double, par suite du courant transitoire qui peut apparaître en cas de court-circuit brusque et qui se superpose au courant permanent.

En effet, si un transformateur est soumis à un court-circuit brutal à l'instant de la période la plus défavorable, le courant varie en fonction du temps t suivant la formule

$$i = i_{eff}\sqrt{2}\,(e^{-\beta t} - \cos \omega t), \qquad (25)$$

avec

$$\beta = \frac{r}{L} = \frac{e_r}{e_s}\,\omega \qquad (26)$$

et où i_{eff} est la valeur efficace du « courant stationnaire » : e_r et e_s, les composantes ohmique et inductive de la tension de court-circuit et ω, la pulsation. En pratique, l'exposant β oscille entre les valeurs 10 (gros transformateurs avec inductance de fuites élevée) et 50 (petits tranformateurs).

L'effort donné par la formule (24) se calculera donc en y multipliant i^2 par une fonction

$$\varphi(t) = 1 + 2e^{-\beta t} - 4e^{-\beta t}\cos \omega t + \cos 2\omega t. \qquad (35)$$

déduite de (25). L'expression $P_\xi\,\varphi(t)$ est alors celle des variations d'allure pulsatoire de l'effort en fonction du temps, lesquelles sont représentées par la courbe de la figure 13.

Dans le cas présenté, la force due à un court-circuit brutal atteint 6,7 fois la valeur de l'effort effectif par court-circuit stationnaire. Avec un amortissement plus faible, ce rapport peut aller jusqu'à 8.

IX. Efforts sur les calages. — La valeur maximum de l'effort pulsatoire $P_\xi\,\varphi(t)$ telle que la donne la formule précédente ne correspond pas encore, ainsi qu'il va être démontré, à la valeur extrême de la contrainte mécanique à laquelle le calage peut se trouver soumis du fait des poussées vibrées exercées sur lui par l'enroulement en court-circuit. En effet, la théorie prévoit et l'expérience [1] confirme

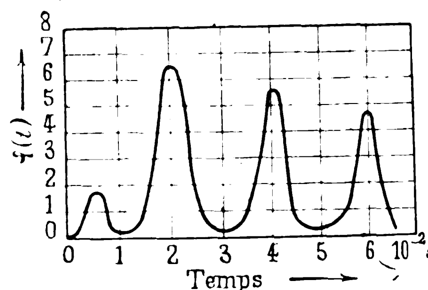


Fig. 13. — Courbe (calculée) des variations du facteur pulsatoire $\varphi(t)$ en fonction du temps.

qu'en vertu de l'inertie des enroulements, de l'élasticité du calage et de la fréquence de l'effort, il peut se produire une résonance qui modifie le phénomène d'une façon manifeste.

Les vibrations de l'enroulement peuvent avoir lieu suivant une fréquence mécanique propre fondamentale n_0 ou suivant des harmoniques supérieurs; mais l'expérience a montré que les manifestations de la première seules avaient un intérêt; pratiquement cette fréquence mécanique n_0 se révèle d'ailleurs voisine de celle du courant électrique, ce qui supprime en fait les harmoniques d'ordre supérieur.

Afin d'aborder le problème sous une forme aussi simple que possible, l'auteur assimile chaque enroulement à un corps incompressible et le calage, à une matière élastique. Un primaire composé de deux bobines cylindriques superposées dont l'une est en court-circuit (cas du chapitre VII) se comportera, en vertu de cette hypothèse, comme l'ensemble mécanique de corps rigides et de ressorts représenté figure 14.

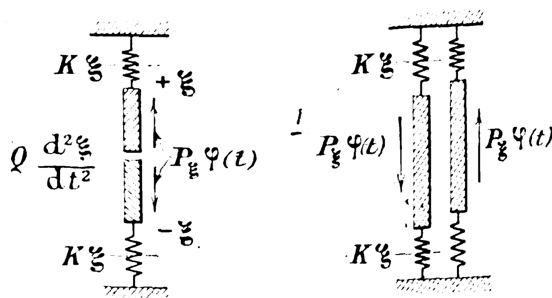


Fig. 14. — Ensemble mécanique auquel on peut assimiler, pour les efforts mécaniques de résonance, un enroulement primaire à deux bobines superposées dont l'une subit un court-ciruit.
Fig. 15. — Assimilation mécanique, pour l'étude de la résonance sur deux bobines concentriques primaire et secondaire subissant l'effort par suite de dyssymétrie axiale et court-circuit.

Les deux cylindres identiques, dont l'un est en court-circuit, représentent l'enroulement primaire; ils se repoussent et exécutent des oscillations égales, mais dirigées en sens

(1) Biermanns ; Actions mécaniques des courts-circuits brusques sur les machines synchrones. *Archiv für Elektrotechnik*, t. II, p. 326.

contraires. Le cas de deux enroulements, primaire et secondaire, décalés axialement par suite de dyssymétrie légère sera pareillement assimilable au groupement schématisé figure 15.

Ceci posé, le point de départ pour la détermination de la contrainte maximum du calage sera l'équation différentielle linéaire des mouvements harmoniques simples

$$\Theta \frac{d^2\xi}{dt^2} + R \frac{d\xi}{dt} + K\xi = P_\xi \varphi(t), \qquad (27)$$

dans laquelle les symboles ont les significations suivantes :

Θ désigne le moment d'inertie de la partie vibrante (et comme ici il s'agit d'oscillations rectilignes dans la direction il est identique avec la masse); R, la résistance au frottement, c'est une constante; K, la résistance élastique du calage; $- P_\xi \varphi(t)$, la valeur instantanée de l'effort pulsatoire défini précédemment.

On a, d'autre part,

$$P = K\xi,$$

ce qui permet de résoudre l'équation (27) et d'obtenir, pour P, une formule en fonction de n_0, d'un coefficient d'amortissement γ et d'un certain nombre de constantes déterminées analytiquement par les circonstances initiales; cette formule étant assez complexe ne sera pas reproduite : on en trouvera d'ailleurs une expression simplifiée.

Détermination de γ. — On a

$$\gamma = \frac{R}{2\Theta};$$

on peut donc calculer γ qui prend en pratique des valeurs relativement faibles comprises entre 5 et 20.

Détermination de n_0. — On a

$$n_0 = \sqrt{\frac{K}{\Theta}}.$$

Comme il ne s'agit ici que de vibrations rectilignes, Θ se détermine par la masse de l'enroulement, facilement calculable. Quant au coefficient K, il a été défini plus haut et correspond à la contrainte du calage relatif à la déformations ξ qui lui est infligée au moment de l'effort maximum. Or, les considérations de sécurité et de stabilité du fonctionnement indiquent que cette contrainte ne doit pas dépasser la limite d'élasticité qui donne ainsi une valeur limite pour n_0. Pour les gros transformateurs, l'auteur admet que le déplacement ne doit pas dépasser 2 mm.

En tenant compte de cette valeur, la formule finale, pour n_0, sera

$$n_0 = 5 \sqrt{\left(\frac{\mathfrak{B} s}{100\,000}\right)^3 \frac{2\,\omega}{N \lambda_0^2 h s}}. \qquad (28)$$

dans laquelle le nouveau symbole N désigne la puissance du transformateur.

On voit, d'après cette formule, que, dans les conditions pratiques habituelles, la fréquence mécanique propre n_0 des enroulements diminue insensiblement avec la puissance et devient égale à la fréquence électrique.

L'étude analytique de la formule (28) (l'auteur la traduit par plusieurs graphiques) montre, d'autre part, que la résonance serait susceptible de porter le rapport

$$\frac{P}{P_\xi} = \frac{\text{effort par résonance}}{\text{effort direct de court-circuit}}$$

à des valeurs très élevées (jusqu'à 18) et que, même en dehors des régimes critiques, ce rapport atteint des valeurs plusieurs fois égales à l'unité.

Comme conclusion pratique, l'auteur considère que le moyen le plus rationnel de protection contre les effets des courts-circuits est de donner par le calage sur l'enroulement une pression supérieure à l'effort maximum calculé par les formules qui précèdent. Ce procédé garantit que, dans le cas de court-circuit, l'enroulement ne pourra accuser aucun déplacemest et que l'effort restera dans les limites calculées par la formule

$$P_{\max} = \frac{500}{\lambda_0 h} \left(\frac{\mathfrak{B} s}{10\,000}\right)^2. \qquad (29)$$

X. Contrainte longitudinale du cuivre des enroulements. — Dans un chapitre précédent, il a été montré que les efforts mécaniques de court-circuit, dans le cas d'enroulements concentriques, avaient pour effet, en particulier, de tendre à élargir les spires de l'enroulement extérieur. L'effort mécanique étant de nature pulsatoire, la tension longitudinale du cuivre sera de même nature. La résonance peut donc produire des vibrations longitudinales du cuivre si la fréquence des efforts est voisine de la fréquence propre des vibrations de l'enroulement dans cette direction.

L'auteur aborde l'étude analytique de ces vibrations de la manière suivante :

Il suppose la spire considérée développée suivant une barre rectiligne aux deux extrémités de laquelle s'exerce l'effort calculé précédemment (formule 15) et écrit qu'en un point de cette barre soumis à des vibrations de fréquence n_0, il y a équilibre entre les forces d'inertie et la résistance de l'enroulement.

L'analyse montre qu'une série indéfinie de mouvements oscillatoires peuvent prendre naissance. La fréquence de la vibration harmonique fondamentale, dont l'intérêt est primordial, est donnée par la formule

$$n_0 = \frac{98{,}5}{\lambda_0} \sqrt{\frac{E}{p}}. \qquad (30)$$

où E est le module d'élasticité et p, le poids spécifique en kilogrammes par mètre cube.

Un calcul pratique de n_0 donne le chiffre de 2750 vibrations à la minute comme valeur *inférieure* de n_0. Pour calculer l'effort maximum de traction qu'elles infligent au métal, il suffira de porter la valeur de n_0 dans la formule (28) et de multiplier par ce terme pulsatoire la valeur de l'effort effectif pour courant de court-circuit stationnaire des formules (15) et (17). Rappelons que ce terme peut atteindre avec un faible amortissement la valeur 8.

XI. Exemple. — Voici, pour terminer, les résultats numériques obtenus par les méthodes précédentes relativement aux efforts de court circuit sur un transformateur dont les caractéristiques sont les suivantes : puissance, 20 000 kv-A ; rapport des tensions, 110 000/6000 ; fréquence, 50 p : s ;

couplage étoile-triangle ; double enroulement concentrique :

Induction maximum dans le fer	$\mathcal{B}$ = 11 800
Section active du noyau	s = 3 000 cm²
Nombre de spires	z = 844 84
Section des enroulements	s' = 0,28 ; 2,6 cm²
Hauteur	h = 130 cm
Longueur moyenne d'une spire	l_0 = 369 cm
Entrefer « réduit »	δ = 14 cm
Chute de tension inductive / Chute de tension ohmique	= 11,5

On a trouvé pour le terme $\varphi(t)_{max}$ la valeur 5. Les efforts pulsatoires maximum peuvent donc atteindre cinq fois la valeur de la contrainte par court-circuit stationnaire.

L'effort radial de répulsion entre les enroulements à haute et à basse tension a pour valeur maximum

$$P_{\delta max} = 455\ 000 \text{ kg}.$$

Ce qui correspond, pour les fibres de la spire extérieure (basse tension), à une contrainte de

$$\delta_{z\,max} = \frac{455\ 000}{42 \times \pi \times 2,6} = 1\ 325 \text{ kg : cm}^2.$$

C'est la moitié de la contrainte de rupture du cuivre.

L'effort de recentrement sur l'enroulement à haute tension intermédiaire, en cas de dyssymétrie de celui-ci, est très faible, ce qui était à prévoir puisque cet effort est la résultante de contraintes égales et de sens contraires.

L'effort axial maximum est

$$P_{h\,max} = 50\ 000 \text{ kg}.$$

Si le décalage de l'un des enroulements par rapport à l'autre atteint 2 cm suivant l'axe, on en déduit un effort de 13 000 kg pour les deux bobines à basse tension et de 26 000 kg pour la bobine à haute tension.

Un court-circuit intéressant 10 pour 100 des enroulements primaires cause un effort axial de

$$P_{f\,max} = 22\ 500 \text{ kg}.$$

Enfin, si le court-circuit s'étend sur toute la demi-bobine, l'effort atteint 95 000 kg. — L. C.

Installation électrique à fonctionnement automatique. Communication à la XVII° réunion annuelle de l'Associazione elettrotecnica italiana. Venise, octobre 1923 (1).

L'auteur a étudié, dans le présent article, le fonctionnement automatique, établi suivant le système Brown Boveri, de quelques sous-stations de transformation et de réglage. Il examine, en particulier, les sous-stations de Vado-Ligure et de Levanto, destinées toutes deux au réglage de la tension et à l'amélioration du facteur de puissance. La sous-station de Vado-Legure a été construite pour le compte des usines du même nom, dans le but de rendre moins onéreuses les conditions contractuelles de fourniture de l'énergie électrique. L'installation comprend un moteur synchrone de 300 kv-A relié à des barres collectrices à 500 v. La mise en circuit de la sous-station se fait à la main. Mais le lancement en asynchrone du moteur synchrone et la mise sous tension de l'excitatrice sont obtenus automatiquement au moyen d'un relais à temps. Le régime des deux machines étant réalisé (vitesse de synchronisme et tension), un nouveau relais ferme l'interrupteur d'excitation du moteur, et cette fermeture provoque, à son tour, l'action d'un autre relais qui détermine la mise en circuit de ce même moteur. Le fonctionnement automatique de l'installation est justifié surtout par ce fait qu'elle est sujette à des interruptions fréquentes de courant dues au réseau d'alimentation. La mise hors circuit du moteur est obtenue alors automatiquement au moyen d'un relais à tension minimum, de même que sa mise en circuit est réalisée ensuite, automatiquement, dès que la tension est rétablie. L'application du fonctionnement automatique à la sous-station de Levanto a été entreprise par le Tecnomasio italiano Brown, Boveri, société filiale de la Société Brown, Boveri et Co de Baden. Elle est destinée au réglage de l'usine d'alimentation de la ligne Gênes-La Spezzia des chemins de fer de l'Etat italien et est située à proximité de la station de Levanto. Cette sous-station, encore en cours de montage, doit être équipée avec deux moteurs synchrones de 1550 kv-A chacun à 3550 v et 16,7 p : s. Le fonctionnement en est complètement automatique, en ce sens que le personnel n'a à intervenir qu'en cas d'inconvénients ou d'avaries. Il est alors prévenu par un signal d'alarme. La sous-station est prévue pour fonctionner normalement avec une seule unité à la fois. La mise en circuit se produit automatiquement quand la tension de la ligne de contact descend au-dessous de la valeur qui doit être maintenue, soit 3550 v. Ce résultat est obtenu par un dispositif à tension minimum relié aux barres par l'intermédiaire d'un transformateur de tension et constitué par un voltmètre à contacts qui, pour une valeur déterminée de la tension, ferme un circuit auxiliaire. Sur ce dernier se trouve inséré un relais comportant un élément thermique immergé dans un bain d'huile lequel est réchauffé par une résistance alimentée elle-même par une batterie d'accumulateurs. Ce relais thermique, élément intermédiaire de l'appareil de mise en circuit automatique, peut être réglé entre des limites très étendues. Il a pour but de retarder l'intervention de l'appareil, afin d'éviter des mises en circuit continues et intempestives, provenant d'écarts subits et de brève durée de la tension. Ce n'est qu'au bout de dix minutes que le relais a atteint la température finale. Il provoque alors la fermeture des contacts au moyen desquels les barres sont mises sous tension. Le fonctionnement du moteur synchrone est obtenu ensuite comme pour la sous-station de Vado-Ligure. On a prévu également la marche en parallèle des deux moteurs, la mise en circuit du second se produisant au moyen d'un relais thermique quand la charge en ligne dépasse une valeur déterminée. L'auteur donne également, dans le même article, la description de la sous-station de Riehen (Suisse) ainsi que celle des sous-stations automatiques avec redresseurs à vapeur de mercure. La Société Brown, Boveri et Co a installé une de ces sous-stations pour la Compagnie lorraine d'Electricité à Nancy. Sont en outre en cours d'exécution, suivant le même système, des sous-stations pour les villes de Bruxelles et de Rotterdam. — P. B.

(1) Piero Rosnati. *Elettrotecnica*, 25 octobre 1923, t. X, p. 722-727.

SECTION DE LÉGISLATION

Sur la mise à la charge des concessionnaires des frais de publication des actes de concession

Dans cette note l'auteur appelle l'attention des concessionnaires de distributions d'énergie électrique sur un article d'une loi de finances en date du 31 mars 1924 (¹), qui met à la charge des concessionnaires les frais de publication au « Journal officiel » des actes de concession. Après avoir reproduit le texte de cet article et en avoir indiqué la portée, il examine les cas où il y a lieu à publication dans le « Journal officiel », fait remarquer que la nouvelle disposition légale modifie implicitement l'article 9 de la loi du 15 juin 1906 et termine en indiquant comment, en pratique, sera appliquée cette disposition.

Le texte de la loi. — Il s'agit de l'article 28 de la loi du 31 mars 1924 portant : 1° ouverture et annulation de crédits sur les exercices 1923 et 1924 au titre du budget général ; 2° ouverture et annulation de crédits sur l'exercice 1923 au titre du budget spécial des dépenses recouvrables en exécution des traités de paix. Cet article est ainsi conçu :

« A dater de la promulgation de la présente loi, la publication au « Journal officiel » des concessions de chemins de fer et de tramways, de distribution d'énergie électrique, de services publics d'automobiles, de transport aérien, et, en général, de tous les cahiers des charges, conventions, modifications et avenants auxdits cahiers des charges des concessions accordées par décret, sera faite aux frais des intéressés, la publication des décrets eux-mêmes devant toujours rester gratuite. »

La portée du texte. — Ce texte donne lieu à diverses observations que nous allons consigner ci-après.

Tout d'abord, il y a une question d'interprétation qui se pose. Il ne faut pas s'en tenir à la première moitié de l'article, mais prendre en considération la fin (après les mots « en général »), qui précise la portée de la disposition. Les seuls actes de concession visés sont donc ceux qui concernent *des concessions accordées par décret*. Dans ce cas, le décret est inséré gratuitement au « Journal officiel », mais l'acte de concession (c'est-à-dire la convention ou l'avenant et le cahier des charges) est publié aux frais du concessionnaire.

Or les concessions publiées au « Journal officiel » ne sont pas toutes « accordées par décret ».

Il y a d'abord des concessions simples qu'on fait paraître dans cet organe pour leur assurer une large publicité, étant donnée leur importance. Celles-là ne sont *pas accordées par décret*, et l'insertion des actes corrélatifs doit rester, semble-t-il, à la charge de l'Administration, car, de même qu'il ne peut y avoir nulle peine sans loi, il ne saurait être question de percevoir une taxe sans loi, règle qui est rappelée dans toutes les lois de finances et sévèrement sanctionnée ; or l'expression « accordées par décret » limite l'application du texte et les cas de recouvrement sur les concessionnaires.

Ensuite, il y a des concessions instituées *par une loi*. Pour nous borner au domaine des forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique, il en est ainsi des concessions d'entreprises hydrauliques « lorsque les travaux d'appropriation de la force comportent le déversement des eaux d'un bassin fluvial dans un autre ou le détournement des eaux sur une longueur de plus de 20 km mesurés suivant le lit naturel ou lorsque la puissance nominale (produit de la hauteur de chute par le débit moyen annuel de la dérivation) excède 50000 kw » (art. 3 de la loi du 16 octobre 1919). Si l'on interprète le texte de la loi fiscale d'une façon stricte, on doit dire que ces concessions ne sont pas visées ; mais si on l'interprète dans son esprit, comme on doit toujours le faire, on dira que ce qui est vrai pour les concessions accordées par décret, l'est encore a fortiori pour celles qui sont accordées par une loi.

Enfin, il y a des concessions qui ne sont pas « accordées » mais « approuvées » par décret. Si la loi du 16 octobre 1919 parle de concessions « instituées » c'est-à-dire accordées par décret (art. 3, alinéa 2), la loi du 15 juin 1906 ne fait intervenir le décret, au moment de l'institution du service public, que pour « l'approbation » des actes de concession : il en est ainsi à l'article 7, alinéa 5, pour les concessions avec cahiers des charges comportant des dérogations au cahier type, et à l'article 11, alinéa 3 pour les concessions déclarées d'utilité publique. Le décret du 3 avril 1908 emploie la même terminologie d'ailleurs, aux articles 24 et 30, in fine. Doit-on dire, que le texte de la loi fiscale étant d'interprétation stricte, il n'en va pas de même pour les concessions « approuvées » par

(¹) Cette loi a été publiée au « Journal officiel » du 1er avril 1924, pages 3091 à 3099 ; l'article signalé se trouve à la page 3094.

décret que pour les concessions « accordées » par décret ? Si la distinction peut avoir son intérêt à certains points de vue, on sent qu'ici, elle n'aurait pas raison d'être : il est évident que, dans l'esprit du législateur, il y a lieu à perception des frais d'insertion au « Journal officiel » toutes les fois qu'un décret intervient à l'occasion d'une concession et que tout ou partie de l'acte de concession figure dans les colonnes de l'organe national. Ajoutons d'ailleurs que le législateur n'est pas si scrupuleux sur le choix des termes ordinairement ; c'est ainsi que, dans la loi du 16 octobre 1919, il se sert indifféremment des mots « instituer » et « approuver », en ce qui concerne les décrets de concession (cf. art. 3 et 24) ; pour lui donc, il y a synonymie.

Enfin, lorqu'il y a des « errata », qui en assumera les frais ? Il nous semble qu'il faut répondre par une distinction : si les errata résultent de fautes typographiques, il n'est pas douteux que leur impression restera au compte de l'Administration des Journaux officiels ; si, au contraire, ils sont rendus nécessaires par des modifications tardives de texte, c'est le concessionnaire qui en supportera les conséquences. Il a donc tout intérêt à envoyer à l'Administration un texte bien révisé et définitif.

Les cas de publication au « Journal officiel ». — Voilà les difficultés du texte surmontées ; maintenant, il s'agit de savoir si l'Administration est obligée de publier les décrets au « Journal officiel » ou si elle peut se contenter de les insérer au « Bulletin des Lois » car les frais d'insertion de l'acte de concession ne sont à payer par le bénéficiaire que s'il y a publication au « Journal officiel », d'après les termes mêmes de l'article commenté. Le décret des 5-11 novembre 1870, relatif à la promulgation des lois et décrets, semble permettre de répondre à la question. Il est ainsi libellé, dans la partie qui nous occupe : « Article premier. — Dorénavant, la promulgation des lois et décrets résultera de leur insertion au « Journal officiel » de la République française, lequel, à cet égard, remplacera le « Bulletin des Lois ». Le « Bulletin des Lois » continuera à être publié, et l'insertion qui y sera faite des actes non insérés au « Journal officiel » en opérera promulgation ». Ainsi, la promulgation peut être faite par le « Bulletin des Lois », si, en principe, elle doit l'être par le « Journal officiel ». C'est à l'Administration d'apprécier s'il convient d'adopter, dans chaque espèce, l'un ou l'autre de ces modes de promulgation. Mais il ne s'agit là que des décrets généraux, suivant l'avis des juriconsultes[1]. Pour les décrets individuels, la publication dans l'un ou l'autre de ces organes n'est pas obligatoire. Il est vrai que dans le cas qui nous occupe ces décrets se réfèrent à l'organisation d'un service public, qui doit être porté à la connaissance d'une collectivité. Mais le « Journal officiel » ou le « Bulletin des Lois » sont-ils bien indiqués pour cette mission ? Ils sont souvent inopérants comme mode de notification, à la vérité, et l'Administration le sait, car elle fait toujours notifier ces décrets aux maires des communes intéressées.

Au surplus, la promulgation ou publication des décrets individuels n'a pas le même effet que celle des décrets réglementaires. Pour ceux-ci, elle est le point de départ du délai au bout duquel ils deviennent exécutoires (un jour franc après l'arrivée du « Journal officiel » au chef-lieu de l'arrondissement), tandis que, pour les décrets individuels qui ne deviennent exécutoires que par la notification à l'intéressé ; la publication est plutôt un moyen de réclame. C'est ce qui justifie d'ailleurs la mise des frais corrélatifs à la charge des concessionnaires, mais c'est aussi ce qui pourrait autoriser ces derniers à demander que les actes de concession ne soient pas publiés au « Journal officiel » car cette publicité peut très bien manquer son but. Or, ces actes doivent suivre le décret, puisqu'il est ordinairement spécifié dans ce dernier que la convention et le cahier des charges y resteront annexés. Par suite, lorsque la publication du décret est faite au « Journal officiel », il peut y avoir pour les concessionnaires une charge assez lourde à laquelle ils n'ont pas le moyen d'échapper et qui ne répond pas à un besoin pour eux.

Quoiqu'il en soit, il y a donc une différence notable pour le concessionnaire, suivant que l'insertion a lieu dans le grand organe ou dans le petit, puisqu'il la paie dans le premier cas et ne la paie point dans le second. Ce n'est peut-être pas ce qu'a voulu le législateur, mais c'est ce qu'il a dit nettement.

La modification des cahiers des charges. — Nous ferons remarquer que cette disposition de loi modifie implicitement les cahiers des charges, dont le type ne comporte pas une clause correspondante et indirectement par voie de conséquence l'article 9 de la loi du 15 juin 1906, ainsi conçu : « L'acte de concession ne peut imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18, ni attribuer à l'État ou à la commune des avantages autres que les prix réduits d'abonnements qui seraient accordés aux Services publics pour des fournitures équivalentes ». On ne saurait pour si peu, apporter une addition aux types des 28 juin 1921 et 4 mars 1924, de sorte que, jusqu'à ce que le texte de ces types soit complété, l'article 9 de la loi organique recevra une entorse.

L'application pratique. — Comment fonctionnera pratiquement le système ? Les insertions au « Journal officiel » sont faites au prix de 2 fr la ligne. C'est, à notre avis, le fermier des annonces du dit journal, c'est-à-dire l'agence Havas, qui recouvrera les frais d'insertion sur les intéressés. Afin, d'ailleurs, que ceux-ci n'aient pas une désagréable surprise après coup, l'Administration prendra certainement soin de les aviser de la charge qui leur incombe, au moment où elle leur notifiera le décret institutif ou approbatif de concession.

A. Foris.

(1) De Vareilles-Sommières. *Promulgation et publication des lois et décrets*, n°s 74-75.

8e Année Tome XV — N° 19. 10 Mai 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université

8e ANNÉE. — TOME XV. — N° 19 — 10 MAI 1924.

Normalisations adoptées par la Commission permanente de Standardisation. — La Commission permanente de Standardisation a adopté, dans sa séance plénière du 7 décembre 1923, les deux normalisations suivantes :

Cahier des charges pour la fourniture de l'étain industriel (lingots, baguettes, planches, feuilles, bandes et tuyaux) ;

Normalisation des barres rondes, hexagonales et carrées, des entretoises et barres creuses, des fils de trolet et des planches en cuivre et en laiton.

Le cahier des charges, qui forme le fascicule A_{33} — 4, a été établi par la Sous-Section A_{33}, présidée par M. Cellerier, de la Sous-Commission A ; il comprend 19 pages, format 27 cm × 22 cm, dont 12 sont occupées par une annexe où sont exposés les procédés recommandés pour effectuer le dosage des impuretés de l'étain industriel : cuivre, nickel et cobalt, plomb, bismuth, cadmium, fer, manganèse, aluminium, zinc, soufre, phosphore, arsenic, antimoine.

La seconde normalisation forme le fascicule F_1 — 1 et a été établie par la Section F_1 (cuivre et laiton), présidée par M. Demenge, administrateur de la Compagnie française des Métaux, de la Sous-Commission F ; elle occupe 8 pages, format 27 cm × 22 cm. Pour les barres rondes de cuivre et de laiton, il a été jugé opportun d'adopter, d'abord, les diamètres de la série normale des corps lisses et des corps filetés, telle qu'elle a été établie pour les éléments de machines, la boulonnerie et la visserie (fascicule F_1) ; cette série, qui correspond à la série internationale du Congrès de Zurich, a été complétée par les barres nécessaires à la fabrication des vis par décolletage ; on y a ajouté quelques autres valeurs en diamètre, qui ont paru nécessaires dans l'état actuel de l'industrie. Les barres à section hexagonales étant destinées à la fabrication des écrous, leurs dimensions sont réglées par celles de ces derniers ; il en est de même pour les barres à section carrée. En ce qui concerne les fils de trolet, la normalisation des fils à section circulaire a été réservée ; il est seulement proposé cinq types de conducteurs rainurés qui ont été particulièrement étudiés et auxquels les voies ferrées d'intérêt local ont donné la préférence ; cinq dessins montrent les dimensions des diverses particularités de la section de ces fils. En dernier lieu, deux tableaux indiquent les dimensions normales des planches de cuivre et de laiton, ainsi que les poids approximatifs de ces plaques.

Normalisations soumises à l'enquête publique par la Commission permanente de Standardisation. — Nous sommes informés que cette commission vient de soumettre à l'enquête publique les normalisatipns suivantes :

Cahier des charges pour la fourniture des barres rondes à rivets (fasc. A_2 — 6) :

Cahier des charges pour la fourniture des barres brutes de laminage pour boulons, vis et tirefonds (fasc. A_2 — 7);

Symboles électriques (fasc. C — 2);

Normalisation des grès (fasc. I — 1);

Normalisation du matériel de constructions navales: hublots fixes (fasc. J — 10);

Normalisation du matériel de constructions navales: hublots mobiles (fasc. J — 11).

Les observations devront être adressées avant le 31 mai 1924 au Ministère du Commerce, Commission permanente de Standardisation, 80, rue de Varenne, Paris (VIIe).

Bibliographie : Annali (Utilizzazione delle Acque. Idrografia. Concessioni di Acque pubbliche). (Annales concernant l'utilisation de l'énergie hydraulique), publiées par le Ministère des Travaux publics d'Italie, fascicules 2 et 3 du tome IV [1]. — Nous donnons ci-dessous le sommaire des différents chapitres.

1° L'Etat d'avancement, en mai 1922, des travaux pour la formation du grand réservoir de Santa Chiara d'Ula (Sardaigne) sur le fleuve Tirso; note de l'ingénieur Carlo Bonomi, page 3 et deux photographies hors texte.

Le réservoir Omodéo de S. Chiara d'Ula aura une capacité totale de 416 millions de mètres cubes. Sa digue à arches multiples est construite par la Société Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso. Elle a déjà fait, de la part de l'ingénieur Luigi Kambo, l'objet de deux études parues respectivement dans les fascicules 1 de l'année 1921, calcul de la digue, et de l'année 1922, description de la digue. (Annales du conseil supérieur des eaux publiques).

2° Utilisation des forces hydrauliques du bassin du Torrent Lyo, p. 5 à 32, avec 12 planches et 20 photographies hors texte.

Le torrent Lyo est un affluent de la Dora Baltea. Il prend sa source au glacier Lyskamm (cote 2350 m) et se termine à Pont-Saint-Martin (cote 300 m) après un parcours de 40 km, en direction générale nord-sud, le long de la vallée de Gressoney. Le profil général de la vallée est divisé en quatre terrasses raccordées par des descentes brusques et rapides, configuration qui se prête très bien à l'utilisation de l'énergie hydraulique du bassin.

Les premiers projets, remaniés depuis, ont été établis par l'ingénieur Angelo Omodeo pour le compte de la Societa italiana Ernesto Breda per Costruzioni meccaniche. Cette société, après avoir achevé une partie des installations prévues, a cédé celles-ci, ainsi que les concessions, à la Societa Idroelettrica piemontese-lombarda Ernesto Breda, créée en 1920. L'ensemble des installations doit, à son achèvement complet, comporter cinq usines. La puissance installée actuellement (1922) est de 45000 kw dont 30000 kw à l'usine de Pont-Saint-Martin en aval et 15000 kw à celle de Trinité en amont.

Les courants triphasés produits sont utilisés avec deux fréquences différentes, 42 et 50 p : s. Le courant à 42 p : s transmis sous une tension de 73000 v jusqu'à Sesto San Giovanni (125 km) alimente principalement les Etablissements de la Societa Italiana Ernesto Breda.

Le courant à 50 p : s (tension au départ actuelle, 45000 v; future, 75000 v), est cédé à différents établissements : Manifattura Rossaro et Vorzi di Ivrea; Societa di Elettricità Alta Italia, de Turin; Societa lombarda per Distribuzione di Energia elettrica, de Milan.

3° Origine et caractère des sédimentations du fleuve Avisio (affluent de gauche de l'Adige, Trentin), par l'ingénieur Claudio Segré, pages 33 à 53 avec deux planches hors texte.

4° Eléments pour la détermination des crues catastrophiques des cours d'eau de montagne, par le professeur ingénieur Angelo Porti, pages 55 à 74 et deux planches hors texte.

5° Canaux industriels sous charge ou à air libre? par l'ingénieur Pietro Bonetti, pages 75 à 83.

L'auteur n'a pas prétendu résoudre, d'une façon générale, le problème fondamental d'une dérivation industrielle, car il n'est pas possible de renfermer sa solution complète dans une seule formule ou dans une seule règle. Il s'est proposé surtout de signaler à l'attention des techniciens que, presque toujours, dans l'établissement des projets, la préférence est donnée aux canaux sous charge, même quand ils ne satisfont pas complètement aux justes principes qui doivent être suivis dans l'intérêt de la stabilité du travail et de la sécurité publique.

6° Sur le calcul des précipitations d'eau normales dans leur répartition annuelle, par le professeur Filippo Eredia, pages 85 à 92 et une planche hors texte.

7°-8° La production d'énergie électrique en Italie en 1920, par l'ingénieur Giulio di Marchi, pages 93 à 124 et suite aux notices sur les installations hydrauliques pour la production de puissance, par l'ingénieur Carlo Bonomi, pages 125 à 193.

9° Revue technique et nouvelles, par l'ingénieur Carlo Bonomi, pages 185 à 214 avec une planche hors texte.

10° La législation sur les eaux en Italie; nouvelles dispositions, pages 215 à 221. — P. B.

(1) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 223 pages avec 14 planches hors texte, édité par la Tipografia de Senato di Giovanni Bardi, Rome, 1922. Prix : broché, 30 lire.

Bibliographie : Album de plans de pose pour l'installation de la force par l'électricité, par H. DE GRAFFIGNY [1]. — Cet album, qui fait partie de la Bibliothèque des Actualités industrielles, est le quatrième et dernier d'une série de volumes réunissant les plans et projets d'installation concernant les applications de l'énergie électrique aux besoins de l'industrie.

Dans les livres précédents, l'auteur avait envisagé les sonnettes électriques, les téléphones et l'éclairage; dans celui-ci, il complète la collection en traitant des machines électriques et de la transmission à distance de l'énergie, au moyen du courant électrique.

Conservant la méthode adoptée jusqu'ici, l'auteur commence par les applications les plus simples pour arriver aux appareils compliqués, selon les différents cas de la pratique.

Les usages du courant continu sont d'abord examinés, puis ceux des courants alternatifs à basse, puis à haute tension; enfin, en dernier lieu les applications à la traction.

Cet album pourra constituer un guide de quelque utilité pour ceux qui ont à agencer des stations ou des installations de machines électriques en leur montrant comment doivent être exécutés les montages et quels sont les appareils de manœuvre ou de protection qui sont à prévoir. — Y. G.

(1) Un volume, format 23 cm × 15 cm, de 144 pages, avec 33 plans hors texte, édité par la Librairie Gauthiers-Villars et Cie, 53 bis, quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 7 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Influence du vibrateur de Kapp sur les moteurs asynchrones

Dans ces derniers temps, on a beaucoup parlé de l'amélioration du facteur de puissance, et les divers auteurs qui se sont occupés de la question ont principalement décrit les avanceurs de phase, les compensateurs synchrones, etc., mais aucun n'a rappelé les propriétés du vibrateur de Kapp. Le présent article est consacré à l'étude de cet appareil. L'auteur en donne d'abord la théorie complète et indique la marche à suivre pour établir un projet de vibrateur répondant à des conditions déterminées; à son avis, le vibrateur de Kapp est caractérisé par un fonctionnement très avantageux, car il élève le couple et la puissance maximum du moteur en augmentant légèrement le glissement; sa commutation est parfaite par rapport aux autres compensateurs; sa marche est très tranquille surtout quand on emploie le vibrateur triphasé. Il y a, toutefois, une restriction dans son emploi, c'est pour le cas où la charge du moteur auquel il est adjoint varie rapidement.

I. Introduction. — Les usines génératrices modernes, pour améliorer le rendement des réseaux électriques à courant alternatif, appliquent tous les moyens qui permettent la réduction du courant réactif. Elles ont des tarifs spéciaux qui tiennent compte de la charge inductive causée par les moteurs asynchrones et les transformateurs.

En Amérique où l'on emploie des moteurs asynchrones à encoches ouvertes avec enroulements imbriqués, le courant réactif atteint des valeurs considérables que l'on cherche à réduire autant que possible par l'adjonction de compensateurs synchrones. Dans ce même but, on a proposé aussi l'installation de condensateurs statiques, mais cette solution n'a pas reçu une consécration générale.

Le problème de l'élimination du courant réactif des moteurs asynchrones amena plusieurs inventeurs à la construction d'appareils spéciaux bien connus sous le nom de « compensateurs de phase ». Ce problème inspira à Heyland l'idée de son moteur compensé, qui a été rejeté par la suite à cause de quelques défauts.

Les compensateurs de phase ont pour but de fournir le courant réactif dans le circuit secondaire des moteurs asynchrones. Dans ce cas, la composante inductive du courant primaire est partiellement ou totalement compensée, ce qui améliore le facteur de puissance du stator.

En somme, on peut diviser ces appareils en deux groupes : ceux du premier sont caractérisés par la rotation d'un induit à une vitesse hypersynchrone à champ magnétique propre; tels sont les compensateurs de Leblanc, de Scherbius, etc.; et aussi le compensateur de Walker [1], bien que sa construction soit un peu différente; ceux du second sont basés sur le principe du compensateur électrodynamique, inventé par Leblanc [1] et repris plus tard par Swinburne [2]; le type normal de ce groupe est représenté par le vibrateur de Kapp, dont la forme est semblable à celle du compensateur électrodynamique de Seidener [3] qui recommandait d'utiliser les forces élastiques pour élever la tension du compensateur.

En principe, le vibrateur consiste en deux ou trois induits à courant continu, chacun inséré dans une phase du rotor et qui peuvent tourner librement dans un champ magnétique constant.

La figure 1 représente le schéma d'un vibrateur couplé en étoile; dans la pratique, on préfère le couplage en triangle pour réduire le courant du vibrateur et pour élever la tension par induit.

Dans notre étude, nous emploierons les notations suivantes :

f, fréquence du stator;
m_1, nombre de phases du stator;
m_2, nombre de phases du rotor;
N_1, nombre de spires par phase du stator;
N_2, nombre de spires par phase du rotor;
$\varkappa_1$, facteur d'enroulement du stator;
$\varkappa_2$, facteur d'enroulement du rotor;
r_1, résistance du stator par phase;
x_1, réactance du stator par phase;
z_1, impédance du stator par phase;
r_2, résistance du rotor par phase;
x_2, réactance du rotor par phase;
z_2, impédance du rotor par phase au repos;
z_{2g}, impédance du rotor par phase en marche;
r_0, résistance fictive par phase à vide;
x_0, réactance fictive par phase à vide;
z_0, impédance fictive par phase à vide;

(1) Miles WALKER, Le réglage de la vitesse et du facteur de puissance des moteurs asynchrones. *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 99-107.

(1) *Zeitschrift fur Elektrotechnik*, 1903, p. 653.
(2) *Electrician*, Londres, le 27 mars 1903.
(3) *Zeitschrift fur Elektrotechnik*, 1903, p. 653.

y_0, admitance fictive par phase du courant à vide;

$\nu_1 = 1 + \frac{z_1}{z_0}$;

U_1, tension par phase aux bornes du stator;
E_1, tension intérieure par phase du stator;
E_2, tension par phase du rotor au repos;
E_{2g}, tension par phase du rotor en marche;
I_0, courant du stator à vide;
φ_0, déphasage du courant I_0;
I_1, courant du stator en charge;
I_2, courant du rotor;
I_e, courant d'excitation en charge;

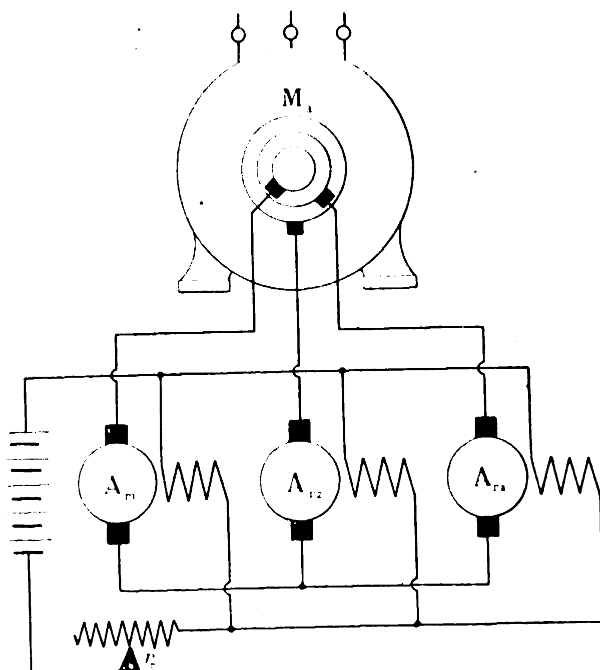


Fig. 1. — Schéma d'un vibrateur de Kapp couplé en étoile.

$I_c = -I'_2$, composante de compensation du courant I_1;
g, glissement du moteur;
N_c, nombre de conducteurs d'induit du vibrateur;
$2\,p_c$, nombre de pôles du vibrateur;
$2a_c$, nombre de circuits d'induit en parallèle du vibrateur;
PD_c^2, moment d'inertie du vibrateur, en kilogrammes-centimètres carrés;
r_c, résistance d'induit du vibrateur;
x_c, réactance d'induit du vibrateur;
$R_2 = r_2 + r_c$, résistance totale par phase du circuit secondaire;
$X_2 = x_2 + x_c$, réactance totale par phase du circuit secondaire;
Z_{2g}, impédance totale par phase du circuit secondaire du glissement g;
Z_{ug}, impédance totale par phase du circuit secondaire à glissement g sous l'influence du vibrateur;
Φ_c, flux du vibrateur;
e_c, tension instantanée du vibrateur;
E_{ce}, tension efficace du vibrateur;
E_{cm}, tension moyenne du vibrateur;
C_c, capacité théorique du vibrateur;

$$k = \frac{1}{2\pi f C_c} = \frac{1}{\omega C_c};$$

$\omega = 2\pi f$;
W_c, puissance idéale du vibrateur;
n, vitesse moyenne du vibrateur, en tours par minute.

Supposons qu'un induit d'une phase du vibrateur soit alimenté par un courant alternatif à basse fréquence, d'amplitude I. Ce courant met l'induit en oscillation et si on représente par N_c le nombre de conducteurs de l'induit connectés en $2a_c$ circuits en parallèle, le couple alternatif produit a pour valeur

$$M = \Phi_c N_c I \frac{p_c}{a_c} \frac{10^{-6}}{2\pi.9,81} \text{ cm-kg.}$$

Posons

$$\Phi_c N_c \frac{p_c}{a_c} \frac{10^{-6}}{2\pi.9,81} = \Theta;$$

l'expression du couple devient

$$M = \Theta . I.$$

Désignons par ψ la vitesse angulaire instantanée d'induit et par PD_c^2, son moment d'inertie; la vitesse angulaire du vecteur du courant secondaire, au glissement g, sera $\omega g = 2\pi f g$ et, par suite,

$$\frac{PD_c^2}{4} \frac{1}{981} \frac{d\psi}{dt} = -\Theta I \sin(\omega g t).$$

Par intégration, on obtient

$$\psi = \frac{\Theta}{\omega} \frac{4 \times 981}{PD_c^2} \times I \cos(\omega g t).$$

ou

$$\psi = \frac{1}{PD_c^2} \Phi_c N_c \frac{p_c}{a_c} I \frac{\cos(\omega g t)}{\pi^2 g f} 10^{-4}. \qquad (1)$$

La tension d'un induit à courant continu est donnée par la formule

$$e = \Phi N \frac{n}{60} \frac{p}{a} 10^{-8} \text{ volts.}$$

En y substituant $n = \frac{60\psi}{2\pi}$, la tension instantanée du vibrateur sera égale à

$$e_c = \frac{\left(\Phi_c N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2}{PD_c^2} I \frac{\cos(\omega g t)}{\omega g} \cdot \frac{10^{-12}}{\pi^2} \text{ volts.} \qquad (2)$$

Si on remplace la valeur instantanée du courant $I \cos(\omega g t)$ par la valeur efficace I_2, la tension efficace de l'induit sera

$$E_{ce} = \frac{\left(\Phi_c N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2}{P D_c^2} \cdot \frac{I_2}{\omega g} \cdot \frac{10^{-12}}{\pi^2} \text{ volts.} \qquad (2\ a)$$

En considérant l'équation (2), nous pouvons constater facilement que la tension d'induit n'est pas en phase avec le courant, mais en avance de 90°

Nous voyons donc que l'induit possède les mêmes qualités que le condensateur statique dont la capacité C_c serait (¹)

$$C_c = \frac{P D_c^2 \pi^2}{\left(\Phi_c N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2} 10^{12} \text{ farads.} \qquad (3)$$

Il est évident que la capacité de l'induit est proportionnelle au moment d'inertie et indirectement proportionnelle au carré du flux.

Dans notre étude, nous avons omis l'influence de la résistance et de la réactance d'induit. En réalité, cette influence n'est pas négligeable, car, en faisant croître le glissement g, nous pouvons observer que la tension due à la réactance de capacité ou capacitance baisse tandis que la tension due à la réactance de self-induction s'élève. Nous verrons plus tard que la réactance d'induit est très importante à cause des dispersions magnétiques aux encoches et du champ transversal. La résistance produit une augmentation du glissement et, de cette façon, elle a une répercussion sur les dimensions principales du vibrateur. Mais elle engendre aussi des pertes par frottement et ventilation et des pertes dans le fer ; toutefois, ces pertes ne sont pas importantes, les dimensions du vibrateur étant petites et les paliers, munis de roulements à billes.

II. Qualités du moteur asynchrone couplé avec le vibrateur. — Un moteur à courant alternatif muni d'un vibrateur étant alimenté par un courant I_1 à la tension U_1, il se produit dans le bobinage du stator une chute de tension $z_1 I_1$ qui réduit la tension U_1 à la valeur E_1 correspondant à la tension intérieure (fig. 2). Celle-ci donne naissance au flux magnétique Φ en retard de 90° sur la tension E_1. Au repos, il produit dans le circuit secondaire la tension E_2 et, en marche au glissement g, la tension E_{2g}. Cette tension produit le courant I_2 qui fait fonctionner le vibrateur. La tension du vibrateur E_{ce} avance de 90° le courant I_2 et la résultante des tensions E_{2g} et E_{ce} compense la chute de tension dans le circuit secondaire. D'après le diagramme, le courant I_2 avance la tension E_{2g} de l'angle δ_2 et le courant de magnétisation est fourni en majeure partie par le rotor, ce qui réduit le déphasage primaire φ_1.

(¹) Formule due à Fischer-Hinnen. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1916, t. XXXIV, p. 342.

Pour faciliter notre étude, nous reportons toutes les valeurs électriques du circuit secondaire au circuit primaire.

On aura donc.

$$E'_{2g} = E_{2g} \frac{\varkappa_1 N_1}{\varkappa_2 N_2}, \quad \text{avec} \quad E'_{2g} = -g E_1,$$

$$I'_2 = I_2 \frac{m_2 \varkappa_2 N_2}{m_1 \varkappa_1 N_1}, \quad \text{avec} \quad I'_2 = -I_c.$$

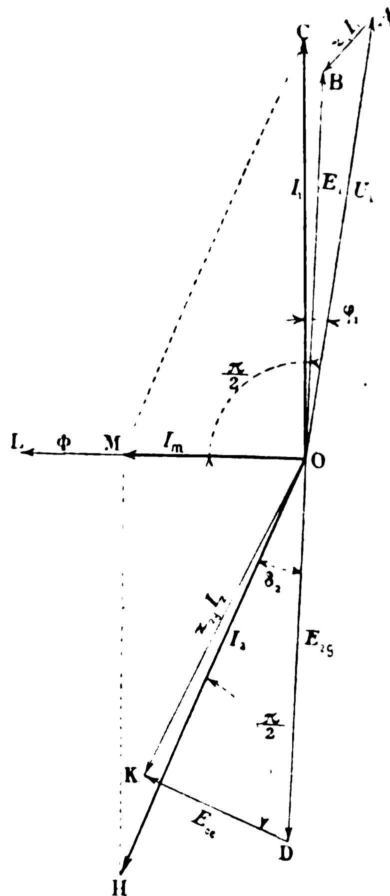


Fig. 2. — Diagramme des tensions et des courants dans le vibrateur de Kapp.

La résistance secondaire est égale à la somme des résistances du rotor et du vibrateur

$$R_2 = r_2 + r_c,$$

et, de façon analogue, on a

$$X_2 = x_2 + x_c.$$

Les valeurs rapportées au bobinage du stator seront égales à

$$R'_2 = R_2 \frac{m_1 (\varkappa_1 N_1)^2}{m_2 (\varkappa_2 N_2)^2},$$

et

$$X'_2 = X_2 \frac{m_1 (\varkappa_1 N_1)^2}{m_2 (\varkappa_2 N_2)^2}.$$

D'après les équations (2 a) et (3), on a

$$E_{ce} = \frac{I_2}{2\pi f g C_c} = \frac{I_2}{\omega g C_c},$$

et, en posant

$$k = \frac{1}{2\pi f C_c} = \frac{1}{\omega C_c}, \qquad (4)$$

il vient

$$E_{ce} = \frac{k}{g} I_2.$$

La valeur k', réduite au taux du stator, est

$$k' = k \frac{m_1 (\varkappa_1 N_1)^2}{m_2 (\varkappa_2 N_2)^2}, \qquad (5)$$

et, par suite,

$$E'_{ce} = \frac{k'}{g} I'_2.$$

De cette façon, on peut remplacer le schéma effectif par le schéma simplifié de la figure 3.

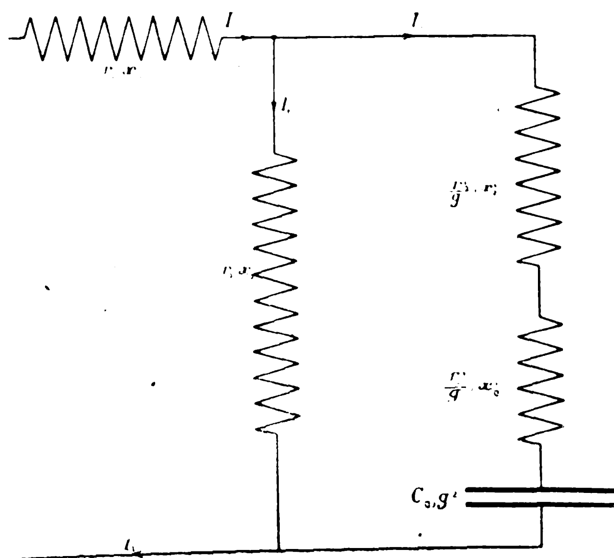


Fig. 3. — Schéma simplifié du vibrateur où le secondaire est réduit au primaire.

Le courant primaire I_1 est la résultante du courant d'excitation I_e et du courant de compensation I_c, d'après l'égalité

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_e + \overline{I}_c. \qquad (6)$$

La tension intérieure correspond à

$$\overline{E}_1 = \overline{U}_1 - \overline{z_1 I_1}; \qquad (7)$$

et la tension du rotor, au glissement g, sera égale à

$$\overline{E}_{2g} = Z'_{2g} \overline{I}'_2 + \overline{E}'_{ce}. \qquad (8)$$

En introduisant, dans l'équation (8), les valeurs complexes, on aura

$$-g\overline{E}_1 = (R'_2 + jgX'_2)\overline{I}'_2 - j\frac{k'}{g}\overline{I}'_2,$$

où

$$j = \sqrt{-1}$$

et, par conséquent,

$$\overline{I}'_2 = \frac{-\overline{E}_2}{\frac{R'_2}{g} + j\left(X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)} = -\frac{\overline{E}_1}{\overline{Z'}_{ug}} \qquad (9)$$

or, on a

$$\overline{I}_c = \frac{\overline{E}_1}{\overline{Z'}_{ug}}. \qquad (9a)$$

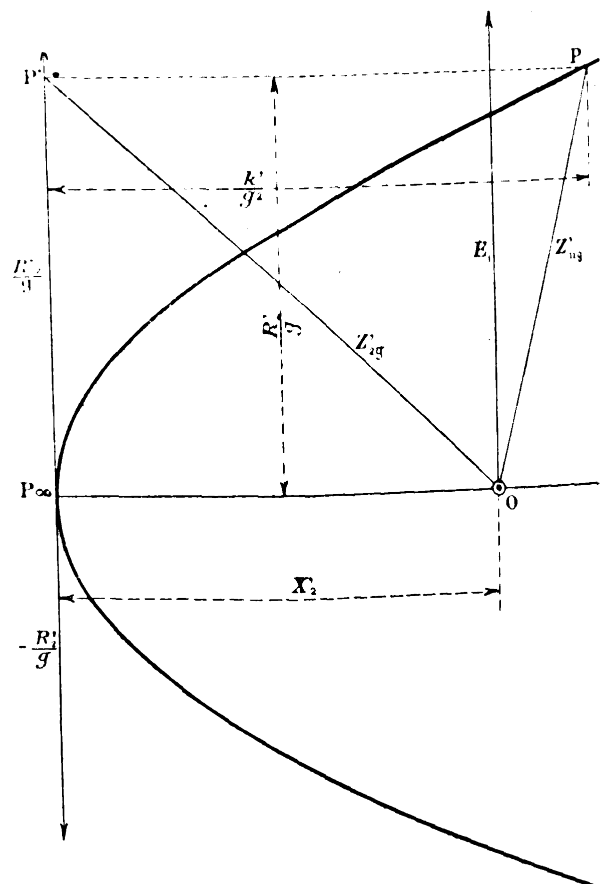


Fig. 4. — Le lieu géométrique de l'extrémité du vecteur d'impédance totale par phase du circuit secondaire est une parabole.

Le dénominateur de l'équation (9), en valeur absolue, est donné par

$$Z'_{ug} = \sqrt{\left(\frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(X'_2 - \frac{g^2}{k'}\right)^2}.$$

Sur la figure 4, on a posé

$$OP_{\infty} = X'_2, \quad P_{\infty}P' = \frac{R'_2}{g} \quad \text{et} \quad P'P = -\frac{g^2}{k'}$$

d'où $OP = Z'_{\text{IIg}}$. On voit donc que le point P décrit une parabole dont la forme dépend de la valeur de k'.

Si l'on empêche les oscillations du vibrateur, k' devient nul et la parabole se confondra avec la droite $P'P_{\infty}$. Au contraire, en faisant croître k', la parabole tend vers la droite OP_{∞}.

Par l'inversion du vecteur OP, on obtiendra une courbe d'admittances telle que celle de la figure 5 correspondant au courant du stator.

Si, dans l'équation (6), nous remplaçons

$$\overline{I}_e \text{ par } \frac{\overline{E}_1}{\overline{z}_0} \quad \text{et} \quad \overline{I}_c \text{ par } \frac{\overline{E}_1}{\overline{Z}'_{\text{IIg}}},$$

nous aurons

$$\overline{I}_1 = \overline{E}_1\left(\frac{1}{\overline{z}_0} + \frac{1}{\overline{Z}'_{\text{IIg}}}\right), \tag{6a}$$

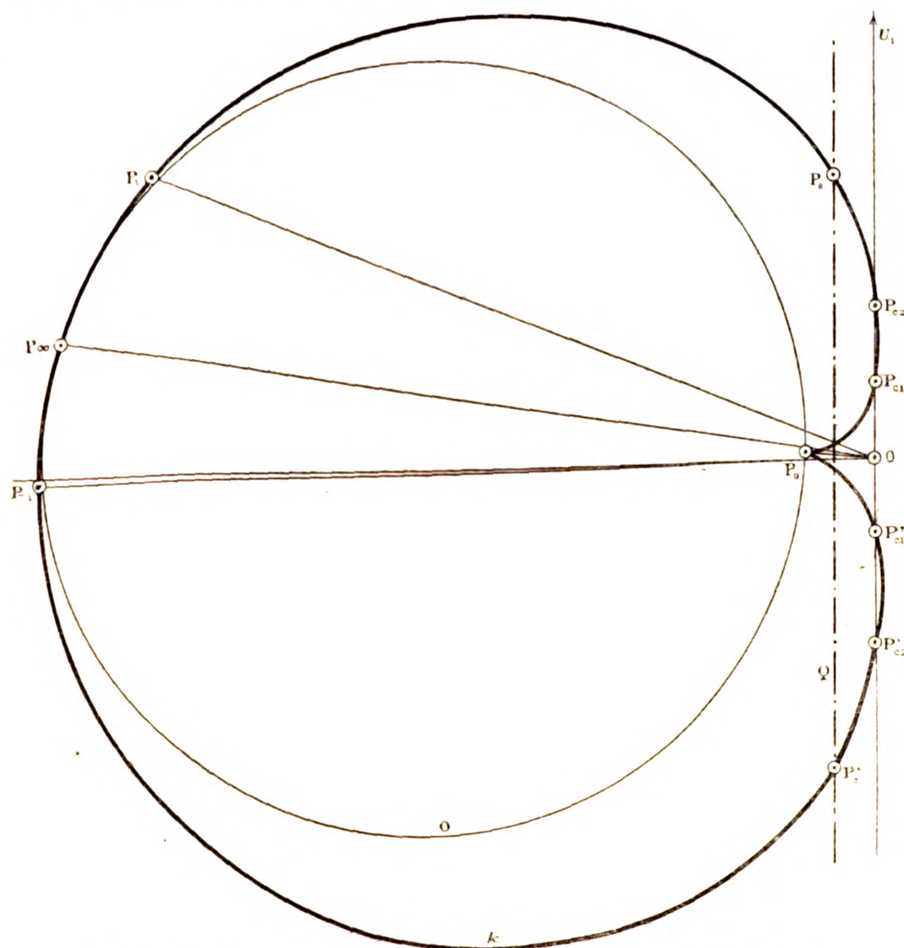


Fig. 5. — Diagramme du courant primaire I_1 et diagramme de Blondel.

et par l'application de l'équation (7), la tension U_1 sera

$$\overline{U}_1 = \overline{E}_1 + \overline{E}_1\left(\frac{\overline{z}_1}{\overline{z}_0} + \frac{\overline{z}_1}{\overline{Z}'_{\text{IIg}}}\right);$$

d'où, en posant $\overline{\nu}_1 = 1 + \frac{\overline{z}_1}{\overline{z}_0}$, on tire

$$\overline{E}_1 = \overline{U}_1 \frac{\overline{Z}'_{\text{IIg}}}{\overline{z}_1 + \overline{\nu}_1 \overline{Z}'_{\text{IIg}}}. \tag{10}$$

La composante de compensation I_c sera donnée par

$$\overline{I}_c = \frac{\overline{U}_1}{\overline{z}_1 + \overline{\nu}_1 \overline{Z}'_{\text{IIg}}}. \tag{11}$$

On peut substituer la valeur de E_1, tirée de la formule (10), dans la formule (6 a) et le courant primaire I_1 sera

$$\overline{I}_1 = \overline{U}_1 \frac{1 + \frac{\overline{Z}'_{\text{IIg}}}{\overline{z}_0}}{\overline{z}_1 + \overline{\nu}_1 \overline{Z}'_{\text{IIg}}}.$$

On remplace dans cette formule $\frac{1}{\overline{z}_0}$ par $\overline{y}_0$; d'où

$$\overline{I}_1 = \overline{U}_1 \frac{1 + \overline{y}_0 \overline{Z}'_{ng}}{\overline{z}_1 + \nu_1 \overline{Z}'_{ng}}. \qquad (12)$$

Nous pouvons constater que la valeur ν_1 ne diffère pas beaucoup de l'unité et qu'elle peut être remplacée par sa valeur absolue.

Les équations que nous avons trouvées ci-dessus sont analogues à celles que l'on obtient quand le moteur marche sans le vibrateur. Mais, dans ce cas, l'impédance du rotor Z'_{22} n'entre que pour une partie dans l'impédance totale Z'_{ng}.

Les valeurs absolues des équations (10), (11) et (12) sont

$$E_1 = U_1 \sqrt{\frac{\left(\frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2}{\left(r_1 + \nu_1 \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(x_1 + \nu_1 X'_2 - \nu_1 \frac{k'}{g^2}\right)^2}}; \qquad (13)$$

$$I_c = \frac{U_1}{\sqrt{\left(r_1 + \nu_1 \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(x_1 + \nu_1 X'_2 - \nu_1 \frac{k'}{g^2}\right)^2}}. \qquad (14)$$

Par la transformation de l'équation (12),

$$\overline{I}_1 = \frac{\overline{U}_1}{\overline{z}_0 \nu_1} \cdot \frac{\overline{z}_0 + \overline{Z}'_{ng}}{\frac{\overline{z}_1}{\nu_1} + \overline{Z}'_{ng}}$$

et en posant

$$\overline{I}_0 = \frac{\overline{U}_1}{\overline{z}_0 \nu_1},$$

la valeur absolue du courant primaire devient

$$I_1 = I_0 \sqrt{\frac{\left(r_0 + \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(x_0 + X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2}{\left(\frac{r_1}{\nu_1} + \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(\frac{x_1}{\nu_1} + X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2}}. \qquad (15)$$

Sur la figure 5, on a tracé le diagramme du courant primaire en appliquant les équations (12) et (15). Pour voir la différence existant entre le moteur non compensé et celui compensé par le vibrateur, on y a tracé aussi le cercle de Blondel sous la condition que la résistance et la réactance secondaires soient dans les deux cas égales.

Nous voyons bien que le moteur qui marche à vide n'est pas influencé par le vibrateur. En augmentant la charge, le glissement du moteur s'élève et le vibrateur commence à fonctionner. Le déphasage du courant diminue jusqu'à zéro, le courant atteignant la première position compensée au point P_{c1} ; dans la partie suivante du diagramme, le vecteur du courant statorique avance sur le vecteur de la tension U_1, le moteur étant surcompensé. Le point P_{c2} correspond à la seconde position compensée du vecteur du courant du stator. Par l'augmentation suivante du glissement, le déphasage s'élève et au point P_1 le moteur s'arrête, le glissement étant égal à l'unité. Le point P_∞ où le cercle de Blondel touche le diagramme du moteur compensé correspond au glissement infini.

Si l'on charge le moteur en génératrice asynchrone, le parcours du diagramme du courant sera analogue.

La droite Q, dans le diagramme, est la droite du rendement maximum. Nous en faisons mention plus loin.

Il y a intérêt à connaître la façon dont le couple du moteur est influencé par le vibrateur.

Le couple est proportionnel à la puissance transmise par le stator au rotor

$$W_m = m_1 E_1 I_c \cos \theta_2.$$

En substituant, il vient

$$\cos \theta_2 = \frac{\frac{R'_2}{g}}{\sqrt{\left(\frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(X_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2}}$$

et, pour les valeurs de E_1 et I_c données par les équations (13) et (14), la puissance transmise au rotor sera donc

$$W_{mc} = \frac{m_1 U_1^2 \frac{R'_2}{g}}{\left[r_1 + \nu_1 \frac{R'_2}{g}\right]^2 + \left[x_1 + \nu_1 X'_2 - \nu_1 \frac{k'}{g^2}\right]^2}. \qquad (16)$$

Le moment du couple du moteur compensé est donné par la formule

$$M_c = \frac{p}{\omega} \cdot \frac{1}{9,81} \cdot W_{mc} \text{ m-kg.} \qquad (16\,a)$$

La puissance utile du rotor correspond à

$$W_{rc} = (1 - g)\, W_{mc}, \qquad (17)$$

et, par suite,

$$W_{rc} = \frac{m_1 U_1^2 R'_2 \frac{1-g}{g}}{\left[r_1 + \nu_1 \frac{R'_2}{g}\right]^2 + \left[x_1 + \nu_1 X'_2 - \nu_1 \frac{k'}{g^2}\right]^2}. \qquad (18)$$

Sur la figure 6, les valeurs de W_{mc} et W_{rc} sont exprimées en fonction du glissement g. Cette figure est complétée par les courbes analogues W_m et W_r relatives au moteur non compensé en conservant la résistance et la réactance dans le circuit du rotor égales à celles du moteur compensé. Les deux courbes W_{mc} et

W_r tendent vers l'origine en devenant tangentes à l'axe des x en ce point ; au contraire, les courbes W_m et W'_r montent rapidement à ce point. Les valeurs maxima des courbes W'_{mc} et W'_{rc} dépassent les valeurs analogues W'_m et W'_r. En tenant compte de toutes les propriétés du vibrateur, on peut juger que son fonctionnement est avantageux. Il élève le couple et la puissance maximum du moteur, réduit le déphasage du stator,

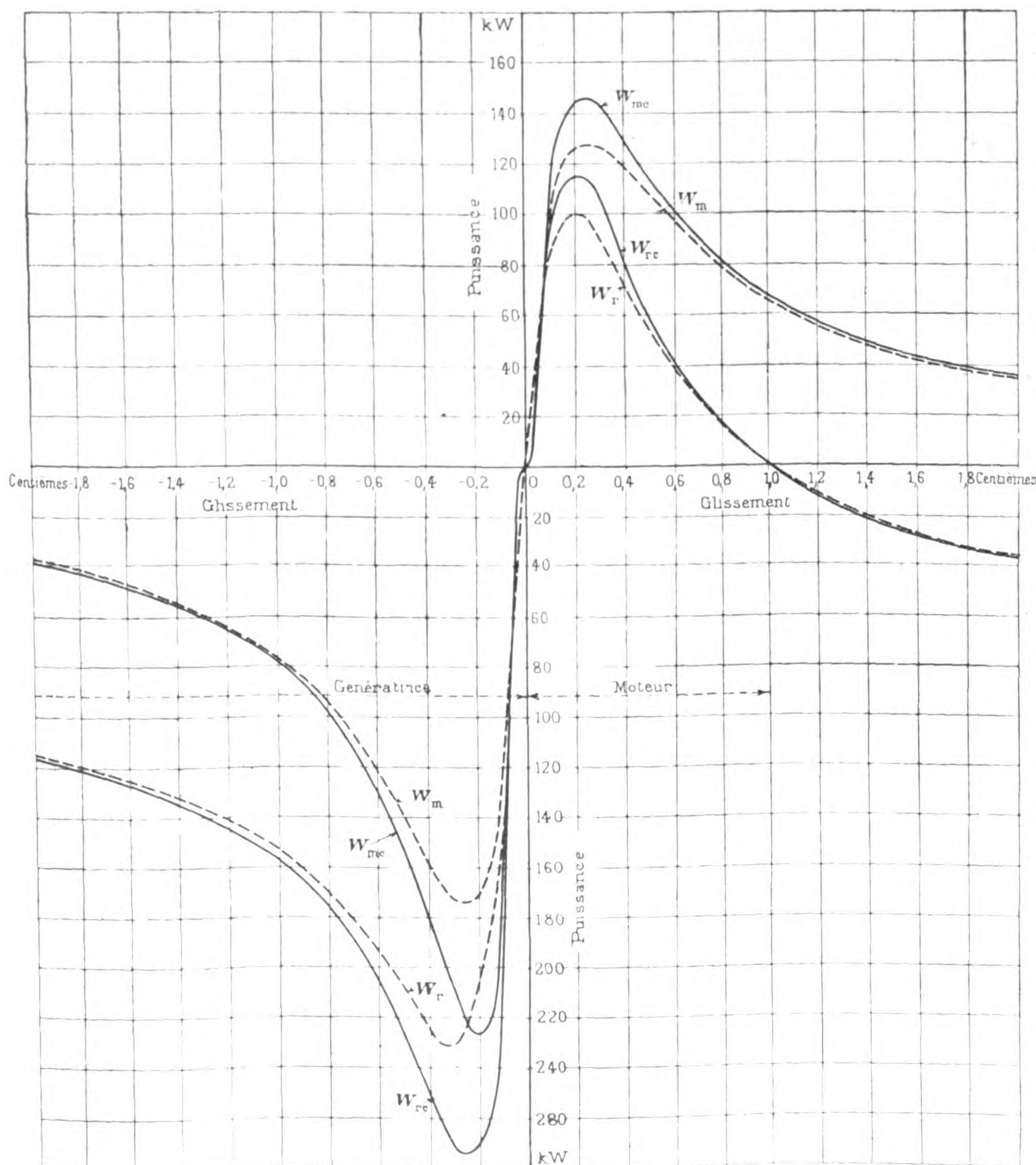


Fig. 6. — Courbe des puissances transmise et utile du rotor compensé, W_{mc} et W_{rc} et du rotor non compensé, W_m et W_r.

améliore le rendement du moteur en augmentant légèrement le glissement. La commutation du vibrateur est parfaite par rapport aux autres compensateurs ; sa marche est très tranquille surtout quand on emploie le vibrateur triphasé.

Le vibrateur est moins indiqué pour les cas où la charge du moteur varie rapidement.

III. **Conditions de compensation.** — Dans le chapitre précédent, nous avons indiqué que l'équation (12)

peut être mise sous la forme

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_0 \frac{\overline{z}_0 + \overline{Z}'_{ng}}{\dfrac{\overline{z}_1}{\nu_1} + \overline{Z}'_{ng}}.$$

Nous pouvons y remplacer les lettres par les valeurs

$$\overline{z}_0 = r_0 + j x_0,$$

$$\overline{z}_1 = r_1 + j x_1,$$

$$Z'_{ng} = \frac{R'_2}{g} + j\left(X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right).$$

On aura donc

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_0 \frac{\left(r_0 + \dfrac{R'_2}{g}\right) + j\left(x_0 + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}\right)}{\left(\dfrac{r_1}{\nu_1} + \dfrac{R'_2}{g}\right) + j\left(\dfrac{x_1}{\nu_1} + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}\right)}$$

et en posant

$$\left(r_0 + \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(x_0 + X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2 = A^2$$

et

$$\left(\frac{r_1}{\nu_1} + \frac{R'_2}{g}\right)^2 + \left(\frac{x_1}{\nu_1} + X'_2 - \frac{k'}{g^2}\right)^2 = B^2,$$

puis,

$$\frac{r_0 + \dfrac{R'_2}{g}}{A} = \cos\lambda; \quad \frac{x_0 + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}}{A} = \sin\lambda,$$

et

$$\frac{\dfrac{r_1}{\nu_1} + \dfrac{R'_2}{g}}{B} = \cos\mu; \quad \frac{\dfrac{x_1}{\nu_1} + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}}{B} = \sin\mu,$$

le courant du stator est donné par l'expression

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_0 \frac{A(\cos\lambda + j\sin\lambda)}{B(\cos\mu + j\sin\mu)} = \overline{I}_0 \frac{A}{B} e^{j(\lambda-\mu)}.$$

Le déphasage du courant I_0 étant φ_0, on peut écrire

$$\overline{I}_0 = I_0 e^{-j\varphi_0}$$

et, par conséquent,

$$\overline{I}_1 = I_0 \frac{A}{B} e^{j(\lambda-\mu-\varphi_0)}. \qquad (19)$$

Le déphasage du courant primaire I_1 sur la tension U_1 correspond à l'angle

$$\chi = \lambda - \mu - \varphi_0;$$

d'où

$$\lambda - \mu = \varphi_0 + \chi. \qquad (20)$$

L'angle χ sera positif si le vecteur I_1 avance sur le vecteur U_1.

Par application de l'équation (20) on a

$$\operatorname{tg}(\varphi_0 + \chi) = \frac{\operatorname{tg}\lambda - \operatorname{tg}\mu}{1 + \operatorname{tg}\lambda \operatorname{tg}\mu}. \qquad (20a)$$

On a, d'après les égalités ci-dessus,

$$\operatorname{tg}\lambda = \frac{x_0 + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}}{r_0 + \dfrac{R'_2}{g}}, \quad \operatorname{tg}\mu = \frac{\dfrac{x_1}{\nu_1} + X'_2 - \dfrac{k'}{g^2}}{\dfrac{r_1}{\nu_1} + \dfrac{R'_2}{g}}.$$

En remplaçant $\operatorname{tg}\lambda$ et $\operatorname{tg}\mu$ par ces expressions dans l'équation (20 a), on obtiendra, après le développement de celle-ci,

$$\left(\frac{k'}{g^2}\right)^2 \operatorname{tg}(\varphi_0+\chi) - \left(\frac{k'}{g^2}\right)$$
$$\left[\operatorname{tg}(\varphi_0+\chi)\left(\frac{x_1}{\nu_1} + 2X'_2 + x_0\right)\right.$$
$$\left. + r_0 - \frac{r_1}{\nu_1}\right] + \operatorname{tg}(\varphi_0+\chi)\left[\left(\frac{r_1}{\nu_1} + \frac{R'_2}{g}\right)\left(r_0 + \frac{R'_2}{g}\right)\right.$$
$$\left. + \left(\frac{x_1}{\nu_1} + X'_2\right)(x_0 + X'_2)\right] + \left(\frac{x_1}{\nu_1} + X'_2\right)\left(r_0 + \frac{R'_2}{g}\right)$$
$$- (x_0 + X'_2)\left(\frac{r_1}{\nu_1} + \frac{R'_2}{g}\right) = 0. \qquad (21)$$

Cette équation est d'une grande importance en ce qui concerne le calcul des dimensions du vibrateur. Elle donne la relation entre la capacitance du vibrateur et le glissement, d'une part, et le déphasage, d'autre part; elle est du second degré par rapport à $\left(\dfrac{k'}{g^2}\right)$ et sa résolution donne deux racines correspondant à deux possibilités de compensation (voir les points P_{c_1} et P_{c_2} de la figure 5).

Suivant que le discriminant $\gtreqless 0$, les racines peuvent être réelles, égales ou imaginaires; ce dernier cas indique que la compensation est impossible.

Solutions particulières. — A. On se donne la capacitance du vibrateur, c'est-à-dire la valeur k' et on veut trouver le glissement g correspondant à la compensation maximum. Dans ce cas, l'équation (21) donne la relation entre le glissement g et $\operatorname{tg}(\varphi_0+\chi)$ sous la forme implicite

$$F[g, \operatorname{tg}(\varphi_0+\chi)] = 0.$$

Pour la compensation maximum, on a

$$\frac{d \operatorname{tg}(\varphi_0+\chi)}{dg} = 0;$$

or

$$\frac{d\,\mathrm{tg}\,(\varphi_0 + \chi)}{d\,g} = -\frac{\dfrac{\partial F}{\partial g}}{\dfrac{\partial F}{\partial\,\mathrm{tg}\,(\varphi_0 + \chi)}}$$

et, par conséquent,

$$\frac{\partial F}{\partial g} = 0. \qquad (22)$$

B. Si l'on demande la compensation du déphasage au zéro, il faut faire χ égal à o dans l'équation (21).

C. La condition de la compensation économique peut être déterminée de la façon suivante.

Pour simplifier notre solution, nous supposerons le vecteur du courant à vide I_0 dans la position perpendiculaire au vecteur U_1 (fig. 7), tel que $I_0 = \overline{OP_0}$.

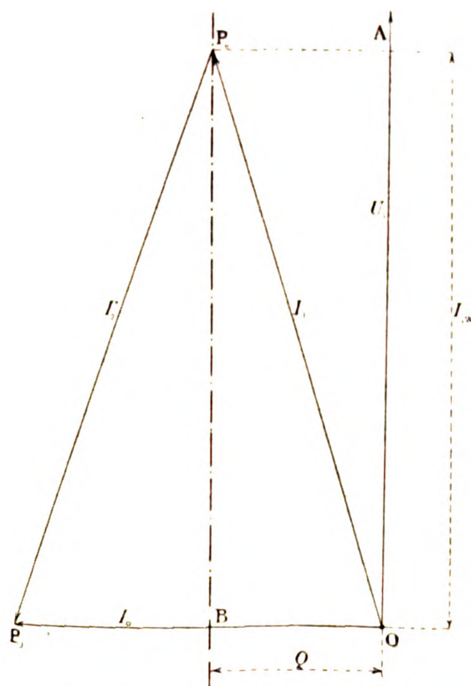


Fig. 7. — **Diagramme pour la détermination des éléments de la compensation la plus économique.**

Le courant primaire I_1 est égal à $\overline{OP_e}$ et le courant secondaire I'_2, à $\overline{P_0P_e}$. Représentons la composante active du courant primaire par I_{1w} et la composante réactive, par Q.

Il en résulte

$$I_1 = \sqrt{I^2_{1w} + Q^2} \quad \text{et} \quad I'_2 = \sqrt{I^2_{1w} + (I_0 - Q)^2}.$$

Nous avons :

Puissance absorbée, $W_1 = m_1\, U_1 . I_{1w}$;

Pertes dans le fer et par frottement, W_0 ;

Pertes dans le cuivre du stator,

$$m_1 r_1 (I^2_{1w} + Q^2);$$

Pertes dans le cuivre du rotor,

$$m_1 R'_2 [I^2_{1w} + (I_0 - Q)^2].$$

Le rendement sera donc :

$$\eta = 1 - \frac{W_0}{m_1 U_1 I_{1w}} - \frac{r_1(I^2_{1w} + Q^2)}{U_1 I_{1w}} - \frac{R'_2[I^2_{1w} + (I_0 - Q)^2]}{U_1 I_{1w}}.$$

Pour trouver le rendement maximum, il faut écrire

$$\frac{d\eta}{dQ} = 0,$$

et, par conséquent,

$$Q = \frac{R'_2}{r_1 + R'_2}\,\iota_0, \qquad (23)$$

ou

$$(\iota_0 - Q) : Q = r_1 : R'_2. \qquad (23\,a)$$

Nous voyons donc que, pour la compensation économique, le point P_e du vecteur du courant primaire doit se trouver sur une droite BP_e qui divise la distance $\overline{OP_0}$ dans le rapport $R_2' : r_1$ et qui est parallèle au vecteur U_1. Par conséquent, il est impossible d'avoir le rendement maximum pour le moteur totalement compensé.

Par substitution de l'expression (23) dans la formule du rendement, on trouvera

$$\eta_{max} = 1 - \frac{W_0}{m_1 U_1 I_{1w}} - \frac{1}{U_1 \iota_{1w}}\left[\iota^2_{1w}(r_1 + R'_2) + I_0^2\,\frac{r_1 R'_2}{r_1 + R'_2}\right]. \qquad (24)$$

Il est possible de généraliser les équations (23) et (24).

Dans le cas d'une installation consistant en un moteur compensé avec son câble d'alimentation, on peut trouver une condition analogue pour le rendement maximum.

Désignons par r_e et x_e la résistance et la réactance du câble d'alimentation. La résistance primaire totale correspond à $R_1 = r_1 + r_e$ et la réactance $X = x_1 + x_e$. Les dimensions du vibrateur se déduiront de l'équation (21) en y substituant les valeurs R_1, X_1 à r_1, x_1 et le rendement maximum se réduira de l'équation (23), après une transformation analogue.

(*A suivre*).

J. Kucera,
Ingénieur-électricien, à Plzen
(Tchéco-Slovaquie).

Revues, analyses et informations

Recherches faites au Laboratoire central d'Electricité sur les propriétés de l'aluminium (1).

I. Ces recherches ont été entreprises à la demande de la Commission électrotechnique internationale, en vue de déterminer, comme il a été fait pour le cuivre, la résistivité électrique d'un métal-type.

Un premier travail fut exécuté en 1917 sur des échantillons d'aluminium de provenance française et conduisit à des résistivités beaucoup plus élevées que celles trouvées, en 1911, par le Bureau of Standards sur des échantillons de provenance américaine. Il était donc probable que, par suite des perturbations provoquées par la guerre, les producteurs français ne pouvaient, en 1917, livrer des produits suffisamment purs. Il fut donc décidé que de nouvelles mesures seraient faites non seulement par le Laboratoire central d'Electricité, mais encore par le National physical Laboratory, de Grande Bretagne, et le Bureau of Standards, des Etats-Unis, chacun de ces laboratoires devant envoyer aux deux autres des échantillons fournis par les producteurs de son pays. En conséquence le Laboratoire central d'Electricité adressa aux Laboratoires des Etats-Unis et de Grande-Bretagne des échantillons fournis par la Société L'Aluminium français et reçut du Bureau of Standards des échantillons fournis par l'Aluminium Company of America ; aucun échantillon britannique n'ayant été reçu, les recherches ont dû être restreintes aux échantillons français et américains.

Tous les échantillons avaient la forme d'une barre cylindrique de 2 mm de diamètre et d'environ 1 m de longueur. Les échantillons français se rapportaient à deux variétés d'aluminium qualifiées, l'une « extra pure », l'autre « pure » ; chaque variété était présentée sous deux états : recuit et écroui. Par suite d'une erreur lors des envois, le Laboratoire central d'Electricité n'a pas conservé d'échantillon « pur recuit ».

II. Résultats des essais. — a) *Composition chimique.* — Les résultats des analyses chimiques faites sur les échantillons français, d'une part, par le Laboratoire central d'Electricité (L. C. E.), d'autre part, par le National physical Laboratory (N. P. L.), sont indiqués ci-dessous :

	Aluminium extra-pur.		Aluminium pur.	
	L.C.E.	N.P.L.	L.C.E.	N.P.L.
Si..........	0,16	0,11	0,47	0,47
Cu..........			traces	traces
Fe..........	0,18	0,12	0,51	0,48
Al..........	99,60	99,77	99,02	99,05

Les échantillons américains, au nombre de 15, n'ont pas été analysés en France ; les analyses faites en Angleterre indiquent une teneur en aluminium de 99,5 pour 100.

b) *Résistivité et coefficient de variation.* — Les mesures électriques faites au Laboratoire central d'Electricité ont porté sur la détermination de la résistivité ρ_{20} à 20°C et celle du coefficient de variation de résistance avec la température, c'est-à-dire du coefficient α la formule

$$R_t = R_{20}\,[1 + \alpha\,(t - 20)].$$

Le tableau suivant donne les moyennes des résultats obtenus pour ρ_{20} (exprimé en microhms-centimètres), pour α et pour le produit $\alpha\,\rho_{20}$; pour les deux premières quantités, sont également indiqués, pour comparaison, les moyennes des résultats obtenus au National physical Laboratory.

	Résistivité ρ_{20}		Coefficient α		Produit $\alpha\rho_{20}$
	L.C.E.	N.P.L.	L.C.E.	N.P.L.	L.C.E.
Aluminiums français :					
Extra-pur recuit.	2,795	2,785	0,00409	0,00408	0,01144
Extra-pur écroui.	2,806	2,786	0,00413	0,00409	0,01158
Pur recuit......		3,072		0,00571	
Pur écroui......	3,083	3,084	0,00371	0,00369	0,01139
Aluminiums américains..........	2,829	2,834	0,00405	0,00405	0,01147

Ainsi qu'il a été dit plus haut, des mesures n'ont pu être faites sur l'aluminium par recuit par le Laboratoire central d'Electricité. Ultérieurement, la Société L'Aluminium français fournit de nouveaux échantillons de cette variété, mais ils ne provenaient pas de la même coulée que les premiers. Les mesures faites sur ces échantillons ont donné, comme moyennes.

ρ_{20}	α	$\alpha\rho_{20}$
2,925	0,00372	0,01085

Des échantillons d'aluminiums anglais ont été étudiés par le National physical Laboratory. Celui-ci a trouvé pour ces échantillons, qui contenaient 99,7 pour 100 d'aluminium :

	ρ_{20}	α
Aluminium recuit..........	2,812	0,00403
Aluminium écroui..........	2,825	0,00400

c) *Propriétés mécaniques.* — Les essais mécaniques ont été effectués au Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers ; ils ont donné les résultats ci-dessus.

	Diamètre. mm	Section. mm²	Longueur totale. cm	Contrainte de rupture. kg : mm²	Allongement. centièmes	Contrainte limite apparente d'élasticité, kg : mm²
Aluminiums français :						
Extra-pur recuit..................	2	3,14	115	7,6	2,8	4,6
Extra-pur écroui..................	2	3,14	115	13	1,7	9,5
Pur recuit..................	2	3,14	120	12,9	2,3	5,7
Pur écroui..................	2	3,14	114	18,3	1,9	15,3
Aluminiums américains :						
Echantillon 1..................	2,10	3,46	122	14,7	2	12,1
Echantillon 2..................	2,10	3,46	122	15	1,8	13,8

(1) R. Jouaust, chef de service au Laboratoire central d'Electricité. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, décembre 1923, t. IV, 4e série, p. 663-669. 2 500 mots, 8 tableaux.

III. Conclusions. — 1. *Influence du recuit sur la résistivité.* — Les mesures faites sur l'aluminium français extra-pur ont donné des nombres pratiquement égaux pour la résistivité, que le métal soit recuit ou écroui (2,795 et 2,800 microhms-cm); il en est de même pour les nombres trouvés par le National physical Laboratory pour l'aluminium pur (3,072 et 3,084); pour les deux variétés, la résistivité de l'aluminium recuit est toutefois légèrement inférieure à celle de l'aluminium écroui.

Les essais faits par le National physical Laboratory sur des échantillons anglais indiquent une légère différence, dans le même sens (2,812 et 2,825).

Deux des échantillons américains remis au Laboratoire central d'Électricité ayant été recuits par les soins de la Société L'Aluminium français, on trouva que leur résistivité, au lieu d'être diminuée [1] par cette opération, se trouvait augmentée d'environ 2 pour 100; ce résultat est confirmé par les résultats des mesures faites au National physical Laboratory où l'on constata que, après recuit des échantillons américains envoyés à ce laboratoire, la résistivité était augmentée d'environ 1,2 pour 100.

2. *Valeur de la résistivité de l'aluminium-type.* — A ce sujet, M. Jouaust écrit : « Il semble qu'on pourrait adopter pour la résistivité à 20° centésimaux, de l'aluminium type livré à l'état écroui, la valeur 2,820 microhms-centimètres ».

3. *Valeur du produit $\alpha\rho_{20}$ pour l'aluminium-type.* — On sait que, dans le cas du cuivre, le produit de la résistivité à 20°C par le coefficient de variation avec la température a pratiquement la même valeur pour tout échantillon de cuivre commercialement pur : d'après les recherches de Dellinger, les écarts entre les valeurs trouvées sont, en effet, inférieures à 1 pour 100.

Les mesures faites au Laboratoire central d'Électricité sur les échantillons français et américains d'aluminium ont donné, pour le produit $\alpha\rho_{20}$, des nombres compris entre 0,01132 et 0,01165 pour les échantillons français et entre 0,01125 et 0,01163 pour les échantillons américains; leur moyenne est 0,01147 [2]. Les écarts entre cette valeur moyenne et les valeurs extrêmes sont donc de 2 pour 100, supérieurs par conséquent, à ceux qu'on observe pour le cuivre.

» Il faut toutefois remarquer, écrit M. Jouaust, qu'il s'agit d'écarts portant sur des mesures isolées. Il ne faut pas oublier, d'autre part, que, malgré les précautions prises dans leur expédition, les différentes éprouvettes avaient très bien pu être soumises à des écrouissages locaux susceptibles d'influer d'une façon particulière sur leur résistivité. Il semble donc bien qu'on puisse admettre pour l'aluminium comme on l'a fait pour le cuivre, la constance du produit $\alpha\rho_{20}$.

» Il importe, en outre, de remarquer que, si on utilise cette constance du produit $\alpha\rho_{20}$ pour déterminer la résistance d'un conducteur d'aluminium à 120° C connaissant sa résistance à 20°, l'erreur entraînée sur la valeur de cette résistance par une erreur de 2 pour 100 sur la valeur de $\alpha\rho_{20}$ serait inférieure à 1 pour 100.

» Il semble donc qu'on puisse poser comme règle, avec une approximation suffisante pour les besoins de la pratique, que, pour tous les aluminiums industriels, le produit $\alpha\rho_{20}$ est égal à 0,01145.

» Si on admet, comme nous l'avons proposé plus haut, la valeur de 2,82 microhms centimètres pour résistivité de l'aluminium-type, cela conduirait à admettre pour coefficient de variation avec la température, à 20° et pour cet aluminium-type, 0,00406 ».

4. *Valeurs de ρ_{20} et de α.* — Ainsi, donc, on aurait pour l'aluminium-type :

$\rho_{20} = 2,82$ microhoms : cm, $\alpha = 0,00406$.

J. R.

(1) Rappelons à ce propos que, d'après les recherches faites par MM. Léon Guillet et Marcel Ballay sur l'influence de l'écrouissage sur la résistivité des métaux et des alliages et qui ont été exposées devant la Société française des Électriciens dans la séance du 19 novembre 1923 (*R. G. É.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 825), la résistivité des métaux commercialement purs augmente par l'écrouissage, sauf pour l'étain et le plomb; pour les alliages, il y a également, en général, augmentation de leur résistivité par l'écrouissage et cette augmentation, plus considérable que pour les métaux, est de l'ordre de 5 à 7 pour 100; toutefois pour les maillechorts, il y a, au contraire, diminution.

Rappelons aussi que, dans cette même communication à la Société française des Électriciens, M. Léon Guillet, dans l'exposé de ses recherches personnelles sur de nombreux échantillons d'aluminium plus ou moins pur, écroui et recuit, annonçait avoir toujours constaté que le recuit produit une diminution de la résistivité. Voici d'ailleurs les conclusions de cette communication, qui vient d'être publiée in extenso (*Bulletin de la Société française des Électriciens*, décembre 1923, t. III, 4e série, p. 641-663) : « 1° Les impuretés de l'aluminium ont une notable influence sur la résistivité; il semble que le silicium en ait plus que le fer; 2° les traitements thermiques n'ont pas d'influence marquée sur la résistivité du métal recuit; 3° l'écrouissage produit une augmentation de la résistivité; 4° cette augmentation est insignifiante dans l'aluminium à peu près pur; elle est un peu plus importante quand les impuretés croissent ». (N. d. l. R.)

(2) La moyenne des valeurs résultant des mesures faites par le National physical Laboratory est 0,01139. D'autre part, des mesures effectuées par le professeur Grassi à la demande du Comité électrotechnique italien avaient conduit à la valeur 0,01141.

Sur une nouvelle méthode pour déterminer la bobine de Petersen et son champ d'action [1].

Le dispositif de Petersen (réunion d'une ligne à la terre par l'intermédiaire d'une self-induction convenablement calculée) devait, dans la pensée de son inventeur : 1° exercer une action préventive contre la formation des surtensions; 2° permettre l'amortissement vers la terre d'une surtension venant à se produire ; 3° assurer l'extinction d'un arc entre ligne et terre.

Afin de lui permettre de remplir ce triple but, Petersen est arrivé à cette conclusion, qu'en régime normal, la self-induction de la bobine devait satisfaire à la condition de résonance $3\omega^2 LC = 1$.

Mais cette formule ne tient pas compte de tous les paramètres de la machine et de la ligne, et elle suppose en outre la symétrie de celle-ci. L'auteur s'est donc proposé d'étudier l'influence que peuvent avoir tous ces paramètres sur la valeur de la self-induction de la ligne et sur l'efficacité et le champ d'application du dispositif, les résultats auxquels il arrive étant valables pour une ligne symétrique ou non.

Soit une ligne triphasée dans laquelle une phase est mise à la terre, par l'intermédiaire d'un arc intermittent. Le courant I_r qui parcourt cet arc est la résultante du courant passant dans la bobine de protection et des courants de capacité et de dispersion des phases saines.

L'expression algébrique de ce courant I_r contient trois variables r, L, K; r et L étant la résistance et le coefficient de self-induction de la bobine, K représentant le rapport, à la longueur totale de la ligne, de la distance entre le point de mise à la terre et l'origine. La résistance « r » pouvant être fixée de façon à avoir une valeur aussi faible que possible, le courant I_r n'est donc fonction, en réalité, que des deux variables L et K. Cela posé, les valeurs limites de L peuvent être obtenues en prenant les ordonnées minima des deux courbes qui, pour $K = 0$ et $K = 1$, donnent les variations de I_r en fonction de L.

(1) Basilio Focaccio. *Elettrotecnica*, 25 juin 1923, t. X, p. 401-406, 3500 mots, 9 fig.

Si pour chaque valeur de L, comprise dans cet intervalle, on fait varier K entre zéro et l'unité, on obtiendra une famille de courbes, $I_r = f(k)$, donnant I_r en fonction de K pour chaque valeur admissible de L.

Déterminant alors l'aire limitée par chacune de ces courbes, on aura, en fonction de L, la somme des courants

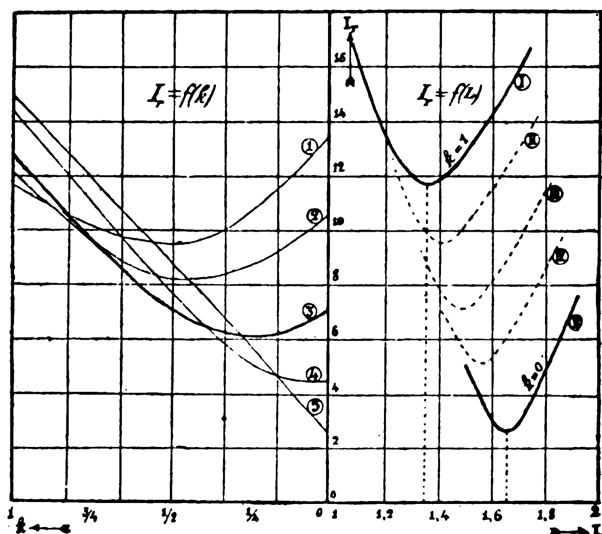


Fig. 1.

de terre, pour toutes les valeurs de K comprises entre zéro et l'unité, c'est-à-dire

$$A = \int_0^1 I_r \, \mathrm{d}k = f(L).$$

L'ordonnée minimum de la la courbe que représente cette équation satisfera à la condition $\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}L} = 0$ et l'abscisse correspondante donnera la valeur à prendre pour L.

On peut déterminer les deux familles de courbes, $I_r = f(L)$ et $I_r = f(k)$, soit par le calcul, soit par l'expérience. Les figures 1 et 2 donnent les résultats obtenus avec une ligne de 100 km, alimentée à 60 000 v et 50 p : s. Dans la figure 1, les courbes de droite donnent L_k en fonction du coefficient L, pour lequel on obtient les deux valeurs limites 1,35 et 1,66 henrys. Les courbes de gauche correspondent chacune à une valeur de L comprise dans cet intervalle. La figure 2 donne le tracé de la courbe

$$A = \int_0^1 I_r \, \mathrm{d}k$$

en fonction de L. Comme on a convenu que cette somme devait être minimum, on choisit l'ordonnée minimum de A à laquelle correspond $L = 1,495$ henry.

Dans le cas étudié, et dans tous ceux où la ligne a une longueur faible ou moyenne, on trouve que la valeur à adopter pour L correspond à $K = \frac{1}{2}$. En d'autres termes, on arrive alors au même résultat que si l'on avait tenu compte seulement de la self-induction et de la capacité de la ligne.

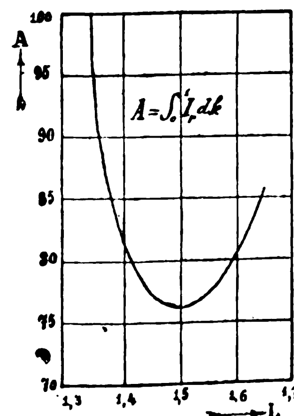


Fig. 2.

Cela revient à dire que les caractéristiques de la machine, la résistance et la dispersion de la ligne, et même un léger défaut de symétrie, n'ont qu'une faible influence.

Mais il peut arriver aussi, et c'est souvent le cas des lignes de grande longueur, que la valeur trouvée pour L corresponde à une valeur trop grande de I_r, c'est-à-dire telle que le dispositif de Petersen ne puisse plus permettre l'extinction de l'arc. Enfin, si la ligne est très longue et la tension très élevée, les limites de L peuvent être négatives, c'est-à-dire physiquement irréalisables. L'auteur donne de ces deux cas des exemples numériques dans lesquels les lignes considérées ont des caractéristiques normales.

En résumé, on peut dire, d'après ce qui précède, que la valeur du coefficient de self-induction à assigner à la bobine de protection ne peut servir que de point de départ pour des calculs ultérieurs si elle est obtenue par la formule de Petersen. De plus, le dispositif ne convient que pour des lignes de longueur faible ou moyenne soumises à une tension modérée, sinon il peut être sans efficacité et même irréalisable. — P. B.

ERRATUM

Dans l'étude de M. J. Lahousse, intitulée « isolants et condensateurs », publiée dans la « Revue générale de l'Electricité » des 12 et 19 avril 1924, p. 621-627 et 667-674, il y a lieu de faire les modifications suivantes :

Page 622, 2e colonne. Remplacer l'équation (4) par la suivante :

$$\mathfrak{J} = kU \frac{m}{n} \left[e^{-n(t-T)} - e^{-nt} \right].$$

Page 669, 2e colonne, 5e ligne, 0 est la limite supérieure et non inférieure de l'intégrale.

Page 670, 2e colonne, 8e ligne. Au lieu de

$\gamma = 58 \times 10^{-2}$ lire $\gamma = 58 \times 10^{2}$.

Page 671, 1re colonne, 4e ligne. Au lieu de

$\cos \varphi$, lire $\cos \Phi$.

Idem, 16e ligne. Pour le dénominateur de la fonction donnant l'expression de $\cos \Phi$, lire

$$\int_T^\tau \frac{1}{\sqrt{\int_t^\tau \cos\varphi \, \mathrm{d}t}} \, \mathrm{d}t.$$

Page 673, 2e colonne, 1re ligne. Au lieu de W, l'énergie consommée, lire W, la puissance consommée.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XIV. — Eclairage électrique : lampes à arc et à incandescence; réflecteurs et projecteurs; lampes à vapeur de mercure (1).

On a pu se rendre compte, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., des progrès réalisés dans le domaine de l'éclairage électrique, depuis quarante ans, grâce aux expositions rétrospectives organisées par la Ville de Paris et par quelques fabricants. Parmi les anciens types de lampes, on trouvera mentionnées ici la lampe Cance, la lampe Bardon et une lampe des Anciens Etablissements Sautter-Harlé, construite en 1891. D'autre part, ces derniers Etablissements ainsi que les Etablissements Bardon présentaient des lampes de leur construction récente, destinées à des usages spéciaux. On trouvera également, dans ce chapitre, une application de la lampe à arc rotatif de M. Garbarini. Dans la deuxième partie, il est question de la lampe à incandescence : la description du stand de la Compagnie des Lampes amène l'auteur à faire l'histoire de cette lampe. Les expériences de M. le docteur Létang sont également mentionnées, ainsi que la lampe de M. Cotton. Ensuite sont développées quelques considérations générales sur l'éclairage, à propos de la chambre noire de démonstration organisée par la Compagnie des Lampes, et sur les réflecteurs, dont ceux de la Société anonyme française Holophane, en particulier, sont cités ici. Les Anciens Etablissements Sautter-Harlé ont exposé des modèles de phares et de projecteurs qui méritent d'être signalés, ainsi que celui de M. Marsat et de M. G. Massiot. Dans la dernière partie, il est question des applications de la lampe à vapeur de mercure à l'éclairage par la Société de la Verrerie scientifique; et l'on trouvera, pour terminer, une description de la nouvelle lampe à vapeur de mercure que construisent les Etablissements Gallois et Cie.

En parcourant les comptes rendus qu'ont donnés de l'Exposition de Physique et de T. S. F. les grands journaux quotidiens, on a une idée des soins tout particuliers apportés par les organisateurs de cette manifestation pour lui assurer l'éclairage le plus brillant et le plus luxeux possible. Bien entendu, le seul agent employé pour cet éclairage était l'électricité. Mais il faut avouer que les effets de lumière artificielle les plus saisissants ne surprennent plus que d'une façon très passagère le public des grandes villes, fait qui démontre, outre l'influence de l'habitude, les progrès réalisés dans ce domaine, et cela en un nombre relativement restreint d'années. Le rapprochement de la lumière émise par les becs « papillon », exposés par la Ville de Paris, et qui éclairaient en 1848 l'avenue de l'Opéra, et de celle qui rayonnait, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., dans le Grand-Palais, était particulièrement suggestif.

Les difficultés qu'ont eu à vaincre les constructeurs et fabricants de lampes au début de l'éclairage électrique, dont les avantages sur les autres modes d'éclairage sont incontestables, sont surtout d'ordre économique. Ainsi que nous le verrons dans ce qui va suivre, le principe de l'éclairage électrique est connu depuis près de soixante ans et, si son développement ne fut pas immédiat, c'est bien en grande partie parce que les premières lampes absorbaient une quantité d'énergie par trop élevée. La lutte entre les divers modes d'éclairage devient même assez intense au début du siècle et les discussions que l'on retrouve dans les revues techniques de l'époque portent pour la plupart sur la question des prix de revient. Actuellement, le succès de l'éclairage électrique paraît assuré; c'est bien l'impression que laissait une visite aux stands intéressés de l'Exposition de Physique et de T. S. F.

I. Lampes à arcs. — Dans le stand organisé par la Ville de Paris, auquel nous venons de faire allusion, étaient exposés des anciens modèles de lampes de cette catégorie, en particulier l'appareil pour la production de l'arc électrique de la collection du Conservatoire national des Arts et Métiers (1845) et qui rappelle la première expérience faite par Humphry Davy, à Londres, en 1801, sur le phénomène de l'arc électrique. A cette même collection appartiennent l'œuf électrique pour la production de l'arc voltaïque dans le vide, imaginé par Deleuil et datant de 1845, et une lampe à arc dans le vide (1878). A cette même époque, en 1879 exactement, étaient installées les premières lampes électriques dans l'avenue de l'Opéra : c'étaient des foyers Jablockoff qui comprenaient plusieurs paires de charbons, chaque paire portant le nom de bougie Jablockoff et l'ensemble étant réuni sur un chandelier de même nom.

(1) Voir les chapitres I à XIII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19, 26 avril et 3 mai 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 293-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748 et 785-799.

dont quelques spécimens étaient présentés dans le stand qui nous occupe.

Dans ce même ordre d'idées, nous mentionnerons les deux modèles de lampes à arc créés en 1880 par M. Cance. Aussitôt que la lampe à arc est entrée dans le domaine des applications pratiques, il s'est agi de concevoir un appareillage spécial destiné à en assurer le bon fonctionnement; le dispositif le plus important qui fait partie de cet appareillage est, comme on le sait, le régulateur. Or, depuis 1873, M. Cance s'était consacré à l'étude et à la construction d'électroaimants, ce qui l'amena à créer une série de moteurs électriques dont l'un d'eux, alimenté par des piles Bunsen, actionnait une machine à coudre à l'Exposition universelle de 1878.

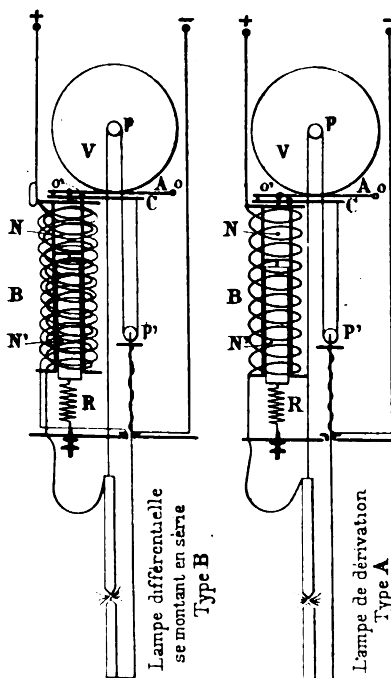


Fig. 234. — Vues schématiques de deux types de régulateurs Bardon (1889).

A cette époque, la lampe à arc faisant son apparition, il y vit l'occasion de recherches intéressantes au sujet de la mise au point du dispositif de réglage. Les lampes à arc du système Cance sont assez connues pour que nous n'ayons pas à y revenir ici ; nous rappellerons que l'organe essentiel du régulateur est un plateau de friction dont le déplacement est commandé par un électroaimant et qui agit à son tour sur le dispositif supportant les charbons, cela sans mouvement d'horlogerie. Ajoutons que les régulateurs basés sur ce principe, datant, comme nous l'avons dit, de 1880, sont encore en service actuellement dans un certain nombre d'installations. Étant donné l'intérêt de ces premiers modèles pour ainsi dire industriels de lampes à arc, il était indiqué qu'ils figurassent à l'Exposition de Physique et de de T. S. F., et nous ne pouvons que féliciter les Etablissements Cance et fils et Cie d'y avoir participé, en présentant une page de l'histoire de l'industrie électrique, relative à cette période comprise

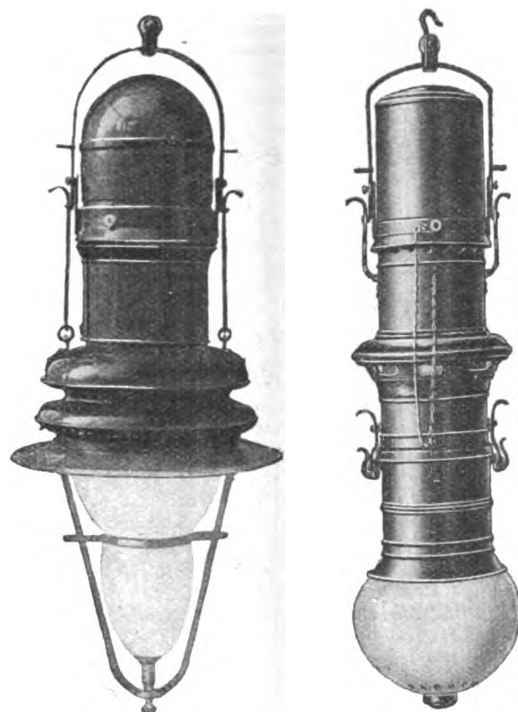


Fig. 235. — Vue extérieure de deux lampes à arc du système Bardon (Etablissements Bardon).

entre 1875 et 1885 où elle commençait à prendre son essor. A côté des lampes à arc proprement dites de M. Cance, on pouvait remarquer des spécimens d'appareils également créés par lui, soit d'un intérêt général,

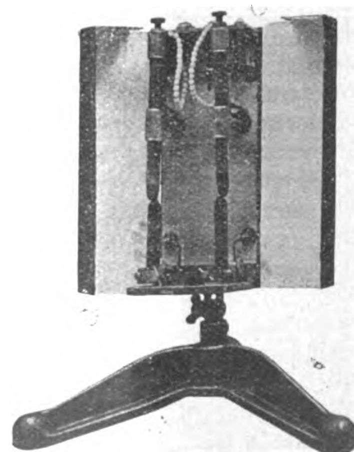


Fig. 236. — Vue d'une lampe à arc spécial pour prises de films cinématographiques (Etablissements Bardon).

tels que des interrupteurs, des coupe-circuits, soit d'un caractère spécial, comme l'indicateur de marche pour circuits d'arcs, datant de 1886, le rhéostat à cur-

seur pour lampes à arc, de la même époque, et, signalons-le en passant, le modèle d'une dynamo construite en 1878.

Un autre type de lampe à arc, bien connu aussi, était exposé dans ce même stand : c'est celui de la lampe Bardon, mise en service par la Ville de Paris en 1885. Nous reproduisons sur la figure 234 la vue schématique du régulateur de ce système, relevé dans une notice qui date de 1889 et qu'ont bien voulu nous communiquer les Etablissements Bardon. L'examen de la figure suffit à lui seul pour rappeler le principe de ce dispositif, dans lequel l'organe essentiel est le levier de frein A dont le déplacement est commandé par l'électroaiment B. Signalons, à titre documentaire, que la notice à laquelle nous faisons allusion, a été éditée à l'occasion de l'Exposition de 1889 dans laquelle étaient installées 150 lampes de ce système.

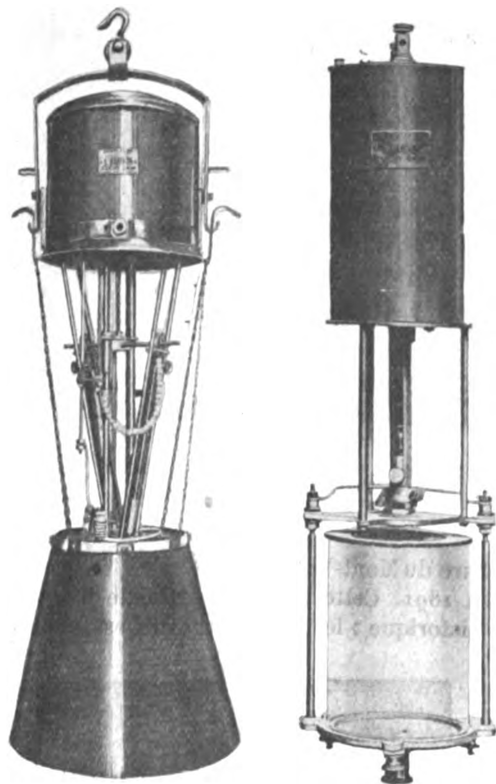


Fig. 237. — Vue de deux lampes plafonnier servant à l'éclairage vertical pour prises de films cinématographiques.

Les Etablissements Bardon ont conservé la spécialité de la construction des lampes à arc et ils ont présenté, dans leur stand, leurs récents modèles. Comme nous l'avons indiqué au début, les efforts des constructeurs et des fabricants de lampes tendent surtout à réaliser des appareils conduisant à un prix de revient de l'éclairage aussi faible que possible; ce résultat est obtenu, dans la lampe du système Bardon, grâce aux modifications, non de principe, mais de détail, apportées au mécanisme de la lampe. La durée des charbons des lampes de ce système, en service sur les boulevards de la Ville de Paris, est de 100 h, tandis que, dans les premiers modèles, elle n'était que de quelques heures; d'autre part, les Etablissements Bardon nous font savoir qu'un nouveau type de lampe est à l'étude actuellement, dans lequel la durée des charbons dépassera 200 h. Nous insistons ici sur les efforts de ces Etablissements pour conserver à la lampe à arc la place qu'elle occupe dans l'éclairage électrique depuis le début, et cela, malgré le développement considérable de l'éclairage par incandescence : il suffisait, pour s'en rendre compte, de comparer ces deux modes d'éclairage à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Seuls, précisément, les Etablissements Bardon représentaient le premier. Dans l'état actuel de l'industrie de l'éclairage électrique, la lampe à arc rend encore des services lorsqu'il s'agit de disposer d'une source lumineuse de forte intensité se montant à plusieurs milliers de bougies. Elle est, en même temps, un appareil robuste, de fonctionnement sûr et précis, grâce aux soins apportés dans sa construction. Sur la figure 235 sont représentés quelques modèles de lampes à arc destinés en particulier à l'éclairage public.

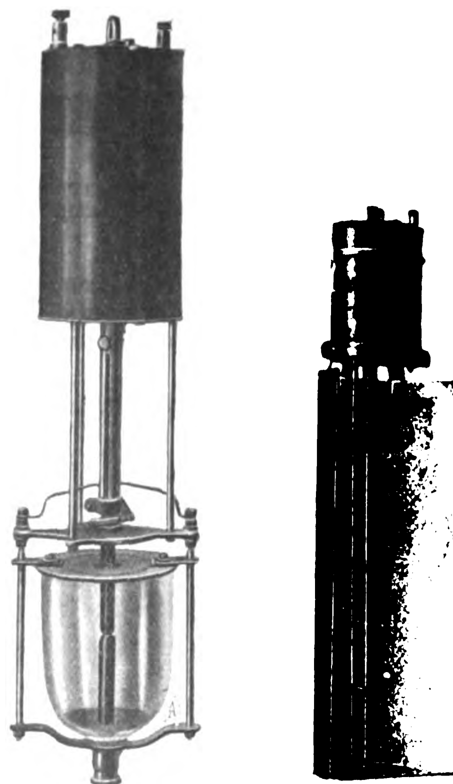


Fig. 238. — Vue d'une lampe à arc à vase clos pour tirage de bleus, du système Bardon (Etablissements Bardon). — Fig. 239. Vue d'une lampe à arc pour travaux de photographie, avec réflecteur (Etablissements Bardon).

Enfin, la lampe à arc constitue un foyer lumineux tout indiqué pour certaines applications, avec des projecteurs

et des réflecteurs convenablement établis, en particulier pour les prises de films cinématographiques (fig. 236 et 237), pour le tirage de bleus (fig. 238), pour les travaux photographiques (fig. 239); la lampe à arc est préférée, dans ces applications, à la lampe à incandescence, à cause de la nature de la lumière émise qui se rapproche davantage de celle de la lumière solaire. Le spectre, qui est en partie celui du gaz existant dans le milieu qui sépare les électrodes, est plus riche en rayons de courte longueur d'onde que celui des métaux portés à l'incandescence.

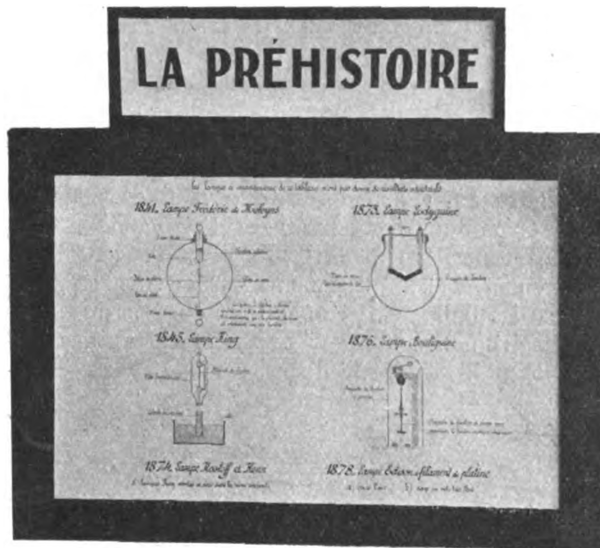


Fig. 240. — Reproduction des dessins des premières lampes à incandescence. (Compagnie des Lampes.)

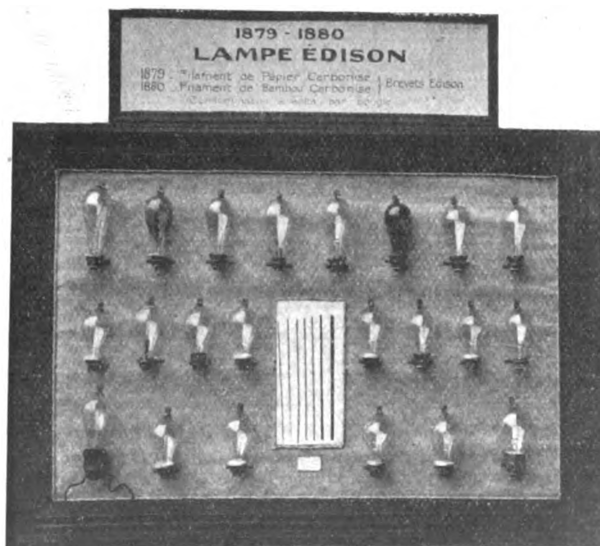


Fig. 241. — Vue des premières lampes à incandescence Edison (1879-1880). (Compagnie des Lampes.)

Les anciens Établissements Sautter-Harlé, dont nous parlerons plus longuement dans un autre paragraphe, ont exposé deux lampes à arc, l'une absorbant un courant d'intensité égale à 300 A et destinée à illuminer l'aérophare du Mont-Valérien et l'autre, de 150 A, construite en 1891. Cette dernière présente un véritable intérêt historique ; le charbon positif est animé d'un mouvement de rotation et son cratère est maintenu à une hauteur constante au moyen d'un thermostat ; d'autre part, grâce à un mouvement propre du charbon négatif, la tension aux bornes de l'arc est maintenue



Fig. 242. — Vue des lampes Swan (1881). (Compagnie des Lampes.)



Fig. 243. — Vue des lampes à filament de carbone à la nitrocellulose (1893). (Compagnie des Lampes.)

constante. Une lampe de ce modèle était utilisée autrefois au phare de la Hève.

Nous mentionnerons, à propos des lampes à arc, une application de l'arc rotatif de M. Garbarini au nou-



Fig. 244. — Vue des échantillons de tungstène et de molybdène, dans les différentes phases de leur préparation (Compagnie des Lampes).

veau cinématographe à mouvement continu, présenté par M. P. Toulon, dans le stand de l'Office national

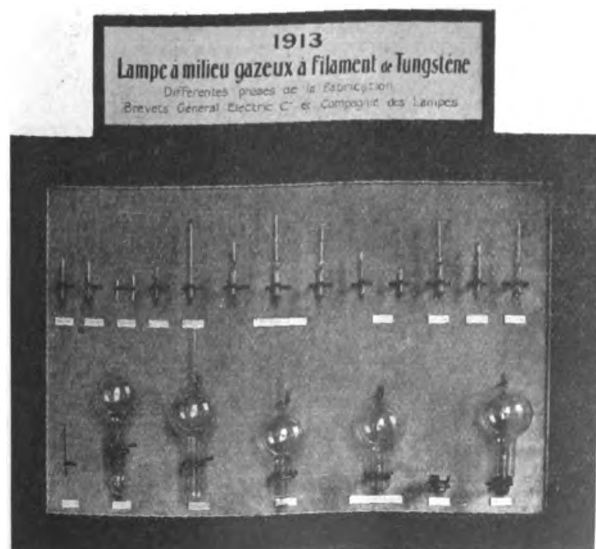


Fig. 245. — Vue des lampes à filament de tungstène dans un milieu gazeux et des pièces qui rentrent dans leur constitution (Compagnie des Lampes).

des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Rappelons que la lampe de M. Garbarini ne comporte qu'un seul charbon de très petit diamètre et placé suivant l'axe d'une couronne de laiton, laquelle est refroidie par une circulation d'eau. L'arc qui s'établit entre le charbon et la couronne devient un arc rotatif, sous l'influence d'un champ magnétique, de sorte que la totalité de la face avant du charbon atteint un éclat



Fig. 246. — Vue de quatre modèles de lampes à incandescence de 300 bougies à quatre époques différentes, dans la période comprise entre 1893 et 1923 (Compagnie des Lampes.)

lumineux très intense. Un modèle de cette lampe a été présenté à la séance de la Société française de Phy-

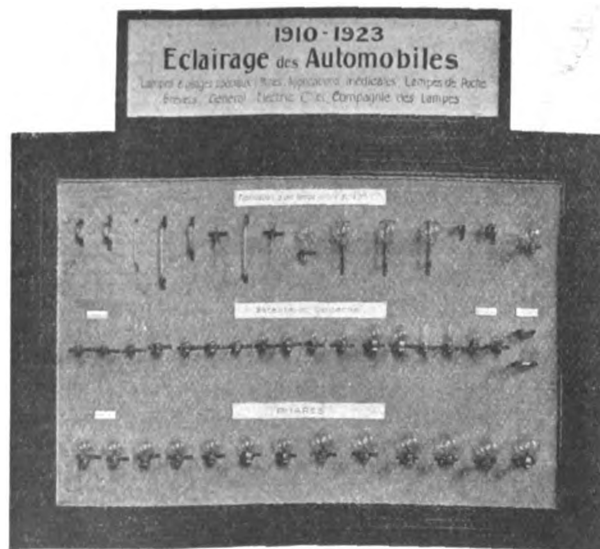


Fig. 247. — Vue de plusieurs modèles de lampes à incandescence destinées à l'éclairage des automobiles et des pièces qui rentrent dans leur constitution (Compagnie des Lampes).

sique le 3 juin 1921, par M. A. Cotton (1). Elle est décrite, d'autre part, dans le « Bulletin officiel

(1) L'arc rotatif Garbarini. *Revue générale de l'Electricité*, 9 juillet 1921, t. x, p. 67-68.

de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions » de janvier 1920 (¹).

II. Lampes à incandescence. — Dans le domaine des lampes à incandescence, l'Exposition de Physique



Fig. 248. — **Vue des divers modèles de lampes à incandescence destinées aux appareils de projection, depuis 1891 (Compagnie des Lampes).**

et de T. S. F. nous a encore donné l'occasion de jeter un coup d'œil sur leur origine et sur leur rapide développement. Dans le stand organisé par la Ville de Paris, dont nous avons déjà parlé plus haut, et dans celui de la Compagnie des Lampes, étaient représentés quelques-uns des premiers modèles. Sur la figure 240 sont reproduits les dessins de quelques lampes qui servirent aux premiers essais de ce mode d'éclairage. La plus ancienne est, comme on peut le voir, celle de Frédéric de Moleyns, datant de 1841. Le second modèle figuré est celui de la lampe dite de King. Nous complétons cette documentation en empruntant, à une étude publiée en 1918 par M. A. Turpain (²), les renseignements suivants : « C'est, écrit-il, dès 1845, W. Starr, qui, enfermant un mince fil de charbon dans une cloche privée d'air, vient d'Amérique, encouragé par Peabody, montrer à Faraday 26 lampes à incandescence qu'un courant électrique entretient (les 26 lampes symbolisaient les 26 Etats de l'Union américaine d'alors). Faraday consacre de son approbation l'expérience publique d'éclairage faite par Starr. Mais ce dernier meurt en revenant à New-York, et Peabody se désintéresse d'un comparse de l'inventeur, King, qui accompagnait Starr et avait pris soin de breveter l'invention uniquement en son nom.

» Un peu plus tard, en 1858, la lampe à incandescence apparait en Belgique : un ingénieur des mines, français, de Changy, un Tourangeau, rend incandescentes dans le vide des baguettes de charbon, et même des fibres végétales calcinées, ainsi que des pâtes de plombagine passées à la filière, ce au moyen du courant électrique. Le directeur des mines trouve l'invention trop parfaite ; la nouvelle lampe ne décèle pas le grisou.

» Les expériences de de Changy, répétées avec succès devant Melsens, qui en témoigne, ne retiennent cependant pas l'attention de Despretz, alors président de l'Académie des Sciences, lequel reproche à de Changy de vouloir couvrir son invention par un brevet et finalement décourage l'inventeur. Il fallut vingt ans plus tard, en 1878, qu'Edison répétât les essais de de Changy : il eut alors l'heur d'imposer enfin l'ampoule électrique ».

Entre temps, d'ailleurs, un certain nombre d'inventeurs créèrent divers modèles de lampes, tels que Lodyguine, Bouliguine, Konn, Fontaine qui perfectionna le type de lampe de ce dernier, Reynier qui imagina une lampe à incandescence à air libre ; cette lampe de la collection du Conservatoire national des Arts et Métiers était exposée dans le stand de la Ville de Paris. Mais, comme l'écrit M. A. Turpain, le modèle finalement adopté fut celui d'Edison. La première lampe de ce type fabriquée en France date de 1882 et



Fig. 249. — **Vue de divers modèles de lampes à incandescence du type moderne pour les appareils de projection (Compagnie des Lampes.)**

figurait également à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

La consommation de puissance des premières lampes industrielles était de 5 w par bougie ; le filament était

(¹) Garbarini ; *Bulletin officiel des Recherches et Inventions*, janvier 1920, n° III, p. 143-148 ; analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 10 avril 1920, t. VII, p. 508.

(²) A. Turpain : Les lampes électriques à incandescence. *La Technique moderne*, juillet 1918, t. X, p. 297-308.

une fibre de bambou revêtue d'un dépôt graphitique ; en régularisant ce dépôt, on arriva à abaisser la consommation à 4 w. Sur la figure 241 sont représentés quelques échantillons du bambou utilisé et les formes des lampes, qui ne diffèrent guère de celles adoptées actuellement.

En même temps, Swan imagina d'obtenir le filament de charbon en partant de tresses de coton, repliées en fer à cheval et plongées dans de l'acide sulfurique moyennement concentré. Le coton se transforme alors en une sorte de parchemin qu'on carbonise ensuite en vase clos. Le filament ainsi préparé est monté dans une ampoule entièrement privée d'air. Les diverses formes d'ampoules sont représentées sur la figure 242.

Plus tard, vers 1893, la fibre est remplacée par une pâte de cellulose passée à la filière, pâte qui s'obtient en précipitant une dissolution de coton dans l'acide nitrique, à l'aide d'éther sulfurique ; il en résulte une plus grande homogénéité du filament et une diminution de la consommation spécifique qui s'abaisse à 3 w et 3,5 w par bougie. Les ampoules conservent toujours la même forme, ainsi que le montre la figure 243, sur laquelle on remarquera, en particulier, les vues séparées des diverses pièces qui rentrent dans la constitution de la lampe.

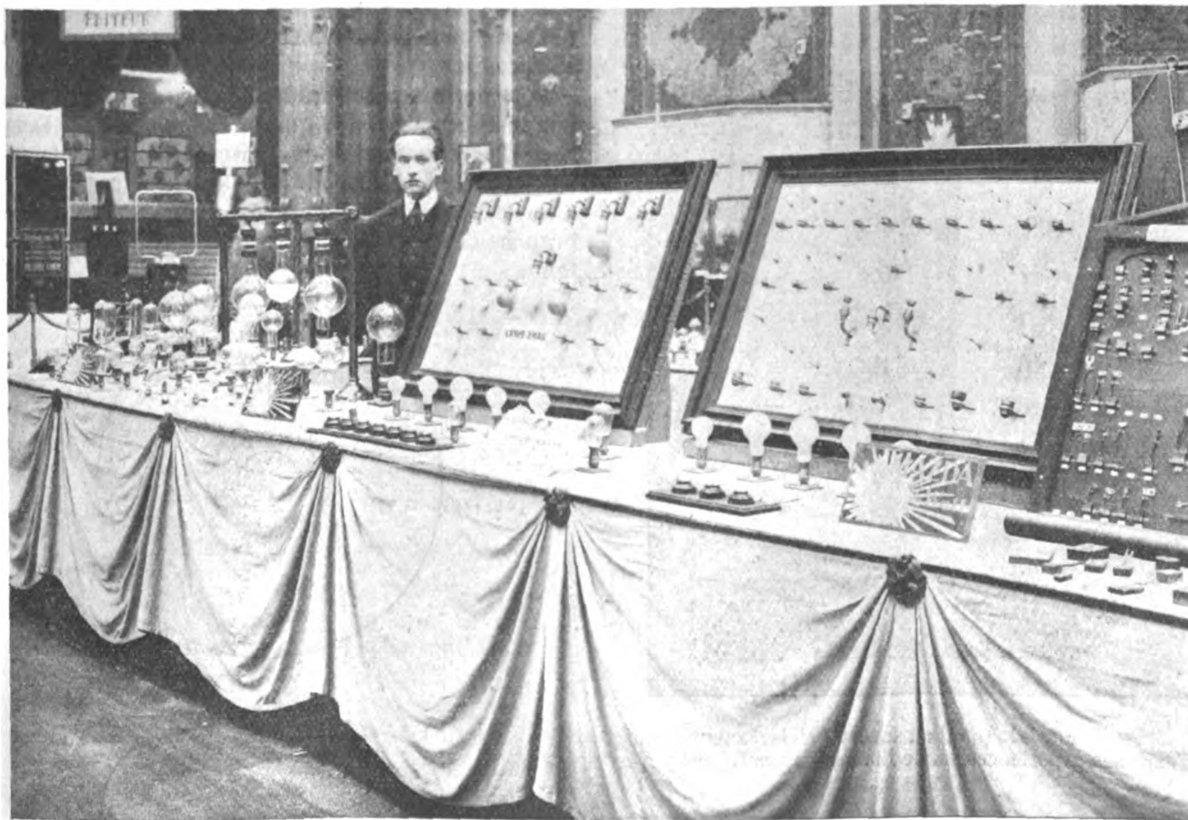


Fig. 250. — Vue d'un des stands de la Compagnie des Lampes, pris en commun avec la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

A côté de ces premiers modèles de lampes à filaments de carbone, la Compagnie des Lampes présentait une série de lampes à filaments métalliques ; nous regrettons de ne pouvoir reproduire ici, faute de place, les vues de tous les tableaux exposés. Ce qu'il importe surtout de relever dans cette évolution de la lampe à incandescence, c'est l'amélioration de son rendement. Voyons donc plutôt les résultats : sans parler des lampes Nernst à oxydes de terres rares qui datent de 1897 et qui consomment 2,5 w par bougie, nous remarquons un premier tableau des modèles de lampe Osmine, à filament d'osmium, de 1900, consommant 1,5 w par bougie ; ces lampes présentent encore un inconvénient, celui de ne pouvoir fonctionner que sous une tension inférieure à 110 v ; puis, apparaît, en 1904, la lampe à filament de tantale, consommant 1,9 w par bougie.

A cette époque, Howell imagina de se servir de filaments de carbone métallisés ; les lampes qui comportent ce filament absorbent 2,5 w par bougie. Il est fort probable que ce filament eût été adopté d'une façon définitive, si la lampe à filament métallique, qui faisait alors son apparition, n'avait pas obtenu la faveur générale.

En 1907, le filament de tungstène conduit à des résultats plus satisfaisants encore que l'osmium et le

tantale, en assurant une consommation spécifique de la lampe qui ne dépasse pas 1,33 w par bougie. Au filament de tungstène pressé, succède finalement, à partir de 1910, celui de tungstène étiré, le seul adopté actuellement. La consommation n'est plus alors que de 1 w par bougie. Sur la figure 244, sont représentées des vues du tungstène et du molybdène dans les différentes phases de leur fabrication. Le tungstène en poudre destiné à

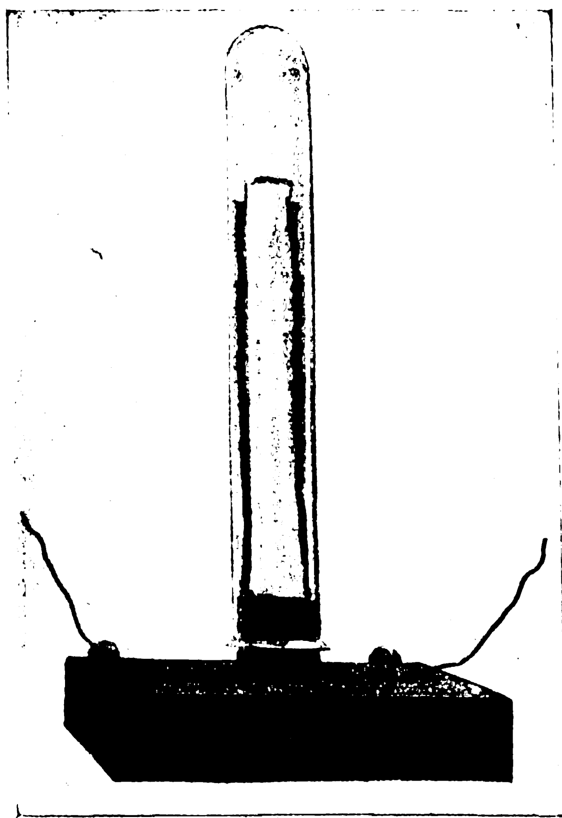


Fig. 251. — Vue de la lampe dont se servit M. le docteur Létang dans ses expériences sur le filament spiralé (1883).

être étiré est comprimé à la presse hydraulique sous forme d'un bloc; celui-ci est chauffé au four, à une température de 1 300°C, dans une atmosphère d'hydrogène. On fait ensuite passer un courant électrique qui porte sa température à une valeur voisine de celle de sa température de fusion, de 3 000°C environ; après son refroidissement, on place de nouveau la pièce dans le four, à une température de 1 500°C, toujours dans une atmosphère d'hydrogène, pour en augmenter la ductilité; sans la laisser refroidir, on la lamine et on commence à la faire passer à la filière. Lorsque le fil n'a plus que 0,75 mm de diamètre, on peut faire décroître la température à 650 et à 400° C. La reproduction des microphotographies du tungstène au bas de la figure 244 montre la différence des contextures du tungstène pressé, à gauche, et du tungstène étiré, à droite. Le molybdène, comme on le sait, rentre dans la constitution des fils tenant lieu de support du filament.

Non encore satisfait des résultats obtenus, on cherchait toujours à améliorer le rendement des lampes : or la difficulté à vaincre consistait à réduire la volatilisation du filament métallique, déjà moins sensible que celle du filament de carbone, mais qui n'en existe pas moins. C'est alors qu'on eut l'idée de placer le filament dans une atmosphère gazeuse; mais, pour éviter la perte d'énergie par convection calorifique, il a fallu réduire l'espace occupé par le filament. Ce sont ces considérations qui ont conduit à la lampe dite demi-watt, dont de nombreux modèles étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et, en particulier, dans le stand qui nous occupe. La figure 245 donne une vue des pièces de ces lampes, dans les diverses phases de leur fabrication et celle de la forme définitive, bien connue.

Pour terminer ce rapide aperçu sur l'histoire de la lampe à incandescence que la Compagnie des Lampes a eu l'excellente idée de présenter sous une forme si suggestive, nous reproduisons sur la figure 246 la vue d'un tableau qui résume les divers stades de cette branche de l'industrie électrique, par les résultats obtenus.

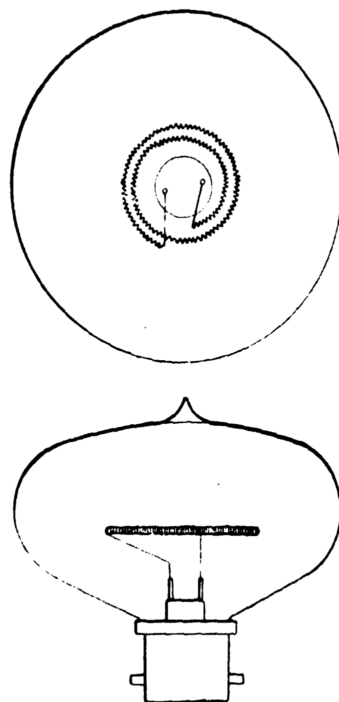


Fig. 252. — Vues schématiques d'une lampe à filament spiralé, créée par M. le docteur Létang (1907).

A côté de ses modèles de lampes de construction courante, cette compagnie a exposé des produits de sa fabrication destinés à des usages spéciaux. Nous mentionnerons, en particulier, les lampes destinées à l'éclairage des automobiles (figure 247) et les lampes de projection. L'évolution de ces dernières est représentée sur la figure 248, tandis que la figure 249 montre les différentes phases de la fabrication de la lampe et les divers

modèles adoptés actuellement. On remarquera, parmi ces lampes, celle de M. Cotton, à filament rectiligne. Cette lampe a été présentée à la séance de la Société française de Physique le 3 juin 1921 [1]; elle est à filament métallique, dans un milieu gazeux, et à ampoule cylindrique. Son filament est de diamètre assez élevé : le modèle dit de 20 A comporte un filament de l'ordre de 0,5 mm de diamètre; elle fonctionne par conséquent sous une faible tension et absorbe un courant d'intensité relativement grand. Sous 5 v, l'intensité du courant étant de 20 A, l'intensité lumineuse est de 64 bougies.

Sa principale application résulte de ce que l'on peut s'en servir soit pour éclairer bien uniformément une fente étroite, soit pour remplacer une fente, d'où l'intérêt qu'elle présente dans les laboratoires. Signalons, en passant, qu'un modèle de cette lampe figurait également dans le stand de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

D'autres modèles de lampes de la fabrication de la Compagnie des Lampes étaient exposés dans les stands

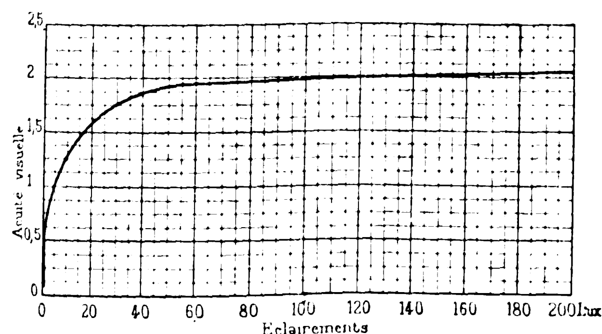


Fig. 253. — Courbe représentant la variation de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairement (Compagnie des Lampes).

que lui avaient réservés la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston et la Compagnie générale d'Electricité (fig. 250). Nous signalerons comme types nouveaux la « Métallux », très robuste grâce à la disposition en hélice et à la suspension particulière du filament, et les lampes dites « Email Metal » et « Email Mazda » à atmosphère gazeuse, qui émettent une lumière très douce et uniforme. Il n'y a pas lieu de nous arrêter ici aux nombreux modèles de lampes à trois électrodes, destinés à la télégraphie sans fil et dont l'examen fera l'objet d'un chapitre spécial.

Nous mentionnerons les modèles d'étude du filament spiralé pour les lampes à incandescence et les modèles originaux de ces lampes présentés par M. le docteur Létang, dans le stand de la Société française de Physique. Le créateur de ces modèles, dès 1883, a reconnu l'influence de la concentration du fil incandescent dans le plus petit espace possible sur l'amélioration du rendement lumineux; comme les filaments de carbone se prêtaient mal à ces expériences, à

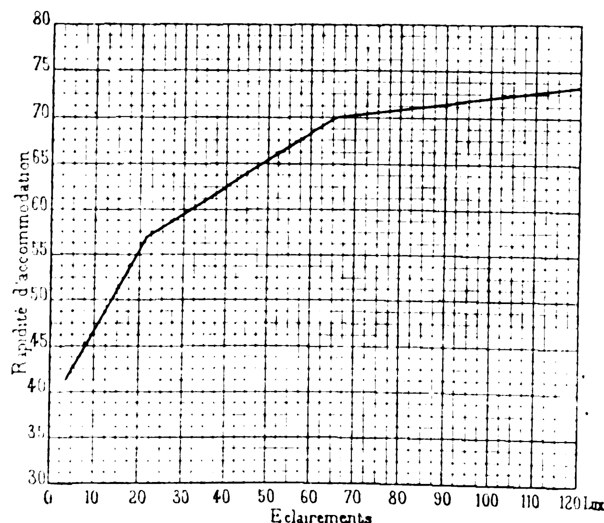


Fig. 254. — Courbe représentant la variation de la rapidité d'accommodation de l'œil en fonction de l'éclairement (Compagnie des Lampes).

cause de leur manque de flexibilité, M. le docteur Létang se servit à cette époque de fils de nickel et de platine (fig. 251). Lorsque les lampes à filament de tantale firent leur apparition, il adopta, comme disposition la plus favorable du filament, celle qui consiste à l'enrouler à la façon d'un ressort à boudin et à le replier

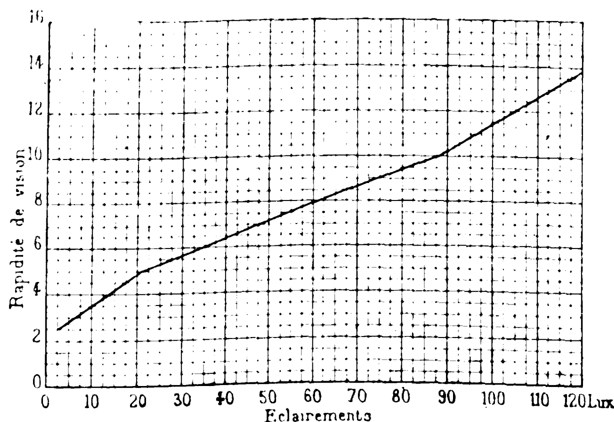


Fig. 255. — Courbe représentant la variation de la rapidité de vision en fonction de l'éclairement (Compagnie des Lampes).

sur lui-même comme un spiral de montre (fig. 252). Ainsi fut établie une série de lampes, formées chacune d'un filament de même nature, de mêmes dimensions et, par conséquent, de même résistance, mais dont seuls le pas de l'enroulement et le diamètre du spiral

[1] Lampes à incandescence à filament droit pour recherches de laboratoire et expériences de cours. *Revue générale de l'Electricité*, 6 août 1921, t. X, p. 194; *Bulletin de la Direction des Recherches scientifiques et des Inventions*, avril 1922.

définitif diffèrent d'un modèle à l'autre; ce sont ces lampes, faisant l'objet d'un brevet qui date de 1907, qui ont permis à M. le docteur Létang de déterminer, par des mesures comparatives, l'écartement et le diamètre optimum à adopter pour les spires. Il a reconnu que, par un choix judicieux de ces valeurs, on obtient avec la disposition du filament en spirale une intensité

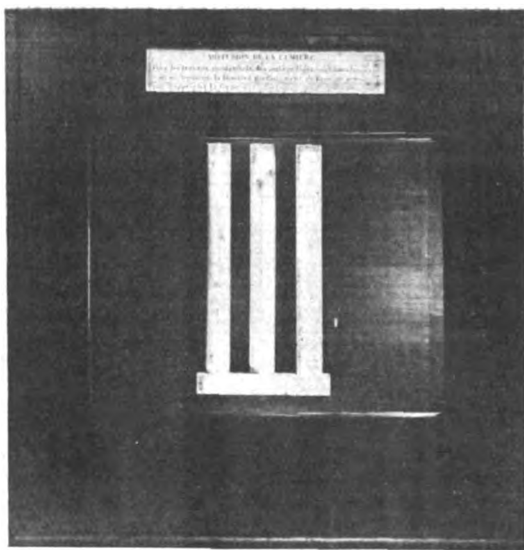


Fig. 256. — Vue du dispositif expérimental permettant d'observer l'effet de la diffusion de la lumière (Compagnie des Lampes).

lumineuse égale à deux fois et demie celle d'une lampe semblable, mais à filament rectiligne.

III. Salle de démonstration. Réflecteurs et projecteurs. — La Compagnie des Lampes ne s'est pas contentée de présenter au public la grande diversité de ses modèles, après lui avoir rappelé les origines de la lampe à incandescence; elle a organisé une véritable salle de démonstration pour lui apprendre tout le parti que l'on peut tirer d'un éclairage bien compris; nous ne pouvons que la féliciter de cette initiative répondant si exactement au but de la manifestation qu'était l'Exposition de Physique et de T. S. F. Il ne suffit pas de fabriquer des lampes de très faible consommation spécifique, assurant à l'éclairage électrique des avantages qui ne sont plus contestés, même d'ordre économique, sur les autres modes d'éclairage ; il faut encore une méthode dans l'utilisation de ces lampes pour obtenir de l'ensemble de l'organisme qu'est une installation d'éclairage les résultats les plus satisfaisants à tous les points de vue. Or, nous devons relever ici les efforts réalisés dans cette voie par les fabricants eux-mêmes, les plus intéressés et les mieux placés pour être documentés. De la méthode dans les études des projets d'éclairage, voilà ce qui a été présenté dans la salle de démonstration de la Compagnie des Lampes, et il n'est pas de technicien, que ces questions occupent, qui n'enregistre ces résultats avec satisfaction.

Un premier point à noter, c'est la mise au point du langage technique : il s'agit d'adopter d'une façon courante l'unité d'éclairement, le lux, et de rendre la notion de cette grandeur familière à tout le monde. Or on sait qu'une grandeur ne prend un sens bien défini dans l'esprit qui la conçoit que lorsqu'elle peut être facilement mesurée. A cet effet, la Compagnie des Lampes présentait le luxmètre Mazda qui, grâce à son extrême simplicité, peut être mis à la disposition des personnes les moins habituées à manipuler des appareils de mesures. Rappelons que cet appareil, déjà décrit dans la « Revue générale de l'Electricité »(¹) et dont une photographie a déjà été donnée sur la figure 3 de la page 1029 du numéro du 22 décembre 1923, comporte à l'intérieur une pile sèche et une lampe. L'écran est constitué par une lame de verre recouverte de deux couches de papier; l'une opaque est percée d'une série de trous circulaires; l'autre est unie et transparente. Lorsque la lampe est allumée, elle éclaire la face intérieure de l'écran, de telle sorte que, dans l'obscurité, les trous apparaissent brillants, ceux de droite, placés plus près de la lampe, étant plus clairs que ceux de gauche. L'autre face de l'écran, la face extérieure, exposée à la lumière d'une source quelconque, est éclairée d'une façon uniforme. Les trous les moins éclairés par la lampe intérieure



Fig. 257. — Vue du cylindre mobile permettant d'observer l'influence de l'éclairement sur la vitesse apparente d'un objet en mouvement (Compagnie des Lampes).

paraissent plus sombres que l'écran lui-même, et ceux qui sont au contraire plus éclairés, paraissent plus clairs que l'écran. Le trou dont l'aspect se confond avec celui de l'écran est également éclairé sur les deux

(¹) J. Wetzel; L'établissement d'un projet d'éclairage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 22 et 29 décembre 1923, t. XIV. p. 1027-1035 et p. 1073-1086.

faces. En présence de chaque trou est une division de l'échelle graduée en lux ; il suffit de lire le nombre de lux reçus par la face extérieure, au dessous du trou de teinte neutre. Il est bien évident que les chiffres lus sur cet appareil n'ont pas la précision des appareils de laboratoire, mais ils sont d'une approximation très suffisante pour les applications auxquelles il est destiné ; il s'agit, comme nous l'avons dit, d'un appareil pratique, transportable et de manipulation très simple.

On remarquait aussi une série de courbes établies d'après des résultats d'expériences et qui mettent en évidence l'influence de l'éclairage sur la faculté visuelle ; ces courbes méritent d'être connues et seront consultées utilement par tous ceux qui s'intéressent à ces questions d'éclairage. Nous les reproduisons sur les figures 253, 254 et 255. La première représente la variation de l'acuité visuelle avec l'éclairement, en entendant par acuité visuelle la faculté de distinguer les détails des objets ; la mesure de l'acuité visuelle est l'inverse d'une des trois dimensions, de la longueur, par exemple, de l'objet minimum que l'observateur parvient à distinguer pour un éclairement donné. Les chiffres portés en ordonnées sur cette courbe représentent l'augmentation de l'acuité visuelle pour l'éclairement correspondant à cette même faculté sur un éclairement de 0,15 lux. Cette courbe montre la rapidité avec laquelle l'acuité visuelle augmente pour les éclairements compris entre 0 et 80 lux. Au delà de 80 lux, il n'y a plus intérêt, au point de vue de cette faculté-là, à augmenter l'éclairement.

La courbe de la figure 254 est relative à la rapidité d'accommodation ; elle est obtenue en mesurant le temps nécessaire à un observateur pour distinguer nettement trois objets placés à différentes distances et soumis à des éclairements de valeurs croissantes. Les chiffres portés en ordonnées représentent l'augmentation de cette faculté avec l'éclairement rapportée à celle obtenue sous un éclairement de 4 lux.

Sur la figure 255 est représentée la variation de la rapidité de vision avec l'éclairement, en entendant par rapidité de vision le temps que prend un observateur pour distinguer nettement un même objet soumis à des éclairements variables. Les chiffres en ordonnées sont encore rapportés à la rapidité de vision correspondant à un éclairement de 4 lux.

Ces courbes étaient, en quelque sorte, illustrées par des expériences qui mettaient en évidence des faits connus, mais rarement observés avec la méthode indispensable à tout ce qui touche à la science et à la technique. Nous signalerons, parmi ces démonstrations, celle de l'effet produit par la diffusion de la lumière. Les trois colonnes représentées sur la figure 256 sont d'abord soumises à une lumière parfaitement diffusée, sans aucune ombre : elles paraissent toutes trois de même aspect. En réduisant la diffusion de la lumière, on en voit les formes différentes, grâce aux ombres. La relation entre la vitesse apparente d'un objet en mouvement et de son éclairement est nettement démontrée au moyen du cylindre mobile autour de son axe (fig. 257) ; il suffit de le regarder, pendant son mouvement uniforme, et de faire varier son éclairement pour qu'il paraisse animé d'un mouvement accéléré si l'éclairement augmente, ou retardé, s'il diminue.

A côté de cette chambre noire dans laquelle avaient lieu ces démonstrations et d'autres du même genre, se trouvait une salle éclairée suivant les principes de ce qu'on appelle un bon éclairage, principes déduits de résultats expérimentaux enregistrés par la Compagnie des Lampes qui a entrepris une heureuse propagande en leur faveur. A ce propos, nous croyons devoir signaler ici les conférences hebdomadaires accompagnées d'intéressantes expériences qu'elle a organisées dans les salons de son siège social. Ces résultats méritent d'autant plus d'être relevés qu'ils s'appliquent aux lampes à filament métallique dans un milieu gazeux



Fig. 258. — Vue d'un réflecteur du type dit « X-Ray » (Compagnie des Lampes).

de plus en plus employées ; dans ces lampes, le filament est concentré en un aussi petit espace que possible pour les raisons indiquées plus haut et elles constituent de ce fait une source lumineuse pour ainsi dire ponctuelle ce dont il importe de tenir compte dans l'étude de leurs applications.

Les considérations qui interviennent dans l'établissement d'un projet d'éclairage sont relatives à la nature de la pièce à éclairer, au genre de réflecteur, à la disposition et à la hauteur des foyers. Suivant la nature de la pièce, l'éclairement varie de 10 lux, pour les vestibules, couloirs, etc., à 80 et 100 lux pour les ateliers où sont effectués des travaux fins ; au dessus de 100 lux, l'éclairement est très intense et convient aux étalages des magasins, par exemple, aux travaux très fins, etc. Dans le choix du genre de réflecteurs on dis-

tinguera, suivant les résultats que l'on veut obtenir, l'éclairage direct, l'éclairage indirect et semi-direct. En ce qui concerne la disposition et la hauteur des foyers, les solutions préconisées varient, bien entendu, avec la nature de la pièce et celle des travaux qui doivent y être effectués ; on peut toutefois noter, comme principe général, qu'il y a intérêt à prévoir un éclairage général de l'ensemble du local, de préférence à l'éclairage individuel des machines dans un atelier, des tables à dessiner dans un bureau d'études, etc.

Pour terminer ce résumé très sommaire des considérations qui doivent guider dans l'étude d'un projet d'éclairage, qui a d'ailleurs été traitée récemment d'une façon très complète dans l'article de M. Wetzel cité plus haut, nous prions nos lecteurs de se reporter aux figures 1 et 2 du numéro « R.G.E. » du 22 décembre 1923, p. 1028 qui représentent la vue d'un atelier mal éclairé dans lequel l'éclairement est insuffisant en de nombreux points, la répartition des foyers, mauvaise, les ombres, violentes, et celle d'un atelier dont l'éclairage a été étu-

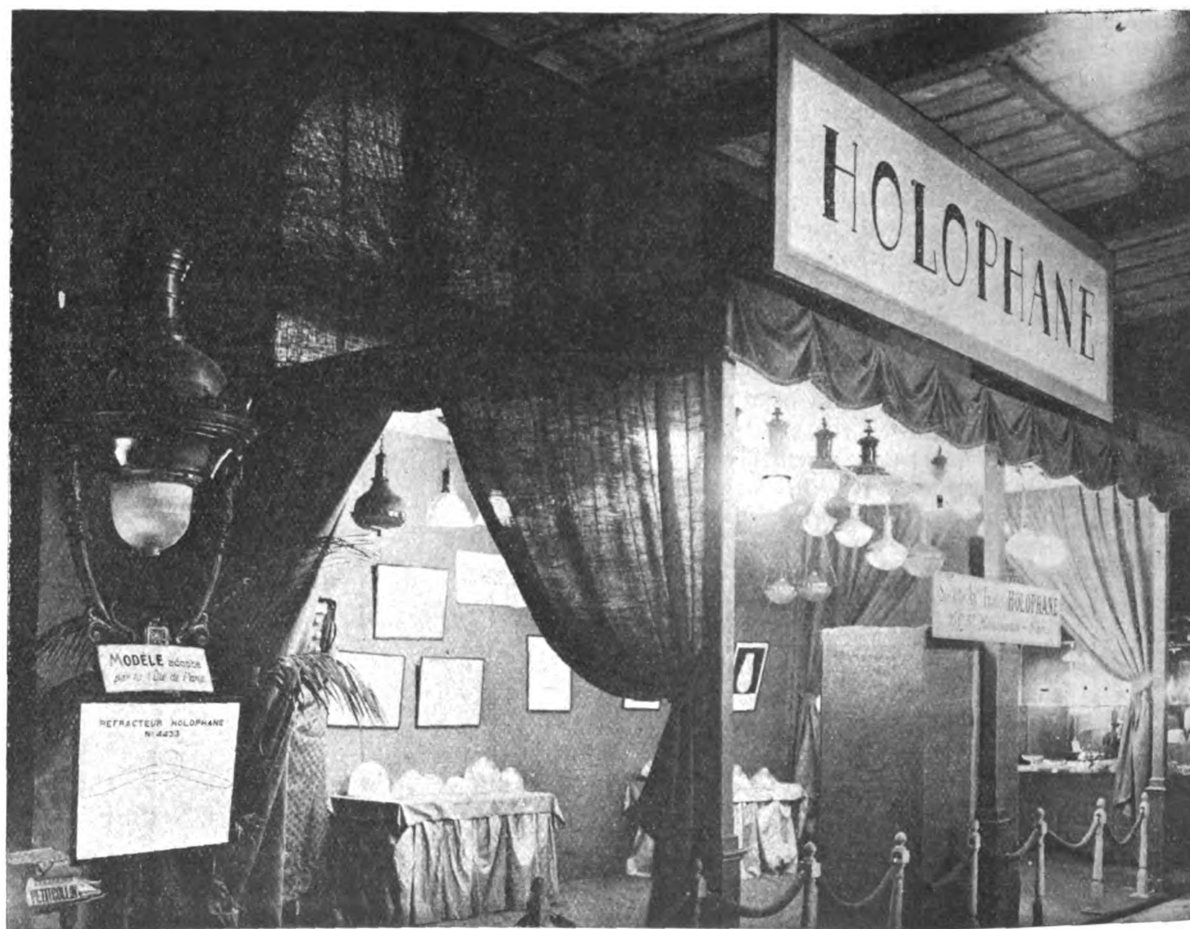


Fig. 259. — Vue du stand de la Société anonyme française Holoplane.

dié méthodiquement. Il s'agissait, dans ce dernier cas, d'un atelier de la Compagnie des Lampes.

Nous venons de parler du choix du réflecteur, qui doit faire l'objet d'un examen spécial ; mais nous n'avons pas assez insisté sur l'importance de son rôle dans le rendement global de l'installation considérée. Là, encore, la Compagnie des Lampes a mis cette question au point et présentait à l'Exposition de Physique et de T. S. F., le réflecteur du type « réflecto-lux-Mazda », réflecteur industriel, et celui du type « X-Ray ». Le premier ne comporte aucune verrerie, il est en tôle émaillée et sa forme est telle que chaque rayon lumineux ne subit à l'intérieur de l'appareil qu'une seule réflexion. Son coefficient d'utilisation, c'est-à-dire le rapport de la quantité de lumière qui atteint le plan à éclairer à celle émise par la lampe, est compris entre 0,55 et 0,65, si la lampe est claire, et 0,50 et 0,60 avec une lampe demi-émaillée. L'angle de l'axe de l'appareil et de la droite joignant le centre du filament au bord inférieur du réflecteur est de 72°5 ; il en résulte que les surfaces verticales sont aussi bien éclairées que les surfaces horizontales. La hauteur à laquelle il convient de placer une lampe revêtue d'un réflecteur de ce type doit être de 2,50 m à 3 m.

Le réflecteur du type « X-Ray », représenté sur la figure 258, est prévu pour concentrer la lumière sur un

espace relativement restreint et est établi spécialement pour assurer un éclairage convenable des étalages des magasins. Dans ce même ordre d'idées nous mentionnerons aussi le réflecteur du type « Scoopette » qui assure l'éclairage intense d'une petite partie de la vitrine, partie sur laquelle on désire attirer l'attention des passants.

Ces quelques modèles montrent les efforts réalisés

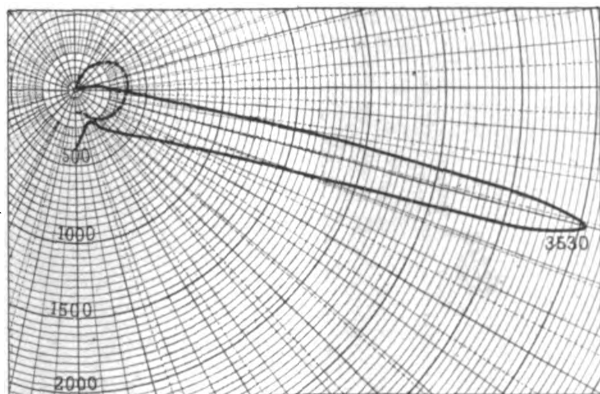


Fig. 260. — Courbe de la répartition des intensités lumineuses obtenue avec une lampe de 600 bougies, à filament métallique dans un milieu gazeux et un réfracteur du système Holoplane du modèle adopté par la Ville de Paris (Société anonyme française Holoplane).

par la Compagnie des Lampes pour tirer de l'éclairage électrique, et particulièrement avec les lampes à filament métallique dans un milieu gazeux, le meilleur parti possible, avec le rendement maximum. Il y a donc, dans ce domaine, un véritable progrès qu'il convient d'enregistrer, en souhaitant de voir appliquer partout les principes généraux auxquels nous avons fait allusion plus haut.

La Société anonyme française Holophane qui, depuis de nombreuses années, s'est fait une spécialité de la fabrication des réflecteurs de son système, présentait une grande variété de ses modèles dans son stand (fig. 259). On peut distinguer trois catégories d'appareils de ce genre, les réflecteurs proprement dits, les diffuseurs et les réflecteurs-réfracteurs. Tous sont en verres prismatiques, dont les combinaisons judicieuses permettent d'obtenir le résultat voulu, soit un éclairage intense sur un espace restreint, soit au contraire un éclairage uniforme et convenablement réparti sur un espace plus grand. Il importe que ces appareils, réflecteurs et réfracteurs, assurent en même temps la meilleure utilisation possible de la lumière émise par la source, condition qui est bien satisfaite par les modèles exposés par la Société anonyme française Holophane. On se rend compte de la diversité des résultats que donnent ces dispositifs en consultant les courbes photométriques relevées dans les divers cas qui peuvent être considérés. Nous reproduisons sur la figure 260 une de ces courbes qui représente la variation de l'intensité lumineuse en fonction de l'angle que forme avec l'axe de l'appareil la direction du rayon lumineux envisagé ; les nombres indiqués sont des lumens ; ils représentent exactement l'intensité moyenne sphérique, ou le flux lumineux par unité de surface à travers une sphère de rayon égal à l'unité et dont le centre est la source lumineuse. Cette courbe est celle obtenue avec le réfracteur destiné à l'éclairage d'extérieur, dont la vue est représentée sur la figure 261 et qui a été adopté par la Ville de Paris. On remarquera, sur la courbe en question, que ce réfracteur satisfait parfaitement à la condition essentielle imposée pour l'éclairage des rues, condition relative à une répartition aussi uniforme que possible de l'éclairement entre deux foyers consécutifs. Or l'éclairement E en un point déterminé est donné par la formule $E = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$, formule dans laquelle I est l'intensité lumineuse dans la direction définie par l'angle α, α étant l'angle de la verticale et de la droite qui joint la source au point considéré ; h, la hauteur de la source au-dessus du plan horizontal de ce même point ; il faut, pour que l'éclairement sur un même plan horizontal soit uniforme, que I augmente en même temps que l'angle α : le produit $I \cos^3 \alpha$ doit rester sensiblement constant. Comme valeur de l'éclairement moyen des rues principales, on peut adopter 2,5 lux ; l'éclairement considéré comme un minimum admissible est de 0,2 lux, et l'éclairement le plus intense, pour les places publiques, les jardins, etc., est de 5 à 6 lux. La distance entre les



Fig. 261. — Vue du modèle de lampe munie d'un réfracteur du système Holophane et adopté par la Ville de Paris (Société anonyme française Holoplane).

foyers est de 8 fois la hauteur des foyers au-dessus du sol, hauteur pouvant varier de 5 à 8 m.

Ces résultats dont nous ne donnons ici qu'un résumé très sommaire et incomplet sont ceux obtenus à la suite de nombreuses expériences, toujours très difficiles à réaliser avec une certaine précision à cause de la complexité des phénomènes qui interviennent. Nous avons cru devoir insister sur ce que font les constructeurs et les fabricants directement intéressés à ces questions d'éclairage pour vulgariser en quelque sorte les principes et les méthodes qui doivent guider dans l'étude d'un projet d'éclairage. Rappelons, à ce propos, que le Comité national français de l'Eclairage, créé en 1913, lié d'ailleurs à la Commission internationale de l'Eclairage (1), a précisément pour but d'apporter un peu d'ordre dans ce domaine; il est d'ailleurs incontestable que son influence n'est pas étrangère aux résultats dont nous venons de parler.

Projecteurs. — Bien que les projecteurs et les phares ne touchent à l'électricité que très indirectement, par

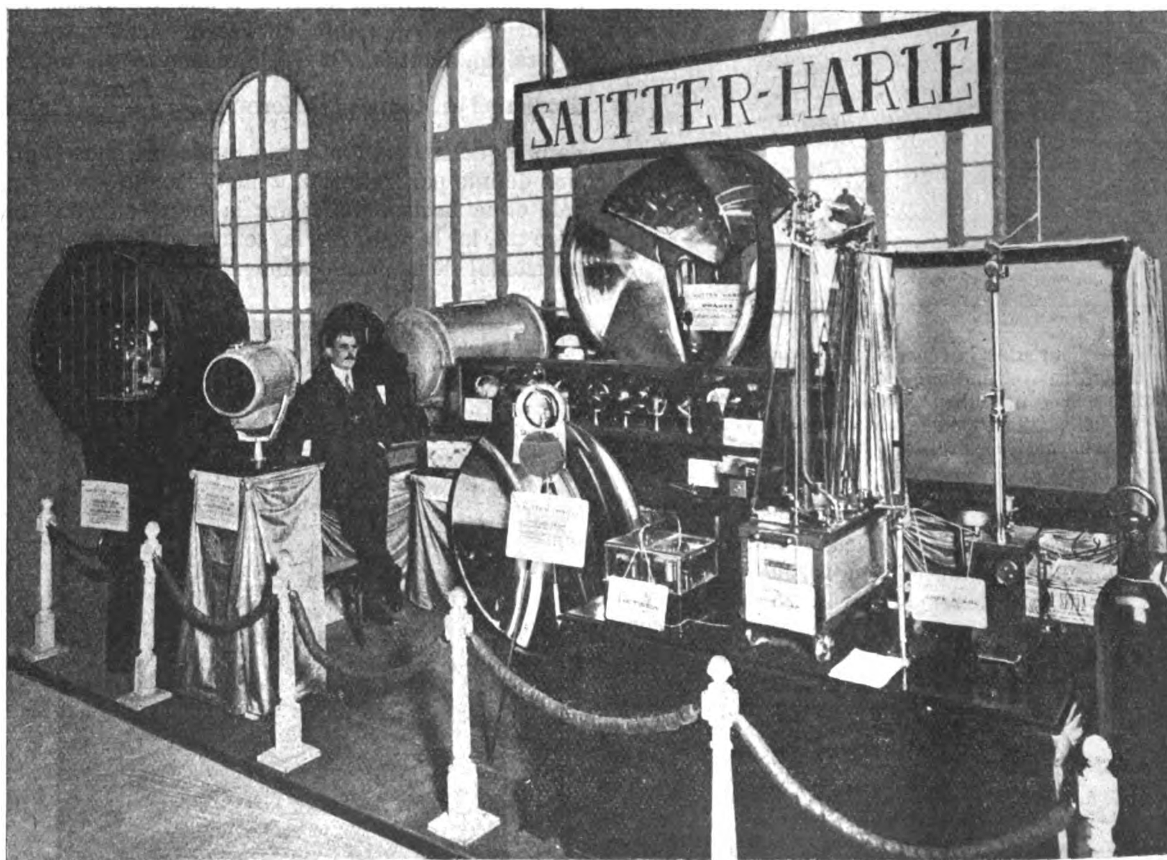


Fig. 262. — Vue du stand de la Société des Anciens Etablissements Sautter-Harlé (Société Harlé et Cie transformée).

la source lumineuse qui peut être une lampe électrique, nous croyons devoir mentionner quelques-uns des divers modèles qui ont été exposés, notamment dans le stand des Anciens Etablissements Sautter-Harlé (fig. 262). Ces établissements ont les premiers adopté l'éclairage électrique pour les phares et les projecteurs. Les lampes employées pour les phares sont à filament de tungstène spiralé, dans une atmosphère inerte, et disposées spécialement en vue de cette application.

Sur la figure 263 sont représentés ces types de lampes absorbant chacun 200, 1 000 et 3 000 w; l'éclat moyen des corps éclairants utilisés dans ces lampes est de 800 bougies par centimètre carré; grâce à cette valeur élevée, les diamètres des réflecteurs peuvent être quatre ou cinq fois plus petits que dans le cas de l'incandescence par de la vapeur de pétrole. Si la lampe à incandescence a remplacé l'arc électrique dans la plupart des cas, ce dernier s'impose encore lorsque l'on veut avoir la portée maximum et est donc adopté pour certains phares destinés à la navigation aérienne. Les phares que construisent les anciens Etablissements Sautter-Harlé sont à réflecteurs métalliques qui présentent l'avantage sur les optiques en verre de permettre la transformation des phares à réflecteurs en aérophares,

(1) La Commission internationale de l'Eclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 2 juillet 1921, t. x, p. 10-13.
Comité national français de l'Eclairage. *Revue générale de l'Electricité*, 27 octobre 1923, t. xiv, p. 609-612.

en les munissant d'une source allongée. Les réflecteurs sont toujours des calottes de paraboloïdes dont les distances focales ont été déterminées de façon à obtenir le maximum d'effet non avec une source sphérique impossible à réaliser, mais avec les sources lumineuses que l'on sait construire. On remarquait, dans le stand qui nous occupe, une vitrine renfermant dix petites optiques de phares qui toutes étaient illuminées et animées

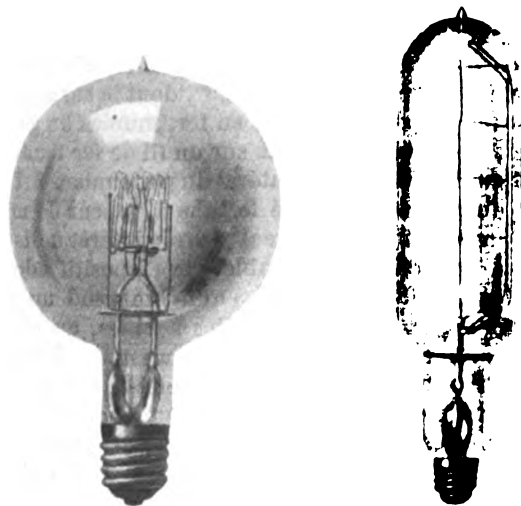


Fig. 263. — **Vues de deux modèles de lampes à incandescence pour phares** (Anciens Etablissements Sautter-Harlé).

d'un mouvement de rotation; il y avait également un feu-éclair de 1,50 m, sectionné en trois réflecteurs égaux montés sur une armature à billes, laquelle était mise en mouvement par un petit moteur électrique; cette optique était éclairée par une lampe à incandescence à filament droit. A côté de ce grand appareil, deux maquettes montraient en réduction le phare du Galiton, en Tunisie, et l'aérophare du Mont-Valérien; la lampe à arc qui illumine cet aérophare, dont l'intensité de courant est de 300 A, a déjà été mentionnée plus haut.

En ce qui concerne les projecteurs, il faut distinguer ceux prévus pour l'éclairage par incandescence et les projecteurs à arc. Dans les modèles de la première catégorie était exposé un projecteur très léger, pour signalisation, avec un miroir de 14 cm de diamètre; la source d'énergie électrique est une batterie de piles sèches portées en bandoulière par l'homme qui manœuvre le projecteur. L'appareil peut être tenu à la main ou monté sur un pied photographique; la lunette monoculaire à prismes, avec réticule, permet de pointer le dispositif sur le poste avec lequel on correspond.

Le deuxième modèle de projecteur à incandescence était un appareil d'illumination des terrains d'aviation sur lequel on se rendait compte de la disposition des réflecteurs et des lampes de 3 000 bougies; ces dernières sont placées chacune devant un réflecteur parabolique de 60 cm de diamètre, de façon que le foyer du réflecteur soit près de l'une des extrémités du filament, qui affecte la forme d'un cylindre de 2 mm de diamètre et de 180 mm de longueur. Cet appareil établi suivant les indications du Service technique de l'Aéronautique ne peut pas éblouir le pilote.

Parmi les projecteurs à arc, nous mentionnerons le projecteur de guerre, dont le réflecteur métallique a un diamètre de 90 cm; la lampe à arc est à charbons tournants; la mise au foyer est automatique. Le projecteur pour studio, destiné à la prise de vues en lumière artificielle, permet de faire varier dans de grandes limites la dimension du champ éclairé; il est muni d'une lampe automatique. Le projecteur à main, ne pesant que 200 g, créé à la demande de l'industrie cinématographique, se prête à de multiples combinaisons; et enfin, le projecteur d'avion dont le réflecteur a un diamètre de 25 cm comporte, lui aussi, une lampe à arc automatique.

Nous ne parlerons pas des appareils de laboratoire créés pour l'étude des éclats brefs et pour la vérification des réflecteurs qu'ont exposés les Anciens Etablissements Sautter-Harlé, car leur description sortirait absolument du cadre de ce compte rendu.

Pour la même raison, nous ne pouvons que mentionner ici le projecteur spécial de M. Marsat, exposé

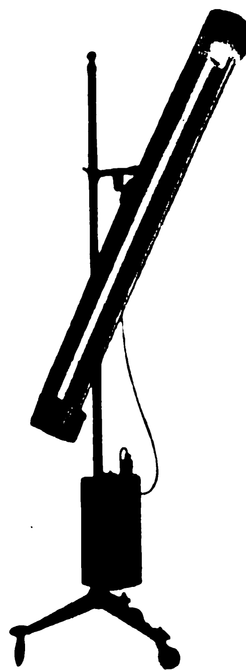


Fig. 264. — **Vue d'un support à trépied de lampe à vapeur de mercure** (Société anonyme La Verrerie scientifique).

dans le stand de la Marine nationale et qui permet d'éclairer, en cours de navigation et pendant les manœuvres de mouillage, le pont d'un navire sans gêner pour cela le personnel de la passerelle. Il s'agit d'une combinaison de réflecteur, que M. Marsat a décrite dans une note transmise à l'Académie des Sciences, le 2 juillet 1923, par M. Blondel... mais, nous nous éloignons de notre sujet et nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à cette note.

M. G. Massiot a présenté un certain nombre de projecteurs, destinés à l'enseignement, à la cinématographie, aux éclairages particuliers dans les théâtres, etc. Ils sont munis soit d'une lampe à incandescence, soit d'une lampe à arc.

Puisque nous parlons de projecteurs, citons encore l'appareil de projection de spectres lumineux de M. Ribaucour, chef d'escadron d'artillerie, muni d'une lampe à arc du système de M. Massiot.

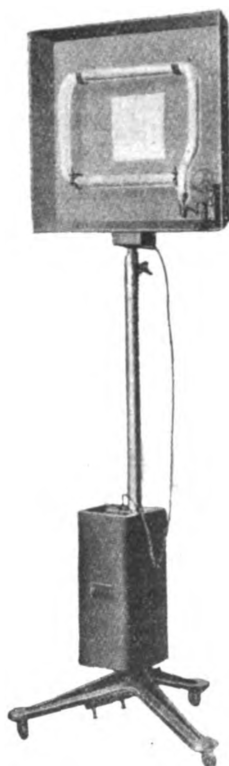


Fig. 265. — Vue d'un réflecteur pour lampe à vapeur de mercure de forme carrée, pour les travaux de reproduction de photographies (Société anonyme La Verrerie scientifique).

Cette nomenclature, incomplète d'ailleurs, des quelques exemples d'applications des lampes électriques à la projection et à la cinématographie n'a qu'un but, celui de montrer que, si ces questions sont plutôt du domaine de l'optique, elles touchent aussi à l'électricité, ou tout au moins à la technique de la lampe électrique, étant donné l'importance de la forme de la source lumineuse employée avec ces appareils.

IV. Lampes à vapeur de mercure. — Nous avons déjà eu l'occasion de parler de ces lampes employées comme redresseurs de courant (1). Nous nous proposons d'en examiner ici leurs applications à l'éclairage. Dans ce cas, comme dans le précédent d'ailleurs, la lampe est en verre, condition suffisante pour éviter les rayons ultra-violets qui sont absorbés par ce dernier corps.

La Société anonyme La Verrerie scientifique, déjà mentionnée dans le chapitre précité, a présenté les dispositifs qu'elle adopte en vue des diverses applications de la lampe à vapeur de mercure à l'éclairage des travaux photographiques, aux prises de vues cinématographiques, et au tirage des bleus. S'il s'agit de l'éclairage de l'ensemble d'un studio photographique, la lampe est une lampe de plafond; elle est constituée par un réflecteur parabolique incliné à 45°, dont la suspension est assurée par deux attaches en fer, munies de galets à gorge; ces derniers roulent sur un fil de fer tendu et permettent le déplacement latéral du plafonnier. A l'intérieur du réflecteur est fixé le tube à vapeur de mercure. Dans d'autres cas, il peut y avoir intérêt à disposer d'un appareil transportable : le dispositif adopté est dit le « portant universel » qui comprend un trépied métallique, muni de roulettes à billes, au centre duquel est fixé un montant vertical; c'est à ce montant qu'est fixé le réflecteur (fig. 264). Celui-ci est parabolique. L'appareillage nécessaire au bon fonctionnement de la lampe est placé au bas du montant. On conçoit aisément la possibilité de se servir de ce même dispositif pour les divers travaux mentionnés plus haut. Les lampes employées peuvent être prévues pour être alimentées en courant continu ou en courant alternatif. Les divers types de lampes se caractérisent par leur consommation de l'énergie. Les modèles de la Société La Verrerie scientifique absorbent environ 400 w ou 800 w et ont respectivement une intensité lumineuse de 1 250 et 2 500 bougies.

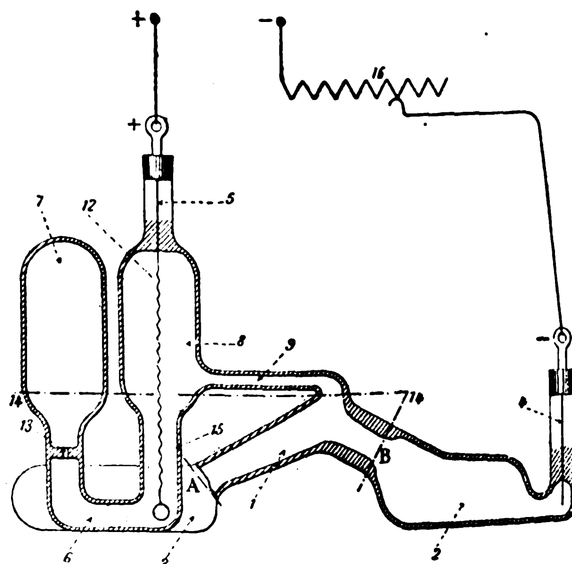


Fig. 266. — Vue schématique d'une lampe à vapeur de mercure, du type H. George, construite par les Établissements Gallois et Cie.

(1) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. VII, Machines génératrices et appareils de transformation de la nature des courants. *Revue générale de l'Électricité*, 22 mars 1924, t. XV, p. 511-516.

A côté du tube rectiligne adopté avec les réflecteurs dont nous venons de parler, cette société construit des lampes de forme spéciale destinées à des usages particuliers : pour la reproduction de photographies, par exemple, le tube sera de forme carrée et disposé dans le réflecteur, également spécial, comme le montre la figure 265; sa forme sera hélicoïdale pour les projecteurs.

L'adoption de la lampe à vapeur comme source lumineuse permet d'éviter l'emploi de diffuseurs, d'où résulte nécessairement un meilleur rendement lumineux qu'avec les autres sources pour ainsi dire ponctuelles; très riche en rayons de courtes longueurs d'onde, cette lumière se prête fort bien aux applications signalées ci-dessus; mais il y a lieu de prendre certaines précautions pour éviter les effets nocifs qui résultent précisément de cette propriété. A ce propos, nous rappelons la communication que présenta M. Bossu à la séance de la Société française des Electriciens du 2 mai 1923 [1] sur l'éclairage des studios.

Si l'on veut tirer parti des rayons ultra-violets qu'émet la lampe à vapeur de mercure, on se servira de tubes en quartz. Des lampes de ce genre étaient présentées à l'Exposition de Physique et de T. S. F. en particulier dans le stand des Etablissements Gallois et Cie qui, depuis de nombreuses années, se sont fait une spécialité de cette fabrication.

Il n'y a pas lieu d'insister sur la lampe à courant continu et dont l'allumage se fait par basculement, lampe bien connue aujourd'hui; par contre, notre attention se portera sur les nouveaux modèles de lampes, créés par M. H. George, dont les brevets sont d'ailleurs exploités par les Établissements Gallois et Cie. L'allumage de ces lampes est automatique, ce qui constitue un premier avantage sur l'ancien mode d'allumage; de plus, elles fonctionnent directement, sans convertisseur, lorsqu'elles sont alimentées par du courant alternatif. Ces avantages sont dus à la présence dans le tube d'un gaz inerte qui y est introduit lors de leur fabrication.

La figure 266 représente la vue schématique de cette lampe. Le mercure est contenu dans les réservoirs 2 et 3, jusqu'au niveau figuré en traits ponctués 14 au repos. Au-dessus de ce niveau se trouve le gaz inerte tel que de l'argon, du néon, etc., à une pression correspondant à 70 cm de mercure. Le tube 8 contient une lame de nichrome qui relie la borne positive de la lampe au mercure. Enfin, le tube 7 porte à sa base une partie rétrécie 13 de 1 mm de diamètre environ. Lors de l'établissement du courant la lame de nichrome échauffe le gaz qui, en se dilatant, refoule le mercure à la fois dans le réservoir 15 et dans le tube 7 en passant par le trou 13 qui a pour effet d'amortir les oscillations du mercure. La colonne de mercure se coupant en 1, l'arc s'amorce en cinq ou dix secondes, et s'établit entre A et B dans le tube 1. L'élimination du gaz ayant servi à l'amorçage de l'arc est assurée par la circulation constante de la vapeur de mercure par le circuit 1, 7, 8, 15 et 3. Cette lampe alimentée par du courant continu sous une tension de 115 v, abaissée à 80 ou 85 v au moyen d'un rhéostat, absorbe un courant d'intensité variable de 3 à 5 A. Sur la figure 267 est représentée une vue de cette lampe.

Les Établissements Gallois et Cie ont également mis au point une lampe basée sur le même principe et prévue pour être alimentée en courant alternatif. La pression du gaz inerte correspond à plus de 1 cm de mercure. La lampe est reliée aux bornes d'un transformateur qui élève la tension d'alimentation de 110 v, par exemple, à 3 000 v; dans le circuit primaire du transformateur est intercalée une bobine de self-induction. L'intensité du courant absorbé est de 1 A, sous 2 250 v, ce qui conduit à une puissance de 2 kw environ. Ces résultats permettent d'entrevoir la possibilité de réaliser des sources lumineuses et, en particulier, de rayons ultraviolets de plus de 10 kw, résultat qui n'a pas encore été obtenu jusqu'à ce jour.

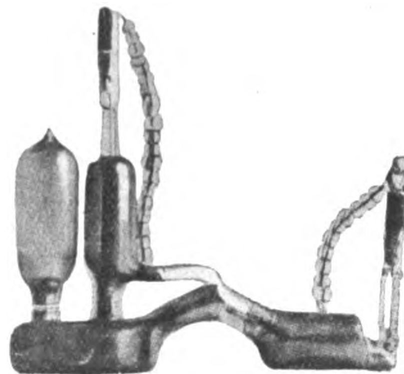


Fig. 267. — Aspect d'une lampe à vapeur de mercure, du type H. George, construite par les Etablissements Gallois et Cie.

(*A suivre*).

A. CURCHOD,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

[1] *Bulletin de la Société française des Electriciens*, mai 1923, t. III, 4e série, p. 227-240. L'analyse de cette communication a été faite dans la *Revue générale de l'Electricité*, 19 mai 1923, t. XIII, p. 810.

Stroboscope à corde vibrante pour l'étude des pièces en mouvement

Après avoir rappelé succinctement le principe du stroboscope à corde vibrante imaginé par M. A. Guillet, l'auteur expose le fonctionnement de l'appareil réalisé pratiquement et montre son application à la mesure de la vitesse de rotation d'un moteur. Ajoutons que ce dispositif présente le grand avantage de pouvoir étudier le mouvement au ralenti.

I. **Introduction.** — Il apparaît nettement que, dans les essais de machines, pour l'étude de la vitesse et de ses variations sous l'action de causes dont on doit estimer l'influence relative ou pour l'étude de pièces en mouvement dans leur état normal de fonctionnement, les méthodes stroboscopiques doivent donner les meilleurs résultats. Leurs applications n'exigent pas, en effet, que l'on adopte des organes spéciaux aux moteurs ou pièces à étudier.

Le professeur David Robertson, de Bristol, a récemment utilisé un vibrateur stroboscopique pour mesurer les vitesses des dynamos et faciliter nombre d'essais électriques.

Un Anglais, le professeur A.-M. Low, a montré, bien avant la guerre, les avantages incontestables que l'on pouvait tirer dans l'industrie automobile de l'étude optique des pièces en mouvement, c'est-à-dire la possibilité d'examiner à loisir chacun des états successifs d'un mouvement rapide.

Il a réalisé, dans ce but, plusieurs appareils intéressants, mais tous ces appareils, basés sur le principe du stroboscope à disque perforé, présentent de sérieux inconvénients.

En effet, les besoins de la stroboscopie mécanique exigent que l'on puisse produire des éclairs dont la fréquence se maintienne fixe à la valeur choisie N pendant un temps aussi long qu'on le désire et que l'on ait la faculté de faire varier facilement et d'une manière continue cette fréquence N.

Il est d'ailleurs souvent nécessaire que la valeur N puisse être lue directement sur le stroboscope, ou tirée d'une formule simple.

Le stroboscope à disque perforé ne répond pas à ces conditions; en particulier, le freinage du moteur sur l'axe duquel le disque est monté rend l'opération stroboscopique délicate.

On a également cherché à utiliser le diapason.

On obtient bien, dans ce cas, une fréquence fixe des éclairs, mais le déplacement continu, simultané et égal de deux masses identiques sur les deux branches, ne va pas sans difficulté, bien qu'il ait été réalisé des modèles de cette espèce. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce point important.

Pour modifier considérablement, en toute commodité et avec précision, la fréquence des éclairs, M. A. Guillet a imaginé (¹) et fait construire un stroboscope à corde vibrante et mouvement vibratoire entretenu (fig. 1).

M. A. Guillet a indiqué, d'ailleurs, dans une note antérieure présentée à l'Académie des Sciences (²), comment les vibrations d'une corde, métallique ou d'une autre matière, sont perpétuées électriquement

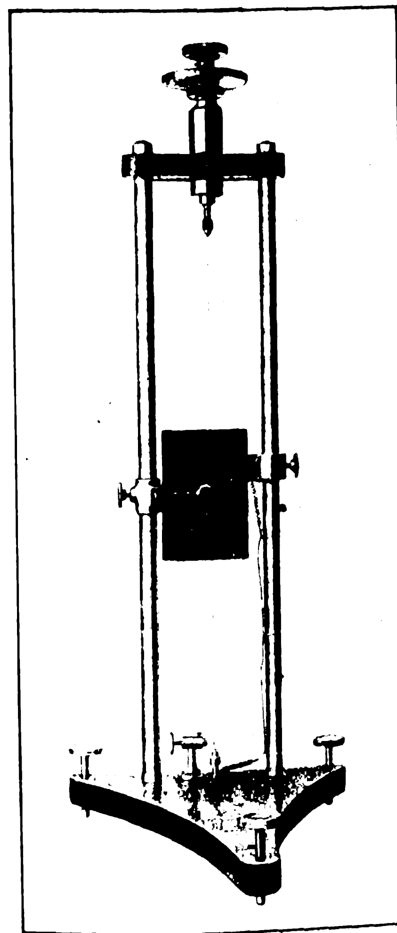


Fig. 1. — Vue photographique d'un stroboscope à corde vibrante.

(¹) A. Guillet : Mesure rapide et précise de la fréquence de rotation de l'arbre d'un moteur par la méthode stroboscopique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 mai 1923, t. CLXXVI, p. 1447-1449; *Revue générale de l'Électricité*, 16 juin 1923, t. XIII, p. 1000-1001.

(²) A. Guillet ; Sirène harmonique à corde. Mesure du module d'Young. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 8 novembre 1915, t. CLXI, p. 561-562.

par le jeu d'un contact placé au point d'attache même de la corde et cela, en opérant soit par voie directe, soit, et de diverses manières, par voie d'induction. A la corde et vers son milieu, est fixée une lamelle d'aluminium percée d'une fente étroite. Lorsque la corde est au repos, cette fente est placée en regard et très près d'une autre fente identique pratiquée dans la paroi qui ferme la petite base d'un tronc de cône creux, solidaire du support de l'appareil. Un faisceau de lumière dirigé dans le tronc de cône et concentré sur la fente par projection de l'image de la source, permet alors d'éclairer une certaine région de l'espace. La corde vibrant à la fréquence N, les éclairs se succèdent donc à la fréquence $\mu = 2N$.

Au point de vue photométrique, on peut dire que la lumière filtre à travers les fentes au cours de *chaque demi-période*, pendant le temps qu'emploie la fente mobile à passer, par exemple, de la gauche à la droite de la fente fixe.

Les deux fentes étant exactement juxtaposées dans ces deux positions, la course de l'axe de la fente mobile est alors, en appelant ε la largeur de la fente (fig. 2),

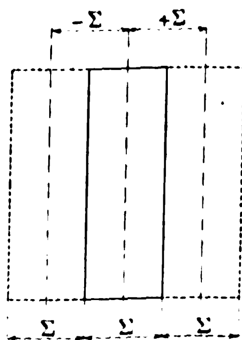


Fig. 2. — Positions maxima prises par la fente pendant la vibration de la corde.

$-\varepsilon$ à gauche et $+\varepsilon$ à droite. L'interversion des fentes a lieu au passage par la position d'équilibre où la vitesse est sensiblement uniforme et égale à $a\omega$. On peut considérer, en effet, les éclairs comme produits par un mobile décrivant une circonférence de rayon a, avec la vitesse angulaire ω, aux époques où il passe par les deux points diamétralement opposés de sa trajectoire répondant à l'élongation nulle de la corde; en conséquence le temps cherché θ est

$$\theta = \frac{2\varepsilon}{a\omega} = \frac{\varepsilon}{a\pi N}.$$

Pour obtenir ces illuminations brèves, il faut donc opérer avec des fentes fines, ce qui conduit à l'emploi de sources à grands éclats avec des amplitudes et des fréquences aussi élevées que possible.

Il est, en outre, facile d'obtenir une expression proportionnelle à la quantité de lumière concernant chaque éclair en admettant que la quantité de lumière qui passe pendant chaque intervalle de temps dt est proportionnelle à la surface de la fente à cet instant, puis on intègre ces quantités.

Rien n'est plus facile que de modifier, et d'une manière continue, la fréquence N. Pour cela, la corde fixée invariablement au support par son extrémité inférieure est solidaire, par son extrémité supérieure, d'une pièce filetée qu'une vis à large tête divisée permet de déplacer par translation. On exerce ainsi sur la corde une traction progressive élevant ou abaissant, par degrés insensibles, la fréquence μ des éclairs.

La corde étant parfaitement arrêtée à ses points d'attache, on gradue le tambour divisé en fréquences par enregistrement direct.

Dans la région où la loi des tensions des cordes vibrantes s'applique, on peut aussi déterminer la constante C du stroboscope en lisant les divisions n_0, n_1 du tambour qui répondent à deux fréquences N_0, N_1 enregistrées ou déduites par équilibre stroboscopique des fréquences d'un diapason, à masses mobiles, étalonné. On a alors, d'après les lois des vibrations des cordes,

$$N_1^2 - N_0^2 = C(n_1 - n_0),$$

et par suite

$$X^2 = N_0^2 + C(n_x - n_0).$$

Comme un choix convenable des figures stroboscopiques permet de couvrir un champ étendu des fréquences X sans avoir à exagérer la traction et que celle-ci peut être, d'autre part, relativement grande sans occasionner d'allongement permanent de la corde, la graduation reste valable; elle peut d'ailleurs être vérifiée de temps à autre par un pointé stroboscopique sur diapason étalonné. On comprend que l'on doit éviter d'exercer sur la corde des tensions mécaniques dépassant la limite d'élasticité.

II. **Mesure de la vitesse d'un moteur.** — Ayant calé sur l'axe un petit disque blanc dont l'un des rayons a été marqué d'un trait noir, on dirige les éclairs du stroboscope sur le disque (fig. 3).

Un premier éclair illumine le disque et, par conséquent, le trait dans une certaine position.

Si, entre deux éclairs, le disque fait un tour ou un nombre entier de tours, il aura repris, à l'époque du second éclair, la position qu'il occupait à l'époque du premier. Il semblera donc immobile dans cette position si le rythme des éclairs suit le rythme des tours.

Pour réaliser cet état, il suffit d'agir progressivement sur la vis du tambour.

L'immobilité étant obtenue, on a entre la fréquence X du moteur et celle μ des éclairs, la relation $X = n\mu$, n étant un nombre entier.

Si l'on règle la tension de manière à voir une seule position immobile du rayon marqué, on a $X = \mu_0$.

En continuant à augmenter la tension de la corde, on fera apparaître trois positions du trait formant une étoile dont les rayons divisent la circonférence en trois secteurs égaux; on a alors $X = \frac{2}{3}\mu_1$.

Un nouvel accroissement de la tension substitue à l'étoile deux traits opposés, alors $X = \frac{1}{2}\mu_2$.

De nouveau apparaîtra une étoile à trois traits pour la fréquence μ_3 ; alors $X = \frac{1}{3}\mu_3$, etc.

On voit combien l'opération comporte de contrôle, la

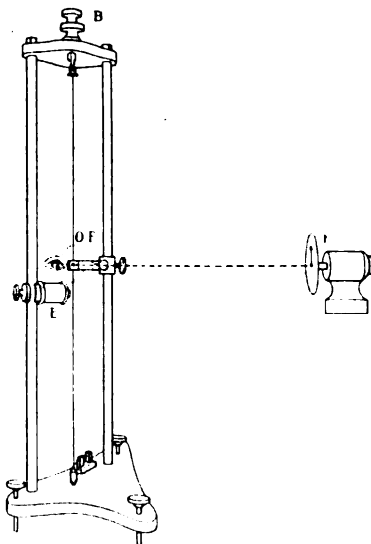


Fig. 3. — **Vue schématique du dispositif pour la mesure de la vitesse d'un moteur.**

même vitesse est donnée par plusieurs régimes stroboscopiques faciles à substituer rapidement les uns aux autres.

III. **Etude de pièces animées d'un mouvement rapide.** — Pour un ajustement imparfait, le trait ne sera plus immobile si, par exemple, dans le premier cas, le disque fait $1 + \frac{1}{180}$ tours entre deux éclairs.

Les éclairs successifs, au lieu d'illuminer le trait toujours dans la même position, l'éclaireront dans des positions en avance sur celle qui correspond à l'ajustement exact de 2°, 4°, 6°, etc...

Le trait paraîtra donc tourner dans le sens du mouvement réel et il fera un tour dans le temps $180\ \tau$, τ étant le temps qui s'écoule entre deux éclairs.

Le mouvement du disque se trouve ainsi manifesté au ralenti.

La durée apparente t du tour est égale à $180\ \tau$ et la durée réelle est égale à T; la vitese apparente est donc 180 fois plus faible que la vitesse réelle et il devient possible de suivre les particularités du mouvement.

Puisque tout ce mécanisme est fondé sur l'existence d'une périodicité et sur la possibilité de choisir un même état du mouvement dans chacune des périodes, la même étude peut être faite sur une pièce animée d'un mouvement périodique de loi quelconque, mais il va de soi qu'il faudra que le constructeur adapte l'ordre de fréquence du stroboscope à l'ordre de fréquence de l'organe à examiner au stabilisé ou au ralenti.

Il devra aussi se préoccuper de la durée qu'il convient d'attribuer dans chaque cas aux éclairs. La méthode stroboscopique est précieuse et d'une application facile, mais elle exige pourtant une adaptation judicieuse selon le problème à résoudre.

En ce qui concerne l'étude des pièces au ralenti, on peut également procéder par illumination au moyen d'étincelles condensées ou par tube à néon ; on dispose alors le stroboscope horizontalement, comme il est indiqué sur la figure 4, après avoir fixé au milieu de la corde un léger fil métallique rigide en forme de pont, servant d'interrupteur périodique dans le circuit primaire d'une bobine de Ruhmkorff.

Si on place alors, dans le circuit secondaire, une bouteille de Leyde, on obtiendra le jaillissement d'une étincelle condensée qui fournira des étincelles périodiques instantanées au rythme même de la corde ou de tout autre mouvement mis en équilibre stroboscopique avec elle.

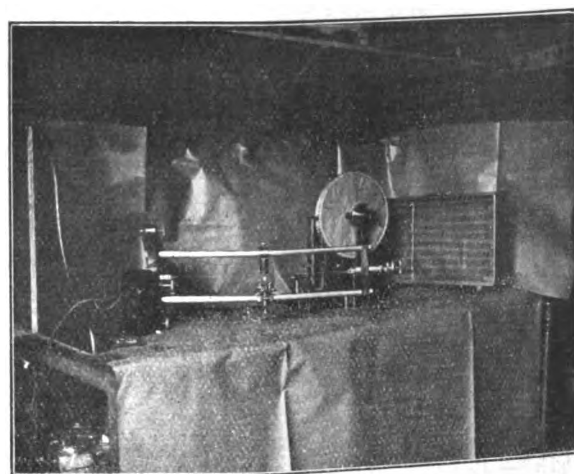


Fig. 4. — **Illuminations à grande surface par éclairs au néon.**

En substituant à la bouteille de Leyde un tube à néon, on obtiendra de même des éclairs à néon.

L'emploi d'une ampoule à néon formant balladeuse et pouvant être déplacée à la main vis-à-vis des organes à étudier, réalise certainement, au point de vue industriel, un des dispositifs d'utilisation des plus commodes, car il supprime toute installation préalable.

A. BERTRAND,
Ingénieur E. S. E.,
Directeur adjoint des Etablissements Henry-Lepaute.

Revues, analyses et informations

Les lignes à haute tension dans les régions montagneuses (¹).

PRÉLIMINAIRES. — Le développement des réseaux dans les régions accidentées a soulevé de nouveaux problèmes relativement aux lignes de transmission d'énergie à haute et très haute tension. En terrain plat et quand les portées sont égales, on emploie indifféremment les isolateurs d'arrêt ou les chaînes de suspension; si les points d'attache ne sont pas au même niveau ou si les portées ne sont pas uniformes, le problème se modifie et l'on est souvent amené à placer des isolateurs d'arrêt en certains points, où la seule considération des tensions au montage ne l'eût pas exigé. Comme cette solution est toujours onéreuse, il faut l'éviter dans la mesure du possible; c'est pourquoi l'étude du tracé de la ligne devra être faite d'une façon particulièrement sérieuse. Le problème se modifie également en ce qui concerne les surcharges accidentelles à prévoir; d'autre part, on est amené souvent à adopter des portées considérables qui exigent des supports spéciaux. Il en résulte une difficulté d'établir économiquement le projet, comme on pourra s'en rendre compte au cours de l'article, où l'on trouvera quelques exemples empruntés au cas d'une ligne à 50 kv située dans une région montagneuse.

I. FLÈCHES ET TENSIONS DANS LES TRONÇONS OBLIQUES D'UNE LIGNE. — Le problème, classique dans le cas de régions plates, présente, en cas d'obliquité du tronçon, une certaine apparence de complexité. Pratiquement, et par simplification, la courbe que forme la ligne peut être confondue avec un arc de parabole d'axe vertical. En cas d'obliquité, la normalisation pour les lignes de transmission d'énergie (Verband deutscher Elektrotechniker, 1921) prévoit une tension de la ligne telle que la flèche, au point d'abscisse moyenne de la portée, soit égale à celle qu'on trouve dans les tables de montage correspondant à une portée égale à la distance horizontale des deux points d'attache et pour la température de montage du cas particulier considéré. En d'autres termes, il faut, pour déterminer la courbe, porter verticalement, à partir du milieu de la droite AB qui relie les points d'attache, une longueur f égale à la flèche en question et, successivement, les ordonnées y_1 correspondantes de la parabole (fig. 1 b) qui représente la ligne dans le cas où les points d'attache sont au même niveau. Cette nouvelle courbe est elle-même une parabole d'axe vertical. On peut écrire, d'après la figure 1 a.

$$y = y_1 + y_2 = \frac{x}{a}\left[h + 4f\left(1 - \frac{x}{a}\right)\right], \qquad (1)$$

car, en vertu des propriétés de la parabole et de la droite, on a

$$y_1 = \frac{4fx}{a}\left(1 - \frac{x}{a}\right) \quad \text{et} \quad y_2 = \frac{h}{a}.$$

Faisons $y = 0$ dans l'équation (1), on obtient la valeur de la portée

$$s = a\left(1 + \frac{h}{4f}\right). \qquad (2)$$

(¹) H. GRUNHOLZ. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 15 juillet 1923, t. XLI, 401-411, 10000 mots, 19 fig.

Les coordonnées du point le plus bas de la courbe sont

$$\frac{s}{2} \quad \text{et} \quad F = f\left(1 + \frac{h}{4f}\right)^2, \qquad (3)$$

On a entre la tension p_f et la flèche f la relation

$$f = \frac{ga^2}{8p_f},$$

dans laquelle g représente le poids par unité de longueur et unité de section du conducteur.

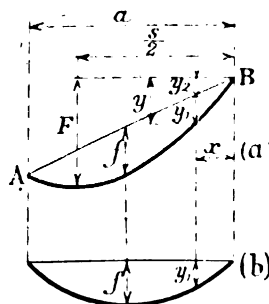


Fig. 1.

La tension au point le plus bas, et, par conséquent, la composante horizontale de la tension, en tout point de la courbe, est

$$p_H = \frac{gs^2}{8F},$$

Si on tire F et s des formules (2) et (3) pour les porter dans cette relation, il vient

$$p_f = p_H,$$

ce qui signifie que, si la ligne a été établie suivant les prescriptions susdites, la valeur de p_f représente la composante horizontale de l'effort de tension en chacun des points de la courbe. La tension totale en chaque point est donc donnée par

$$p = \frac{p}{\cos\psi},$$

ψ étant l'angle d'inclinaison de la tangente sur l'horizontale au point considéré. Ce n'est que dans des cas tout particuliers que cet angle prend une certaine importance : il sera question ultérieurement de ces cas spéciaux.

Si, maintenant, on se propose de considérer, non plus la composante horizontale de la tension, mais sa composante parallèle à l'oblique AB qui joint les points d'attache, il apparaît que la relation entre f et p doit tenir compte, non plus de la distance a des projections horizontales des points A et B, mais de la ligne oblique elle-même

$$a_1 = \sqrt{h^2 + a^2}.$$

L'équation de la chaînette donne avec les notations de la figure 2

$$y_1 = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{g}{p_H} x_1\right); \quad y_2 = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{g}{p_H} x_2\right)$$

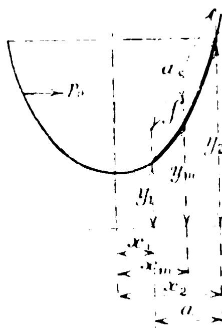
$$y_m = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{g}{p_H} x_m\right) = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{x_1 + x_2}{2 p_H} g\right)$$

$$f = \frac{y_1 + y_2}{2} - y_m = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{g}{p_H} x_m\right)\left[\cosh\left(\frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g\right) - 1\right]. \quad (4)$$

Imaginons que

$$\left[\frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g\right]$$

soit très petit par rapport à 1, c'est-à-dire que la demi-distance des projections horizontales des points d'attache soit



Fi. 2.

faible vis-à-vis de la longueur $\frac{p_H}{g}$, dont le poids est égal à la tension horizontale de la ligne (cette hypothèse correspond du reste aux cas pratiques); il vient, dans ces conditions,

$$\cosh\left(\frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g\right) - 1 = \frac{(x_2 - x_1)^2 g^2}{1.2.4\, p_H^2}$$

et

$$f = \frac{p_H}{g} \cosh\left(\frac{g}{p_H} x_m\right)(x_2 - x_1)^2 \frac{g^2}{8 p_H^2} = \frac{a^2 g}{8 p_H} \cosh \frac{g}{p_H} x_m. \quad (5)$$

Si les points de suspension ont même cote, on retrouve la formule connue, car, dans ce cas, x_m étant nul, $\cosh \frac{g}{p_H} x_m$ est égal à 1. Ceci reste encore vrai pour les faibles différences d'altitude.

Mais si la différence de niveau h s'accentue, on a

$$h = \frac{p_H}{g}\left[\cosh \frac{g x_2}{p_H} - \cosh \frac{g x_1}{p_H}\right]$$

$$= \frac{2 p_H}{g} \sinh\left(\frac{x_1 + x_2}{2 p_H} g\right) \sinh\left(\frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g\right).$$

$\frac{x_2 - x_1}{2 p_H}$ étant supposé petit, on peut aussi poser

$$\sinh\left(\frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g\right) = \frac{g a}{2 p_H}; \quad \text{d'où} \sinh\left(\frac{x_1 + x_2}{2 p_H} g\right) = \frac{h}{a}$$

Cette valeur et celle de $\cosh\left(\frac{x_m g}{p_H}\right)$ tirée de la formule (4) donne, en tenant compte de la relation fondamentale entre les cosinus et sinus hyperboliques,

$$\frac{64\, p_H^2 f^2}{g^2 a^4} - \frac{h^2}{a^2} = 1 \quad \text{ou} \quad f = \frac{g}{8 p_H} a \sqrt{a^2 + h^2}$$

Si on remplace p_H en fonction de la composante p_s parallèle à l'oblique qui relie les points d'attache (ce qui est fort intéressant dans le cas de fortes pentes), il vient

$$p_s = \frac{p_H}{\cos \psi} = \frac{p_H}{a} \sqrt{a^2 + h^2}$$

et on a

$$f = \frac{g}{8 p_s}(a^2 + h^2) = \frac{g\, a_s^2}{8 p_s}. \quad (6)$$

a_s étant la distance des points d'attache. La relation entre la flèche et la tension est donc absolument analogue, que les points d'attache soient ou non au même niveau: il suffit, dans la deuxième cas, de considérer la distance vraie de ces points et la composante de tension parallèle à la droite de jonction. L'équation de la chaînette donne aussi, entre la longueur de la courbe, la distance des points d'attache et la flèche, une relation analogue à celle établie dans le cas particulier où les points de suspension sont au même niveau. La longueur de l'arc AB est

$$l = \frac{p_H}{g}\left[\sinh\left(\frac{x_2 g}{p_H}\right) - \sinh\left(\frac{x_1 g}{p_H}\right)\right]$$

$$= \frac{2 p_H}{g} \sinh \frac{g(x_2 - x_1)}{2 p_H} \cosh \frac{(x_2 + x_1) g}{2 p_H}$$

ou, en tenant compte de l'équation (4),

$$l = 2 f \frac{\sinh \frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g}{\cosh \frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g - 1}.$$

Si on imagine que l'argument

$$\beta = \frac{x_2 - x_1}{2 p_H} g$$

de la fonction hyperbolique est suffisamment petit pour pouvoir négliger les termes au delà de la troisième puissance, on obtient, en utilisant le développement en série valable pour les fonctions hyperboliques,

$$l = 2 f \frac{\beta + \frac{\beta^3}{6}}{\frac{\beta^2}{2}} = 4 f\left(\frac{1}{\beta} + \frac{\beta}{6}\right) = \frac{g a^2}{2 p_H \cos \psi}\left(\frac{2 p_H}{a g} + \frac{a g}{12 p_H}\right)$$

$$= \frac{a}{\cos \psi} + \frac{g^2 a^3}{24\, p_H^2 \cos \psi} = a_s + \frac{8}{3} \frac{f^2}{a_s}$$

On retrouve donc l'équation du cas particulier où les points d'attache sont au même niveau.

Les courbes de montage qui donnent les relations entre les portées, les tensions, les flèches et les températures subsis-

tent donc si on convient de prendre en considération la composante de la tension, p_s, parallèle à l'oblique de longueur a_s, reliant les points d'attache, et si f représente la longueur d'une verticale, comprise entre cette oblique et la tangente à la courbe qui lui est parallèle (le point de contact de cette tangente correspond au point d'abscisse moyenne de la portion de courbe considérée). Dans le cas de lignes ascendantes, il est intéressant, pour déterminer l'effort total au point d'attache, d'effectuer la décomposition de la tension en une composante verticale, et une autre, parallèle à l'oblique AB; cette décomposition se trouve simplifiée dans l'hypothèse d'une courbe parabolique. Les relations sont analogues, que les points d'attache soient ou non au même niveau. Dans le premier cas, la composante horizontale p_H garde une valeur constante sur toute l'étendue de la portée, que la courbe soit une chaînette ou une parabole, à condition que la ligne ne soit soumise qu'à des des efforts verticaux (en tout point de la courbe vient s'ajouter à p_H une composante verticale égale au poids de la portion TP (fig. 3)). Dans le

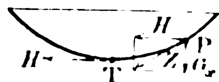


Fig. 3.

deuxième cas, on peut considérer la ligne comme une partie d'une courbe ayant ses points d'attache sur une même horizontale et la composante horizontale $H = p_H\, q$ (q étant la section du conducteur) garde la même valeur en tout point; cet effort H peut être décomposé (fig. 4) suivant deux directions en une composante constante $S = p_s\, q$, parallèle à AB, et une autre V, verticale qui se compose avec le poids G_x correspondant à l'arc TP. Au point M milieu de la portée, V et G se compensent et il ne reste que la composante S; V correspond au poids de l'arc TM et la tangente au point M est parallèle à AB. Aux autres points, on obtient la direction de la tangente en composant S avec la différence $G - V$. L'analogie demeure donc complète dans les deux cas ainsi que les relations entre la flèche, les tensions et la distance des points de suspension. Il faut noter cependant qu'à la composante constante S de la tension vient s'ajouter, dans le cas de la ligne oblique, l'action du poids de la ligne qu'on ne saurait négliger dans le cas de sections nettement ascendantes (voir plus loin).

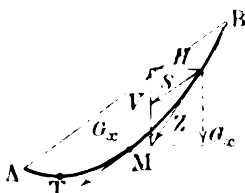


Fig. 4.

II. Influence de la différence des longueurs des portées successives. — Dans ce cas, la dilatation, due aux variations de température, peut occasionner des efforts obliques dans les chaînes de suspension. Cet effet, généralement négligeable en terrain plat où les portées ne présentent guère entre elles de différences considérables, ne l'est plus quand il s'agit de régions accidentées où vient s'ajouter l'influence de l'obliquité des lignes. Nous considérerons d'abord le cas où tous les points d'attaches se trouvent sur une même horizontale, les portées étant inégales, mais toutes supérieures à la portée critique. Imaginons (fig. 5) que les

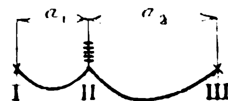


Fig. 5.

points I et III soient fixés horizontalement, le point II étant, au contraire, libre de se déplacer dans cette même direction. Au moment où la ligne aura à supporter la charge additionnelle maximum, on aura, dans les deux portées, le maximum de tension admissible et la chaine de suspension II sera verticale. Si le point II était fixe, les tensions, en l'absence de ces charges additionnelles ou à d'autres températures, deviendraient inégales dans les deux portées et l'isolateur serait soumis à des efforts internes; il faudrait alors, par l'emploi d'isolateurs rigides, donner la même tension aux deux portées afin que, en cas de surcharge de glace, elles subissent la même contrainte maximum.

La figure 6 montre les variations de la tension avec la température et suivant la portée : il existe une certaine

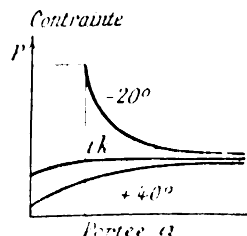


Fig. 6.

température t_K pour laquelle la tension est indépendante de la portée [1]. Si le montage est fait à cette température et si la tension adoptée pour les deux portées est p_K correspondant à t_K, la chaine d'isolateurs, supposée verticale, le demeurera quelles que soient les surcharges imposées à la ligne. Aux autres températures et conditions de charge, la chaine prendra une certaine obliquité, si les isolateurs extrêmes sont des isolateurs d'arrêt. A titre d'exemple, considérons une ligne en cuivre (section 95 mm²) dont la charge additionnelle maximum est de 1,35 kg au mètre courant, ce qui correspond assez bien aux cas pratiques pour l'Allemagne; soit $p_0 = 19$ kg : mm² la tension maximum et supposons que les portées ont respectivement 150 et 300 m.

[1] Cette température se déduit de l'équation générale

$$\frac{p_0 - p}{E} + \alpha(t_0 - t) = \frac{a^2}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right),$$

dans laquelle on pose

$$p = p_K = p_0 \frac{g}{g_0};$$

ce qui donne

$$t_K = t_0 + \frac{1}{\alpha E} p_0 \left(1 - \frac{g}{g_0}\right).$$

Dans ces conditions $t_K = 48°$, c'est-à-dire hors du domaine pratique. Si on établit le montage d'après les tables susdites correspondant aux portées indiquées et de telle façon que la tension soit la même dans les deux portées quand s'ajoute la surcharge de neige, on aura, à 0° : $p_1 = 9{,}9$ kg : mm² et $p_2 = 7{,}9$ kg : mm². Il en résultera une tension horizontale de 190 kg qui occasionnera un déplacement du point d'attache : l'équilibre des tensions, comme on le verra plus loin, sera rétabli pour un certain déplacement de ce point (dans notre cas 7,8 cm). Si la plus faible portée était plus petite encore, le déplacement produisant l'équilibre serait plus petit, bien que la différence des tensions soit plus grande : l'influence du déplacement du point d'attache est, en effet, relativement plus sensible dans les faibles portées. Si les portées avaient eu 80 et 200 m, un déplacement de 2 cm eût suffi. Dans le cas considéré jusqu'ici, ces déplacements sont donc négligeables.

Il en est tout autrement si on a une série d'isolateurs libres à partir de l'isolateur d'arrêt I. Soient six portées égales $a_1, \dots a_6$, suivies d'une portée supérieure a_7. Si le montage s'effectue à une température notablement inférieure à t_K, en réalisant la verticalité des chaînes, ces dernières, quand la charge due aux neiges interviendra, prendront les positions indiquées avec exagération par la figure 7 et les déplacements occasionnés deviennent beaucoup plus sensibles. L'effet du déplacement du point VI est réduit du fait de l'augmentation de la portée a_6 résultant de la position générale de la ligne. Il existe un procédé graphique qui permet de déterminer les efforts auxquels sont soumises les chaînes et les obliquités qui en résultent (¹). Il est plus simple de considérer les faits de la façon suivante : les courbes de montage indiquent les tensions à adopter suivant la température t et la portée considérés ; bien que les portées soient différentes, il faut adopter une tension unique. Imaginons le conducteur monté sur galet et le coefficient de frottement négligeable. La longueur du conducteur d'une portée a_r et de flèche f_r est

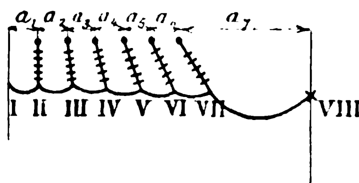


Fig. 7.

$$l_r = a_r + \frac{3}{8}\frac{f_r^2}{a_r} = a_r + \frac{g^2}{24\,p^2}a_r^3$$

et la longueur totale de la ligne sera

$$L_n = \sum_1^n a_r + \frac{g^2}{24\,p^2}\sum_1^n a_r^3.$$

En cas de neige, les conditions initiales t, p, g, deviennent t_0, p_0, g_0 et l'allongement de la ligne sera

$$\delta_n = \frac{(p_0 - p)}{E} - \alpha\,(t_0 - t_1)]\sum_1^n a_r,$$

E et α représentant le module d'élasticité et le coefficient de dilatation thermique. On peut donc écrire

$$\frac{1}{E}(p_0 - p) + \alpha\,(t_0 - t) = \frac{1}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right)\frac{\sum_1^n a_r^3}{\sum_1^n a_r}.$$

Posons

$$a_M = \frac{\sum_1^n a_r^3}{\sum_1^n a_r};$$

l'équation ci-dessus est l'équation d'équilibre pour une portée a_M.

Si, donc, on prend pour tension commune des diverses portées, celle donnée dans les courbes de montage pour une longueur moyenne a_M, on obtiendra, en cas de neige, la tension spécifique maximum p_0, la ligne étant montée sur galets. Si le câble est fixé aux chaînes de suspension, il doit s'en suivre un déplacement des isolateurs. En supposant le déplacement latéral assez petit pour que l'effort horizontal s'exerçant sur les chaînes obliques soit négligeable devant la tension totale, après déplacement, il y aura équilibre des tensions des deux portées voisines, exactement comme dans le cas de montage du conducteur sur galets. Si la ligne est tendue sur galets avec la tension correspondant à la portée a_M et la température t, quand on passe à l'état p_0, t_0, g_0, les points M se déplacent d'une longueur Δ (fig. 8). Si la ligne est fixée aux isolateurs inférieurs des chaînes, les points de suspension subiront les mêmes déplacements en admettant que l'obliquité des chaînes ne laisse pas subsister d'efforts horizontaux appréciables. La variation de longueur du tronçon, entre P et Q, est donnée par

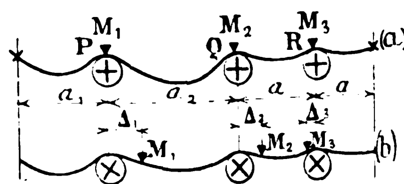


Fig. 8.

$$\delta\,a_r = \frac{a_r^3}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right);$$

au contraire, le tronçon compris entre M_r et M_{r-1} subit la variation

$$\delta_{mr} = a_r\left[\frac{1}{E}(p_0 - p) + \alpha\,(t_0 - t)\right].$$

Si le point M_{r-1} était solidaire du galet, lui-même supposé fixe, le point M_r devrait s'écarter du galet r correspondant d'une longueur $\delta_{mr} - \delta_{ar}$. Comme, en outre, le point

(¹) Hans Grünholz : Contribution au calcul des poteaux dans le cas d'emploi d'isolateurs de suspension. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1913, t. XXI, p. 576.

M_{r-1} subit lui-même un déplacement Δ_{r-1} on peut écrire

$$\Delta_r - \Delta_{r-1} = \delta_{mr} - \delta_{ar}.$$

Si on tient compte des équations précédentes et de la relation

$$\frac{1}{E}(p_0 - p) + \alpha (t_0 - t) = \frac{a_M^2}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right),$$

il vient

$$\Delta_r - \Delta_{r-1} = \frac{1}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right)(a_M^2 a_r - a_r^3).$$

Pour obtenir le déplacement Δ_n de la $n^{ième}$ chaîne de suspension, il faut dans cette dernière relation donner à r chacune des valeurs de 1 à n et faire la somme des deux membres de l'équation. Comme le point initial est fixe, on a $\Delta_0 = 0$ et il vient

$$\Delta_n = \frac{1}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right)\left(a_M^2 \sum_1^n a_r - \sum_1^n a_r^3\right).$$

Si on introduit comme précédemment la notion de portée moyenne pour les n premiers tronçons dont A_n est la longueur totale, on a

$$a_{Mn} = \sqrt{\frac{\sum_1^n a_r^3}{\sum_1^n a_r}}$$

et

$$\Delta_n = \frac{A_n}{24}\left(\frac{g_0^2}{p_0^2} - \frac{g^2}{p^2}\right)(a_M^2 - a_{Mn}^2),$$

le signe plus indiquant s'il s'agit d'un raccourcissement, c'est-à-dire d'un déplacement vers l'origine, et le signe moins d'un allongement du tronçon. Si toutes les portées sont égales, $a_{Mn} = a_M$ et le déplacement est nul ; de même si

$$\frac{g_0^2}{p_0^2} = \frac{g^2}{p^2},$$

ce qui correspond à la valeur particulière t_K de la température.

La dernière équation permet de calculer aisément le déplacement des points d'attache si on a préalablement déterminé a_M et a_{Mn} suivant les formules indiquées et en prenant pour la tension une valeur p tirée des tables de montage pour la portée a_M et une température aussi différente que possible de t_K. Les valeurs p_0, g_0 correspondent à un état quelconque pour lequel on désire évaluer le déplacement. Imaginons, par exemple, six portées de 150 m suivies d'une septième de 300 m. Le conducteur a une section de 95 mm² et on a $p_0 = p_{max} = 19$ kg : mm². L'écartement maximum sera évidemment celui de la sixième chaîne de suspension. Le calcul donne $a_M = 198,2$ m ; $a_{Mn} = 150$ m ; $g_0 = 23,16$ g : cm³ ; $g = 8,9$ g : cm³ ; d'après les tables, à 0° C et pour $a_M = 198,2$ m, on a $p = 8,75$ kg : mm² ; $A_n = 6 \times 150 = 900$ m ; il vient finalement

$$\Delta_6 = 28,4 \text{ cm}.$$

Cet écartement n'est généralement plus admissible si on songe que la longueur des chaînes pour 50 000 v comportant trois isolateurs à chapeau s'élève à 64 cm (l'angle avec la verticale serait donc 24° environ) : il conviendrait donc de limiter les six portées par deux isolateurs d'arrêt et de les considérer comme un tronçon indépendant de la ligne. On voit donc que la sécurité exige parfois la multiplication des isolateurs d'arrêt : l'équation établie ci-dessus permettra de se rendre compte de ces nécessités, d'autant plus aisément qu'on devine souvent, au premier examen, l'isolateur qui va subir l'écartement maximum. Tant que l'obliquité de la chaîne ne dépasse pas 15° à 20° C, il est inutile de s'imposer un isolateur d'arrêt. Les considérations précédentes, qui sont générales, ne présentent pas d'intérêt quand il s'agit de lignes en terrain plat. D'autre part, du fait de l'obliquité des chaînes, il résulte des efforts horizontaux qui tendent à réduire les écartements calculés ; toutefois la différence demeure faible tant que les déplacements ne dépassent pas les limites admissibles.

III. Influence de la différence de niveau des points de suspension. — Dans ce cas, la tension dans le tronçon ascendant possède généralement une composante verticale dirigée vers le haut. Pour juger de son influence, décomposons la tension suivant la figure 4. Si l'inclinaison n'est pas trop raide, ni les portées excessives, on peut admettre que S est égale à la tension totale. Les efforts $S = q_x p_s$ dans les portées voisines doivent donc être égaux entre eux. Soient $\frac{G_1}{2}$ et $\frac{G_2}{2}$ les poids de la ligne sur la longueur des deux portées voisines ; G_K, le poids de la chaîne de suspension ; h_1 et h_2, les différences de niveau (positives ou négatives) du point d'attache par rapport à ses voisins ; a_{s1} et a_{s2}, les distances obliques du point d'attache à ses voisins ; a_1 et a_2, les projections horizontales de a_{s1} et de a_{s2} ; V_1 et V_2, les composantes verticales de S_1 et S_2 ; on a, en général,

$$V_n = S_n \sin\psi = S_n \frac{h_n}{a_{sn}} = S_n \frac{h_n}{a_n}.$$

L'effort vertical total sur la chaîne est donné par :

$$V = S_1 \frac{h_1}{a_1} + S_2 \frac{h_2}{a_2} + \frac{G_1 + G_2}{2} + G_K.$$

Si le câble repose sur galets ou si les chaînes n'ont pas subi de déplacement, on a :

$$S_1 = S_2 = S = p_s q,$$

correspondant à la portée moyenne a_M définie plus haut. Quand un support se trouve être au fond d'une vallée, h_1 et h_2 sont négatifs et, si la valeur de S est suffisamment grande, l'effort vertical résultant peut être dirigé vers le haut : il faudra, dans ce cas, faire emploi de chaîne d'arrêt. Si le poteau se dresse sur une pente, l'équation précédente permet de prévoir la direction de l'effort vertical : si les deux premiers termes sont négatifs, il se produit un allègement partiel et il faut veiller à ce que la charge effective demeure cependant au moins égale à 30 à 40 pour 100 du poids de la ligne, à cause de l'approximation des calculs, d'une part, et aussi pour éviter l'influence trop marquée du vent qui pourrait retourner la chaîne. Cette même équation exprime que la composante verticale de la résultante des tensions des deux brins doit être dirigée vers le bas ; il faut aussi que le

sommet de l'angle, formé par les deux arcs concourants au point d'attache, soit tourné vers le haut (fig. 9 et 10).

Sur les versants de forte inclinaison, d'autres raisons limitent l'emploi de chaines de suspension. Imaginons, pour

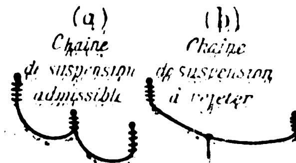


Fig. 9.

simplifier le problème, une pente régulière et des portées successives égales : l'ensemble est tendu d'une façon uniforme, la ligne reposant sur galets pour le montage. La tension résultante doit être égale, de part et d'autre d'un même galet, mais tandis qu'aux faibles pentes, S a la même valeur

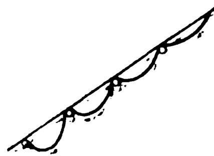


Fig. 10.

dans les diverses portées, elle subit ici une augmentation progressive, due au poids de la ligne, à mesure que l'on s'élève. La figure 11 montre que la résultante des deux tensions est normale à la pente du terrain : les chaines prendront donc des positions obliques. Ces inconvénients aug-

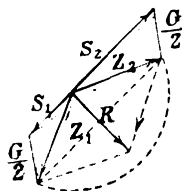


Fig. 11.

mentent avec l'inclinaison, les portées et le maximum de tension admissible. Il serait certainement possible de prévoir des tensions de montage pour chaque portée de façon à n'obtenir, aux divers points de suspension, que des efforts verticaux, mais ce sont là des complications, et, en général, on renoncera aux chaines de suspension dès que la pente dépasse 20 pour 100 (angle de 12°). En dessous de ces valeurs, on prévoit, de place en place, des isolateurs d'arrêt. Dans les cas particuliers, on vérifiera (fig. 9 à 11) si l'emploi de chaines de suspension est admissible en utilisant toujours, pour la détermination de la tension, la notion de portée moyenne ; le calcul de vérification se fera dans les conditions les plus défavorables de température et de charge. Il résulte des considérations précédentes qu'il faut souvent prévoir, en terrain accidenté, l'emploi d'isolateurs d'arrêt : il convient d'y songer dès le tracé de la ligne et de s'efforcer de les placer aux points où ils sont à priori nécessaires. Dans le cas où le point d'attache est sollicité vers le haut, il faut modifier convenablement la forme de la ferrure de fixation : c'est, du reste, une question constructive qui sort des limites de cette étude.

IV. Constitution du sommet du support. — Les oscillations des conducteurs ne doivent jamais permettre un amorçage par suite d'un trop grand rapprochement des fils l'un par rapport à l'autre ou par rapport au support ou aux ferrures. On a longtemps considéré comme une condition importante, pour éviter les dyssymétries de tension, de disposer les conducteurs aux sommets d'un triangle équilatéral. La théorie et l'expérience ont démontré que l'influence de cette disposition sur le triangle des tensions était peu appréciable. D'autre part, on est souvent amené à y renoncer quand on emploie les isolateurs de suspension, si on veut éviter un allongement excessif des traverses et garder une sécurité suffisante, malgré l'amplification des oscillations. La longueur des traverses se déduit de la longueur des chaines et de l'oscillation maximum dans la direction du support, due à l'action horizontale du vent, le poids de la ligne et de la chaine intervenant dans la détermination de l'obliquité résultante. Le calcul conduit à un angle de 60° pour les lignes en cuivre de section moyenne (75° pour les conducteurs d'aluminium) : ces valeurs dépassent toutefois les observations de la pratique. La distance minimum (d_{min}) admissible, d'après les prescriptions du Verband deutscher Elektrotechniker, est de 1 cm par kilovolt. Il faut donc (fig. 12) que

$$x \geq y \geq d_{min}.$$

Pour que $x \geq d_{min}$, on est parfois conduit à adopter le dispositif b de la figure 12. La superposition des conducteurs

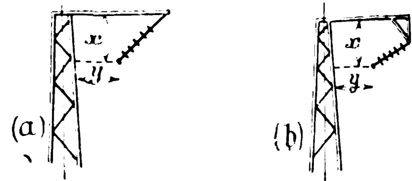


Fig. 12.

entraine l'inégalité des traverses. La figure 13 schématise les dispositifs adoptés pour une ligne double ; arrangement des traverses dit « en sapin » ou prolongement de la traverse

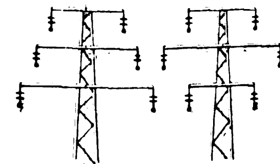


Fig. 13.

médiane ; pour une ligne simple, une seule traverse est allongée ; ce sera, de préférence, la plus basse si on se place au point de vue de la résistance du poteau, et la plus haute si on envisage la facilité de montage (fig. 14). La distance entre phases doit être suffisante pour éviter tout amorçage dans le cas du rapprochement maximum ; elle est donc fonction de la tension E, ce qu'on retrouve dans les formules du V. D. E., qui donnent pour distance minimum entre phases, f étant la flèche et E, la tension composée en kilovolts :

$$0,75\sqrt{f} + \frac{E^2}{20\,000} \text{ pour les conducteurs en cuivre,}$$

et

$$\sqrt{f + \frac{E^2}{20\,000}}$$ pour les conducteurs en aluminium;

ces conditions de sécurité strictement appliquées entraineraient la multiplication des types de pylônes; il convient de

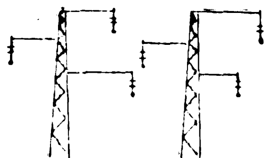


Fig. 14.

l'éviter et de choisir judicieusement quelques types de série.

V. Grandes portées. — Les traversées des vallées constituent généralement des cas tout particuliers dans lesquels il faut s'assurer une sécurité absolue pour n'avoir jamais à subir d'onéreuses réparations ni de longs arrêts dans l'exploitation. Les supports seront calculés comme des pylônes d'arrêt et auront une base correspondant à la nature du sol: on fera usage de chaines d'arrêts multiples alors même que l'on n'aurait pas à croiser des constructions exigeant une plus grande sécurité. Sur les lignes équipées avec des isolateurs rigides, il est nécessaire aussi d'employer les chaines d'isolateurs sur les grandes portées. Le conducteur sera en bronze de haute résistance mécanique et le fil de terre, en acier (pour réduire sa flèche). Les hypothèses précédentes pour la détermination de la flèche et de la courbe de la ligne sont inadmissibles dans ce cas: la composante due au poids de la ligne prend une importance plus considérable surtout si les points d'attache ne sont pas de niveau. Le maximum, correspondant à la charge due aux neiges, de la composante de tension, $p_s'_{max}$, parallèle à la droite reliant les points de suspension, n'est plus égal à la tension maximum admissible, p_{max}; il suffit pour la déterminer de construire le triangle ayant pour côtés p_{max} et $\frac{G_0}{2q}$ (fig. 15), G_0 étant le poids de l'arc considéré, y compris la surcharge due à la neige. C'est avec cette tension qu'il convient d'utiliser les tables de montage correspondant

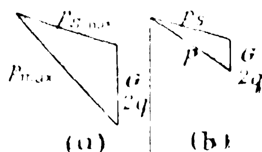


Fig. 15.

à la portée a_s. Aux différentes températures, les p_s se déduiront d'une construction analogue établie avec la composante $\frac{G}{2q}$, G étant le poids de la ligne non chargée. On déterminera de même la tension p à relever au dynamomètre aux diverses températures de montage.

La détermination de la flèche exige également une correction, la chainette et la parabole ne pouvant plus se confondre même pratiquement (fig. 16). On a:

$$f_k = \frac{p_H}{g}\left[\cosh\left(\frac{g}{p}x\right) - 1\right] = \frac{p_H}{g}\left(\frac{g^2x^2}{1.2\,p_H^2} + \frac{g^4x^4}{1.2.3.4\,p_H^4} + \dots\right)$$
$$= \frac{g}{2p_H}\,x^2\left(1 + \frac{g^2x^2}{12\,p_H^2}\right).$$

En première approximation, on prendra pour la flèche celle due à la parabole, soit

$$f_k = f_p = \frac{g}{2\,p_H}\,x^2.$$

La seconde approximation donne la différence

$$\Delta f = f_k - f_p = \frac{f_p^3}{2x^2} = \frac{1}{3}\,\frac{g f_p^2}{2\,p_H},$$

c'est-à-dire la moitié de la flèche d'une ligne établie avec la même tension p_H sur une portée $2f_p$. Pour un conducteur de

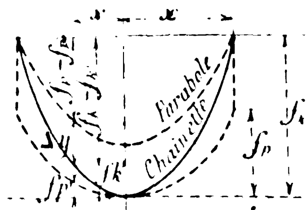


Fig. 16.

cuivre de 95 mm² de section, avec charge additionnelle 2,1 fois la charge de glace normale et $p_H = 19$ kg : mm², la portée étant 800 m, on aurait $f_p = 97{,}3$ m, et la différence

$$\Delta f = \frac{1}{3}\,\frac{23{,}16 \times 10^{-3} \times 97{,}3^2 \times 10^4}{2.1\,900} \times 10^{-2} = 1{,}92 \text{ m},$$

soit 2 pour 100 environ de la flèche totale.

La différence des ordonnées varie suivant l'abscisse considérée: à une distance x' du milieu de la portée, on a

$$\Delta y = (f_k - f'_k) - (f_p - f'_p) = \Delta f\left(1 - \frac{x'^4}{x^4}\right).$$

Ces corrections prennent plus ou moins d'importance suivant le profil de la vallée surplombée et surtout suivant les obstacles

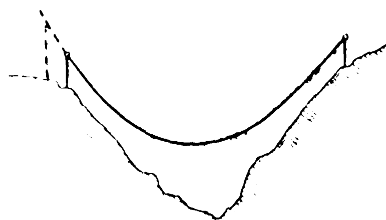


Fig. 17.

à éviter (fig. 17). Pour garder en toute sécurité les distances entre phases, il convient parfois, dans le cas de grandes portées, de fixer chaque conducteur à un support spécial; si on ne peut écarter suffisamment ces supports pour éviter tout contact par suite des oscillations, on les prendra de hauteurs différentes. La figure 18 montre comment il convient de disposer les traverses pour une ligne double sur un pylône

de grande portée. Tout ce qui a été dit précédemment, en ce qui concerne le dimensionnement des traverses, demeure vrai dans ce cas particulier : le minimum de contrainte de ces traverses s'obtient, pour une ligne simple, en plaçant les con-

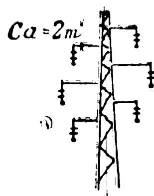


Fig. 18.

ducteurs aux sommets d'un triangle équilatéral ; il convient, dans ce cas, de faire l'étude de la torsion dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire quand les deux conducteurs placés du même côté du support sont simultanément rompus dans la portée voisine (en cas de ligne double cette condition correspond à la rupture des 3 conducteurs situés d'un même côté du support). Il convient de considérer spécialement les conditions de charge des croisillons et des rivets correspondants et de noter que la rotation du support entraîne une réduction de l'effort de torsion d'autant plus grande que la portée est plus courte.

La distance entre le fil de terre et les fils de phases ne doit pas être inférieure à celle exigée entre phases. Si le fil de terre n'est pas de même nature ou de même section que les autres conducteurs, on lui donnera, pour éviter tout contact accidentel, une flèche notablement réduite : on choisira, de préférence, du câble d'acier ayant une résistance à la rupture de 120 kg : mm². Étant donné que le fil de terre est toujours onéreux et qu'on met, d'autre part, en doute son efficacité, son emploie mérite dans chaque cas une étude particulière. Pour réduire, dans la mesure du possible, le poids toujours très considérable des pylônes on s'efforcera de placer toujours le plus bas possible la première des traverses. La figure 18 montre comment, par un léger déplacement du support, on peut gagner notablement sur sa hauteur : dans un cas particulier, on a pu, par un déplacement de 13 m, gagner 4 m sur la hauteur, la portée étant de 600 m. Cette modification entraîne souvent la surélévation des supports voisins, qui, étant plus légers, peuvent être allongés beaucoup plus économiquement. L'auteur termine en formulant le vœu de voir, à côté des études théoriques, s'accumuler les résultats de l'expérience qui permettrait de baser sur des chiffres et des principes certains les règles techniques qui devront guider dans la réalisation économique d'installations de ce genre. — F. B.

Sur les particularités de quelques montages employés dans les amplificateurs téléphoniques et en radiophonie (1).

Il arrive que l'on ait à employer des montages dans lesquels on utilise le même organe répété deux fois, soit, par exemple, deux microphones jumelés, deux lampes à trois électrodes jumelées. Ces montages, par suite de leur symétrie, jouissent de propriétés avantageuses sur lesquelles l'auteur a voulu attirer l'attention. En France, en particulier, M. Marius Latour a pris un certain nombre de brevets relatifs à ces montages, qui sont plus particulièrement connus en Amérique sous le nom de « push pull ». L'auteur considère tout d'abord le cas d'un microphone débitant par l'intermédiaire d'un transformateur dans une résistance d'utilisation. Puis, il étudie spécialement le cas d'une lampe à trois électrodes, en supposant que le microphone soit connecté à la résistance d'utilisation par l'intermédiaire d'un transformateur et d'un tube à vide. Ayant ainsi établi des formules générales, il entre dans le vif du sujet en considérant deux capsules microphoniques attaquées par une même membrane et débitant sur un transformateur dont le point milieu du primaire est relié à la pile et le secondaire à la résistance d'utilisation. Il généralise ensuite le cas de la lampe en considérant deux capsules microphoniques ayant une membrane commune et branchées aux bornes d'un transformateur qui alimente les grilles de deux lampes à trois électrodes dont les circuits de plaque sont connectés à un second transformateur débitant dans la résistance d'utilisation. Il poursuit son étude en considérant le cas où l'on met en série une force électromotrice pure $V_0 \cos pt$ produite par un alternateur et une force électromotrice pure $V_0 \cos qt$ donnée par un microphone à double capsule devant lequel on émet une note musicale de pulsation q. Ces deux forces électromotrices agissent sur le circuit de grille de deux lampes dont les plaques aboutissent à un transformateur ayant deux enroulements de sens opposés. Si l'on imagine maintenant que p correspond à la haute fréquence et q à la fréquence musicale et, de plus, que le transformateur ne soit efficace que pour des fréquences voisines de p (transformateur en haute fréquence à résonance, par exemple), on ne recueillera pratiquement que les fréquences $p+q$ et $p-q$. Physiquement, ce résultat est très intéressant, car il donne le moyen, en partant de champs de pulsation p et q, d'obtenir des champs de pulsation égale à la somme et à la différence. Or, on sait, par exemple, que, si l'on a un alternateur de pulsation p, il faut, pour modifier sa pulsation, modifier sa vitesse et qu'il est impossible, avec deux alternateurs de pulsation p et q, d'obtenir des champs de pulsation $p+q$ et $p-q$. Les Américains ont réalisé des postes de téléphonie suivant ce montage en faisant suivre le transformateur de sortie d'un filtre ne laissant passer que les pulsations comprises entre les fréquences $\frac{p}{2\pi}$ et $\frac{p}{2\pi}+2000$ p : s, cet intervalle de 2000 p : s couvrant pratiquement la gamme de la voix courante. Dans ces conditions, l'émetteur n'envoyait de l'énergie que sur la bande correspondant à $p+q$ de la formule établie par l'auteur. En recevant cette émission sur une réception munie d'une hétérodyne donnant la pulsation p, on retrouve, après détection, la fréquence musicale q. Les raisonnements faits par l'auteur sont aussi bien valables à l'émission qu'à la réception ; dans ce dernier cas, la lampe détectrice a pour but de transformer les pulsations à haute fréquence $p, p+q, p-q$, en pulsations audibles. Il en résulte que, si l'on voulait appliquer à la lampe détectrice le montage des lampes jumelées, il faudrait le faire avec un transformateur à deux enroulements opposés. Néanmoins, cette disposition est inutile dans ce cas particulier, car les fréquences parasites développées par la lampe détectrice, et que l'on supprimerait de ce fait, sont toutes en dehors des fréquences audibles et, par suite, arrêtées par les transformateurs. Au contraire, l'amplification à basse fréquence pourra avantageusement profiter des dipositions décrites, le couplage d'un élément au suivant se faisant par résistances. — G. M.

(1) CHIREIX. *Radioélectricité*, Bulletin technique, 15 novembre 1923, p. 65-68, 1300 mots, 6 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Est-Electrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 26 MARS 1924.

Les résultats de l'exercice 1923 ont montré que la Société, après avoir traversé une période difficile, conséquence de la guerre, est parvenue à reprendre son fonctionnement normal.

Mais la puissance absorbée par les réseaux de la société n'a cessé de croître avec une telle rapidité qu'il est indispensable, actuellement, d'envisager une extension de ses moyens de production.

Elle s'est déjà assuré la livraison, au poste d'Etat de Mohon, par l'intermédiaire du réseau d'État à 120000 v, d'une importante quantité d'énergie qui doit lui être fournie d'ici quelques mois par les sociétés « La Houve » et la Société électrique de la Sidérurgie lorraine, agissant conjointement.

Mais il n'est pas possible de tabler uniquement sur cette fourniture d'énergie d'origine lointaine pour assurer la distribution. Il est indispensable, pour donner toute sécurité à l'exploitation, de développer parallèlement les moyens de production et d'améliorer le rendement de la fabrication par l'installation d'un matériel de construction moderne.

Le programme envisagé à cet effet comporte essentiellement l'installation, dès maintenant, d'un nouveau groupe turboalternateur de 8000/10000 kw, de la chaufferie et des installations annexes correspondantes.

En vue d'améliorer et de pouvoir étendre le champ de la distribution dans la région de Sedan, la société envisage également d'effectuer dorénavant, à la tension de 45000 v, la transmission d'énergie depuis son usine génératrice jusqu'à Sedan. La ligne ayant été déjà équipée pour cette tension, il suffit d'établir un poste abaisseur de 45000/15000 v à Floing, dans les environs de Sedan.

La Société a, en outre, à assurer le développement normal des feeders et des réseaux de distribution.

Elle se propose également, en vue d'améliorer le facteur de puissance de son réseau, d'installer des groupes synchrones dans les divers centres de consommation les plus importants.

L'ensemble du programme envisagé entraînera une dépense de 15000000 fr environ.

Le Conseil pense réaliser ce programme par étapes successives. Néanmoins, pour lui permettre d'en assurer l'exécution intégrale, et aussi en prévision de nouveaux accroissements dans l'avenir, elle a convoqué les actionnaires pour demander, dès maintenant, les autorisations nécessaires pour augmenter le capital au fur et à mesure des besoins, de 24000000 fr, afin de le porter, par élévations successives, jusqu'à 30000000 fr. Ces augmentations se feraient au moyen d'actions de priorité, d'un type identique à celles existantes et, éventuellement d'actions ordinaires.

Le Conseil demande aux actionnaires de leur confirmer les pouvoirs qu'ils tiennent en vertu de l'article 18 des statuts, en vue de l'émission éventuelle d'obligations jusqu'à concurrence d'un montant tel que le total des obligations émises ne dépasse pas une fois et demie le capital actions existant au moment de l'émission.

Une première tranche de 9000000 fr à valoir sur l'augmentation de capital totale serait effectuée immédiatement, par la création de 36000 actions de priorité de 250 fr à souscrire et à libérer contre espèces, jouissant de droits identiques aux actions de priorité existantes.

Ces actions auraient droit au premier dividende de 6 pour 100 pour le premier versement à partir du 1er janvier 1924 et pour les sommes restant à verser, à compter du jour fixé pour les versements. Elles auront droit, en outre, comme les actions anciennes, pour l'exercice en cours au moment de l'émission et pour les suivants à la totalité du dividende supplémentaire à répartir entre toutes les actions de priorité et ordinaires sans distinction.

Toutes les autres conditions de l'émission, notamment le montant de la prime d'émission destinée à égaliser la jouissance des nouveaux titres, seront fixées par le Conseil.

Les propriétaires des 24000 actions qui représentent actuellement le capital social auraient un droit de préférence à titre irréductible, à raison de trois actions nouvelles par deux actions anciennes.

Les actionnaires qui auront exercé leur droit de préférence à titre irréductible auront la faculté de souscrire à titre réductible les actions qui n'auraient pas été demandées en exécution des droits de préférence ci-dessus définis. La répartition, s'il y a lieu, se fera au prorata des actions souscrites à titre irréductible par les propriétaires d'actions actuelles, sans qu'il soit tenu compte des fractions.

Les actionnaires ont approuvé le rapport du Conseil dans toutes ses parties; ils décident et donné tous pouvoirs au Conseil d'administration. Ils décident d'apporter aux statuts de la société, sous condition suspensive, les modifications consécutives à l'augmentation du capital.

ASSEMBLÉE SPÉCIALE DES PORTEURS D'ACTIONS DE PRIORITÉ.

L'assemblée spéciale des actionnaires propriétaires d'actions de priorité de la Société Est-Electrique ayant pris connaissance des résolutions votées par l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires, déclare ratifier purement et simplement les décisions ainsi prises par l'assemblée susvisée en tant que ces décisions peuvent porter atteinte aux droits des actions de priorité actuellement existantes.

ASSEMBLÉE SPÉCIALE DES PORTEURS D'ACTIONS ORDINAIRES.

L'assemblée spéciale des actionnaires propriétaires d'actions ordinaires de la Société Est-Electrique, ayant pris connaissance des résolutions votées par l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires, déclare ratifier purement

et simplement les décisions ainsi prises par l'assemblée susvisée en tant que ces décisions peuvent porter atteinte aux droits des actions ordinaires actuellement existantes.

Lebon et Cie. Compagnie centrale d'Eclairage par le Gaz.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DES ACTIONNAIRES DU 29 MARS 1924.

Après avis favorable du Conseil de surveillance, conformément à la résolution votée par l'assemblée générale du 8 décembre 1920, la société a vendu, en mai 1923, à la Société catalane du Gaz de Barcelone, ses usines à gaz de Barcelone et en décembre 1923, à la Compagnie générale d'Electricité de Grenade, sa station électrique de Grenade.

Elle a aussi cédé ses usine à gaz et station électrique d'Alméria à la société Fuerzas motrices delle Valle de Lecrin, mais pour prendre effet du 1er janvier 1924.

Enfin, elle a apporté les autres usines à gaz et stations électriques qu'elle possédait en Espagne à une société anonyme espagnole, nommée Compania espanola de Electricidad y Gas Lebon, qui fonctionne depuis le 1er janvier 1924.

Elle a continué, en 1923, ses travaux d'électrification en France et en Algérie.

Elle est devenue propriétaire de l'usine à gaz de Doudeville (Seine-Inférieure).

Pendant l'année 1923, la Compagnie n'a pu encore arriver à des ententes définitives avec Alger, Blida, Morlaix et Quimper.

Pour Chartres, elle a eu à fin 1923 des pourparlers d'entente qui ont abouti, en janvier 1924, à un arrangement définitif.

Les ventes brutes de gaz et d'électricité de la compagnie, pour 1923, ont été de 65 452 357,14 fr en augmentation de 7 451 606,32 fr.

Le relevé des comptes de 1923 montre qu'au cours de cet exercice, le résultat des opérations de la société s'est élevé, y compris le bénéfice provenant de la vente des usines à gaz de Barcelone et de la station électrique de Grenade, à 25 090 949,82 fr.

De ce produit brut, il y a d'abord à déduire les charges ordinaires suivantes :

1° Frais généraux, 1 667 275,12 fr ;

2° Intérêts d'un an (1923) des obligations et bons, 3 009 250 fr;

3° Remboursement des obligations, 1 860 000 fr.

A quoi il y a lieu d'ajouter, pour l'amortissement de l'actif industriel, 4 000 000 fr, et, pour le fonds d'amortissement des bons 6 pour 100, 3 000 000 fr.

Soit au total 13 536 525,12 fr, laissant disponible 11 millions 554 424,70 fr.

Sur cette somme disponible, il est attribué à la Caisse de retraites, 700 000 fr.

Le reste se répartit de la façon suivante :

1° A la Gérance : 10 pour 100 sur 4 000 000 fr et 20 pour 100 sur 6 854 424,70 fr et le traitement fixe de 200 000 fr;

2° Au Conseil de surveillance et aux divers comités, 2,5 pour 100 du tout, laissant un solde disponible de 9 012 179,20 fr sur lequel doivent être prélevés, à titre de premier dividende, 5 fr par action de capital, laissant un reliquat de 7 362 109,20 fr.

Le bénéfice qui résulte de la vente des usines n'a aucun caractère de périodicité, il constitue une valeur de capital qui ne saurait rationnellement être confondue avec les revenus normaux de l'entreprise et n'est pas destinée à être répartie sous forme de dividende.

Il y a donc lieu, soit de mettre en réserve le bénéfice provenant de ces ventes, soit d'affecter ce bénéfice à un amortissement d'actions de capital.

En conséquence, il est voté :

1° Le prélèvement, sur le reliquat de 7 362 179,20 fr, d'une somme de 3 494 135,48 fr pour la porter au fonds d'amortissement des actions;

2° Le prélèvement, sur la réserve spéciale créée par l'assemblée générale du 29 mars 1923, de la somme de 131 956,28 fr pour l'ajouter au disponible de 3 868 043,72 fr à répartir entre toutes les actions de capital et de jouissance, sans distinction, et la fixation des dividendes à attribuer aux actions pour l'exercice 1923 : *a*) A 5 fr plus 10 fr, soit 15 fr par action de capital, sous déduction des impôts; *b*) A 10 fr par action de jouissance, sous déduction des impôts.

(Ces dividendes sont payés depuis le lundi 7 avril 1924.)

3° Le remboursement, par voie de tirage au sort, de 35 600 actions de capital.

Ce tirage au sort aura lieu, publiquement, à la première réunion du Conseil de surveillance qui suivra la présente assemblée générale, soit le mercredi 9 avril 1924, et le remboursement du montant des actions sorties au tirage, augmenté d'un intérêt de 5 pour 100 à compter du 1er janvier 1924 jusqu'au jour fixé pour le remboursement s'effectuera à partir du jeudi 12 juin 1924.

L'intérêt étant ainsi de 2,22 fr chaque action remboursée aura droit à 102,22 fr, sous déduction des impôts.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Usines et concessions d'éclairage et travaux supplémentaires	178 636 737,12
Immeuble social, propriété de la compagnie, à Paris	1 017 000 »
Espèces en caisse et en banque	26 129 157,20
Titres et valeurs diverses de la compagnie	54 503 941,73
Comptes divers	25 565 083,40
Comptes courants des usines	21 352 506,82
	307 204 426,27

Passif.

	fr
Actions de capital et de jouissance	40 000 000 »
Obligations de 500 fr à 4 pour 100 à amortir	32 107 191,02
Obligations de 500 fr à 3 pour 100 à amortir	12 249 181,72
Bons de 500 fr à 6 pour 100 à amortir	19 449 770 »
Amortissement et dépréciation de l'actif industriel	101 989 232,72
(y compris 8 172 806,82 provenant de la prime sur émission d'actions).	
Réserve statutaire	1 000 000 »
Fonds de prévoyance	500 000 »
Caisse de retraites	1 256 036,72
Amortissements divers dans les usines	24 455 085,63
Dividendes et intérêts restant à payer :	
sur actions	131 458 »
sur obligations	975 480 »
sur bons	108 150 »
Obligations à rembourser	2 161 100 »
Comptes courants	27 583 357,90
Comptes divers, réserve sur change, effets à payer	24 276 456,44
Réserve spéciale	1 912 469,65
Fonds d'amortissement des bons à 6 pour 100	6 123 000 »
Fonds spécial d'amortissement des actions	72 031,75
Profits et pertes :	
Produits nets de l'exercice 1923	10 854 424,70
	307 204 426,27

SECTION DE LÉGISLATION

La plus value des éléments de l'actif au point de vue fiscal

A cette époque de l'année, chaque contribuable se préoccupe de la déclaration qu'il vient de déposer à l'Administration des Contributions directes, et des questions nous sont fréquemment présentées sur des points de détail. Une récente discussion à la Chambre des Députés au sujet de la vente avec bénéfice d'un fonds de commerce a mis en vive lumière l'importance de la difficulté suivante, surtout en ce qui concerne les sociétés commerciales : la réalisation d'un élément de l'actif avec plus-value rentre-t-elle dans le bénéfice imposable en cours d'année? L'auteur examine comment la question se présentait avant l'importante séance du Sénat du 12 Avril 1924.

I. **Principe. Points en dehors de toute discussion.** — En cours d'année, ou pour parler en langage fiscal, au cours d'un exercice commercial, un élément de l'actif d'un contribuable est réalisé avec bénéfice; l'impôt que ce contribuable aura à payer, est-il susceptible d'être majoré de ce chef?

Même sans réflexion préalable, toute personne interrogée sur ce point répondrait négativement : s'il est une notion présente à tous les esprits, c'est bien la distinction entre le capital et le revenu, entre le « fonds » et le « fruit », selon l'expression consacrée par les anciens auteurs : la plus-value d'un article du capital doit être sagement employée et produit à son tour des revenus dans le cours des années suivantes; mais elle n'inscrit pas un bénéfice au budget de l'exercice pendant lequel elle a été obtenue.

Disons de suite qu'en ce qui concerne l'impôt général sur le revenu et l'impôt sur les bénéfices des professions non commerciales, l'Administration paraît, aujourd'hui, admettre cette solution sans difficulté. M. Milan, sénateur, a posé au ministre des Finances la question suivante, le 27 novembre 1923 : « Quelle est la définition du mot *revenu*, comme élément imposable aux termes des lois fiscales créant les impôts sur les revenus, notamment celle des 15 juillet 1914 (art. 5), 30 décembre 1916, 23 février 1917, 25 juin 1920, etc... »; le ministre répond dans le « Journal officiel » du 11 janvier 1924 : « D'une manière générale, on doit entendre par *revenu* au point de vue fiscal, le produit des capitaux ou droits, soit mobiliers, soit immobiliers, et le fruit de l'activité professionnelle des contribuables ». De même, le député Hugues ayant demandé par le « Journal officiel » du 5 mars 1923 « si une personne exerçant une profession libérale ou titulaire de charge ou d'office, ayant revendu avec bénéfice un immeuble acheté par elle quelques mois auparavant, est tenue, en vertu des articles 30 et 33 de la loi du 31 juillet 1917, de comprendre dans sa déclaration de bénéfices au titre des professions non commerciales et, par suite, dans celle de son impôt général sur le revenu, le montant du bénéfice qu'elle a réalisé par la revente de ce capital immobilier, a reçu une réponse très nette dans les termes suivants : « dès l'instant qu'il ne fait pas profession d'acheter des immeubles, pour les revendre, le contribuable visé dans la question doit être considéré pour la transaction immobilière à laquelle il s'est livré, comme ayant fait acte de propriétaire et le bénéfice qu'il a pu réaliser à cette occasion n'est pas susceptible d'être soumis aux impôts sur le revenu. » (*Journal officiel*, 9 mai 1923).

Notons, enfin, que la réalisation d'un bâtiment ou d'un matériel avec plus-value, dans une entreprise agricole, n'est pas frappée de l'impôt. La question du député H. Avril est évidemment faite pour souligner une différence, puisque nous la trouvons dans le « Journal officiel » du 9 février 1923 ainsi libellée : le député Henri Avril expose qu'aux termes de la jurisprudence, la plus-value acquise par les bâtiments ou le matériel d'une entreprise industrielle ou commerciale doit être considérée, quand elle est réalisée, comme un élément des bénéfices de l'entreprise et, à ce titre, comprise dans les bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et demande : 1° si la même règle est applicable quand il s'agit d'une entreprise agricole; 2° dans le cas de l'affirmative, si l'intéressé est néanmoins autorisé à évaluer ses bénéfices d'après le forfait établi par les articles 17 de la loi du 31 juillet 1917 et 2 de la loi du 25 juin 1920, tant en ce qui concerne ses bénéfices agricoles, que l'impôt général sur le revenu ». Le ministre répond dans le « Journal officiel » du 22 mars 1923 : « En cas de réalisation, la plus-value acquise par les bâtiments ou le matériel d'une entreprise agricole n'est pas susceptible de donner lieu à une imposition au titre des impôts sur les revenus. » (*Revue des Impôts*, année 1923, p. 544).

II. **Objet du litige.** — La question litigieuse se présente donc de la façon suivante : quand un élément, figurant à l'actif d'une exploitation industrielle ou commerciale est réalisé, c'est-à-dire cédé avec béné-

fice, l'impôt cédulaire doit-il frapper ce bénéfice [1]?

Comme on ne saurait trop préciser les questions, nous faisons immédiatement remarquer que le fisc paraît ne se placer que sur le terrain d'une « cession » c'est-à-dire de la « sortie » d'un élément de l'actif, avec plus-value reçue en contre partie par le cédant. Sans doute, de peur de compromettre son administration, le ministre des Finances est extrêmement prudent dans ses réponses; une question a été, en effet, posée dans le « Journal officiel » du 22 juin 1923 par le sénateur Japy en ces termes : « Une société en nom collectif procédant à une nouvelle évaluation des éléments de son actif social (immeubles, matériel, marchandises) et augmentant son capital de la plus-value résultant de cette évaluation, doit-elle acquitter l'impôt cédulaire sur la plus-value d'actif ainsi constatée et les associés doivent-ils supporter l'impôt général sur le revenu sur leur part dans l'augmentation du capital »; on voit le ministre commencer sa réponse par cette affirmation : « un accroissement d'actif accusé par la comptabilité d'une entreprise, doit, en principe, être considéré comme constituant un bénéfice imposable. ». Mais, il ajoute immédiatement : « au cas où l'accroissement constaté « proviendrait de rectifications apportées à l'évaluation de divers éléments d'actif, un examen de chaque espèce particulière permettrait seul de décider s'il y a lieu d'admettre des exceptions à la règle générale » (*Journal officiel*, 14 novembre 1923). Même réponse avait été faite dans le « Journal officiel » du 23 septembre 1923 à la question posée par le député Maillard le 21 juin 1923.

Mais, dans d'autres réponses, le ministre est beaucoup plus affirmatif; ainsi, le député Charles Bernard demande si l'impôt sur les bénéfices industriels est dû sur les réserves distribuées par une société anonyme sous la forme d'actions nouvelles, lorsque ces réserves proviennent : 1° de la valorisation des éléments de l'actif porté au bilan pour une valeur inférieure à la valeur réelle; 2° de l'intégralité des amortissements pratiqués antérieurement, et si l'Administration serait fondée à assimiler cette valorisation à une réalisation (*Journal officiel*, 9 mars 1923). Le ministre répond d'abord par ce principe évident que les réserves doivent, bien que n'étant pas immédiatement disponibles, être considérées, dans tous les cas, comme des bénéfices de l'exercice au cours duquel elles sont constituées. Dès lors, la circonstance que la société visée dans la question a attribué aux actionnaires tout ou partie de ses réserves, reste sans influence sur le montant de l'impôt, *Mais, si elle n'est pas réalisée par une cession, la plus-value résultant d'une nouvelle évaluation de l'actif social ne constitue pas un bénéfice effectif susceptible d'être retenu pour l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels.* (*Journal officiel*, 19 mai 1923). Il faudrait, en effet, considérer comme dépassant les limites de l'absurde, une théorie qui admettrait un bénéfice quelconque dans le réajustement d'une comptabilité et une mise en concordance des écritures avec l'état réel et normal des choses.

Mais, lorsque la réalisation est faite, en cours d'exercice, avec plus-value d'un élément de l'actif, l'Administration est très affirmative : on peut lire la réponse figurant au « Journal officiel » du 9 février 1921, « Débats parlementaires », page 375 et faite au député Lefebvre : « L'Administration estime que la plus-value acquise par les bâtiments ou le matériel d'une entreprise industrielle ou commerciale doit être considérée, lorsqu'elle est réalisée, comme un élément du bénéfice de l'entreprise et comprise, à ce titre, dans les bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et, le cas échéant, de l'impôt général sur le revenu dû par l'exploitant; la plus-value dont il s'agit doit d'ailleurs s'entendre de l'excédent du prix de vente sur le prix d'achat ou de revient, à l'exclusion toutefois de la part de l'accroissement de valeur qui aurait été acquise antérieurement au début de l'année ou de l'exercice dont les résultats ont été retenus pour la première fois pour l'établissement de chacun des impôts en question ».

Tous les auteurs rapportent cette réponse avec un véritable étonnement [1].

Le « Répertoire fiscal du Commerce et de l'Industrie », de Maguéro, Bénéfices industriels et commerciaux, p. 157, n° 38, fait remarquer en termes excellents que « la loi a donné le bilan et le compte de profits et pertes pour base de la matière imposable qu'elle voulait atteindre, et il semble bien que, pour déterminer cette matière imposable, on ne doit pas aller au-delà des bénéfices ordinaires ou extraordinaires qui, normalement, doivent figurer à ces deux documents. Cette manière de voir se trouve confirmée par ce fait que la base de l'impôt peut être déterminée par l'application d'un coefficient au chiffre d'affaires et que, dans ce calcul forfaitaire, la plus-value réalisée sur la cession ou la liquidation de l'entreprise n'entre évidemment pas en ligne de compte [2] »

Malgré toutes ces critiques, l'Administration a persisté dans sa manière de voir, malgré tous les efforts qui ont été multipliés pour lui permettre de trouver une honorable porte de sortie. C'est ainsi que le député du Cher, Marcel Plaisant, dans une question reproduite au « Journal officiel » du 13 février 1923, a demandé si

(1) Remarquons toutefois que cette question est susceptible d'avoir une action réflexe à l'encontre de l'impôt sur le revenu qui frappe un commerçant : ce dernier, chiffrant dans sa déclaration faite pour l'impôt général le total de son revenu imposable par la série des revenus qu'il a obtenus dans les différentes cédules, verra sa taxation augmenter si l'impôt cédulaire augmente de son côté. C'est en ce sens qu'il faut prendre dans les différentes réponses du ministre des Finances, ces termes si souvent répétés : « la plus-value doit être comprise dans les bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, *et le cas échéant* dans les bases de l'impôt général sur le revenu dû par l'exploitant. »

(1) Voir Besson. *Manuel des impôts cédulaires et de l'impôt général sur le revenu*, n° 304; voir également la *Revue des Impôts*, année 1921, p. 490.

(2) Voir aussi un article très précis dans le *Recueil des Questions fiscales*, juin 1923, p. 195).

la théorie fiscale devait être appliquée « à toutes les ventes de fonds de commerce » ou si « conformément à l'esprit de la loi qui est de taxer le revenu et non pas l'accroissement de capital, il ne conviendrait pas de restreindre la taxation aux négociants qui n'achètent un fonds que pour le revendre à bref délai et entre les mains desquels le fonds est moins un capital susceptible d'une exploitation prolongée qu'une marchandise destinée à être négociée le plus rapidement possible ». L'Administration répond laconiquement par la voie du « Journal officiel » du 17 avril 1923 : « qu'elle estime que la plus-value réalisée sur la vente d'un fonds de commerce doit, quelle que soit la durée de la période pendant laquelle ce fonds a été exploité par le vendeur, être considérée comme un bénéfice commercial susceptible d'être retenu dans les bases de l'impôt cédulaire qui frappe les revenus de cette catégorie, ainsi que de l'impôt général sur le revenu » (1).

Et comme le même député (*Journal officiel*, 13 février 1923) insiste alors pour savoir comment se fera le calcul, l'administration lui répond dans le « Journal officiel » du 17 avril 1923 : « en cas de vente d'un fonds de commerce avec bénéfice, la plus-value dont il doit être fait état pour l'assiette de l'impôt sur les bénéfices industriels, ainsi que l'impôt général sur le revenu est représentée, en principe, par l'excédent du prix de vente du fonds de commerce sur son prix d'achat ou de revient, sous déduction, le cas échéant, de la part d'accroissement de valeur que le fonds aurait acquise, antérieurement au début de l'année ou de l'exercice dont les résultats ont été retenus pour la première fois pour l'établissement de chacun des impôts dont il s'agit. Toutefois, dans l'hypothèse où, possédant une comptabilité régulière, le vendeur aurait pratiqué, sur la valeur initiale de son fonds, des amortissements admis en déduction des bénéfices assujettis à l'impôt cédulaire, le gain provenant de la vente devrait être apprécié, non par rapport à ladite valeur, mais par rapport à celle qui a été attribuée au dernier inventaire ».

Une réponse identique a été donnée au député Macarez le 8 juin 1923, à la page 2101, colonne 2, des « Débats parlementaires, Chambre des Députés ». Nous ne reproduisons donc pas ladite réponse, pour éviter un double emploi ; mais nous faisons constater qu'elle a une partie qui lui est propre et ne manque pas d'originalité : le cas qu'avait visé le député Macarez envisageait spécialement le paiement du fonds de commerce en plusieurs traites échelonnées ; et le ministre, répondant sur ce point, ajoute : « Les règles qui précèdent sont susceptibles de trouver leur application dans le cas particulier visé dans la question. La circonstance que le prix de vente du fonds de commerce serait payable en plusieurs termes ne fait pas obstacle à ce que l'intégralité de la plus-value constatée soit comprise dans les bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dès l'année qui suit celle au cours de laquelle la cession a été réalisée. »

Par contre, la réponse précitée faite au député Plaisant le 17 avril 1923 a aussi une partie qui lui est propre et nous devons la mentionner : si le fonds avait été vendu avec perte, y est-il dit, « l'administration estime qu'il pourrait être tenu compte de la moins-value de ce fonds dans la détermination du revenu imposable du vendeur, pour l'assiette de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et de l'impôt général sur le revenu. »

Nous observerons que c'est évidemment la « plus-value du fonds de commerce cédé » qui est particulièrement prise à partie par les adversaires du fisc ; cela se comprend, parce que c'est, parmi les éléments de l'actif, celui qui est plus que tout autre susceptible de changer souvent de mains ; mais, si l'on tient pour vrai ce qui est dit pour cet élément, il faudrait appliquer les mêmes théories aux autres éléments, aussi nous appelons toute l'attention du lecteur sur un prochain article qui *expliquera la modification radicale* résultant de la discussion du 12 avril 1924 au Sénat.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

(1) Bien que la législation dite de l'impôt sur les bénéfices de guerre soit commandée par des règles différentes et basées sur le principe d'une association légalement obligatoire entre l'assujetti et l'État pendant une période donnée (1er août 1914 au 30 juin 1920), il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil sur ce qui a été appliqué en pareille matière. La « Revue des Impôts », février 1923, page 106 explique que la Commission supérieure a résolu la question en décidant de comparer le bénéfice net réalisé pendant la guerre et le bénéfice du temps normal ; c'est-à-dire que, connaissant, d'une part, la valeur du fonds de commerce, en temps d'imposition, soit par le prix de vente, soit par l'estimation de l'apport social, et, d'autre part, la productivité des deux périodes considérées, un simple calcul de proportion suffit pour dégager la valeur du fonds avant le 1er août 1914 ; d'où il suit que la plus-value à atteindre est constituée par la différence des deux valeurs successives : tel est le procédé de calcul adopté par les deux décisions du 28 mars 1919 et du 23 mars 1922 ; bien que l'ancien propriétaire de l'entreprise ait été rémunéré en actions d'apport, le bénéfice tiré de la plus-value n'en est pas moins imposable, car l'estimation donnée aux apports est de nature à faire ressortir cette plus-value aussi bien que la stipulation d'un prix en argent dans une vente ou cession.

Voir sur ce point, une décision de la Commission supérieure du 23 mars 1922 qui vise expressément une rémunération d'un fonds de commerce par des actions d'apport.

Législation, jurisprudence, réglementation

Loi déterminant les conditions d'application en Algérie des dispositions de la loi du 16 octobre 1919, relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique.

Voici le texte de cette loi, en date du 18 avril 1924 et publiée au « Journal officiel » du 24 avril, p. 3705. Le texte de la loi du 16 octobre 1919, auquel il se réfère, a été publié au « Journal officiel » du 18 octobre 1919, p. 11523-11528, et reproduit dans la « Revue générale de l'Electricité » du 8 novembre 1919, t. VI, p. 649-654.

Article premier. — Les dispositions de la loi du 16 octobre 1919, relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique, sont applicables à l'Algérie, sous réserve des modifications définies par la présente loi.

Art. 2. — Dans tous les cas où il se trouve visé dans les dispositions de la loi, l'Etat est remplacé par l'Algérie.

Toutefois, les dispositions de la loi visant les services publics de l'Etat sont applicables à la fois à ceux de ces services existant en Algérie, et aux services publics de l'Algérie.

Art. 3. — Les attributions que la loi confère aux ministres sont exercées par le gouverneur général de l'Algérie.

Les actes qui doivent donner lieu à l'intervention d'une loi font l'objet d'arrêtés du gouverneur général, pris en conseil de gouvernement, après avis des assemblées financières.

Les actes donnant lieu à des règlements d'administration publique ou à des décrets rendus en Conseil d'Etat font l'objet d'arrêtés du gouverneur général, pris en conseil de gouvernement.

Toutefois, la forme de la dérogation visée au dernier alinéa de l'article 26 de la loi n'est pas modifiée.

Art. 4. — La puissance normale de 50 000 kw, visée à l'article 3 de la loi, est remplacée par celle de 10 000 kw [1].

Les formes des articles 66 à 74 de la loi du 3 mai 1841, visées à l'article 4 de la loi, sont remplacées par celles des décrets des 11 juin 1858 et 8 septembre 1859.

(1) Voici le texte de l'article 3 de la loi du 16 octobre 1919 :
« La concession est instituée par une loi lorsque les travaux d'appropriation de la force comportent le déversement des eaux d'un bassin fluvial dans un autre ou le détournement des eaux sur une longueur de plus de 20 kilomètres mesurés suivant le lit naturel ou lorsque la puissance normale (produit de la hauteur de chute par le débit moyen annuel de la dérivation) excède 50 000 kilowatts.
» Dans les autres cas, la concession est instituée par décret rendu au Conseil d'Etat. »

La procédure de la loi du 3 mai 1841, visée au deuxième alinéa de l'article 5 de la loi, est remplacée par celle de l'ordonnance du 1er octobre 1844.

La compétence du jury d'expropriation, visée au troisième alinéa du même article, est remplacée par celle du tribunal civil.

Les publications prescrites par l'article 14 sont faites au « Bulletin officiel » du gouvernement général de l'Algérie.

Si le concessionnaire ou le permissionnaire est une société, l'obligation pour celle-ci d'avoir son siège social en France est remplacée par celle d'avoir son siège social en France ou en Algérie.

Art. 5. — Les dispositions des articles 30, 31 et 32 de la loi sont remplacées par les suivantes :

Art. 30. — Le gouverneur général de l'Algérie connaît de toutes les questions relatives à l'aménagement et à l'utilisation de l'énergie hydraulique. Il prend, dans la limite de ses attributions, toutes les décisions et ordonne toutes les mesures d'exécution nécessaires à l'application de la présente loi.

Art. 31. — Il est créé auprès du gouvernement général de l'Algérie un Comité consultatif dont la composition sera réglée par arrêté du gouverneur général de l'Algérie.

Le comité consultatif donne son avis sur toutes les questions dont il est saisi par le gouverneur général de l'Algérie.

Les cahiers des charges types, les projets d'arrêtés nécessaires à l'exécution de la présente loi, les plans généraux d'aménagement des eaux, les projets d'arrêtés approuvant une concession ou accordant une autorisation, ainsi que tous autres actes pris en exécution de la loi, sont obligatoirement soumis au comité.

L'exploitation d'une usine par l'Algérie, en régie directe ou intéressée, ne peut être décidée qu'après avis conforme du comité.

Il est institué auprès du Comité consultatif un secrétariat comportant des rapporteurs adjoints et dans le sein du comité une section permanente pour l'expédition des affaires courantes, ainsi que de celles pour lesquelles délégation lui est donnée par le comité. La section permanente est présidée par le président du comité. La répartition des affaires entre le comité et la section permanente est fixée par un arrêté du gouverneur général de l'Algérie.

Un arrêté du gouverneur général de l'Algérie déterminera les conditions de fonctionnement du comité et de la section permanente ainsi que la composition de cette section qui devra comprendre sept membres.

Art. 6. — Toute loi modificative de la loi du 16 octobre 1919 pourra être rendue applicable à l'Algérie, sur la proposition du gouverneur général de l'Algérie, par décret rendu en Conseil d'Etat sur le rapport et le contre-seing des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur.

8e Année — Tome XV — N° 20 — 17 Mai 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES — CAOUTCHOUC — CABLES

CAPITAL 24 000 000 *FRANCS*

PARIS (2e) — 25, Rue du Quatre-Septembre, 25 — PARIS (2e)

Adresse télégraphique :
TÉLÉPHONES-PARIS

Registre du Commerce : Seine n° 53 015

Téléphone :
CENTRAL 46-80, 46-81, 46-82
GUTENBERG 71-97, 71-98



Qualité supérieure.

FILS ÉMAILLÉS.

Prix et Echantillons sur demande.

Voir notre annonce « **APPAREILLAGE** » page XLIII

DÉPOTS :

ALGER, BORDEAUX, GRENOBLE, LILLE, LYON, MARSEILLE, METZ, NANCY
NANTES, NICE, STRASBOURG, TOULOUSE

Représentant pour la Belgique : P. POLLIE, 95, *rue Royale-Sainte-Marie (Bruxelles)*

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916



LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 20 17 MAI 1924.

Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs. — Ainsi que nous l'annoncions dans notre numéro du 15 mars 1924, tome XV, page 450, les essais contrôlés qui ont eu lieu l'an dernier, du 25 septembre au 10 octobre, seront repris cette année dans le courant de septembre. Comme les premiers, ils sont organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours de la Commission technique de l'Automobile-Club de France, du Laboratoire central d'Electricité et de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions ; la station de chargement des accumulateurs sera installée dans la cour de l'immeuble occupé par ce dernier office, à Bellevue, et les divers itinéraires qu'auront à parcourir les véhicules partiront de ce point, ainsi qu'il a été fait l'année dernière.

Le règlement de ces nouveaux essais, établi par la cinquième Commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité et discuté dans les séances de cette Commission des 26 mars et 7 avril 1924, vient d'être publié. Si on le compare à celui qui régissait les premiers essais et qui a été publié in extenso dans la « Revue générale de l'Electricité » du 23 février 1924, tome XV, page 281, on constate les quelques modifications et additions que nous signalons ci-dessous.

Tout d'abord, le nombre des catégories de véhicules, suivant la charge utile transportée, est élevé de 5 à 7 ; voici les nouvelles catégories :

1re catégorie ; type 500 kg :	charge utile de	1 à	600 kg,
2e catégorie ; type 1 000 kg :	id.	601 à	1 200 kg,
3e catégorie ; type 1 500 kg :	id.	1 201 à	1 750 kg,
4e catégorie ; type 2 tonnes :	id.	1 751 à	2 500 kg,
5e catégorie ; type 3 tonnes :	id.	2 501 à	3 600 kg,
6e catégorie ; type 4 tonnes :	id.	3 501 à	5 500 kg,
7e catégorie ; type 6 tonnes :	id.	5 501 à	6 000 kg.

Le parcours journalier à accomplir par chaque véhicule a été légèrement augmenté pour les premières catégories ; il a été fixé à

90 km pour les 1re et 2e catégories,
75 km pour la 3e catégorie,
60 km pour les 4e et 5e catégories,
50 km pour les 6e et 7e catégories.

Il a été, en outre, spécifié dans l'article 13 (correspondant à l'article 10 de l'ancien règlement) que :

La moyenne des vitesses commerciales réalisées par

chaque véhicule pendant toute la durée des essais ne devra pas être inférieure à

18 km : h pour la 1re catégorie.
15 km : h pour les 2e et 3e catégories.
12 km : h pour les 4e et 5e catégories.
10 km : h pour la 6e catégorie.
8 km : h pour la 7e catégorie.

En aucun cas, la vitesse maximum, en descente, des véhicules ne devra dépasser de plus de 30 pour 100 la vitesse maximum en palier.

Les stipulations du code de la route, l'arrêté du 25 janvier 1923 du Ministère des Travaux publics et les arrêtés municipaux relatifs aux allures sur les voies parcourues devront être rigoureusement observées.

De plus, l'article 2 prévoit que :

Chaque participant ne pourra présenter, dans chaque catégorie, plus de trois véhicules.

Une autre modification est celle relative aux conditions de publication des essais prévues à l'article 3 de l'ancien règlement et qui sont, dans le nouveau, l'objet de l'article 4, rédigé comme il suit :

Aucune communication relative aux essais et, en particulier, aux résultats obtenus, ne pourra être faite que par l'Union des Syndicats de l'Electricité ou avec son autorisation.

Les participants pourront déclarer se retirer de l'épreuve à tout moment, même après les essais, mais au plus tard huit jours francs après l'envoi, qui leur sera fait par l'Union des Syndicats de l'Electricité, des résultats obtenus par eux. Dans ce cas, leurs résultats ne seront pas publiés.

Les additions faites à l'ancien règlement sont relatives aux batteries d'accumulateurs, à la tension du courant fourni pour la charge et à certains essais spéciaux effectués en vue de déterminer la consommation d'énergie électrique à différentes vitesses, en rampe et en palier; ces additions forment les articles 8, 10 et 19 du nouveau règlement, qui sont ainsi conçus :

Art. 8. — *Batteries d'accumulateurs.* — Les batteries portées par les véhicules devront :

1° Etre d'un des modèles courants fabriqués en vue de la vente ;

2° Avoir, sauf dérogation accordée par l'Union des Syndicats de l'Electricité, des dimensions conformes à la normalisation arrêtée par le Syndicat professionnel des Industries électriques ;

3° Etre constituées du nombre d'éléments correspondant à la charge sous 110 v. Pour les véhicules de première catégorie, la charge pourra se faire par groupes de voitures.

Les participants auront la faculté de produire le contrat de garantie délivré par le constructeur de leurs batteries. Les stipulations principales de ces contrats seront publiées dans le rapport qu'établira l'Union des Syndicats de l'Electricité sur les essais.

Art. 10. — La tension du courant fournie aux heures de charge sera de 110 à 115 v.

Les prises de courant pour la charge devront être conformes au type normalisé par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

Art. 16. — *Essais spéciaux.* — En vue de déterminer la consommation de chaque véhicule aux différentes vitesses, il sera procédé à des essais spéciaux en palier et en rampe qui seront subis sur un même tronçon d'itinéraire par tous les véhicules, à différentes vitesses fixées dans chaque catégorie.

Le règlement spécial relatif à ces épreuves est annexé au présent règlement.

Voici le texte du règlement spécial annoncé dans ce dernier article :

Article premier. — Conformément à l'article 19 du règlement des essais contrôlés, et en vue de déterminer la consommation de chaque véhicule aux différentes vitesses, les participants devront faire exécuter à leurs véhicules, dans les conditions déterminées ci-dessous, un trajet déterminé :

1° En palier ; 2° en rampe.

Art. 2. — *Essais en palier.* — Une base en palier sera parcourue par chaque véhicule un certain nombre de fois, de telle façon que le parcours total, effectué les jours où auront lieu les essais, soit sensiblement de même longueur que l'itinéraire-type prévu à l'article 13 du règlement, pour la catégorie à laquelle le véhicule appartient.

Ces essais seront effectués à différentes vitesses moyennes relevées par des chronométreurs.

Ces vitesses moyennes seront celles des régimes normaux du véhicule, indiquées par le participant dans la feuille de renseignements annexée à la formule d'engagement.

Elles ne pourront être inférieures aux minima indiqués à l'article 13 du règlement pour les moyennes des vitesses commerciales.

Art. 3. — Au cours de ces épreuves, l'énergie dépensée par le véhicule et autant que possible le débit de la batterie seront relevés par le commissaire de bord.

Art. 4. — *Essais en rampe.* — Des essais en rampe se feront sur la côte de Bellevue. Ils seront effectués immédiatement avant et après les essais en palier, prévus à l'article 2 de la présente annexe.

Au départ, les véhicules auront à descendre la côte de Bellevue et à la remonter immédiatement après. A la suite de cette épreuve, les véhicules redescendront la côte et partiront pour les essais en palier.

Ils seront alors l'objet des mesures spécifiées à l'article 3 de la présente annexe.

Au retour de ces essais et pendant la remontée des véhicules au parc, se fera une nouvelle série de mesures.

Au bas et au sommet de la côte de Bellevue, se trouveront un chronométreur et un commissaire du Laboratoire central d'Electricité qui noteront respectivement :

1° Les heures de départ et d'arrivée ;

2° Les indications fournies par les appareils de mesure.

Société française des Electriciens : **Séance du 8 mai 1924.** — Cette séance fut consacrée à l'audition de deux communications dont la première, faite par M. Altmayer, avait pour sujet : *la métallurgie du zinc en Amérique.*

Le conférencier rappela que la production du zinc se répartit actuellement comme il suit :

Etats-Unis...........	150 tonnes par jour
Canada	10 000 tonnes par an
Australie............	125 tonnes par jour
Italie...............	1 500 à 2 000 t par an
La Vieille Montagne..	4 000 t par an

Après avoir donné des renseignements sur les conditions nécessaires à la bonne marche des opérations de la métallurgie du zinc par électrolyse, M. Altmayer fit la description de l'usine d'Arnage et indiqua les légères variantes appliquées dans les autres grandes usines.

M. Saget fit ensuite une communication *sur l'appareillage pour essais en haute fréquence des isolateurs des lignes à haute tension* ; après avoir démontré la nécessité d'essayer les isolateurs destinés à la haute tension en haute fréquence, suivant la pratique courante établie aux Etats-Unis, pratique déjà introduite en France, M. Saget indiqua quelques schémas permettant de réaliser ces essais. — H. C.

Bibliographie : Construction des grandes stations centrales électriques, par G. Klingenberg, traduit de l'Allemand par A. Vogel, ingénieur des constructions civiles, commissaire de l'Etat belge (1). Le développement prodigieux de l'industrie électrique et principalement l'extension de l'électrification des réseaux de chemins de fer, ont conduit à examiner de très près la question de la production de l'énergie électrique sur une très grande échelle. Les descriptions consacrées ici même aux usines génératrices de Commines, (*R. G. E.* 5 et 22 juillet 1922, t. XII, p. 55 et 93) de Gennevilliers (*R. G. E.* 24 février et 3 mars 1923, t. XIII, p. 283 et 349) etc., ont montré à nos lecteurs les efforts qui ont été faits, chez nous, dans ce sens, pour la réalisation d'usines alimentant toute une région.

Le problème de la production de l'énergie électrique dans de vastes usines, au moyen de machines de très grandes puissance a aussi été sérieusement étudié en Allemagne et on y envisage déjà de très près la centralisation de toute la production d'électricité de ce pays. Il peut donc être intéressant de se documenter sur les résultats atteints par nos voisins, au moyen de l'ouvrage de M. Klingenberg, qui traite ce sujet avec ampleur et autorité.

Cet ouvrage est divisé en trois parties où l'auteur envisage successivement les questions techniques et les exemples d'installations d'usines, puis les questions économiques se rapportant à la production en grand et à la distribution de l'énergie électrique ; enfin, la description de l'usine de Golpa.

C'est ainsi que, dans la première partie, on trouvera l'exposé des principes fondamentaux de la construction des grandes usines d'électricité avec, entre autres, de très nombreux renseignements sur l'installation des chaudières, sur la manutention du charbon et des cendres, sur l'installation de l'appareillage électrique. Ces considérations sont suivies de deux études concernant le prix de revient de l'énergie, l'une en fonction du prix de transport du combustible (houille et lignite), l'autre en fonction de la puissance de l'installation et du facteur d'utilisation.

Après cela, l'auteur donne deux exemples d'exécution : le premier est relatif à l'usine génératrice de La Marche, au voisinage de Berlin ; le deuxième concerne les installations de la Victoria Falls and Transvaal Power C°, dans le Sud africain.

Dans la deuxième partie, nous trouvons d'abord un complément, sous forme de tableau, donnant les éléments statistiques se rapportant aux installations de la Victoria Falls and Transvaal Power C°, décrites ci-dessus. L'auteur estime, en effet, que les enseignements que l'on peut en déduire seront avantageusement utilisés pour de nouveaux projets.

Le chapitre sur la distribution de l'énergie électrique sur de grandes régions, qui vient ensuite, forme une étude plutôt technique, se rapportant surtout à la construction des lignes et à l'établissement des postes de transformation. Mais avec le chapitre III, l'auteur aborde les considérations économiques pour étudier le problème de l'alimentation en électricité des grandes agglomérations, puis celui de la production en grand de l'électricité, avec la collaboration de l'Etat.

La troisième partie est tout entière consacrée à l'importante usine de Golpa, avec l'historique de l'installation, l'étude de l'alimentation en eau et en charbon de l'usine, la description détaillée des bâtiments, des chaudières, des machines, tuyauteries, appareillage électrique, etc., et, pour terminer, quelques indications sur la transmission d'énergie électrique à 100 000 v entre cette usine et Berlin, ainsi que sur la cité ouvrière qu'il a fallu édifier en même temps que l'usine pour donner asile à tout le personnel.

Ce travail constitue, comme on le voit, une étude très détaillée de la question. Ajoutons qu'il est présenté avec le soin habituel de la librairie Béranger et que les excellentes gravures et planches hors texte qui illustrent les descripions contribuent pour beaucoup à la bonne présentation de l'ouvrage. — B. E.

(1) Un volume, format 28 cm × 23 cm, de 497 pages avec 523 figures dans le texte et 13 planches hors texte, édité par la Librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, à Paris. Prix : relié, 95 fr. frais d'envoi en plus.

Bibliographie : Caractéristiques de construction des turbines hydrauliques dans les installations actuelles, par l'ingénieur Guido Gambardella (1). — L'auteur s'est proposé de faire connaître les caractéristiques de construction des turbines actuelles, caractéristiques dues principalement aux récentes directions suivies par la théorie et par les applications techniques ainsi qu'aux exigences modernes des sources à utiliser et de la forme d'énergie à produire.

Le livre s'adresse à la fois aux techniciens et aux non spécialistes pour tout ce qui concerne la construction et la réception des turbines. Il est divisé en deux parties.

La première débute par des considérations théoriques ayant pour objet de mettre en relief la notion de vitesse caractéristique. L'utilisation de ce paramètre permet à l'auteur de discuter les conditions d'emploi des turbines Francis et Pelton (presque universellement répandues aujourd'hui) en tenant compte de la tendance continuelle à l'augmentation de la puissance. Viennent ensuite des paragraphes relatifs aux rendements et à la régulation.

La deuxième partie est consacrée aux détails de construction des turbines Francis et de leurs dérivées, puis à ceux des roues Pelton. L'auteur, restant toujours dans le domaine de la pratique, s'est placé surtout au point de vue des exigences des installations. Il a examiné, en particulier, les cas, chaque jour plus fréquents, où les types normaux ne pouvant être utilisés, la possibilité d'arriver à un bon résultat ne peut être obtenue que par une entente étroite entre le constructeur et l'ingénieur chargé d'établir le projet d'une usine génératrice. — P. B.

(1) Un volume, format 25 cm × 18 cm, de 131 pages avec 18 figures dans le texte, édité par Antonio Vallardi, Casa centrale, 2, Via Stelvio, à Milan. Prix : broché : 10 lire.

Union des Syndicats de l'Électricité

A la séance du 5 mars 1924 du Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité a été lu le rapport suivant dans lequel sont présentés les travaux effectués par l'Union pendant l'année 1923.

Rapport présenté au Comité sur l'exercice 1923

Messieurs, conformément à l'article 10 de nos statuts, nous avons l'honneur de vous soumettre aujourd'hui notre rapport sur le fonctionnement de l'Union pendant l'année 1923.

I. — Il n'est pas sans intérêt de donner, en commençant, quelques indications sur l'état général de nos industries.

Tout d'abord, au point de vue du commerce extérieur, nous avons le plaisir d'enregistrer les résultats suivants (en millions de francs) :

	Exportations	Importations	Excédent des exportations
1921	211	163	48
1922	211	118	93
1923 (11 premiers mois)	250	134	116

Ce tableau montre qu'en 1923, nous avons exporté en valeur presque deux fois plus que nous n'avons importé.

En poids, nous avons exporté l'an dernier (11 premiers mois) plus de 155 000 quintaux métriques et importé seulement 76000 quintaux.

Comme vous le voyez, ces résultats sont très favorables et classent nos industries constructives parmi celles qui font spécialement honneur au commerce français. Elles indiquent non seulement une grande activité pour nos usines, mais aussi l'estime croissante en laquelle l'étranger tient nos produits.

Un ingénieur hollandais des plus distingués, après avoir fait l'éloge des appareils exposés à la Foire de Paris, nous manifestait récemment son étonnement et aussi ses regrets que les Pays-Bas ignorent encore l'excellence de nos fabrications.

Et, résumant ses impressions au retour de la Conférence internationale que nous avons organisée en novembre, il vient d'écrire dans un journal de son pays les lignes suivantes : « ... Je crois que l'industrie électrotechnique française s'est développée ces dernières années d'une façon extraordinaire... Tous les appareils que j'ai eu l'occasion de voir donnent l'impression d'être bien finis, qualité à laquelle nous étions accoutumés de la part des constructeurs français... Tout ce matériel a fait sur moi une impression des plus favorables ».

Une autre indication intéressante sur nos industries est donnée par le calcul des capitaux investis pendant l'année. D'après nos recherches dans le Bulletin des Annonces légales, les émissions d'actions ou d'obligations faites par des sociétés déjà existantes ont atteint 731 millions de francs, se décomposant comme il suit :

	Millions de francs.
Sociétés de production et de distribution d'énergie électrique	491
Sociétés de construction de matériel électrique	213
Sociétés d'électrochimie et d'électrométallurgie	21,5
Sociétés de tramways électriques	5,6

Quant aux émissions faites par des sociétés de création nouvelle, elles ont été de 33 millions de francs, se décomposant comme il suit :

Sociétés de production et de distribution d'énergie électrique	20
Sociétés de construction de matériel électrique	13

Au total, l'ensemble de nos industries a absorbé, en capitaux nouveaux, une somme totale de 764 millions de francs.

L'importance de cette somme totale montre à la fois le développement extrêmement rapide de nos affaires et aussi la confiance du public dans la gestion de nos entreprises. Les industries électriques sont en train de se classer parmi les toutes premières du pays.

II. — Ce gros effort financier se traduit naturellement, non seulement par des améliorations d'outillage, mais aussi par des résultats plus apparents.

Nos usines de construction se sont largement développées. Les unes ont agrandi leurs ateliers ou entrepris des fabrications nouvelles, d'autres se sont installées de toutes pièces et les capitaux investis à l'heure actuelle dans les entreprises de construction de matériel électrique ont un total qui est estimé à 1 500 millions de francs. Le développement de cette industrie serait encore plus marqué si elle trouvait la main-

d'œuvre en quantité nécessaire. Le nombre des ouvriers qu'elle emploie reste malheureusement fixé, semble-t-il, aux environs de 55000.

Nos constructeurs ne reculent d'ailleurs devant aucun sacrifice pour améliorer leurs fabrications, et c'est pour nous un agréable devoir de rappeler ici, entre autres exemples, la mise en service toute récente d'un laboratoire à 1 million de volts, qui vient d'être édifié aux environs de Paris par l'un de nos collègues du Comité, pour servir à des expériences sur les isolateurs.

En ce qui concerne la production et la distribution de l'énergie électrique, nous pouvons noter à l'actif de 1923 l'achèvement d'une partie des installations à 150 000 v des chemins de fer du Midi, le commencement de la construction du grand feeder à 150 000 v de la Compagnie d'Orléans, l'agrandissement considérable des usines de la région parisienne, la mise en service complète du réseau d'Etat à 45 000 v du nord de la France, la mise en service des nouvelles sections du réseau souterrain à 60 000 v de la région parisienne, ainsi que la mise en construction de plusieurs lignes à 120 000 v, notamment celles qui vont transmettre à Lyon l'énergie produite par l'usine de Vielaire dans les Alpes.

Actuellement, nous avons en France 9000 km de lignes à haute tension, dont 5 000 pour celles dont la tension est comprise entre 45000 et 90000 v et 4000 pour celles dont la tension est de 90000 v ou au-dessus.

Parmi nos usines de production d'énergie électrique, 100 ont une puissance de plus de 10000 kw, et 12 de plus de 50000 kw.

La puissance installée dans nos usines atteint 3 millions de kilowatts. Le nombre des communes desservies va être bientôt de 10000 au lieu de 6000 avant la guerre.

Quant au capital investi dans nos entreprises de production et de distribution d'énergie électrique, il dépasse *4500 millions de francs*.

Nous avons donc, Messieurs, quelques motifs pour être fiers des industries auxquelles nous consacrons notre activité.

III. Normalisations et cahiers des charges. — Le développement rapide de nos industries entraîne forcément le développement des organismes que nous avons créés pour veiller à nos intérêts et améliorer sans cesse notre technique.

Ce rôle, nous pouvons dire que l'Union des Syndicats de l'Electricité l'a rempli largement pendant l'année 1923 : nous allons vous donner à ce sujet quelques éclaircissements.

Tout d'abord, au point de vue des normalisations ou cahier des charges, notre Union a établi en 1923, après des études approfondies, les documents suivants :

1° *Les règles de normalisation des appareils de chauffage électrique*, arrêtées par notre Comité le 11 janvier 1923, sur étude de la cinquième Commission, et publiées sous le n° 184 (1) ;

2° Un texte entièrement nouveau pour la *deuxième partie du paragraphe 4 des règles d'unification des machines*, texte arrêté par notre Comité le 11 janvier 1923, sur étude de la quatrième Commission, et publié sous le n° 131 quater (2).

3° *Le cahier des charges pour la fourniture des conducteurs isolés au caoutchouc* employés dans les installations d'immeubles ou d'usines, arrêté par notre Comité le 7 février 1923, sur étude de nos deuxième et quatrième Commissions, et publié sous le n° 186 (3) ;

4° *Le cahier des charges pour la fourniture des poteaux en bois* destinés à la construction des lignes de transmission d'énergie électrique, arrêté par notre Comité le 7 février 1924, sur étude de la vingt-troisième Commission, et publié sous le n° 187 (4);

5° *Le cahier des charges pour la construction des réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique*, arrêté par notre Comité le 7 mars 1923, sur étude de la vingt-troisième Commission, et publié sous le n° 195 (5) ;

6° *Le cahier des charges pour la fourniture des câbles sous plomb isolés au papier imprégné*, arrêté par notre Comité le 7 mars 1923, sur étude de la dix-huitième Commission, et publié sous le n° 188 (6) ;

7° Un certain nombre de modifications apportées à notre *cahier des charges pour la fourniture des huiles de transformateurs*, arrêtées par notre Comité le 7 mars 1923, sur étude de la quatrième Commission, et publiées sous le n° 136 bis (7).

8° Les nouvelles *règles à appliquer pour l'exécution et l'entretien des installations électriques dans les immeubles et leurs dépendances*, arrêtées par notre Comité le 4 juillet 1923, et publiées sous le n° 137 (8);

Ce document, dont l'importance ne vous échappera pas, annule et remplace celui que nous avons publié en 1909.

9° Les *règles de normalisation du gros appareillage électrique*, arrêtées par notre Comité le 4 juillet 1923, sur étude de la quatrième Commission, et publiées sous le n° 168 (9) ;

10° Les modifications à notre *normalisation des ba-*

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 31 mars 1923, t. XIII, p. 536-541.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 674.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 716-717.

(4) *Revue générale de l'Electricité*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 630-634.

(5) *Revue générale de l'Electricité*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 625-630.

(6) *Revue générale de l'Electricité*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 717-720.

(7) *Revue générale de l'Electricité*, 5 avril 1924, t. XV, p. 598-599.

(8) *Revue générale de l'Electricité*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 743-751.

(9) *Revue générale de l'Electricité*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 577-589.

lais en charbon, arrêtées par notre Comité le 4 juillet 1923, sur étude de la quatrième Commission (1) ;

11° Les *règles de normalisation des groupes turbo-alternateurs*, arrêtées par notre Comité le 3 octobre 1923, sur étude de la sixième Commission, et publiées sous le n° 199 (2) ;

12° L'*unification des dimensions des bases et dalles pour le gros appareillage électrique*, arrêtée par notre Comité le 5 décembre 1923, sur étude de la quatrième Commission, et publiée sous le n° 98 (3) ;

13° La *réglementation des tolérances à admettre dans la fourniture des machines électriques*, ainsi que celle des *pénalités et des primes*, arrêtée par notre Comité le 5 décembre 1923, sur étude de la quatrième Commission, et publiée sous le n° 131 quinquiès (4) ;

14° Un *cahier des charges pour la fourniture de poteaux en béton armé*, arrêté par notre Comité de direction le 6 juin 1923, sur étude de la vingt-troisième Commission, et publié sous le n° 196 (5).

La simple énumération de ces documents vous montre, Messieurs, avec quelle activité nos Commissions ont travaillé pendant l'année écoulée. Cette liste est telle que vous nous permettrez, pour ne pas allonger ce rapport, de ne pas énumérer les travaux qui sont en cours actuellement, et qui sont poursuivis avec la même activité et le même soin que par le passé.

Vous ne manquerez pas de vous joindre à nous pour témoigner une fois de plus toute notre reconnaissance aux présidents et aux membres de nos Commissions dont la présence assidue à nos réunions ne nous est donnée que par un travail supplémentaire important, dont nous apprécions toute la valeur et tout le prix. Grâce à eux, notre Union poursuit l'œuvre capitale des normalisations techniques à laquelle elle s'est attachée : elle montre bien, croyons-nous, la voie à suivre en pareille matière.

Nos règles ne valent pas seulement parce qu'elles sont arrêtées à la fois par les constructeurs et par leurs clients. Elles valent aussi parce qu'elles sont souples et qu'elles s'adaptent à chaque instant aux nécessités du moment. Nous n'hésitons pas en effet à les refondre et à les retoucher au fur et à mesure que certaines imperfections sont mises en évidence et nous veillons sans cesse à ce que nos prescriptions ne soient ni trop lâches ni trop rigoureuses ou trop précises. La faveur avec laquelle nos travaux sont accueillis et utilisés à l'étranger nous montre que nous sommes dans la bonne voie.

Nos règles de normalisation, que nous tirons par milliers d'exemplaires et dont la distribution s'accentue de jour en jour, contribuent puissamment à répandre dans nos industries les progrès récents de la technique, sans parler des facilités qu'elles donnent à tous nos clients pour la rédaction des cahiers de charges et pour l'unification du matériel, qui entraîne toujours une diminution des prix de revient.

IV. Recherches techniques. — Nos commissions procèdent, au cours de leurs études, à des recherches scientifiques dont les dépenses sont couvertes par l'Union et dont nous devons vous dire par conséquent quelques mots.

Nous procédons à la révision de certains points de notre cahier des charges pour les huiles de transformateurs (n° 136). Nous cherchons, en effet, à rendre ce cahier des charges plus sévère, notamment en ce qui concerne la formation des dépôts. Notre Commission compétente vous proposera sans doute de remplacer la méthode actuelle de recherche des dépôts par une méthode-type plus pratique. D'autre part, des recherches récemment entreprises par M. Gault, au Laboratoire de l'Institut du Pétrole de Strasbourg, vont nous permettre d'arrêter une méthode rapide d'essais qui permettra de comparer facilement une fourniture quelconque à un échantillon étudié préalablement par la méthode-type.

La septième Commission poursuit, au Laboratoire central d'Électricité, des expériences sur les interrupteurs à huile, d'après un programme préparé par M. Vedovelli. Ces expériences sont ralenties actuellement par suite du manque de puissance d'énergie électrique, mais elles vont reprendre prochainement.

Enfin, nous avons en cours, au Laboratoire central d'Électricité, des recherches sur les densités de courant à admettre dans les conducteurs, ainsi que des études photométriques pour notre cahier des charges des lampes électriques.

V. Études relatives au développement du chauffage électrique. — Les expériences que nous avons demandées à l'École d'Horlogerie, pour l'examen mécanique des interrupteurs horaires présentés à notre cinquième Commission, ont été terminées dans le courant de l'année. Les essais ont porté :

1° Sur la valeur du mouvement au point de vue de la régularité et de l'effet des changements de température ;

2° Sur la construction des mécanismes d'horlogerie ;

3° Sur les différents systèmes de fermeture des circuits.

Quelques améliorations pratiques à réaliser ont été indiquées par l'École notamment en ce qui concerne le moyen de réglage des mouvements et la compensation.

De l'ensemble des recherches auxquelles nous avons procédé, il résulte que, sur la dizaine d'appareils qui ont été étudiés, un certain nombre, quatre ou cinq, présentent toutes les garanties nécessaires pour qu'on

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 65.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. xv, p. 226-229.

(3) *Revue générale de l'Electricité*, 15 mars 1924, t. xv, p. 472.

(4) *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. xv, p. p. 267-268.

(5) *Revue générale de l'Electricité*, 15 mars 1924, t. xv, p. 473-476.

ait confiance dans leur fonctionnement. C'est là une conclusion des plus intéressantes pour toutes les sociétés qui distribuent l'énergie électrique, puisqu'elles ont ainsi le moyen de permettre ou d'interdire, aux heures voulues par elles, l'utilisation des appareils placés chez leurs abonnés.

Poursuivant toujours le même problème, notre cinquième Commission a eu le plaisir d'entendre une nouvelle communication de M. Allain Launay qui recherche un appareil permettant à une usine de commander à distance sans interrupteur les appareils placés chez les abonnés de son secteur et qui a trouvé des perfectionnements importants au modèle qu'il nous avait présenté en 1922.

M. Bethenod avait proposé l'an dernier un procédé utilisant des courants alternatifs à très haute fréquence. M. Allain Launay, lui, utilise, dans les réseaux à courant alternatif, du courant continu à très faible puissance et à très basse tension (6 à 12 v). Si le réseau est à courant continu, c'est du courant alternatif qui est émis. Les résultats obtenus ces derniers mois sur divers réseaux de province ont été très concluants.

D'autre part, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, notre Comité a adopté un cahier des charges spécial pour la fourniture des appareils de chauffage électrique, dont le projet, présenté à l'Union par le Syndicat des Constructeurs de Matériel de chauffage électrique, a été étudié par notre quatrième Commission.

VI. Traction électrique par accumulateurs. — L'Union ne perd pas de vue son devoir de travailler activement à propager les applications de l'électricité et nous vous avons indiqué l'an dernier qu'elle organisait des essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs.

Ces essais ont eu lieu du 28 septembre au 10 octobre 1923 et ils ont réuni douze véhicules.

L'Union s'était assuré le concours du Laboratoire Central d'Electricité, de la Commission technique de l'Automobile Club de France et du Ministère de la Guerre.

Nous avons eu aussi la bonne fortune de pouvoir installer notre parc à Bellevue à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, dont le directeur, M. Breton, a bien voulu mettre à notre disposition l'installation électrique.

Le Laboratoire central d'Electricité, auquel est revenu le contrôle de toute la partie électrique des essais, a notamment procédé à la réception des tableaux de charge, à l'étalonnement des wattheuremètres utilisés par les véhicules, au contrôle des wattheuremètres pendant les essais et, enfin, à l'étude et à l'interprétation des feuilles de route et des feuilles de charge. Tous les calculs ont été faits par ses soins.

La Commission technique de l'Automobile-Club, représentée par son président, M. Ferrus, et par son secrétaire, M. Lumet, a bien voulu se charger de tout ce qui concernait la partie automobile proprement dite, notamment de la détermination des itinéraires, du contrôle des arrivées et des départs et du contrôle des véhicules pendant la route.

Le Ministère de la Guerre a délégué un officier de l'état-major de l'armée et un officier du Service automobile pour faire partie du Comité d'organisation des essais et avait désigné en outre deux autres officiers du Service automobile pour assister en permanence aux expériences. De plus, nous avions obtenu six commissaires militaires qui ont pris place sur les gros véhicules.

Le commissaire général des essais était M. Ferrus avec deux commissaires généraux adjoints : MM. Lumet et Auclair, ce dernier président du Comité de Mécanique de l'Office des Inventions.

Nos essais présentent donc à tous les points de vue les garanties indiscutables qui étaient nécessaires et ils ont montré que des progrès notables ont été réalisés depuis les environs de 1900.

La consommation moyenne totale d'énergie, par tonne-kilomètre est descendue en effet à 55 w-h dans Paris et 62,5 w-h dans la banlieue.

L'intérêt de nos essais a été souligné par la visite qu'ont bien voulu nous faire M. le ministre des Travaux publics, M. le ministre des Régions libérées, un délégué de M. le président de la République, ainsi que plusieurs généraux et d'autres hautes notabilités.

Nous publions ces jours-ci un rapport spécial détaillé sur ces essais [1] et nous avons le plaisir de vous annoncer que, conformément à une récente décision du Comité, nous organisons dès maintenant une nouvelle série d'expériences pour le mois d'octobre prochain.

VII. Conférence internationale des grands Réseaux à très haute Tension. — Du 26 novembre au 1er décembre a eu lieu la seconde session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension [2].

Vous vous souvenez, Messieurs, que cette Conférence avait été réunie pour la première fois en 1921 sur notre initiative et par nos soins et que, devant le succès obtenu, il avait été décidé qu'une session aurait lieu dorénavant tous les deux ans en conservant Paris comme lieu de réunion.

Nous avons eu la très grande joie de constater que nous avons vu juste en provoquant cette réunion internationale et en estimant qu'elle présenterait la plus grande utilité et le plus réel intérêt. Ce n'est pas, en effet, 12 pays que nous avons groupés en 1923, mais bien 20, et ces pays étaient représentés par 142 délégués, au lieu de 53 seulement en 1921. En outre, les séances ont été suivies par 333 ingénieurs français.

L'intérêt et la variété des questions qui ont été traitées en 1923 ont montré clairement que la Conférence est devenue un centre d'échange de renseignements

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 306-325 et 356-389.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 1, 8, 15 et 22 décembre 1923, t. XIV, p. 827-828, 877-885, 931-962 et 995-1015.

manuscrits et verbaux, en même temps qu'elle offre une occasion unique de discuter, entre collègues de tous pays, les problèmes qui nous préoccupent tous. La Conférence, à laquelle on avait proposé d'étendre son objet jusqu'aux moyennes et basses tensions, a bien spécifié le cadre de son activité en décidant de se limiter aux seules hautes et très hautes tensions, estimant avec juste raison qu'une semaine d'études tous les deux ans n'est pas de trop pour l'examen des difficultés qui se présentent dans la pratique.

D'autre part, tous ses membres ont bien marqué le prix qu'ils attachent à nos réunions puisque, ayant à choisir la date de la prochaine Conférence entre les deux années 1925 et 1926 qui étaient suggérées, ils ont à l'unanimité adopté 1925. C'est au mois de juin de l'année prochaine que se tiendra la troisième session de la Conférence.

Le Bureau sortant a été maintenu et nous avons eu le plaisir de voir notre président, M. Legouez, confirmé dans ses fonctions de président de la Conférence.

VIII. Relations avec l'étranger. — Nous avons maintenu et développé nos relations avec l'étranger et nous sommes entrés en contact très amical avec les organisations industrielles de plusieurs pays nouveaux.

Nous avons eu le plaisir d'être invités par l'Association des Directeurs des Usines électriques des Pays-Bas à accomplir un voyage en Hollande. Notre président et notre secrétaire général, accompagnés d'une dizaine d'ingénieurs de différentes maisons, ont été reçus à Maestricht avec la plus cordiale amitié. Ils ont visité des installations à haute tension qui les ont très vivement intéressés. Certains d'entre eux ont visité également l'Institut Polytechnique de Delft, où ils ont pu admirer l'ampleur et la perfection des laboratoires d'enseignement électrotechnique.

IX. Publications. — Nous avons très largement développé nos publications pendant l'année 1923, et le nombre des brochures distribuées pendant l'année atteint plus de 10 000.

Quant à notre annuaire, son succès a été tel, que l'édition 1923 a été épuisée en quatre mois et que nous devons en toute hâte procéder à l'édition 1924, dont le tirage sera double du tirage de 1923.

Nous avons, ainsi que nous vous l'avons dit l'an dernier, édité pour 1924 un calendrier qui a été très apprécié et dont nous avons écoulé 110 000 exemplaires. A la demande générale, nous allons reprendre cette idée en 1924 et préparer un calendrier analogue pour 1925.

Enfin, comme suite au désir qui nous avait été exprimé par M. V. Boret et conformément à la décision de notre Comité, nous avons établi le texte d'un guide instructif destiné aux consommateurs d'énergie électrique et dans lequel sont exposées, sous une forme extrêmement simple, les notions que tout homme doit avoir à notre époque sur l'électricité. La rédaction de ce travail avait été confiée à une petite sous-commission de notre cinquième Commission, mais la part la plus importante revient à M. Allain Launay et nous tenons à le féliciter ici de la forme très heureuse qu'il a su donner à la brochure. Nous espérons que nous pourrons bientôt diffuser cette brochure dans la France entière et qu'elle préparera le terrain pour le développement ultérieur des applications de l'électricité, en même temps qu'elle attirera l'attention du public sur les mesures de sécurité indispensables auxquelles il doit veiller.

X. Statistiques. — Pour finir ce rapport, nous tenons, Messieurs, à vous donner quelques indications statistiques qui vous permettront de vous rendre compte de l'activité de nos services.

Le nombre des lettres expédiées par l'Union a été de 5 112 et le nombre des lettres reçues de 6 060, soit un total de 11 192, sans compter naturellement les milliers de convocations, de circulaires et de rapports que nous avons envoyés. Le total correspondant n'était que de 8 892 en 1921 et 9 960 en 1922.

Le nombre des réunions tenues par notre Comité ou nos Commissions a été de 114, soit une augmentation de 12 sur le nombre correspondant de 1922. Encore faut-il remarquer que, par suite du surcroît de travail que nous a donné la Conférence internationale, il n'a été tenu que très peu de séances entre le 15 novembre et la fin de l'année.

. Nous aurions, Messieurs, à vous entretenir encore de bien d'autres points, mais nous ne voulons pas prolonger outre mesure le présent rapport ; nous espérons que vous voudrez bien vous déclarer satisfaits du soin avec lequel ont été réalisées vos instructions et remercier tous nos collaborateurs du dévouement avec lequel ils ont participé à notre tâche commune.

Annexe : Résumé des travaux des commissions en 1923

Deuxième Commission (Fils et Cables). — *Cahier des charges pour la fourniture des fils émaillés.* — Au cours de l'année 1923, la deuxième Commission a étudié un cahier des charges pour la fourniture des fils émaillés. Cette étude faite à la demande de l'Administration des Postes, Télégraphes, Téléphones, a pour objet de fondre en un seul texte les différents cahiers des charges existants. Un texte a été établi et soumis à la fin de l'année à l'approbation des Syndicats.

Unification des diamètres des fils de cuivre. — La Commission a décidé de conserver le tableau adopté précédemment par la Commission des Installations intérieures.

Densités de courant. — D'accord avec la Commission des Installations intérieures, la deuxième Commission a établi un programme d'essais relatifs aux densités de courant admissibles dans les conducteurs isolés. Ces essais sont en cours au Laboratoire central d'Electricité. Cette étude étant

très longue, les résultats ne seront pas connus avant le printemps prochain.

Quatrième Commission (Normalisations et cahiers des charges). — Les sous-commissions de la quatrième Commission se sont montrées très actives au cours de l'année 1923 et ont procédé soit à la révision, soit à l'élaboration des unifications suivantes :

Unification des balais en charbon (1). — Le tableau des tolérances sur les dimensions a été modifié à la demande des fournisseurs.

Unification des marbres de tableaux (2). — Un tableau des dimensions unifiées pour bases et dalles en marbre, ardoise et autres matières isolantes, a été établi pour faciliter les approvisionnements.

Unification du gros appareillage (3). — L'unification du gros appareillage, entreprise depuis plusieurs années déjà par le Syndicat des Constructeurs de gros Matériel électrique, a été définitivement établie au cours du dernier exercice et approuvée par tous les syndicats.

Unification des appareils de mesure. — Cette étude englobant aussi l'unification des transformateurs de mesure et des shunts, commencée également par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique, est achevée. Un texte établi par la sous-commission est soumis actuellement à l'approbation définitive des syndicats.

Cahier des charges pour la fourniture des huiles de transformateurs (4). — La revision du cahier des charges de l'U. S. E. a été entreprise une première fois pour rendre plus sévères les conditions de réception des huiles et le poids des dépôts tolérés après 125 heures de cuisson a été diminué. Cependant, ces prescriptions n'ont pas paru donner une garantie suffisante et, à la demande de la Chambre syndicale des Constructeurs de Gros Matériel électrique, des recherches ont été décidées, dont l'exécution a été confiée par l'Union des Syndicats de l'Electricité à M. Gault, directeur du Laboratoire du Pétrole de l'Université de Strasbourg. Ces recherches doivent comprendre : une étude systématique des huiles permettant de fixer la composition d'une huile répondant aux besoins de l'industrie électrique et la détermination d'une méthode rapide d'essai des huiles.

Sous-Commission des installations intérieures. — La Commission a achevé la mise au point des règles à appliquer pour l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances. Ce texte a prévu le relèvement éventuel à 250 v de la limite des tensions alternatives de la première catégorie et indique les précautions spéciales qu'il y a lieu de prendre dans certains cas : locaux humides, installations rurales, etc... Il a été adopté par le Comité de l'Union le 4 juillet 1923 (5).

Cinquième Commission (Applications de l'électricité). — Cette Commission se divise en trois sections :

Première section (*Agriculture*). — Cette section ne s'est pas réunie pendant le cours de l'année 1923.

Deuxième section (*Chauffage électrique*). — L'Union des Syndicats de l'Electricité a poursuivi son étude sur les moyens de contrôler l'utilisation, aux différentes heures de la journée, de l'énergie fournie par une usine à ses abonnés.

a) *Essais d'interrupteurs horaires.* — Des essais ont été effectués par l'Ecole d'Horlogerie sur un certain nombre d'interrupteurs horaires qui lui avaient été confiés par l'Union ; ils ont porté sur la régularité de marche, les effets des variations de la température et les détails de la construction.

Du rapport remis par l'Ecole d'Horlogerie à l'Union, il résulte que plusieurs des appareils sont robustes et capables d'assurer un service régulier; le rapport contient quelques suggestions qui aideront les constructeurs à perfectionner leurs appareils.

b) *Commande à distance des appareils d'utilisation du courant.* — La cinquième Commission a entendu sur ce sujet deux très intéressantes communications : l'une de M. Bethenod, l'autre de M. Allain Launay.

Le système préconisé par M. Bethenod est basé sur l'émission de courant à fréquence élevée dans un circuit formé par le fil neutre de la distribution et la terre.

Des essais suivis de succès ont été faits sur le réseau de distribution de la Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille et sur celui de la Compagnie du Gaz de Lyon.

La méthode de M. Allain Launay consiste à émettre des courants continus à très basse tension dans le circuit formé par le réseau et la terre : elle a été expérimentée sur les différents réseaux.

Dans les deux cas, la commande des appareils d'utilisation s'effectuait à l'aide de relais dits « télérupteurs », conçus en vue de provoquer chaque jour un certain nombre de manœuvres dans un ordre déterminé.

Grâce à une combinaison de télérupteurs et de relais actionnés par des émissions de courants continus, M. Allain Launay est arrivé à réaliser ce qu'il appelle *la sélection intégrale*, c'est-à-dire à manœuvrer l'un quelconque des appareils d'utilisation indépendamment des autres.

Troisième section (*Traction électrique par accumulateurs*). — L'année 1923 a été une année de réalisation ; de longs mois de travaux ont abouti à une première série d'essais contrôlés de véhicules électriques.

Le premier semestre de l'année a été employé à l'organisation générale des essais, rédaction du règlement, choix des itinéraires, étude d appareils pour la mesure de l'énergie.

Vint ensuite la deuxième phase qui se poursuivit jusqu'à l'ouverture des essais : installation de la station de charge, étalonnement des appareils de mesure, constitution des services de surveillance et de contrôle.

Les essais ont eu lieu du 28 septembre au 10 octobre 1923. Sur 17 véhicules engagés, 12 seulement ont été prêts en temps utile et ont pris part aux épreuves, soit : 6 voitures légères, 3 camionnettes et 3 camions lourds ; ils ont démontré la parfaite régularité de marche des voitures et leur faible consommation en énergie électrique, malgré les difficultés que présentaient les itinéraires imposés.

Immédiatement après les essais, du 11 au 14 octobre, eut lieu une exposition des véhicules engagés pendant laquelle des chariots et des petits tracteurs furent soumis à des épreuves d'endurance et à des épreuves de côtes sur des rampes dont la pente atteignait 8 pour 100 (1).

Sixième Commission (Machines). — La sixième Commission a poursuivi très activement l'étude et l'établissement

(1) Voir note 1, page 870.
(2) Voir note 3, page 870.
(3) Voir note 9, page 869.
(4) Voir note 7, p. 869.
(5) Voir note 8, p. 869.

(1) Voir note 1, p. 871.

des règles à appliquer pour la réception des machines. Au cours de 1923, elle a entrepris les travaux suivants :

Classification des machines. — La Commission étudie une classification des machines. Aucun texte n'a encore été approuvé définitivement.

Règles d'unification pour la réception des machines (1). — La Commission a revisé la IVe partie des règles françaises d'unification relatives aux machines; elles les a complétées par un tableau des tolérances à admettre lors de la réception.

Unification des groupes turbo-alternateurs. — La sixième Commission a eu à examiner un projet établi par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique et, après l'avoir remanié, en a approuvé le texte (2).

Septième Commission. (Appareillage électrique). — *Interrupteurs à huile.* — La septième Commission, poursuivant ses études sur l'état de la technique des interrupteurs à huile, a pris connaissance des résultats des essais faits par le Laboratoire central d'Electricité. Ces essais fort intéressants sont poursuivis.

Unification des boîtes à bornes pour compteurs d'énergie. — La Commission a établi des règles pour la construction des boîtes à bornes, ces règles sont actuellement soumises à l'approbation des syndicats (3).

Sous-commission pour l'étude du petit appareillage. — Une Commission mixte composée de membres de la septième Commission et de la Commission des installations intérieures a été constituée pour l'étude d'un cahier des charges relatif au petit appareillage.

Elle a déjà abordé les chapitres relatifs aux généralités, aux coupe-circuit et aux interrupteurs normaux. Les travaux se poursuivent sur les douilles, les prises de courant, les raccords, les rosaces, les suspensions à contre-poids et les appareils divers.

Dixième Commission (Isolants synthétiques). — *Etude des isolants artificiels.* — L'étude des isolants entreprise par l'Union, à la demande de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, a été confiée à la dixième Commission. Celle-ci a établi une classification des isolants et un programme complet d'essais mécaniques et électriques dont les résultats serviront à établir ultérieurement des cahiers des charges. Ces essais sont confiés au Laboratoire des Arts et Métiers et au Laboratoire central d'Electricité.

Onzième Commission (Etudes législatives et juridiques). — M. Nivard, président de la Commission, suit attentivement la question du régime fiscal des omniums qui intéresse un grand nombre de sociétés. Les pourparlers se poursuivent à ce sujet.

Quatorzième Commission (Porcelaines et verres électrotechniques. — *Cahier des charges pour la fourniture d'isolateurs suspendus.* — La Commission a établi un texte de cahier des charges qui est soumis à l'approbation des syndicats. L'établissement de ce cahier des charges a entraîné une revision des cahiers des charges pour la fourniture des isolateurs à cloche en porcelaine et en verre pour les rendre conformes aux dernières décisions prises par la Commission.

Scellement des isolateurs. — La Commission a demandé au Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique de procéder à une enquête auprès de ses adhérents pour rechercher les conditions dans lesquelles les scellements d'isolateurs ont été la cause d'accidents. Cette enquête doit être résumée dans un rapport qui sera communiqué prochainement à la Commission.

Unification des ferrures. — La Commission a poursuivi son travail d'unification des ferrures d'isolateurs rigides, mais ne l'a pas encore achevé.

Dix-huitième Commission (Etude des canalisations souterraines). — La dix-huitième Commission a établi un cahier des charges pour la fourniture des câbles sous plomb isolés au papier imprégné (1).

Les essais, confiés au Laboratoire central d'Electricité, qui ont pour objet de déterminer la densité de courant à admettre dans les câbles, ont été achevés et sont résumés dans un rapport qui doit être étudié par la Commission. Ces essais ne sont que l'accomplissement de la première partie d'un programme qui doit comprendre également des essais industriels.

Vingt-troisième Commission. (Etudes techniques relatives aux réseaux). — La Commission a achevé l'étude du cahier des charges pour la construction des réseaux ruraux (2).

Elle a également mis au point les cahiers des charges pour la fourniture des poteaux en bois (3) et des poteaux en béton armé (4). Elle poursuit actuellement l'étude du cahier des charges relatif aux pylônes métalliques.

La deuxième section de cette Commission s'est occupée, d'autre part, de l'étude d'un programme d'ensemble de l'électrification de la France, à établir, d'accord avec le Comité parlementaire du Commerce et de l'Industrie. Cette importante question, qui n'a été qu'ébauchée, sera l'objet d'un travail attentif de la Commission pendant l'année à venir.

Vingt-quatrième Commission. (Réglementation des moteurs électriques de traction). — La vingt-quatrième Commission s'est réunie plusieurs fois en 1923 mais, n'a encore arrêté aucune réglementation des moteurs de traction.

(1) Voir note 4, p. 870.
(2) Voir note 2, p. 870.
(3) Ces règles ont été approuvées le 6 février 1924. *Revue générale de l'Electricité*, 15 mars 1924, t. xv, p. 473.

(1) Voir note 6 p. 869.
(2) Voir note 5 p. 869.
(3) Voir note 4 p. 869.
(4) Voir note 5 p. 870.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Influence du vibrateur de Kapp sur les moteurs asynchrones

(Suite et fin) [1]

IV. — **Projet d'un vibrateur**. — Pour calculer un vibrateur, il est nécessaire de connaître la puissance idéale, la tension et l'énergie cinétique de l'induit vibrant.

Nous basons notre calcul sur l'équation (21) dans laquelle nous connaissons les grandeurs r_0, x_0 $\frac{r_1}{\nu_1}$, $\frac{x_1}{\nu_1}$ et φ_0 qui sont les données du moteur; nous supposons que l'angle χ auquel nous voulons compenser le déphasage du courant du stator est aussi donné.

Les valeurs R_2', X_2' ne sont pas connues et nous sommes obligés de les estimer et de calculer en même temps le glissement g relatif à la résistance R_2'. En appliquant l'équation (21), nous pouvons déterminer approximativement la valeur k'; la valeur k peut être calculée par l'équation (5) :

$$k = k' \frac{m_2 (\varkappa_2 . N_2)^2}{m_1 (\varkappa_1 . N_1)^2}.$$

Suivant l'équation (2a) la tension effective du vibrateur est

$$E_{ce} = \frac{\left(\Phi_c . N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2}{PD_c^2} . \frac{I_2}{\omega g} . \frac{10^{-12}}{\pi^2};$$

mais, d'après la formule (4),

$$k = \frac{\left(\Phi_c . N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2 . 10^{-12}}{\pi^2 \omega PD_c^2};$$

d'où la tension

$$E_{ce} = \frac{k}{g} I_2.$$

La vitesse angulaire de l'induit du vibrateur varie suivant une sinusoïde et, pour cette raison, nous introduisons dans nos formules la vitesse moyenne $n = \frac{2}{\pi} n_{max}$. De la même façon, nous remplaçons la tension effective E_{ce} par la valeur moyenne E_{cm}

$$E_{cm} = \frac{k}{g} I_2 \sqrt{2} \frac{2}{\pi};$$

soit, en effectuant les calculs numériques

$$E_{cm} = 0,9 \frac{k}{g} I_2. \qquad (25)$$

La puissance idéale est égale au produit de la tension moyenne et du courant efficace du rotor

$$W_c = 0,9 \frac{k}{g} I_2^2. \qquad (26)$$

Par l'application de l'équation relative à k, on trouve

$$PD_c^2 = \frac{\left(\Phi_c . N_c \frac{p_c}{a_c}\right)^2 10^{-12}}{\omega \pi^2 k}.$$

Posons

$$W_c = E_{cm} I_2 = \Phi_c N_c \frac{n}{60} \frac{p_c}{a_c} I_2 10^{-8},$$

d'où

$$\left(\Phi_c . N_c \frac{p_c}{a_c}\right) = \frac{W_c}{n} \frac{60}{I_2} 10^8,$$

et, par substitution de l'expression (26),

$$\left(\Phi_c . N_c \frac{p_c}{a_c}\right) = 0,9 \frac{k I_2}{g n} 60 . 10^8.$$

En introduisant cette formule dans l'équation qui donne PD_c^2, nous aurons

$$n^2 PD_c^2 = 0,47 \frac{k}{f} \left(\frac{I_2}{g}\right)^2 \times 10^6, \qquad (27)$$

en se rappelant que $k = \frac{1}{\omega C_c}$.

Cette expression nous donne l'énergie cinétique de l'induit qui est nécessaire pour réaliser la compensation proposée. Nous constatons que celle-ci est proportionnelle au carré du courant dans le rotor, mais inversement proportionnelle à la capacité du vibrateur et au carré du glissement g.

Nous continuons notre calcul de façon à établir plusieurs induits correspondant aux formules (25) et (26) en conservant le moment d'inertie PD_c^2 aussi petit que possible. L'énergie cinétique étant donnée par l'équa-

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 10 mai 1926, t. XV, p. 819-827.

tion (27), on tâche d'augmenter la vitesse aux dépens du moment d'inertie. On peut recommander de choisir le rapport $\frac{l}{d}$ très élevé, de réduire les dimensions du collecteur au minimum et d'utiliser au mieux l'induit au point de vue magnétique. De cette manière, on réduit le nombre des conducteurs de l'induit, le glissement du moteur et la réactance du vibrateur.

Il est utile de prendre le rapport $\frac{l}{d}$ constant pour les induits proposés, car le moment d'inertie PD_e^2, exprimé en fonction du diamètre d'induit, donne une courbe continue, ce qui facilite la solution graphique. On détermine les valeurs effectives PD_{ce}^2 et, en même temps, on calcule les moments d'inertie théoriques PD_{ci}^2 d'après l'équation (27) pour différentes vitesses de l'induit. Nous portons sur un diagramme (fig. 8) PD_{ce}^2

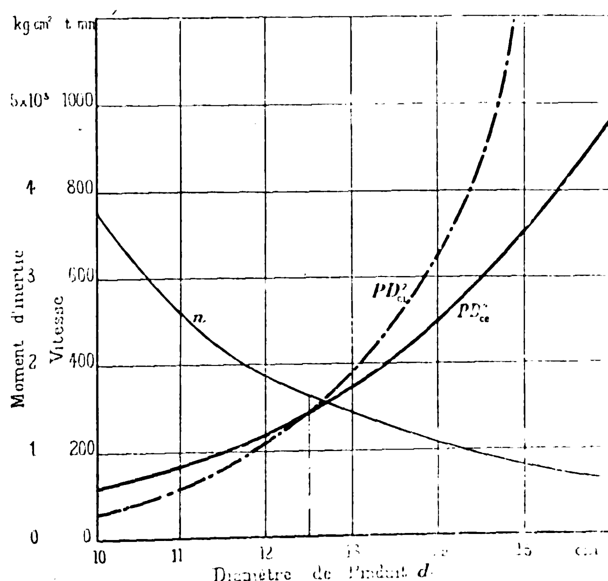


Fig. 8. — Moment d'inertie PD^2_{ci} donné par l'énergie cinétique nécessaire pour la compensation demandée et celui de PD^2_{ce}, correspondant à la puissance et la tension relatives à cette compensation en fonction du diamètre de l'induit.

et PD_{ci}^2 en fonction du diamètre; l'intersection des deux courbes nous donne le diamètre et la longueur d'induit. Il est possible de contrôler ultérieurement les valeurs calculées R_2' et X_2'. S'il y a des différences assez importantes, il est nécessaire de répéter ce calcul. Mais, le plus souvent, la deuxième solution conduit à des résultats assez exacts et il suffit d'exciter le vibrateur d'une façon appropriée.

Nous considérons, en particulier, le calcul de la réactance du vibrateur. Comme on le sait, la réactance d'induit se compose de deux parties : de la réactance due à la dispersion magnétique dans les encoches et de celle due au champ transversal

$$x_e = x_{ce} + x_{ct}.$$

La première se détermine de la façon suivante : Les N_e conducteurs d'induit sont connectés en $2a_e$ circuits en parallèle. Supposons le courant total qui passe par l'induit égal à 1 ampère et, par conséquent, le courant dans un circuit $\frac{1}{2a_e}$ ampère. Sur l'induit, il y a Z encoches ; la longueur d'induit est égale à l_e et la conductibilité magnétique par centimètre est égale à $\Sigma\lambda_e$. La tension qui sera produite par le courant unité à la fréquence f sera donc

$$e_{ce} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \frac{N_e}{Z} \frac{\sqrt{2}}{2a_e} 2 l_e \Sigma\lambda_c \frac{N_e}{4a_e} f 10^{-8}$$

et, par suite,

$$x_{ce} = \frac{\pi\left(\frac{N_e}{a_e}\right)^2 \Sigma(l_e\lambda_e)}{2Z10^8} f \text{ ohms}, \quad (28)$$

Le champ transversal est influencé par l'entrefer et par l'épanouissement des pôles. Soit $2p_e$ le nombre de pôles du vibrateur; τ_e le pas polaire et $\alpha_i\tau_e$, l'épanouissement du pôle. Supposons que le courant total qui passe par l'induit soit égal à 1 ampère et que celui d'un circuit soit $\frac{1}{2a_e}$ ampère ; la force magnétomotrice maximum $\mathcal{F}_{max}$ par pôle sera

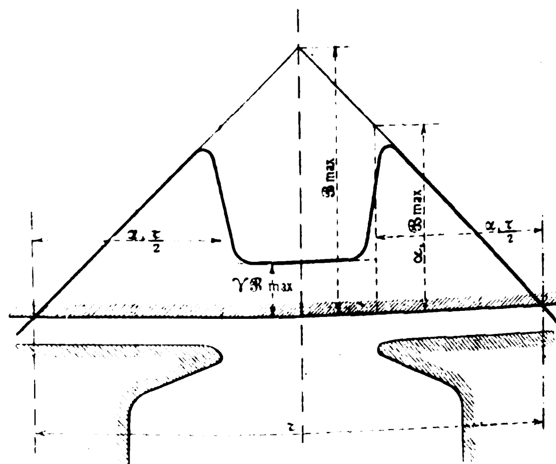


Fig. 9. — Déformation du champ dans l'entrefer. (Dans cette figure, le pas polaire est indiqué par τ, il y a lieu de lire τ_e).

$$\mathcal{F}_{max} = \frac{N_e}{8a_ep_e}\sqrt{2}.$$

Dans le cas où l'entrefer serait constant sur toute la circonférence d'induit, on aurait entre les pôles l'induction maximum

$$\mathfrak{B}_{max} = \frac{N_e}{8a_ep_e}\sqrt{2}\frac{0,4\pi}{k_1\delta} = \frac{0,1\pi}{\sqrt{2}}\frac{N_e}{a_ep_ek_1\delta},$$

k_1 étant le facteur de correction de l'entrefer δ.

En réalité, l'entrefer entre les pôles est beaucoup plus grand, ce qui déforme le champ suivant la figure 9, et l'induction y correspond à la valeur $\gamma \mathcal{B}_{max}$ dans laquelle on a $\gamma < 1$.

Le nombre de spires correspondant à l'élément dx de la figure 9 est

$$\frac{N_e}{8 a_e p_e} \cdot \frac{2}{\tau_e} dx = \frac{N_e}{4 a_e p_e} \cdot \frac{dx}{\tau_e}.$$

La tension excitée par le champ transversal est égale à

$$e_{et} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \cdot 2 p_e l_e f \cdot 10^{-8} \left[\int_0^{(1-\alpha_i)\frac{\tau_e}{2}} 2\gamma \times \mathcal{B}_{max} \frac{N_e}{4 a_e p_e} \cdot \frac{dx}{\tau_e} \right.$$

$$+ \int_{(1-\alpha_i)\frac{\tau_e}{2}}^{\frac{\tau_e}{2}} \left\{ \gamma \mathcal{B}_{max} (1 - \alpha_i) \ldots + \mathcal{B}_{max} \frac{\alpha_i^2}{2} \tau_e \right.$$

$$\left. \left. - \mathcal{B}_{max} \left(\frac{\tau_e}{2} - x \right)^2 \right\} \frac{N_e}{4 a_e p_e} \cdot \frac{dx}{\tau_e} \right].$$

Après intégration, on aura :

$$e_{et} = 0{,}05 \pi^2 \left(\frac{N_e}{a_e} \right)^2 \frac{\tau_e l_e}{p_e k_1 \delta} \left[\frac{\gamma}{4} (1 - \alpha_i^2) + \frac{\alpha_i^3}{6} \right] f \, 10^{-8} \text{ volts}$$

et la réactance sera

$$x_{et} = 0{,}49 \left(\frac{N_e}{a_e} \right)^2 \frac{\tau_e l_e}{p_e k_1 \delta} \left[\frac{\gamma}{4} (1 - \alpha_i^2) + \frac{\alpha_i^3}{6} \right] f \, 10^{-8} \text{ ohms.} \quad (29)$$

La valeur γ peut être déterminée par une méthode graphique [1].

Nous verrons plus tard que la réactance x_{et} est beaucoup plus importante que celle causée par la dispersion magnétique aux encoches.

V. Exemple numérique. — Pour montrer comment on peut faire l'application des formules trouvées ci-dessus, nous allons détailler le projet d'un vibrateur qui serait couplé avec un moteur asynchrone de 55 kw, 157 t : mn, 3 000 v, 14,5 A, 50 p : s.

Les mesures effectuées sur le moteur nous ont donné les résultats suivants :

$r_0 = 26{,}8$ ohms, $x_0 = 302$ ohms, $\nu = 1{,}04$

$r_1 = 4{,}75$ ohms, $x_1 = 11{,}3$ ohms,

$\frac{r_1}{\nu_1} = 4{,}56$ ohms, $\frac{x_1}{\nu_1} = 10{,}9$ ohms,

$r_2 = 0{,}026$ ohm, $x_2 = 0{,}064$ ohm,

$r'_2 = 4{,}13$ ohms, $x'_2 = 10{,}2$ ohms,

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{x_0}{r_0} = 11{,}28. \qquad \chi = 0.$$

(1) E. Arnold L. et J. Lacour, *Die Gleichstrommaschine*, IIe édition, p. 190.

Le calcul nous donne pour la résistance R_2', 4,8 ohms et pour la réactance X_2', 23,5 ohms; d'où $g = 4{,}2$ pour 100 et $\frac{R_2'}{g} = 114$ ohms.

En portant ces valeurs dans l'équation (21) et résolvant celle-ci par rapport à $\frac{k'}{g_2}$, on trouve deux racines,

$$\left(\frac{k'}{g^2} \right)_1 = 256, \quad \left(\frac{k'}{g^2} \right)_2 = 104{,}5.$$

Ces racines correspondent à deux positions compensées, c'est-à-dire avant et après la compensation maximum (points P_{e1} et P_{e2} de la figure 5).

Au point de vue pratique, la deuxième racine est réalisable.

Pendant le couplage des phases en étoile, on a

$$k'_\lambda = 104{,}5 \times 0{,}042^2 = 0{,}184 \text{ ohm},$$

Nous réduirons la valeur k' du stator au rotor; le moteur possède au stator 63 conducteurs par phase et par pôle et, au rotor, 5 conducteurs par phase et par pôle. En supposant que les facteurs d'enroulement pour les deux bobinages sont égaux, $\varkappa_1 = \varkappa_2$, on aura

$$k_\lambda = 0{,}184 \left(\frac{5}{63} \right)^2 \doteq 0{,}00116$$

et, pour le couplage du vibrateur en triangle,

$$k_\Delta = 0{,}00116 \times 3 = 0{,}00348.$$

Pendant la compensation totale, le courant de $I_{2\lambda}$ du rotor est égal à 160 A et, par suite, $I_{2\Delta} = 92{,}5$ A.

D'après les équations (25), (26) et (27), les données électriques du vibrateur seront

$$E_{em} = 0{,}9 \, E_{ee} = 0{,}9 \frac{0{,}00348}{0{,}042} 92{,}5 = 6{,}9 \text{ v};$$

$$W_e = 6{,}9 \times 92{,}5 = 636 \text{ watts};$$

$$n^2 P D_e^2 = 0{,}47 \frac{0{,}00348}{50} \left(\frac{92{,}4}{0{,}042} \right)^2 10^6 = 158{,}5 \times 10^6.$$

On déterminera plusieurs induits répondant à la tension E_{em} et à la puissance W_e pour des vitesses différentes, en conservant la proportion $\frac{l_e}{d_e} = 1{,}3$.

On calculera les moments d'inertie effectifs PD^2_{ee} qui sont représentés par la courbe PD^2_{ee} de la figure 8.

Connaissant la vitesse n des induits proposés et l'énergie cinétique nécessaire au bon fonctionnement du vibrateur calculée par la dernière formule, on peut déterminer le moment d'inertie PD_{ei}^2 qui est représenté par une autre courbe PD_{ei}^2 de la figure 8. L'intersection des courbes DP_{ee}^2 et PD^2_{ei} nous donne le diamètre et, par conséquent, la longueur de l'induit du vibrateur. Ainsi, on trouve, d'après la figure 8, que le diamètre $d_e = 125$ mm et $l_e = 1{,}3 \times 125 = 162$ mm.

Sur la figure 8, nous avons aussi tracé la courbe des vitasses n pour les induits proposés. Nous voyons donc que la vitesse correspondant au diamètre $d_c = 125$ mm est égale à 330 t : mn environ. La tension $E_{cm} = 6,9$ v étant connue, nous pouvons déterminer le nombre N_c des conducteurs de l'induit, soit 88. La section de conducteurs sera de 2,2 mm × 7 mm et ils seront placés dans 22 encoches ayant pour dimensions 6,5 mm et 18 mm. La section utile de conducteurs sera égale à 154 mm² et la densité de courant, 3 A : mm².

Soit 0,42 m la longueur d'un conducteur; la résistance $r_{c\Delta}$, de l'induit à chaud sera égale à

$$\frac{88 \times 0,42}{4 \times 50 \times 15,4} = 0,012 \text{ ohm}.$$

En nous basant sur les dimensions des encoches et sur celles des têtes de bobines, nous pouvons constater que la perméabilité magnétique totale par centimètre de longueur de l'induit est $\Sigma\lambda_c = 5,11$. La réactance qui est produite par la dispersion magnétique dans les encoches correspond à

$$x_{c\Delta} = \frac{\pi.50.88^2.16,4.5,11}{2.22.10^8} = 0,0232 \text{ ohm}.$$

La réactance du champ transversal sera calculée par la formule (29) en posant $\delta = 0,25$ cm, $k_1 = 1,12$, $\gamma = \frac{1}{6}$, $\alpha_i = 0,75$; ce qui donne

$$x_{c\Delta} = 0,49 \times 88^2 \frac{16,4 \times 19,6}{0,25 \times 1,12}\left[\frac{1 - 0,75^2}{24} + \frac{0,75^3}{6}\right] 50.10^{-8} = 0,196 \text{ ohm}.$$

(α_i représente l'épanouissement du pôle d'induit en centièmes du pas polaire.)

Par suite, la réactance totale $x_{c\Delta}$ pour le couplage du vibrateur en triangle sera égale à

$$0,0232 + 0,196 = 0,2192 \text{ ohm}.$$

Après la réduction des valeurs $r_{c\Delta}$ et $x_{c\Delta}$ au schéma de connexion des phases en étoile, nous aurons

$$r_{c\lambda} = 0,004 \text{ ohm}; \quad x_{c\lambda} = 0,073 \text{ ohm}.$$

Par une réduction nouvelle du rotor au stator, la résistance réduite sera

$$r'_{c\lambda} = 0,004\left(\frac{63}{5}\right)^2 = 0,635 \text{ ohm},$$

et la réactance

$$x'_{c\lambda} = 0,073\left(\frac{63}{5}\right)^2 = 11,60 \text{ ohms}.$$

et, par conséquent,

$$R'_2 = r'_2 + r'_{c\lambda} = 4,13 + 0,635 = 4,765 \text{ ohms},$$
$$X'_2 = 10,2 + 11,60 = 21,8 \text{ ohms}.$$

Nous traçons le diagramme des courants et, en nous basant sur la résistance R'_2 calculée, nous évaluons le glissement g à 4,2 pour 100, valeur qui est bien d'accord avec l'hypothèse faite au début de notre calcul.

Si l'on avait des différences assez importantes entre les valeurs observées R'_2, g et X'_2 et celles calculées, il faudrait les corriger et refaire le calcul complètement. Ce cas s'est présenté dans le premier projet de ce vibrateur. La dernière solution nous donne des résultats assez satisfaisants et il suffit de modifier légèrement l'excitation du vibrateur pour arriver au fonctionnement exact de celui-ci. Dans ce but, nous substituons les valeurs R'_2, X'_2 et g calculées ci-dessus, dans l'équation (12) et nous trouvons, pour les racines,

$$\left(\frac{k'}{g^2}\right)_1 = 268; \quad \left(\frac{k'}{g^2}\right)_2 = 91.$$

au lieu de 256 et 104,5.

La seconde racine nous donne

$$k'_\lambda = 91 \times 0,042^2 = 0,16 \text{ ohm}.$$

D'après la réduction du bobinage du stator à celui du rotor, on a

$$k_\lambda = 0,16\left(\frac{5}{63}\right)^2 = 0,001 \text{ ohm}.$$

et, pour les valeurs correspondant au couplage des phases en triangle,

$$k_\Delta = 3 \times 0,001 = 0,003 \text{ ohm}.$$

D'après l'équation (4), la capacité du vibrateur sera

$$C_c = \frac{1}{2\pi\, 50.0,003} = 1,05 \text{ F},$$

et en substituant le moment d'inertie $PD_c^2 = 1\,430$ kg-cm² à la formule déterminant la capacité du vibrateur C_c, le flux magnétique sera

$$\Phi_0 = \frac{\pi\, 10^6}{88}\sqrt{\frac{1\,430}{1,05}} = 1,32 \times 10^2 \text{ C.G.S.}$$

La tension moyenne du vibrateur sera

$$E_{cm} = 0,9\,\frac{0,003}{0,042}\,92,5 = 6 \text{ v};$$

sa vitesse moyenne,

$$n = \frac{60 \times 6 \times 10^8}{1,32.10^6.88} = 310 \text{ t : mn};$$

la durée d'une période d'oscillation,

$$T_c = \frac{1}{50.0,042} = 0,48 \text{ s};$$

l'amplitude du vibrateur

$$A_c = \frac{0,48}{4}.\frac{310}{60}\,360 = 223°.$$

Il reste encore à déterminer le circuit magnétique du vibrateur et son projet sera achevé dans toutes ses parties.

J. KUČERA.
Ingénieur électricien à Plzen (Théco-Slovaquie).

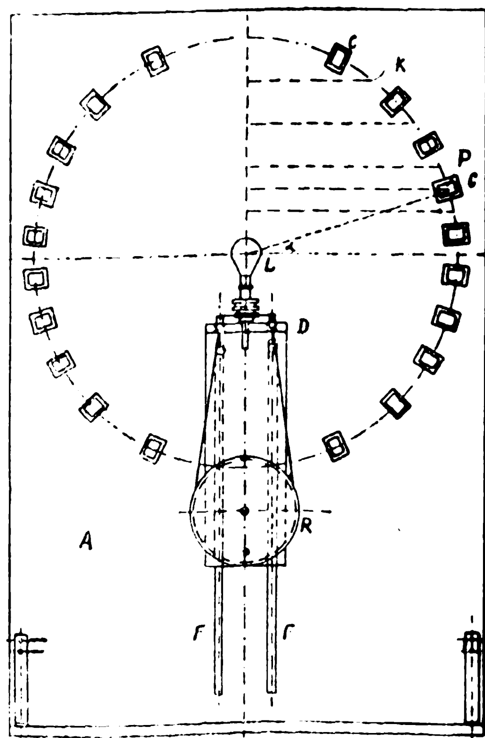
Revues, analyses et informations

Appareil pour la mesure de l'intensité moyenne sphérique d'une source lumineuse quelconque [1].

La plupart des appareils servant à la mesure de l'intensité moyenne sphérique d'une lampe dans les différents azimuts utilisent des miroirs et ne conviennent qu'aux lampes de petites dimensions, visibles en entier de l'écran du photomètre. Le photomètre d'Ulbricht est composé d'une cavité sphérique blanchie, au centre de laquelle est placée la lampe dont la lumière, diffusée par les parois, sort par une fenêtre en verre laiteux, masqué aux rayons directs de la source par un écran. Cet appareil donne, de la sorte, une mesure de l'intensité moyenne sphérique, mais imparfaitement, par suite de l'absorption et du manque d'uniformité dans la diffusion de la surface interne de la sphère. Enfin, la largeur relative de la source par rapport au rayon de la sphère est encore un facteur qui intervient dans la mesure. Le diamètre le plus convenable ne doit pas être inférieur à 1,5 m.

Les inconvénients énumérés ci-dessus ont été évités dans la réalisation d'un appareil que l'auteur a décrit antérieurement [1]. Cet appareil, joint à un photomètre ordinaire, permet la mesure de l'intensité moyenne sphérique ou de l'intensité moyenne dans une portion choisie de l'espace.

Les figures 1 et 2 donnent le principe de l'appareil. La lampe L à essayer est supposée avoir un axe vertical de symétrie.



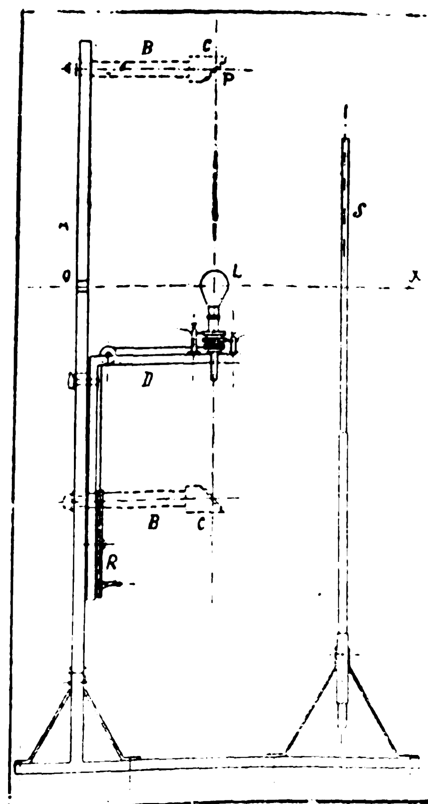


Fig. 1 et 2. — Détails du photomètre à réflecteurs diffusants permettant de mesurer l'intensité moyenne sphérique des lampes à incandescence.

Sur une circonférence K, centrée sur la source, sont disposées des plaques P, en plâtre ou recouvertes de papier blanc, et inclinées à 45° sur le plan vertical du cercle K, et sur son axe, formant ainsi une enveloppe conique. Ces écrans diffuseurs sont répartis, le long de la circonférence K, de façon à être au centre de zones égales de la sphère de rayon LK, découpées, par exemple, comme dans l'appareil ci-contre, par des plans horizontaux divisant le rayon vertical en dix parties égales. Les sinus des angles moyens de ces zones, comptés sur le rayon vertical, sont donc 0,05; 0,15; 0,25 ;... et 0,95 et correspondent respectivement à des angles de 2,8°; 8,6°; 14,5°; 20,5°; 26,7°; 33,4°; 40,5°; 48,6° 58,2° et 70,8°. Steinmetz et Strache ont montré que, si l'on connait les intensités lumineuses correspondant à ces zones, il suffit d'en prendre la moyenne pour obtenir l'intensité moyenne sphérique.

La figure 1, pour plus de clarté, ne comporte que la moitié du nombre réel de surfaces diffusantes. On place le photomètre dans l'axe de symétrie de l'appareil, avec interposi-

[1] J. Sahulka. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 9 septembre 1923, t. XLI, p. 530-532, 1 700 mots, 7 fig ; *Elektrotechnische Zeitschrift*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 665-666, 1 800 mots, 3 fig.

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 27 juin 1918, t. XXXIX, p. 253-255.

tion d'un écran S pour supprimer toute lumière venant directement de la source. L'interposition d'un écran enveloppant partiellement la lampe permet de ne mesurer, au photomètre, que l'intensité lumineuse moyenne dans un angle solide déterminé, ici égal à 2π stéradians.

Si la répartition de la lumière autour de l'axe vertical n'est pas symétrique, on peut, au moyen d'un volant R à manivelle, animer la lampe d'un mouvement de rotation autour de cet axe, ou bien la déplacer d'angles égaux, et on prend la moyenne des mesures.

L'étalonnage de l'appareil pourra se faire en plaçant, par exemple, au centre du cercle K, une lampe à filament métallique tendu symétriquement par rapport à l'axe de la lampe, celui-ci étant orienté perpendiculairement au plan du cercle. Dans cette position, la répartition radiale de l'intensité lumineuse est uniforme et la lampe se comporte comme une source ponctuelle ; J étant l'intensité de l'étalon, J_m, celle de la lampe de comparaison du photomètre, placée à une distance r des plages de comparaison, et l étant la distance de celles-ci au plan du cercle K, l'égalité des plages donne la relation

$$\frac{J}{l^2} = k\frac{J_m}{r^2},$$

k étant une constante que l'on détermine ainsi expérimentalement et qui varie avec l. Dans un de ces appareils, construit pour l'Elektrotechnische Institut der technischen Hochschule de Vienne, le cercle K avait un diamètre de 80 cm et comportait, sur chaque quart de circonférence, 10 écrans de plâtre d'une surface de 4×2 cm² ; la distance l variait entre 175 et 450 cm. Diverses valeurs de k furent déterminées en fonction de l, et sont données dans le tableau suivant :

Valeurs de l, en centimètres :	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
Valeurs de k..............	21,79	20,67	10,16	19,76	19,44	19,17	18,99	18,91	18,89	18,88	18,88	18,88

Pour qu'aucune ombre ne soit projetée sur l'écran de comparaison du photomètre ce qui fausserait les mesures, on choisit un diamètre de plage assez petit, 2,5 cm, et une distance l suffisamment grande, 175 cm au minimum. Il faut, en effet, remarquer que, dans les opérations photométriques courantes, on néglige souvent de s'assurer si les dimensions sont telles qu'aucune ombre ne vient fausser les mesures.

Cet appareil convient très bien pour des mesures d'intensité moyenne sphérique d'au moins 100 bougies décimales. Lorsqu'il s'agit de plus faibles intensités, on le modifie de façon à recevoir sur un écran photométrique plus grand. On pourrait aussi augmenter les dimensions des plaques P. Le flux lumineux, en lumens, s'obtiendra en multipliant par 4π l'intensité moyenne sphérique mesurée.

Toute lumière parasite est éliminée, l'appareil étant en bois recouvert de peinture noire et muni de deux rideaux latéraux. L'inconvénient de cet instrument est qu'il est de construction un peu compliquée. Le froid ayant détérioré les plaques de plâtre, on les remplaça par des feuilles de papier blanc. Sur les recommandations de Burstyn, l'auteur étudia le remplacement des plaques P par une surface diffusante continue, tracée de la manière suivante. Si on représente par b' la dimension de l'écran normale, b étant la dimension suivant l'horizontale, il faut que cette dimension varie d'après la formule $b \cos \alpha$, c'est-à-dire soit proportionnelle, en chaque point, au cosinus de l'angle que fait le rayon correspondant avec l'horizontale (fig. 3). Dans ce but, l'auteur fixa sur le cercle K, au moyen de crampons, deux croissants de papier de largeur variable et égale à $b \cos \alpha$, l'origine des angles étant prise sur le diamètre horizontal et la surface de ces croissants étant disposée suivant le cône tangent au cercle K sous une inclinaison de 45°.

On peut aussi remplacer cette surface conique par un cadre dont le biseau à 45° a une largeur variable avec l'angle au centre en chaque point considéré (fig. 4).

Dans la partie verticale du cadre (fig. 5), le rapport des distances respectives du cadre et du cercle au centre, pour un même angle α, est

$$\frac{\frac{r}{\cos \alpha}}{r} = \frac{1}{\cos \alpha}.$$

Pour que le flux lumineux reçu par cette portion du cadre soit le même que pour le cercle, il faudra augmenter la largeur du côté vertical du cadre dans le rapport précédent, celle-ci devenant donc égale à

$$b \cos \alpha \times \frac{1}{\cos \alpha} = b.$$

On voit, par conséquent, que deux lattes verticales (pratiquement indéfinies) de largeur constante b, disposées parallèlement de chaque côté de la lampe, donneraient le même

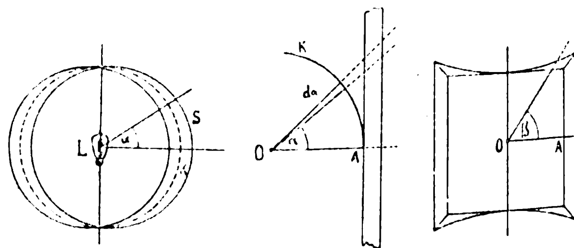


Fig. 3, 4 et 5. — Variantes de l'appareil précédent où les miroirs en plâtre sont remplacés par des surfaces continues.

résultat que le cercle précédent. Pour réduire l'encombrement d'un tel appareil, il est nécessaire d'introduire des surfaces diffusantes horizontales. Celles-ci devront satisfaire aux mêmes conditions de surface que les portions verticales du cadre. Le rapport des distances est ici de $r \sin \beta$ à r, ce qui donne, pour la surface du cadre en fonction de l'angle β,

$$b \cos \beta \times \frac{1}{\sin \beta} = b \cotg \beta.$$

Le cadre serait donc, en définitive, constitué par deux bandes horizontales de surface variable suivant la relation ci-dessus et de deux surfaces horizontales de largeur constante.

Il faut enfin remarquer que l'emploi de surfaces de papier nécessite sinon leur remplacement, du moins une vérification périodique de l'appareil. — M. H.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XV. — Electricité médicale (1).

La première partie de ce chapitre est relative au matériel destiné à l'électrothérapie proprement dite : c'est ainsi que l'on y trouvera mentionnés quelques-uns des appareils de cette catégorie présentés par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, par M. Toury, constructeur, et par les Anciens Etablissements Sautter-Harlé. Dans la seconde partie, il est question des ampoules à rayons X et des appareils permettant l'utilisation de ces rayons dans les diverses applications médicales. L'exposition des anciens modèles d'ampoules à rayons X, organisée par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, donne à l'auteur l'occasion de montrer l'évolution de ce matériel, et la description des appareils modernes, présentés par ces mêmes établissements met en évidence les progrès réalisés dans ce domaine, dont bénéficient non seulement la médecine, mais la science en général. Outre l'appareil de radiothérapie, muni d'une ampoule fonctionnant sous 250 kilovolts, ce qui conduit à une installation à tension très élevée, à laquelle il a été fait allusion plus haut, ces établissement ont exposé des appareils de radioscopie et de radiographie, qui sont mentionnés dans ce chapitre ainsi que ceux présentés par les Etablissements L. Drault et Ch. Rault-Lapointe, M. G. Massiot, la Société anonyme des Anciens Etablissements Louis Ancel et les Etablissements V. Bouchardon et F. Aujou. Il est également question des ampoules à rayons X de la Société La Verrerie scientifique et d'une nouvelle composition « anti-X », présentée par la Compagnie Ouest et Central Electric réunis. Ce chapitre se termine par la description du nouveau type de pompe à vide dû aux Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, et de la pompe moléculaire hélicoïdale de M. Holweck.

Depuis de nombreuses années, le champ des applications de l'électricité s'est étendu à la médecine, et l'industrie française a toujours largement contribué à en favoriser le développement. Le fait mérite d'autant plus d'être relevé, à l'occasion de ce compte rendu de l'Exposition de Physique et de T. S. F., que cette branche de l'activité humaine qui touche à la fois à la science, à la technique et à la médecine, est restée l'apanage de quelques spécialistes dont les travaux sont trop souvent méconnus. Aussi des manifestations du genre de celle qui nous occupe sont-elles intéressantes à un point de vue général, et utiles, puisqu'elles permettent à tous de constater les résultats des recherches et des études entreprises dans les voies les plus diverses. Ce que l'on retient d'une visite à la récente Exposition de Physique et de T. S. F., ce sont les progrès réalisés dans ce qu'on pourrait appeler la technique des rayons X, dont les applications à la médecine deviennent chaque jour plus importantes, et cette technique intéresse tout particulièrement l'électricien; mais, avant d'aborder ce sujet, il importe de mentionner d'autres appareils qui rentrent dans la catégorie des applications directes de l'électricité. Nous distinguerons donc, dans ce qui va suivre, les appareils d'électrothérapie proprement dits et ceux dans lesquels l'électricité n'intervient que comme agent intermédiaire, c'est-à-dire les ampoules à rayons X.

I. **Appareils d'électrothérapie.** — Suivant la nature des soins à donner, le médecin utilise trois genres de courant : le courant dit « galvanique », pour employer un terme qui n'est plus guère usité que dans ce domaine-là; le courant « faradique », de la nature du courant secondaire d'une bobine d'induction, et le courant « sinusoïdal » (1). Les appareils que nous nous proposons de décrire ici sont bien plutôt ceux qui servent à la production de ces courants que les appareils d'utilisation, dont l'étude sortirait du cadre de cet article. Et, à ce propos, nous mentionnerons deux appareils, l'un d'ergothérapie et l'autre, de diathermie, exposés dans le stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

Le premier, l'appareil d'ergothérapie, a été créé en particulier pour le traitement de l'obésité par la méthode due à M. le professeur Bergonié, dans laquelle le travail et le mouvement des muscles sont provoqués électriquement. Le courant est un courant faradique et l'organe essentiel de l'appareillage nécessaire à l'application de cette méthode est le générateur de courant. Il s'agit d'une magnéto, du genre des magnétos d'allumage des moteurs d'automobiles,

(1) Voir les chapitres I à XII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19 et 26 avril, 3 et 10 mai 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799 et 831-847.

(1) Dans cet article nous conserverons exceptionnellement ces termes qui sont employés couramment dans le langage médical. (N. D. L. R.)

dont la vue schématique est représentée sur la figure 268. Étant donné le rapport élevé des dimensions de l'arc polaire adopté pour l'aimant de la magnéto et de l'intervalle libre entre les pièces polaires, en 1 et 4 et

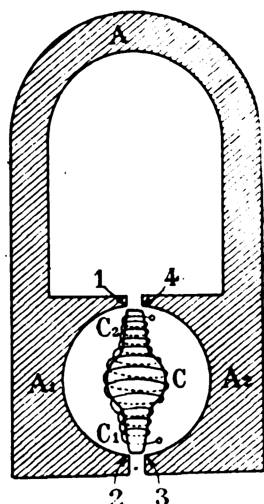


Fig. 268. — Vue schématique de la magnéto faradique (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

2 et 3, on conçoit sans peine que la courbe représentant la variation du courant induit présente des pointes très aiguës à des intervalles de temps relativement longs pendant lesquels le courant est nul (figure 269). En

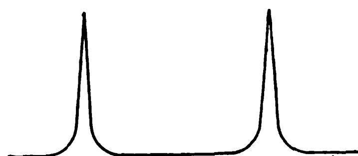


Fig. 269. — Courbe représentant la variation de la tension aux bornes d'une magnéto faradique (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

fait, le courant engendré par le dispositif représenté sur la figure 268, indiquée ci-dessus, est un courant alternatif; mais, comme, au point de vue des applications auxquelles il est destiné, il importe que son sens reste

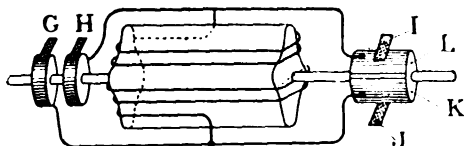


Fig. 270. — Vue schématique de l'enroulement de l'induit de la magnéto faradique (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

constant, la magnéto faradique est munie d'un dispositif, représenté schématiquement sur la figure 270, grâce auquel le courant est redressé. Il est formé de deux coquilles K et L reliées respectivement à chacune des deux extrémités de l'enroulement induit et sur lesquelles reposent les balais fixes I et J. Entre ces deux balais, on obtient un courant redressé, à deux maximums de même sens, par tour complet de l'induit; entre G et H, le courant présente deux maximums par tour, l'un positif, l'autre négatif, et, entre G, ou H, et I, ou J, on ne recueille qu'un seul maximum par tour.

On règle le nombre d'impulsions en agissant sur la vitesse du moteur qui commande cette magnéto et que l'on peut faire varier de 1 200 à 3 000 t : mn. Sur la figure 271 est représenté le groupe magnéto faradique

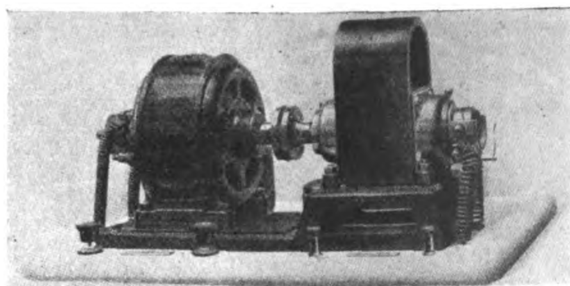


Fig. 271. — Vue du groupe générateur de courant faradique (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

en question que construisent les Etablissement Gaiffe-Gallot et Pilon.

Un autre type de générateur de courant faradique est la dynamo faradique qui ne diffère de la magnéto que par son système inducteur : l'aimant de la magnéto y est remplacé par un électroaimant, dont l'enroulement doit être alimenté par du courant continu. L'emploi d'une dynamo faradique ne peut donc être envisagé que si l'on dispose d'une source de courant de cette nature.

Au point de vue des applications médicales, le courant engendré par la magnéto que nous venons de décrire est de beaucoup plus intéressant que celui de la bobine d'induction à interrupteur; en effet, dans ce dernier cas il y a lieu de distinguer deux phases, d'où deux courants qui diffèrent par leur amplitude, c'est celle de la rupture du circuit primaire de la bobine et celle de l'établissement du courant dans ce circuit; il est évident que le maximum atteint n'est pas le même dans les deux cas et que cette irrégularité nuit à l'efficacité du traitement. Une autre cause d'irrégularité du courant secondaire de la bobine d'induction est le fonctionnement de son interrupteur qui laisse parfois à désirer, malgré tous les soins apportés à sa construction. Ces inconvénients ne se retrouvent plus dans la machine, magnéto ou dynamo, qui constitue bien le générateur le plus sûr et le plus régulier du courant faradique.

Les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont envisagé le cas où la même machine doit alimenter plusieurs postes de traitement en même temps; ce qui est particulièrement intéressant pour les installations dans

les cliniques. L'appareillage qui accompagne la magnéto faradique est monté sur un tableau de distribution et comprend notamment un réducteur de potentiel général, un milliampèremètre thermique gradué jusqu'à 100 mA, les rhéostats et commutateurs intercalés sur chacun des circuits des appareils d'utilisation.

Dans ce même stand, on remarquait un appareil de diathermie, dû à M. le professeur d'Arsonval, et créé surtout en vue des applications urologiques. Il importe que le courant de haute fréquence engendré par ces appareils ne produise sur le patient aucune sensation de courant faradique. Cette condition est réalisée avec le dispositif présenté par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon qui ont substitué aux appareils à ondes entretenues, comportant des lampes à trois électrodes, un simple circuit oscillant, formé d'un circuit inductif S et d'une batterie de condensateurs D et D', en dérivation sur un éclateur E (fig. 272). Ce circuit est relié aux

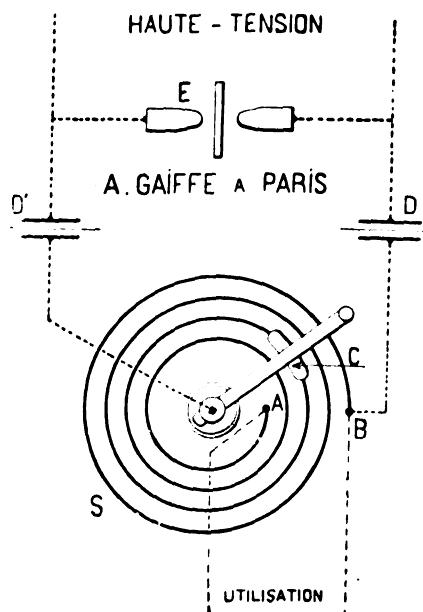


Fig. 272. — Schéma des connexions de l'appareil de diathermie (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).
C, curseur; D et D', condensateur; E, éclateur.

bornes du secondaire d'un transformateur élévateur de tension. La self-induction CB intercalée dans le circuit de décharge des condensateurs est réglable au moyen du curseur C. On supprime toute sensation du courant faradique en plaçant le curseur en B au début de l'application; la self-induction étant sensiblement nulle, la fréquence du courant est très élevée; au fur et à mesure que l'intensité du courant augmente, on introduit progressivement de la self-induction dans le circuit de décharge du condensateur en déplaçant le curseur C, de façon à conserver à la fréquence du courant sa valeur la plus élevée possible.

L'intensité du courant que peut débiter ce dispositif est de l'ordre de quelques ampères. Le modèle exposé par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon est prévu pour une puissance de 100 w, l'intensité du courant dans le circuit d'utilisation pouvant dépasser 2 A; mais ces établissements construisent un type de puissance s'élevant jusqu'à 300 et 500 w, les intensités des courants absorbés atteignant respectivement 12 et 25 A, sous 110 V. Remarquons que ces intensités relativement élevées sont obtenues grâce à la possibilité de mettre en résonance le circuit oscillant de haute fréquence avec le circuit d'utilisation, lorsque ce dernier a une capacité nettement définie.

Un organe délicat qui rentre dans la constitution de ce dispositif est l'éclateur. A la suite d'études approfondies de la question, les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont adopté l'éclateur à diélectrique carburé, dû à M. le professeur Broca. Ce système ne présente pas l'irrégularité dans le jaillissement de l'étincelle que l'on rencontre dans l'éclateur à air libre. On peut, semble-t-il, expliquer ce fait de la façon suivante : l'irrégularité que l'on veut éviter provient de l'usure des électrodes au point où se produit l'étincelle, et cette usure est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Or, en se produisant dans le diélectrique carburé, l'étincelle, qui décompose le gaz en ses éléments principaux, fournit une certaine quantité de chaleur au système, quantité de chaleur absorbée par la réaction chimique de décomposition, d'où résultent une moins grande élévation de la température du milieu et un moindre effet destructeur de l'étincelle sur les électrodes. Signalons un inconvénient, qui confirme d'ailleurs cette explication, c'est le dépôt de noir de fumée à l'intérieur de l'éclateur, qu'il suffit de nettoyer de temps à autre.

L'appareillage qui accompagne ce dispositif comprend un milliampèremètre gradué jusqu'à 2500 mA et les instruments d'utilisation, porte-excitateur, électrodes à disques et à boules, etc.

Dans le stand de M. Toury, constructeur (anciens Etablissements Gautier et Toury), étaient présentés un certain nombre d'appareils dans lesquels l'électricité intervient soit comme agent intermédiaire soit comme agent actif. Parmi ceux de la première catégorie, nous mentionnerons la douche à air chaud, le vibrateur, les boîtes d'endoscopie, les boîtes et les postes pour lumière et cautère et, enfin, le « Néostat ». Sur ce dernier appareil, représenté sur la figure 273, sont groupés les appareils des deux catégories; le courant d'alimentation doit être du courant continu. Il est prévu pour le réglage du courant galvanique un réducteur de potentiel de résistance élevée. Le courant faradique est produit par un appareil à balancier horizontal.

L'intérêt de ce meuble, d'encombrement réduit, est de réunir la plupart des appareils et instruments d'un usage courant en électricité médicale, y compris même le moteur disposé pour recevoir tous les accessoires dont on peut avoir besoin dans les nombreuses applications de la chirurgie

Nous mentionnerons encore, dans ce même ordre d'idées, l'électriseur médical exposé par les Anciens Etablissements Sautter-Harlé. Cet appareil à courants ondulés du système Nicolélis comprend une batterie d'accumulateurs, un convertisseur qui transforme le courant continu en courant alternatif, et un mouvement d'horlogerie à vitesse variable qui commande un rhéostat. Ce dernier est destiné à faire varier l'intensité du courant de façon qu'elle prenne périodiquement

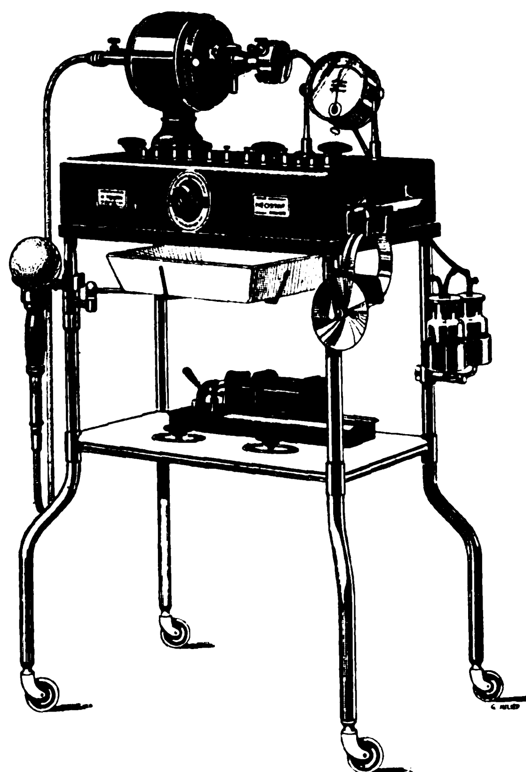


Fig. 273. — Vue du « Néostat » (M. Toury, constructeur.)

les mêmes valeurs ; ces valeurs sont réglées au moyen d'un deuxième rhéostat manœuvré à la main.

II. Ampoules à rayons X. Appareils de radioscopie, de radiographie et de radiothérapie. — L'électricité n'intervient dans ce domaine que pour l'alimentation des ampoules dont les radiations seront utilisées, et nous avons déjà décrit, dans un précédent chapitre [1], les dispositifs qui ont été exposés et qui permettent d'obtenir un courant continu de tension s'élevant jusqu'à 100000 et même 250000 V, aux bornes de l'ampoule.

Sans vouloir revenir sur cette question, qu'il nous suffise de rappeler que les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont résolu cet important problème grâce à une judicieuse combinaison de kénotrons et de condensateurs et ont pu présenter, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., leur poste générateur en fonctionnement, la tension obtenue étant précisément de 250 000 V.

Avant d'aborder la description de l'ampoule, qui constitue ici l'appareil d'utilisation, et celle du matériel de radiothérapie proprement dit, nous devons mentionner que ces mêmes établissements ont montré, dans le stand réservé à l'exposition rétrospective, les divers modèles d'ampoules employés depuis l'origine. C'est en 1895 que Roentgen découvre les rayons X : on pouvait voir dans la vitrine dont nous parlons un type d'une première ampoule, en forme de poire, et toute en verre ; elle ne possède pas d'anticathode : le faisceau cathodique frappait la paroi même, d'où résultait la fusion rapide du verre. Les expérimentateurs de l'époque, Lénard, Villard et Roentgen reconnurent ce défaut et, dès 1896, imaginèrent de placer sur le trajet du faisceau cathodique un morceau de platine auquel on donne le nom d'anticathode. Quelques-uns de ces derniers modèles étaient présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F., les uns datant de 1896, un autre dit « tube focus », de 1898, dû à M.-E. Colardeau et construite par Chabaud. Signalons, à titre documentaire, que M. Colardeau présentait déjà un tube de nouvelle forme à la séance de la Société française de Physique du 17 avril 1896. Le modèle exposé a un volume plus grand que les précédents, afin de remédier à l'absorption des gaz qui, en augmentant le vide dans l'ampoule, rend plus difficile le passage de la décharge et nuit au bon fonctionnement de l'appareil.

L'ampoule Muller, datant de 1900, basée sur le même principe que celles dont nous venons de parler et

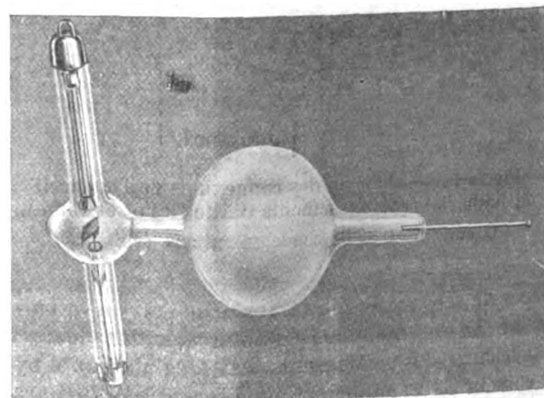


Fig. 274. — Vue d'une ampoule à rayons X construite en 1910 par Alvergnat-Chabaud, à régulateur par osmose.

construite en Allemagne, est sphérique ; elle comporte une cathode, une anticathode et une anode.

C'est à cette époque qu'apparaissent les ampoules munies d'un régulateur, susceptible de libérer des gaz à l'intérieur de l'ampoule, ce qui, en modifiant le vide, permet d'obtenir des rayons X de différentes qualités.

[1] L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., chapitre I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. xv, p. 220-222.

Un des premiers modèles d'ampoule avec régulateur, que les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont présenté, est celui de Sir Sylvanus P. Thompson datant de 1904. Le régulateur est du type dit chimique : il est constitué par un appendice qui contient de la potasse; c'est en le chauffant, par le passage d'une étincelle, qu'on obtient le résultat voulu. Un autre système de régulateur, le régulateur par osmose, est représenté dans l'ampoule construite en 1910 par le verrier français Alvergnat-Chabaud (fig. 274). Nous mentionnerons ensuite une ampoule, destinée à la radiothérapie, de la même année, de fabrication allemande; elle est comprise de façon que le volume du ballon soit augmenté par l'adjonction d'un appendice important. Nous rencontrons ensuite des modèles de construction plus récente : un modèle de l'ampoule établie sur les indications de M. le Dr Belot, en 1911, dans laquelle l'anticathode peut être refroidie par une circulation d'eau ou d'air; un autre modèle du type employé d'une façon courante en France et en Allemagne, avec un réservoir en verre pour l'eau de refroidissement de l'anticathode (fig. 275); une ampoule du modèle adopté par le Service de Santé, pendant la guerre, (fig. 276). Enfin, l'on pouvait constater les modifications apportées à l'ampoule Coolidge, employée actuellement en radiothérapie; les premières ampoules construites en France, en 1913 (fig. 277), étaient exposées, à côté de l'ampoule du type récent, datant de 1922, qui fonctionne sous la tension de 250 000 v.

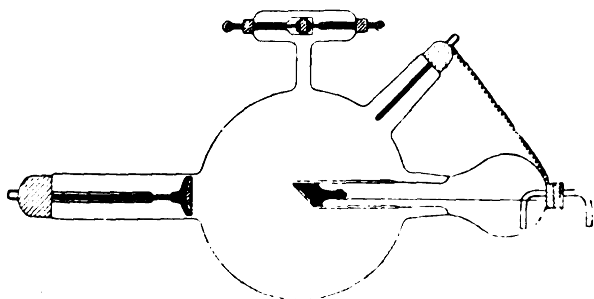


Fig. 275. — Vue d'une ampoule à rayons X avec anticathode refroidie par l'eau.

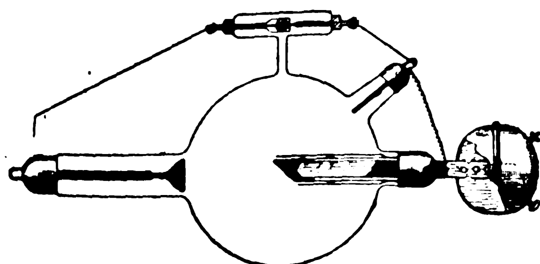


Fig. 276. — Vue d'une ampoule à rayons X du modèle du Service de Santé (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

Ce modèle est représenté sur la figure 278, au dessus d'un des premiers modèles d'ampoule à anticathode, datant de 1896.

Sans vouloir nous étendre sur les tubes à gaz du dernier modèle, représenté sur la figure 276, indiquée ci-dessus, et que construisent les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, il nous semble utile d'en donner quelques traits essentiels. Le réservoir de l'eau destinée au refroidissement de l'anticathode est non plus en verre, mais métallique, ce qui assure à l'ampoule une grande supériorité sur les anciens modèles : la masse métallique de l'anticathode et du radiateur est en quelque sorte extérieure à l'ampoule, de sorte qu'une grande partie de la chaleur mise en jeu dans l'ampoule est rapidement dispersée par rayonnement dans l'air ambiant; cette disposition assure de plus une grande robustesse à l'ampoule, ce qui permet de s'en servir dans toutes les positions. Le miroir anticathodique est en tungstène, dont la température de fusion, de 3 200°, est plus élevée que celle du platine qui n'est que de 1 740°. Grâce à ces perfectionnements, les intensités des courants absorbés par les ampoules de ce modèle atteignent 1 ou 2 m A, en radioscopie, et 10 ou 20 mA, en radiographie rapide; elles peuvent même s'élever jusqu'à 50 ou 60 mA, si la radiographie est très rapide.

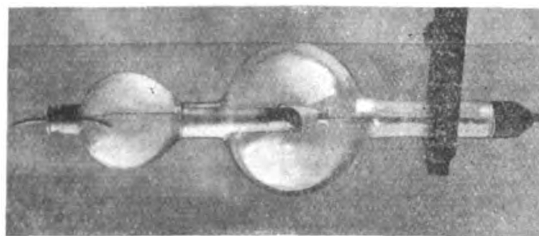


Fig. 277. — Vue d'une ampoule Coolidge, du premier modèle construit en France, en 1913 (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

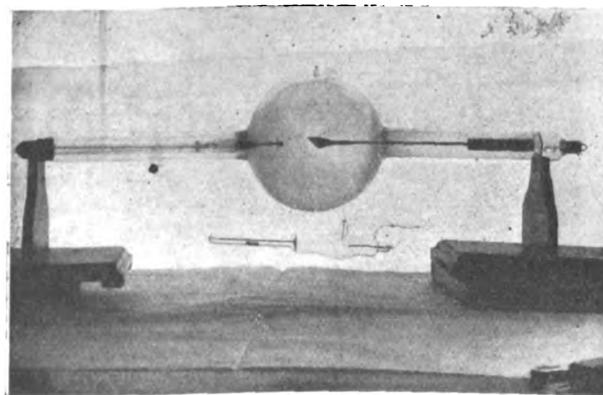


Fig. 278. — Vue de deux ampoules : la plus petite est une des premières ampoules avec l'anticathode, la plus grande est une ampoule de Coolidge, du modèle le plus récent (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

Le tube Coolidge permet d'obtenir des rayons X beaucoup plus durs et pénétrants, dont les longueurs

d'onde sont égales ou inférieures à 0,1 angström et diminuent lorsque la tension augmente. La longueur d'onde de 0,1 angström correspond à une tension de 124 000 v. Pour la tension de 250 000 v, pour laquelle, comme nous l'avons déjà vu, les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon sont parvenus à réaliser un poste générateur, cette longueur d'onde peut être réduite à 0,05 angstrom environ, ce qui est d'un très grand intérêt au point de vue des applications médicales. Il y a donc là un réel succès qui mérite d'être signalé.

Rappelons que la cathode de l'ampoule Coolidge est constituée par une hélice plane, portée à l'incandescence par une source auxiliaire, qui peut être soit à courant continu, soit à courant alternatif; cette hélice est concentrée dans une cupule qui affecte tantôt la forme d'un cylindre, tantôt celle d'un hémisphère.

L'anticathode est une masse de tungstène qui se refroidit par rayonnement; ce tube est du type normalisé (1); il y a lieu de prévoir un mode de refroidissement de l'ampoule par un courant d'air envoyé sur la paroi extérieure si le tube doit assurer un service continu. L'intensité du courant que peut absorber le tube



Fig. 279. — Vue du stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

prévu pour fonctionner sous 250000 v est de 4 mA environ tandis que le poste générateur qui l'alimente est prévu, comme nous l'avons dit, pour débiter un courant d'intensité égale à 10 mA. Le tube normalisé a succédé au tube à radiateur, que construisent ces mêmes établissements. Dans ce dernier, l'anticathode est une pastille de tungstène enchâssée dans une masse de cuivre qui se refroidit par conduction, à l'extérieur de l'ampoule, grâce à un radiateur.

Le fonctionnement du tube Coolidge dépend essentiellement de la valeur de la pression qui est obtenue à l'intérieur de l'ampoule : elle doit être assez faible pour que les phénomènes d'ionisation ne jouent plus aucun rôle, et d'autant plus faible que la tension aux bornes de l'appareil est plus élevée. Il y a donc là un problème nouveau, celui de la réalisation d'un vide aussi parfait que possible, que les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon ont également résolu, ainsi que nous le verrons plus loin.

Avant d'aborder la description des dispositions adoptées pour utiliser les radiations émises par ces ampoules, nous devons mentionner le stand de La Ver-

(1) A. Dauvillier; Sur la théorie du fonctionnement du tube Coolidge à radiateur. *Revue générale de l'Electricité*, 2 août 1919, t. VI, p. 134-136.

rerie scientifique dans lequel figuraient également les différents modèles de leurs ampoules à rayons X, à refroidissement par radiateur ou par circulation d'eau. Ces tubes sont munis d'un régulateur dont nous avons défini le rôle plus haut. Les types de régulateurs adoptés par La Verrerie scientifique sont les régulateurs à osmo-platine, à osmo-palladium, à air et à étincelles.

En ce qui concerne les appareils qui permettent d'utiliser les rayons X, une visite du stand des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon (fig. 279) était fort instructive à ce sujet. A côté du poste à 250000 v, on pouvait remarquer l'installation complète de l'appareil d'utilisation qui comprend l'appareil-support d'ampoules et la table de radiothéraphie (fig. 280). Le premier est constitué par un pont roulant sur les rails duquel peut se déplacer une cuve en plomb de 6 mm d'épaisseur, remplie d'huile et dans laquelle se trouve le tube Coolidge. Cette cuve est munie de deux ouvertures circulaires, transparentes aux rayons X et situées à la partie inférieure, l'une suivant la verticale, l'autre à 45° de cette direction. Les connexions entre le tableau qui porte les appareils de commande et de réglage et les antennes qui supportent l'ampoule sont prévues en tubes métalliques de fort diamètre.

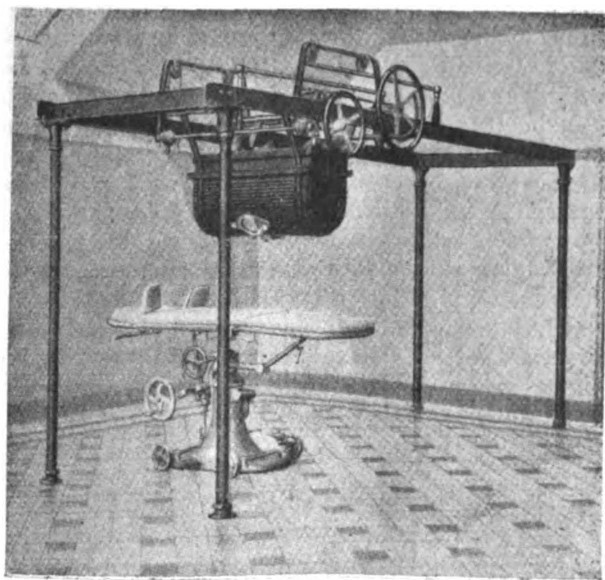


Fig. 280. — Vue de l'ensemble de l'appareil de radiothérapie (Établissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

Les appareils de mesures qui appartiennent à l'équipement de ce poste sont le milliampèremètre et l'intensionomètre.

L'intensionomètre indique l'intensité du rayonnement X, c'est-à-dire la quantité d'énergie rayonnée, sous forme de rayons X, à travers l'unité de surface perpendiculaire à la direction du rayonnement, pendant l'unité de temps. Cet appareil est basé sur le principe des ionomètres, par lesquels on mesure l'intensité du courant d'ionisation à travers un diélectrique bien défini. Disons tout de suite que, dans les ionomètres proprement dits, la mesure de l'intensité du courant se ramène à une mesure de quantité d'électricité. En effet, étant donné la faible valeur de l'intensité du courant mise en jeu, de l'ordre de 10^{-12} A, dans l'ionomètre, il est impossible, même avec les galvanomètres les plus sensibles, de la déceler; aussi la mesure se ramène à celle du temps nécessaire à la charge d'un condensateur de capacité déterminée. L'intensionomètre, représenté schématiquement sur la figure 281, comprend une chambre d'ionisation de forme tronconique que l'on place sur le trajet du rayonnement X; dans cette chambre sont disposés des disques en papier recouverts d'une mince couche de carbone conducteur, maintenus séparés dans des plans parallèles, distants de 1 cm, à l'aide d'anneaux isolants; ces disques sont alternativement reliés aux deux bornes de la chambre d'ionisation et constituent une sorte de condensateur à lames parallèles, dont le diélectrique serait l'air interposé, qui sera ionisé par les rayons X. L'enveloppe de la chambre est en plomb et en aluminium; la base supérieure comporte un tiroir permettant de placer les filtres utilisés et la base inférieure, un plateau de bois, percé d'un trou destiné à recevoir la chambre d'ionisation de l'ionomètre de Salomon, si l'on désire comparer les mesures.

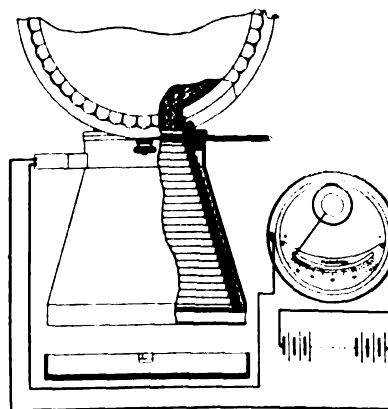


Fig. 281. — Schéma de l'intensionomètre et de ses connexions (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

Les dimensions de la chambre de l'intensionomètre sont telles que le diamètre du faisceau rayonné est de 25 cm, à une distance de 40 cm de l'anticathode. La source d'énergie est une batterie de piles Féry, comportant 100 éléments et montée en série avec un galvanomètre à lecture directe : la déviation maximum de l'aiguille correspond à une intensité de courant de 2 μA.

Le corps ionisé auquel se rapportent les indications du microampèremètre est l'air qui est, comme nous l'avons dit, interposé entre les disques conducteurs; mais les éléments constitutifs de l'air étant les mêmes que ceux des tissus humains, les coefficients d'absorp-

tion de ces derniers sont voisins de ceux de l'air et les résultats de la mesure peuvent s'appliquer sans correction au corps humain.

L'intensité de courant lue sur le galvanomètre est

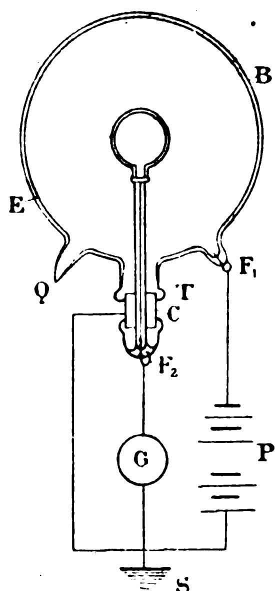


Fig. 282. — Schéma du mode de construction et du montage de la chambre d'ionisation exploratrice du dosimètre de M. Dauvillier (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

proportionnelle à l'intensité du rayonnement, suivant la définition que nous en avons donnée plus haut. En comparant les indications de l'intensionomètre et celles du milliampèremètre intercalé dans le circuit de l'ampoule, l'opérateur peut, à chaque instant et par des lectures directes, se rendre compte des conditions de fonctionnement du système.

L'installation complète, comprenant le poste de transformation du courant fourni par le réseau de distribution en courant continu à très haute tension et tout l'appareillage d'utilisation, constitue un ensemble spécialement étudié pour être de manœuvre simple et facile, tout en satisfaisant à toutes les conditions de bon fonctionnement, de rendement et de sécurité qui doivent être imposées à des organismes de ce genre.

Puisque nous venons de parler d'un appareil permettant de mesurer l'intensité d'un rayonnement X et dont les graduations sont établies par comparaison avec d'autres appareils, nous devons mentionner un deuxième dispositif, également exposé par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon, qui indique la « dose en profondeur » des rayons X appliquée au patient; il s'agit du dosimètre absolu, à lecture directe, de M. Dauvillier, décrit dernièrement dans la « Revue générale de l'Electricité » [1] et présenté par son créateur à la Société française de Physique dans sa séance du 7 mars 1924.

L'organe essentiel de ce dispositif, représenté schématiquement sur la figure 282, est la chambre exploratrice, chambre de forme sphérique, pour les raisons que développe M. Dauvillier dans son étude précitée, et constituée par un petit ballon en verre B, de 4 cm³ de volume, revêtu à l'intérieur d'un enduit conducteur; son enveloppe constitue l'électrode portée à un potentiel

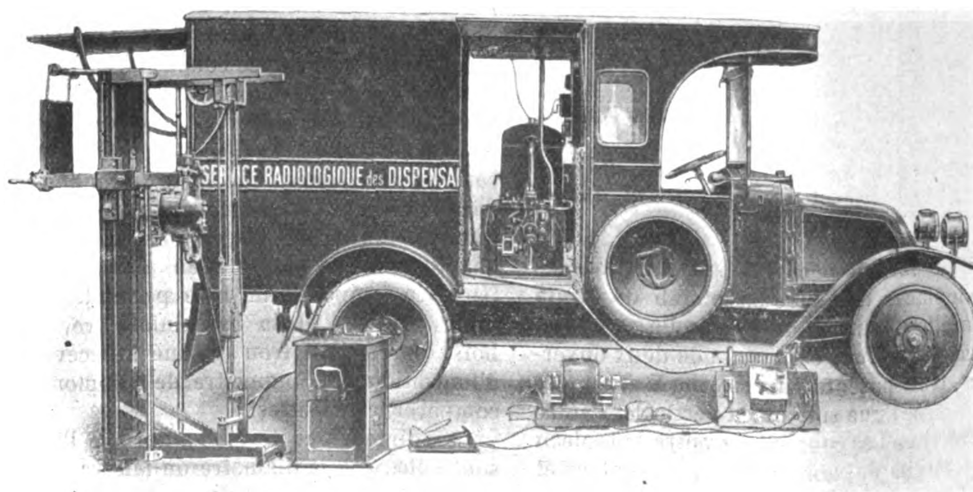


Fig. 283. — Vue d'une voiture radiologique (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

élevé, de l'ordre de 1000 v. L'électrode centrale est également sphérique ; elle est reliée par un fil de platine à un galvanomètre sensible à 10^{-9} A du type Ayrton-Mather. A la tubulure T de l'ampoule est soudé un collet de platine C qui, relié au sol, joue le rôle d'un anneau de garde parfait.

Le gaz absorbant placé dans l'ampoule doit être un gaz lourd, afin que le nombre des molécules présentes ne soit pas trop considérable par rapport au nombre

[1] A. Dauvillier; Sur un dosimètre absolu à lecture directe par rayons X pénétrants. *Revue générale de l'Electricité*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 887-902.

d'ions formés; après de nombreuses recherches, M. Dauvillier a porté son choix sur le xénon, constituant, d'après ses propres termes, le gaz absorbant idéal, à cause de son faible potentiel d'ionisation.

Signalons une particularité intéressante, au point de vue électrique, et relative à la source de l'énergie électrique : M. Dauvillier a substitué à la batterie de piles ou d'accumulateurs P le dispositif statique dont le principe est dû à M. Villard ; il consiste en un redresseur de courant alternatif, formé d'un transformateur, d'un kénotron et d'un condensateur.

L'échelle du galvanomètre peut être graduée en ergs absorbés par seconde, par unité de volume de tissus à l'endroit où se trouve la chambre exploratrice ; on compare cette quantité d'énergie à celle absorbée dans le même temps et par le même volume d'eau. Comme la mesure directe dans l'eau, pour l'étalonnage de l'appareil, n'est pas réalisable, M. Dauvillier fait des mesures dans l'air et établit la relation entre les coefficients d'absorption de l'air et de l'eau pour rapporter les indications de l'appareil à ce dernier corps.

Dans ce même stand était encore exposé un modèle de la voiture radiologique, du type adopté par le Comité départemental d'Hygiène sociale du Finistère. Sur cette voiture (fig. 283), est monté tout le matériel nécessaire à la production des rayons X et à leur application à la radioscopie et à la radiographie. Cet équipement comprend notamment le groupe générateur et le dossier-table support d'ampoule. Le groupe générateur est constitué par un moteur à essence qui commande une génératrice à courant continu (115 V × 12 A), une commutatrice, qui transforme en courant alternatif le courant débité par la génératrice, et un transformateur élévateur de tension. Remarquons que le groupe peut être supprimé lorsque la voiture est destinée à une région dans laquelle on est certain de disposer du courant distribué par un réseau quelconque : tel est le cas, par exemple, des voitures employées à Paris, pour la radiographie et la radioscopie au domicile des malades. Le deuxième organe, du modèle de M. le professeur Réchou, comprend la cupule opaque aux rayons X et à la lumière, destinée à recevoir l'ampoule Coolidge et le dossier-table proprement dit qui permet de faire les examens radioscopiques soit en position debout, soit en position couché et de passer facilement d'une position à l'autre.

Nous mentionnerons aussi la table basculante autonome destinée aux examens radiographiques et radioscopiques. Ce meuble comprend la table proprement dite, le système mécanique permettant de la placer horizontalement ou verticalement, la cupule destinée à recevoir l'ampoule radiogène, le transformateur qui élève la tension de distribution à une valeur convenable et l'appareillage de commande et de réglage. La figure 284 donne la vue de l'ensemble de l'appareil. Le diaphragme par lequel passent les rayons X est à quatre volets, ce qui permet de faire varier le champ du rayonnement en longueur et en largeur.

Tels sont les principaux appareils d'utilisation des rayons X y compris l'appareillage de contrôle, exposés par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon qui, depuis de nombreuses années, se sont fait une spécialité de l'étude et de la construction du matériel destiné aux applications de l'électricité à la médecine.

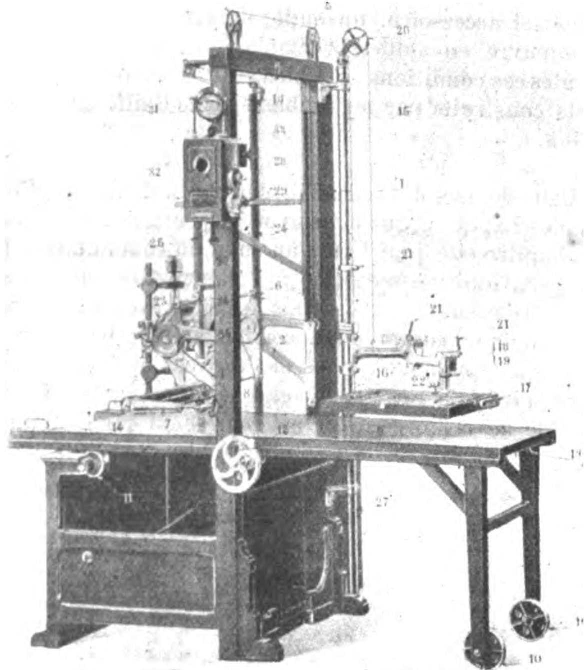


Fig. 284. — **Vue de la table basculante autonome en position horizontale (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).**

1, Cadre vertical ; 2, supports latéraux du porte-ampoule ; 3, contrepoids d'équilibrage du porte-ampoule ; 4, 5, poulies de renvoi des câbles d'équilibrage du porte-ampoule ; 6, cadre pour le déplacement transversal du porte-ampoule ; 7, tourelle pour la commande des déplacements d'ampoule ; 8, poignée de manœuvre des déplacements d'ampoule et du diaphragme ; 9, dessus de table ou dossier perméable aux rayons X ; 10, galets de roulement de la table sur le sol ; 11, galets de roulement de la table sur le bâti fixe ; 12, volant de commande du déplacement longitudinal de la table ; 13, verrou d'immobilisation du dessus en position de dossier ; 14, aiguillage pour l'axe de bascule de la table ; 15, colonne support du bras porte-écran ; 16, bras articulé pour le support d'écran ; 17, cadre porte-écran ou châssis ; 18, 19, écran ou châssis porte-plaque ; 20, poulie de renvoi de la chaîne d'équilibrage du porte-écran ; 21, manettes de blocage du porte-écran ; 22, écrou de blocage du cadre porte-écran ; 23, cupule protectrice de l'ampoule ; 24, 25, antennes isolantes contenant les fils d'alimentation de l'ampoule ; 27, coffre du transformateur à haute tension ; 28, interrupteur général ; 29, interrupteur du circuit à haute tension ; 30, rhéostat de réglage du filament ; 31, milliampèremètre d'ampoule ; 32, coffre et tableau de commande ; 33, commutateur pour pénétration variable ; 34, verrou de blocage de la rotation du porte-ampoule ; 35, vis de blocage du mouvement vertical du porte-ampoule.

La rapide description que nous venons de donner des récentes créations de ces établissements nous montre la grande diversité des problèmes que l'on rencontre dans cette branche de l'industrie, problèmes qui touchent à la fois à la science, à la mécanique, à l'électrotechnique et à la médecine.

Nous regrettons de ne pouvoir nous étendre plus lon-

guement, sans sortir du cadre de ce compte rendu, sur l'étude des mécanismes, par exemple, qui interviennent dans les divers meubles que nous venons de mentionner et que l'on pouvait voir fonctionner à l'Exposition de Physique et de T. S. F., mécanismes parfaitement bien compris et convenant à un matériel qui n'est, en définitive, pour l'opérateur appelé à s'en servir, qu'un matériel accessoire, un outil ; il importe donc que la manœuvre en soit très simple et le contrôle facile. Toutes ces conditions sont bien réalisées dans les appareils construits par les Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

Dans le stand des Etablissements L. Drault et Ch. Raulot-Lapointe, que nous avons déjà mentionnés dans le chapitre cité plus haut, au sujet du commutateur à contacts tournants destiné à l'alimentation en haute tension des ampoules à rayons X, était présenté un poste radiologique comprenant, comme la table basculante autonome que nous venons de décrire, tout le matériel nécessaire à la radioscopie et à la radiographie. L'ensemble de cet organisme est représenté sur la figure 285 ; nous retrouvons un dossier-table ou châssis basculant, le support de l'ampoule, sur lequel est montée la cupule destinée à recevoir l'ampoule, et l'appareillage électrique disposé sur un pupitre ; à l'intérieur de ce dernier sont placés le transformateur élévateur de tension et un autotransformateur permettant de régler la tension. Dans l'appareillage, il importe de signaler le disjoncteur à temps, qui coupe le circuit après une durée de service déterminée, de 0,1 à 10 s, ce qui permet d'assurer le contrôle automatique de la durée des poses.

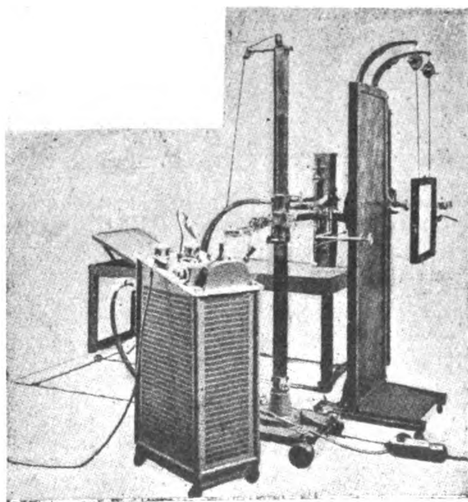


Fig. 285. — Vue d'un poste radiologique (Etablissements L. Drault et Ch. Raulot-Lapointe).

Afin d'éviter le danger que présente la haute tension pour l'opérateur et le patient, tout le matériel appartenant au circuit à haute tension, à savoir l'ampoule, les conducteurs reliant l'ampoule au transformateur et le transformateur, est enfermé dans une même gaine métallique continue et reliée à la terre. Sur la figure 286 est représentée la vue des conducteurs, dans la gaine métallique et souple, à leur sortie du pupitre ; elle permet de se rendre compte de la façon dont est assurée la continuité de l'enveloppe métallique. Il est également prévu un dispositif de contrôle de mise à la terre.

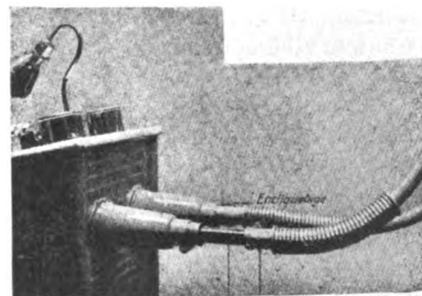


Fig. 286. — Vue du raccordement des conducteurs au pupitre de commande d'un poste radiologique (Etablissement L. Drault et Ch. Raulot-Lapointe).

M. G. Massiot a également présenté un certain nombre d'appareils concernant la radiographie et, en particulier, un poste radiologique dans lequel l'ampoule est une ampoule Coolidge et un cadre d'examen radioscopique du système de M. le Dr Guilleminot.

Dans le même ordre d'idées, nous mentionnerons encore le châssis-lit basculant, démontable et transportable, des Etablissements V. Bouchardon et F. Aujou, ainsi que le meuble autonome radiogène de la Société des anciens Etablissements Louis Ancel.

Nous ne pouvons terminer ce paragraphe, relatif à la production et aux applications des rayons X, sans parler d'une catégorie de recherches, passées sous silence jusqu'ici, relatives à la protection contre les rayons X. Nous rappelons, à ce propos, les notes contradictoires présentées par M. Contremoulins et par MM. Maxime Ménard et Pestel, à l'Académie des Sciences, en 1921 (1); la différence des conclusions des expérimentateurs montre que la question mérite encore d'être étudiée. De nombreux essais ont été effectués sur la détermination des coefficients d'ab-

(1) Contremoulins; A propos de la protection des tiers contre les rayons X. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 avril et 2 mai 1921, t. CLXXII, p. 1030-1033 et 1097-1098.

Maxime Ménard et Pestel; A propos de la protection des tiers contre les rayons X. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 9 mai 1921, t. CLXXII, p. 1178-1179.

Ces notes ont été analysées dans la *Revue générale de l'Électricité*, 2 juillet 1921, t. X, p. 15-16.

sorption des divers corps et éléments (¹), variables d'ailleurs avec la longueur d'onde, suivant la loi de Bragg et Peirce. Si nous en parlons ici, c'est à l'occasion de la nouvelle composition « anti-X » de M. le Dr Angebaud, qu'exposait la Compagnie Ouest et Central Electric réunis. Nous ne pouvons mieux faire, pour présenter les résultats obtenus avec les cupules de cette composition, que de résumer le procès-verbal d'essais décerné à M. le Dr Angebaud par le Laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers. L'essai a porté sur deux cupules hémisphériques de 160 mm de diamètre extérieur et de 15 mm d'épaisseur, l'une de couleur rouge et l'autre, de couleur gris sombre. Il a été effectué avec une ampoule Coolidge, petit modèle. L'intensité du courant dans l'ampoule est de 5 mA et la durée d'exposition de vingt minutes; la distance de l'anticathode à la plaque de 25 cm. Sur le cliché, reproduit sur la figure 287, sont enregistrés les résultats : en A, celui de l'échantillon d'une des deux cupules (celle de couleur rouge), de 7 mm d'épaisseur; en B, celui de l'échantillon de l'autre cupule (celle de couleur gris sombre) ; en C et D, des feuilles de plomb, de 2 mm d'épaisseur en C et de 1 mm en D : en F, on voit un fil de plomb passant sur chaque échantillon et qu'on ne distingue plus sur A ; d'où l'on conclut que l'opacité de la première cupule est plus grande que celle de la seconde. Ce produit est un corps isolant, au point de vue électrique, de densité relativement faible (1,613), facile à

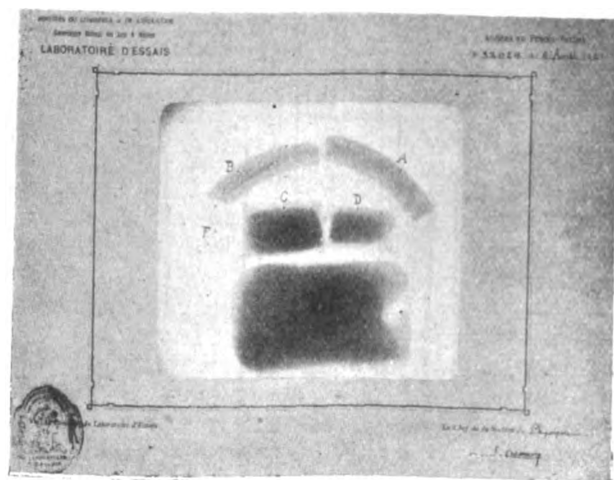


Fig. 287. — Épreuve photographique des essais d'opacité aux rayons X de la composition anti-X de M. le Dr Angebaud (Compagnie Ouest et Central Electric réunis). Essais effectués au Laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers).

A et B, deux échantillons de 7 mm d'épaisseur; C, feuille de plomb de 2 mm d'épaisseur; D, feuille de plomb de 1 mm d'épaisseur; F, fil de plomb passant sur chaque échantillon

(¹) Un très grand nombre de résultats sont consignés dans l'ouvrage de M. M. de Broglie, *Les Rayons X*. Recueil des Conférences-Rapports de Documentation sur la Physique. En vente à la librairie A. Blanchard et à la librairie des Presses universitaires.

travailler et dont on peut se servir sous des formes diverses de cupule, de panneau et d'écran.

III. **Pompes à vide**. — Le problème de la réalisation du vide est un de ceux qui préoccupent le plus aujourd'hui les physiciens et les techniciens, depuis le développement des applications les plus diverses des lampes et ampoules, dont le fonctionnement, la durée et le rendement, sont intimement liés à la pression du milieu dans lequel sont placés les conducteurs. Là encore l'Exposition de Physique et de T. S. F. a permis de constater les perfectionnements réalisés dans cette voie.

Dans le stand des Établissements Gaiffe-Gallot et Pilon était exposé un groupe moteur-pompe (fig. 288) qui se compose d'un moteur électrique, d'une pompe à vide préalable et d'une pompe à condensation. La pompe à vide préalable est formée de deux corps de pompe placés dans une cuve en fonte, immergés dans l'huile et disposés comme le montre schématiquement la figure 289. La partie mobile de chacun de ces corps de pompe à l'intérieur de l'enveloppe cylindrique s'applique contre la paroi interne de cette enveloppe suivant une génératrice commune aux deux parties ; elle est munie d'une fente dans laquelle sont logés deux volets, glissant à frottement doux et repoussés contre la paroi par un ressort. Le tube dans lequel tourne l'organe mobile ou la palette est donc divisé en deux parties dont le volume varie dans le mouvement de rotation de la pompe. Une des pompes du système comporte une soupape S ; son orifice d'aspiration A' est relié à l'orifice de refoulement R de l'autre pompe. Les deux pompes sont montées sur un même arbre, non représenté sur la figure : il passe de la pompe 2 à la pompe 1, à travers un presse étoupe dont est munie la pompe 2.

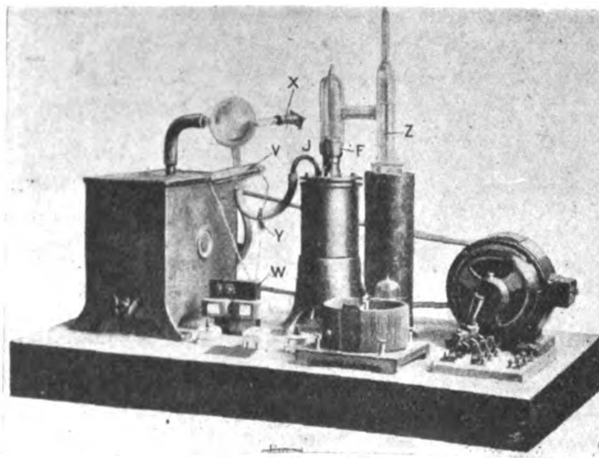


Fig. 288. — Vue d'un groupe de pompe à condensation et de pompe à vide préalable (Établissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

F, orifice central; J, orifice d'aspiration pour le vide préalable; V, tube de Geissler tenant lieu de lampe témoin; W, transformateur destiné à l'alimentation du tube Geissler.

L'huile dans laquelle est immergé le système forme un joint parfait, et la petite quantité de cette

huile qui peut pénétrer par le presse-étoupe assure le graissage de la pompe ; son niveau est tel que seul l'orifice d'aspiration A émerge. La vitesse de rotation de cette pompe est de 350 t : mn et la puissance absorbée, de 0,22 ch environ. Sa vitesse d'aspiration est très grande : c'est ainsi qu'en 1 minute, la pression n'est plus que de 0,1 mm de colonne de mercure ; en

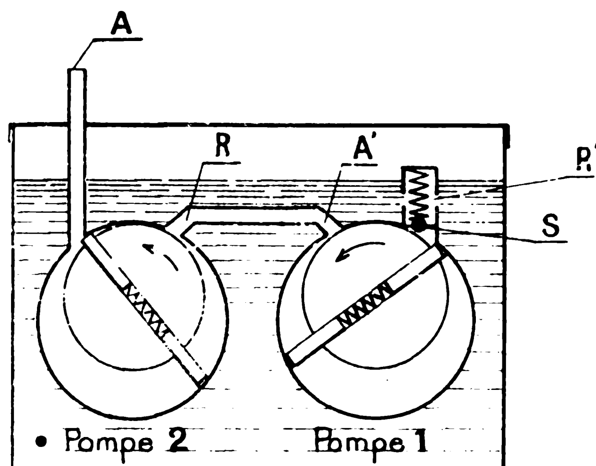


Fig. 289. — Vue schématique de la pompe rotative double, à palettes (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

9 minutes, cette pression est descendue jusqu'à 0,0001 mm de colonne de mercure.

Dans la pompe à condensation, on utilise un courant de vapeur de mercure pour extraire les gaz ; elle est montée en série avec la précédente, et formée d'un vase cylindrique A (fig. 290) à l'intérieur duquel est

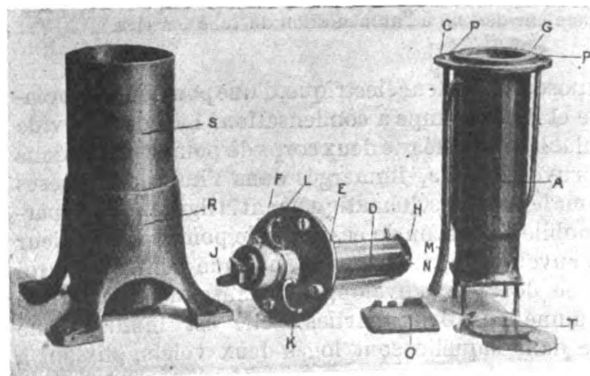


Fig. 290. — Vue des pièces qui constituent la pompe à condensation à vapeur de mercure (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

A, vase cylindrique en fer ; C, bride ; D, cylindre à double paroi ; E, bride ; F, orifice central ; G, anneau en caoutchouc ; K et L, tubes reliant les intervalles compris entre les doubles parois ; M et N, tubes d'amenée et d'évacuation de l'eau de refroidissement ; T, réchaud électrique.

placé un cylindre D à double paroi. La paroi intérieure traverse une bride E et porte à sa partie supérieure un godet F ; l'autre paroi s'arrête sous la bride C. A l'extrémité inférieure du tube sont disposées des pièces métalliques s'emboîtant les unes dans les autres, dont nous définirons le rôle plus loin. Dans l'espace annulaire compris entre le vase A et le tube D débouche un tuyau, représenté en J sur la figure 290 et qui est l'orifice d'aspiration. Le joint est assuré par un anneau en caoutchouc G placé entre la bride C et la collerette E du tube D. Le fond du vase A contient une certaine quantité de mercure, dont on élève la température au moyen d'un réchaud électrique. Le refroidissement de la pompe est assuré par une circulation d'eau dans les doubles parois qui sont reliées entre elles au moyen des tubes cintrés K et L. L'appareil à vider est relié à l'orifice central, représenté en F sur les figures 288 et 290, déjà indiquées plus haut, et le tube J, à la pompe à vide préalable. La vapeur de mercure passe dans les chicanes représentées sur la figure 291 ; leur position est

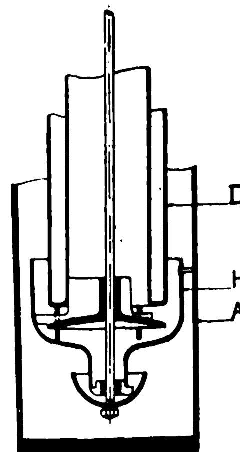


Fig. 291. — Vue schématique de la pompe à condensation à vapeur de mercure (Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon).

telle que cette vapeur ne puisse pas pénétrer dans le tube D. Les gaz du récipient à vider pourront donc pénétrer dans la vapeur qui ira se condenser dans la partie supérieure du tube A.

Le tube de Geissler V, que l'on peut voir sur la figure 288 mentionnée plus haut, est intercalé sur la canalisation entre les deux pompes et permet le contrôle du vide préalable.

Un deuxième type de pompe est celui de la pompe moléculaire hélicoïdale exposée par M. Holweck, qui a fait, en particulier, l'objet d'une note à l'Académie des Sciences (1). Elle avait été présentée antérieurement à la Société française de Physique (2), dans sa séance du

(1) M. Holweck ; Pompe moléculaire hélicoïdale. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 43-46. *Revue générale de l'Electricité*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 772-773.

(2) *Bulletin de la Société française de Physique*, n° 168. Séance du 17 mars 1922.

17 mars 1922. Rappelons qu'elle est basée sur le même principe que la pompe moléculaire de Gaede.

Elle se compose d'un corps de pompe cylindrique dans lequel ont été creusés deux canaux hélicoïdaux G (fig. 292) et à pas contraire ; les filets des deux hélices

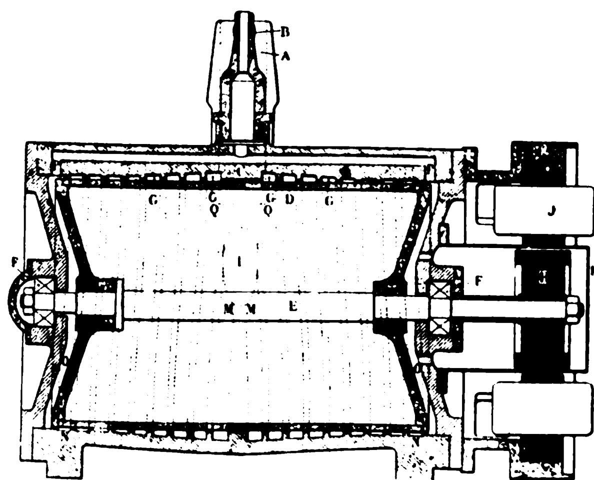


Fig. 292. — Vue schématique de la pompe moléculaire hélicoïdale de M. Holweck.

A, canal d'aspiration ; C, corps de pompe cylindrique ; D, tambour cylindrique lisse ; G, canaux hélicoïdaux ; H, rotor du moteur asynchrone ; K, enveloppe métallique étanche ; P, canal conduisant à la pompe préparatoire.

se réunissent au milieu de la pompe et communiquent par un gros canal d'aspiration avec le récipient à vider ; les deux autres extrémités aboutissent au tube P, qui conduit à la pompe préparatoire.

La profondeur décroissante des filets a pour but de tenir compte de la diminution du libre parcours des molécules du gaz, par suite de l'accumulation de ce gaz dans la chambre mise en communication avec la pompe préparatoire. Pour un sens de rotation convenable et bien que la vitesse linéaire du rotor soit faible devant celle des molécules gazeuses (40 m : s devant 500 m : s environ), celles-ci sont entraînées par les chocs successifs contre le rotor et cheminent le long de l'hélice pour être finalement évacuées dans la pompe préparatoire.

L'organe mobile est entraîné par un petit moteur asynchrone dont le rotor est dans le vide et le stator, dans l'air ; le rotor est monté à l'extrémité de l'arbre du cylindre de la pompe et enfermé dans une cloche étanche très mince K, qui passe dans l'entrefer ; le métal qui la constitue est un métal très résistant pour que les pertes par courants de Foucault soient réduites au minimum.

La partie mobile est donc entièrement dans le vide et montée sur des roulements à billes.

Sur la figure 293 sont représentés les principaux organes de cette pompe. Elle tourne à la vitesse de 4 000 t : mn et la puissance absorbée est de l'ordre de 10 W.

M. Holweck a fait des mesures de débit pour diverses pressions avec des modèles qui diffèrent par la profondeur des filets et la longueur du canal. Nous relevons, parmi ces résultats, les chiffres suivants :

Pression moyenne, en millimètres de mercure, 0,01 et 0,001 ; débit, en l : s, type B, 2,3 ; type C, 3,5 et 4,5.

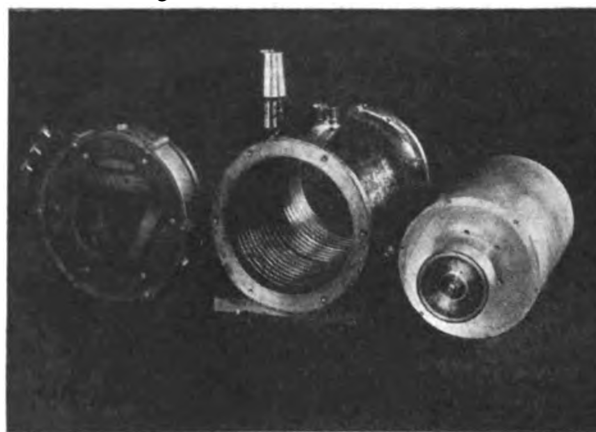


Fig. 293. — Vue des pièces de la pompe moléculaire hélicoïdale de M. Holweck.

Le type C comporte des filets qui, sur une certaine longueur, sont plus profonds que ceux du type B.

A propos de cette pompe, nous devons mentionner un appareil présentant quelque analogie avec celui que nous venons de décrire : nous voulons parler de la turbine moléculaire qu'a exposée M. le Dr Létang, dans le stand de la Société française de Physique. Cette turbine, représentée sur la figure 294, a été réalisée en 1894,

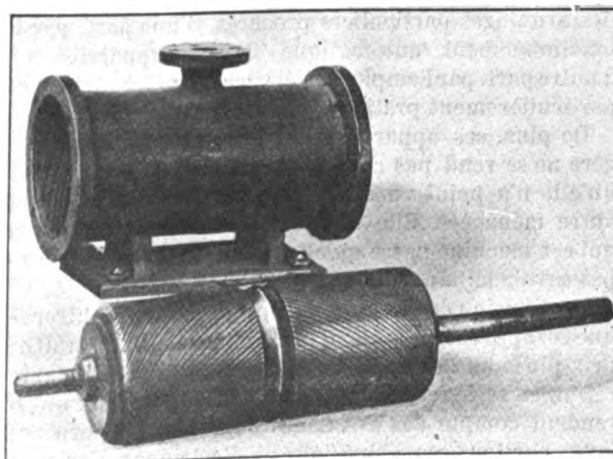


Fig. 294. — Vue de la turbine moléculaire du Dr Létang.

elle a fait l'objet d'un brevet que rappelle M. Létang dans une note adressée à la Société française de Physique lors de la présentation de la pompe de M. Holweck (1).

(1) *Bulletin de la Société française de Physique*, nos 171 et 173, 5 mai et 2 juin 1922.

Nous terminons ici cette nomenclature des appareils et dispositifs qui concernent directement ou indirectement les applications de l'électricité à la médecine. Parmi ceux qui ont été mentionnés, il en est un certain nombre qui rentrent aussi dans le matériel destiné à l'équipement des laboratoires, notamment ceux qui se rapportent aux applications des rayons X, et l'on sait l'importance des problèmes que soulèvent ces applications, problèmes spéculatifs sur la constitution de la matière. Dans ce domaine, plus encore que dans les autres, la technique, qui bénéficie des découvertes scientifiques, sait à son tour se mettre à la disposition de la science, et une visite des divers stands mentionnés dans ce chapitre a permis d'enregistrer cette étroite collaboration, à laquelle s'ajoute encore celle de la science médicale.

(*A suivre*).

A. Curchod,
Licencié ès-sciences, ingénieur E. S. E.

Les petites applications domestiques du moteur électrique

L'emploi des appareils électriques destinés à faciliter les travaux courants de la maison est loin d'avoir, chez nous, l'extension qu'il a pris en certains pays étrangers. L'auteur pense qu'il y a lieu, néanmoins, de se défier d'une critique un peu trop rapide et il montre, par la description de nombreux modèles d'appareils dont on dispose en France et ayant figuré, pour la plupart, au premier Salon des Appareils ménagers, que la maîtresse de maison peut, dès maintenant, grâce à l'emploi judicieux du moteur électrique, simplifier, rendre moins désagréables et surtout moins pénibles les divers travaux qui lui incombent.

Introduction. — Si la lumière électrique a pris, en France, un assez grand développement, très comparable à celui que l'on constate dans les autres pays et devant s'étendre prochainement davantage avec la création des réseaux ruraux, les petites applications domestiques de l'électricité et surtout les applications mécaniques sont encore considérées, par le public, plus comme un luxe que comme une utilité.

C'est qu'en effet ces appareils sont d'un prix qui ne soutient aucune comparaison avec les appareils habituellement utilisés, surtout lorsqu'on considère le prix d'achat en lui-même, sans tenir suffisamment compte des avantages particuliers procurés, d'une part, par le fonctionnement automatique de ces appareils, et, d'autre part, par l'emploi de l'électricité, source d'énergie particulièrement pratique, pour les mettre en marche.

De plus, ces appareils sont peu connus. La ménagère ne se rend pas compte, en général, d'un appareil qu'elle n'a point vu à l'œuvre entre les mains d'une autre ménagère. Elle se méfie, d'ailleurs, de tout ce qui est machine parce qu'elle craint, bien à tort, de ne pas savoir la faire fonctionner.

La diffusion de ces appareils qui, à la fois, montrerait que ces appréhensions sont peu fondées et permettrait un prix plus abordable, grâce à la possibilité de leur fabrication en série, est vivement souhaitée par ceux qui se rendent compte des avantages nombreux apportés au foyer par tous ces « auxiliaires » électriques. Certains, comparant la situation en France et celle dans quelques pays, privilégiés comme l'Amérique ou la Suisse, se laissent aller à une critique rapide d'où il ressort que nous sommes infiniment arriérés et que les constructeurs français ne se préoccupent pas assez de la question.

Si l'on veut bien réfléchir à ce que l'Amérique, par sa population considérable et par son goût intense pour le machinisme, forme un vaste réservoir d'acheteurs qui justifie toute nouvelle fabrication un peu sérieuse, on comprendra qu'il est bien difficile d'établir un parallèle entre ce pays et la France. La comparaison est également difficile avec la Suisse, car, si ce dernier pays est petit, son électrification est, par contre, particulièrement développée et le prix du courant y est très faible. En évitant ainsi une comparaison un peu trop superficielle, on se rend compte qu'il faut être moins sévère en ce qui concerne le développement, en France, des applications dont il s'agit.

Et d'ailleurs, à mesure que les canalisations électriques se multiplient, les appareils mécaniques actionnés à l'électricité voient aussi leur nombre augmenter lentement. Les constructeurs ne sont nullement en retard par rapport à ceux des autres pays, du moins en ce qui concerne la conception et l'exécution des appareils : les nombreux modèles qui avaient été présentés au Salon des Appareils ménagers et dont on trouvera la description ci-après montrent qu'ils ont déjà fait un gros effort.

Aussi, croyons-nous que c'est surtout l'éducation de l'usager qui est à faire ; il faut lui montrer ce qui existe, non en Amérique, car il le sait plus ou moins confusément, mais chez nous, et ceci il l'ignore; il faut lui indiquer en quoi ces appareils peuvent lui être utiles et combien il est facile de s'en servir.

A ce point de vue, l'idée de M. J.-L. Breton, directeur de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, d'organiser un Salon des Appareils ménagers a été des plus heureuses. Plus encore, celle de réaliser et de mettre au point l'un de ces appareils a montré que l'Office national savait ne pas oublier son rôle utilitaire et pratique, à côté du rôle scientifique que l'on connaissait déjà.

Après nous être rendu compte, en visitant ce Salon [1],

[1] Salon des appareils ménagers. *Revue générale de l'Électricité*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 136 B.

que les « auxiliaires électriques » dont nous disposons en France sont vraiment en nombre suffisant et répondent bien, comme exécution, aux besoins du public, nous allons tâcher de donner ci-après une description rapide des principaux modèles, regrettant seulement qu'ils ne soient pas tous construits chez nous, mais persuadés qu'il ne faudra pas longtemps pour que le public sache les apprécier.

Groupes électrogènes domestiques. — Avant d'aborder notre sujet et de décrire les appareils qui utilisent le courant électrique, il nous paraît bon de dire quelques mots sur les moyens dont on dispose, à l'heure actuelle, pour alimenter ces appareils domestiques.

Il est démontré depuis longtemps que, dans le cas général, il n'est ni économique, ni pratique, de produire soi-même le courant électrique destiné à l'éclairage d'une habitation. Aussi tous les dispositifs d'éclairage domestiques au moyen de piles, d'accumulateurs, de petits groupes électrogènes ou même de petites dynamos accouplées à de minuscules turbines, tous ces dispositifs imaginés il y a quinze ou vingt ans et décrits avec abondance dans les périodiques de cette époque, sont maintenant complètement abandonnés, et la meilleure manière d'avoir le courant électrique chez soi est de faire raccorder son installation à un secteur de distribution électrique. Mais il est des cas où ce raccordement est impossible, notamment lorsqu'il s'agit de pavillons dans la banlieue des grandes villes ou de maisons isolées à la campagne. Le groupe électrogène à essence est alors une solution qui peut avoir son intérêt, car le moteur à essence, considérablement perfectionné pour les besoins de l'industrie automobile, est maintenant complètement mis au point et tellement simplifié qu'il peut être mis entre toutes les mains.

Deux maisons, justement spécialisées dans la construction du moteur à essence industriel, ont résolu ce problème de façon très heureuse, réalisant des groupes aussi compacts que possible, de faible encombrement et de construction particulièrement soignée. En voici brièvement la description.

Le groupe Ballot (fig. 1), d'une puisssance de 900 w, se compose d'un moteur monocylindrique à soupapes commandées, tournant à 1 400 t : mn ; l'allumage est produit par une magnéto à haute tension entraînée par engrenages protégés par un carter étanche ; le graissage est fait automatiquement par une pompe à huile actionnée par l'arbre à cames ; le refroidissement du moteur est obtenu par l'action de son volant, qui agit à la fois comme réservoir d'eau, pompe et réfrigérant. Le réglage de la vitesse se fait par un régulateur à force centrifuge qui agit sur l'admission des gaz.

La dynamo, complètement protégée, est accouplée au moteur par un manchon élastique ; son induit est monté sur billes.

La consommation d'un tel groupe est d'environ 1 litre d'essence par heure.

Un tableau de distribution portant le voltmètre, l'ampèremètre, une lampe témoin, le coupe-circuit général et un rhéostat, est monté en avant du groupe sur le même bâti. Une batterie de 26 éléments, dont l'encombrement total ne dépasse pas 1 m², complète cette installation.

Il est à signaler que ce groupe est à démarrage automatique. Un même appareil sert à la mise en marche, à la disjonction du courant lorsque la charge des accumulateurs est suffisante et à l'arrêt du moteur à ce moment. Il coupe encore le courant lorsque pour une

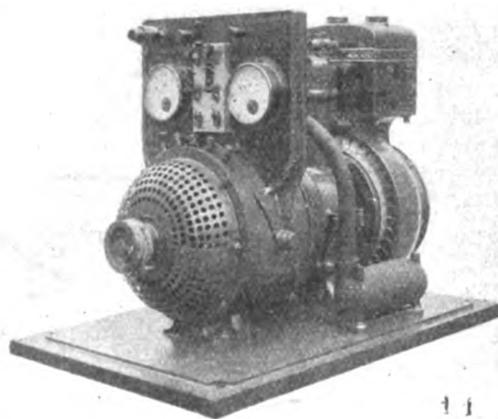


Fig. 1. — Groupe électrogène domestique Ballot.

cause quelconque le groupe vient à s'arrêter ; la batterie ne peut donc se décharger à travers la dynamo.

La conception de ce groupe, et surtout la disposition de ses différents organes, nous paraît particulièrement heureuse.

La maison Renault a étudié le même problème et a établi plusieurs modèles de groupes générateurs domestiques dont la puissance va de 300 w jusqu'à 2 000 w.

Le modèle moyen, d'une puissance de 1 000 w est celui qui correspond au cas le plus général d'utilisation. Il est constitué (fig. 2) par un moteur à essence de 2 ch entraînant directement une dynamo. A cet ensemble est réuni un tableau de distribution et joint une batterie de 16 éléments d'accumulateurs.

Le moteur est monocylindrique, à soupapes commandées, à circulation d'huile et à refroidissement par circulation d'eau sous l'effet de la différence de température.

La dynamo, d'une puissance de 1 100 w environ, fournit 22 à 30 A sous une tension qui varie entre 40 et 30 v.

Le tableau de distribution est analogue à celui du groupe précédent. Il comprend, outre le voltmètre et l'ampèremètre, un disjoncteur et un conjoncteur automatiques ainsi qu'un bouton de démarrage du groupe, car celui-ci est également automatique.

Suivant l'importance de l'installation alimentée par ce groupe, on peut utiliser soit une batterie de 90 A-h,

soit une batterie de 180 A-h ; un commutateur spécial placé sur le tableau permet de modifier les connexions pour obtenir la charge dans les meilleures conditions, qui ne sont évidemment pas les mêmes pour les deux batteries.

La consommation de ce groupe est aussi de 1 litre d'essence par heure et d'environ 0,05 litre d'huile.

Groupes motopompes. — Une autre question fort intéressante à la campagne est la distribution de l'eau. C'est même un problème qui se pose plus souvent que celui de la distribution d'énergie électrique. Il existe de petits groupes, très analogues aux groupes que nous venons de décrire et qui comprennent un petit moteur à essence et une pompe centrifuge directement accouplés. Mais, lorsque l'on dispose du courant électrique, une solution plus pratique est l'emploi d'une petite pompe commandée par un moteur électrique de faible puissance. On a pu voir, au Salon des Appareils ménagers, sous le nom de réservoir élévateur d'eau Turenne, un pareil groupe combiné avec un réservoir dans lequel l'air comprimé à la partie supérieure par l'eau refoulée par la pompe assure, dans la suite, la pression nécessaire à la distribution de cette eau.

On peut imaginer, d'ailleurs, des dispositions très nombreuses pour utiliser le moteur électrique à cet usage. Le problème est, au point de vue électrique, si simple que nous n'insisterons pas davantage sur cette question, nous contentant d'en avoir signalé l'importance.

Machines à coudre à moteur électrique. — L'une des applications domestiques les plus simples des moteurs électriques est la commande des machines à coudre. On sait que ces dernières rendent, à la maison, des services très précieux ; puisqu'il est si facile d'y adapter un petit moteur peu encombrant, propre, commode, on peut se demander pourquoi la machine électrique, qui s'est largement diffusée dans les ateliers de lingerie, par exemple, est considérée à la maison comme un luxe. Leur prix, sans doute encore élevé, en est certainement une des raisons, mais plus apparente que réelle, en raison des avantages de la suppression de la fatigue et de la grande régularité dans le travail. Nous croyons plutôt que la ménagère ne connaît pas suffisamment ces derniers et, à ce propos, disons que l'on se contente trop souvent, dans les expositions, de montrer des machines fonctionnant très vite, trop vite même aux yeux de la clientèle, sans s'attacher à faire ressortir la simplicité de manœuvre et la souplesse de l'équipement électrique.

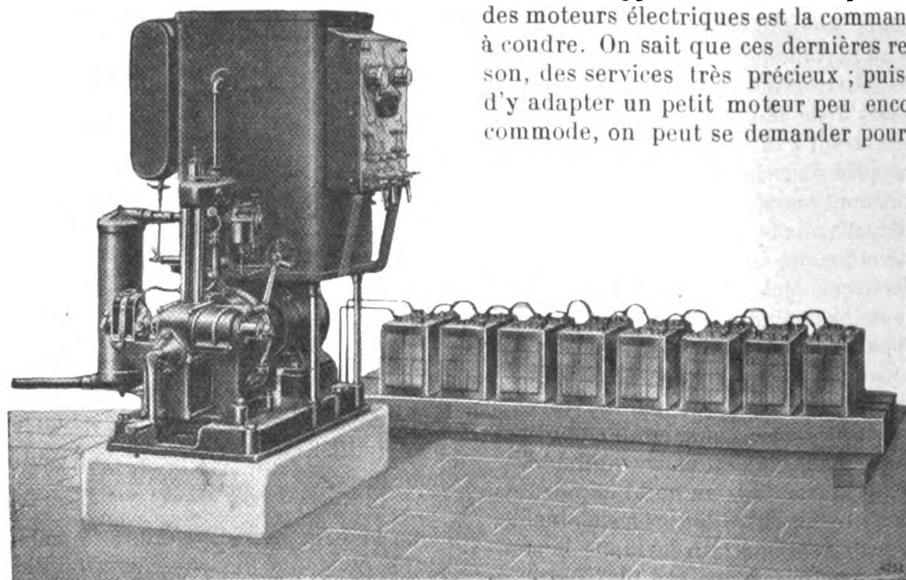


Fig. 2. — Ensemble du groupe électrogène Renault et de sa batterie d'accumulateurs.

On peut citer plusieurs dispositifs étudiés spécialement pour la mise en marche mécanique des machines à coudre. Comme ils comportent tous un moteur très petit, analogue à ceux des petits ventilateurs, on peut les brancher sur une installation ordinaire d'éclairage, sur une prise de courant ou même à la place d'une ampoule quelconque. Leur montage est d'ailleurs très facile comme le montre la figure 3. Le réglage de la vitesse se fait par un rhéostat dont la manette est commandée par une pédale, très souvent celle de la machine elle-même, de telle sorte que la personne qui travaille conserve ses mains libres et n'a à faire aucun mouvement spécial auquel elle n'est pas habituée.

Malgré ce montage facile d'un moteur à l'aide d'une simple courroie, diverses maisons l'ont rendu encore plus aisé en établissant des appareils spécialement adaptés à cet usage et réunissant les divers éléments.

C'est ainsi que la maison Ragonot, dont le moteur universel Era se prête, d'ailleurs, à un grand nombre d'applications, construit un ensemble, réunissant le moteur, le rhéostat et le dispositif de fixation, qui se monte facilement, sans l'aide d'aucun outil sur la table

de la machine à actionner (fig. 4). Le rhéostat servant au réglage de la vitesse porte six plots, ce qui, en pratique, donne une gamme de vitesses suffisamment étendue. Signalons qu'en raison de son montage et démontage rapides on peut très bien ne pas laisser l'appareil à demeure, mais l'enlever lorsqu'on ne se sert pas de la machine et même s'en servir pour tout autre usage.

Citons aussi, dans le même ordre d'idées, le moteur Lewis se fixant sur le bâti de la machine et actionnant par friction le volant (fig. 5). La vitesse est également réglée par un rhéostat, mais la pédale de commande est ici indépendante.

Aspirateurs de poussière et brosses mécaniques. — Si l'on en juge par le nombre des modèles



Fig. 3. — Machine à coudre équipée avec moteur électrique.

qui sont maintenant mis sur le marché, il semble bien que le public commence à se rendre compte de l'intérêt que présentent les aspirateurs de poussière. D'autre part, les constructeurs paraissent avoir fait de sérieux efforts pour supprimer certains défauts que possédaient les modèles primitifs.

Nous remarquons, en premier lieu, parmi les modèles réduits, « l'Aspirette », dont la forme rappelle beaucoup les appareils à air chaud et qui se manœuvre à la main (fig. 6). Un moteur universel bipolaire, tournant à très grande vitesse (4 500 t : mn), actionne directement une turbine à air aspirant directement par le centre au moyen d'un court orifice sur lequel peuvent se monter quatre ou cinq accessoires facilitant l'opération du nettoyage, et rejetant cet air sur le côté, où il se filtre

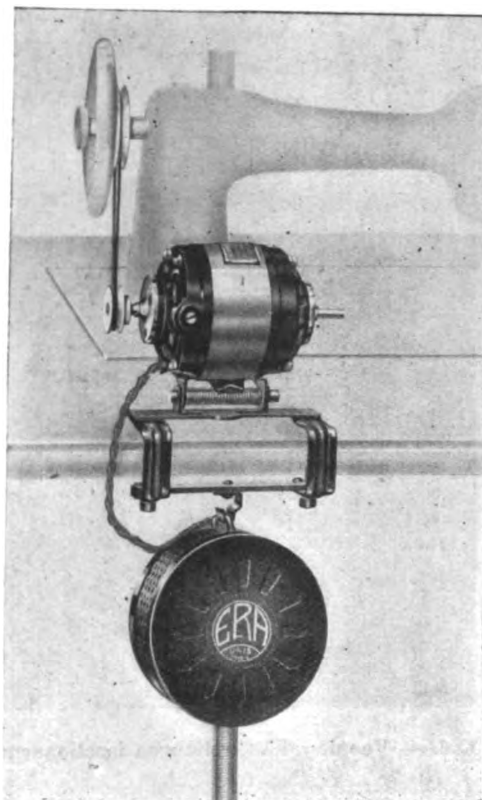


Fig 4. — Dispositif Ragonot pour la commande électrique instantanée des machines à coudre.



Fig. 5. — Machine à coudre avec moteur Lewis.

en traversant les parois d'un petit sac destiné à recueillir les poussières. Un support approprié permet de mettre l'appareil entier au bout d'une perche pour

le nettoyage des endroits élevés, tentures, tableaux, etc.



Fig. 6. — Vue de « l'Aspirette » en fonctionnement.

« Le Handy Vac » est également un modèle d'aspirateur portatif (fig. 7). Il est pourvu d'une poignée qui permet de le tenir et qui contient aussi l'interrupteur de mise en marche. Au point de vue des organes généraux, turbine et moteur, le Handy Vac n'est qu'une modification de l'appareil Thomson, dont on trouvera plus loin la description.

En restant encore dans le domaine des modèles portatifs, mais en se rapprochant cependant des gros

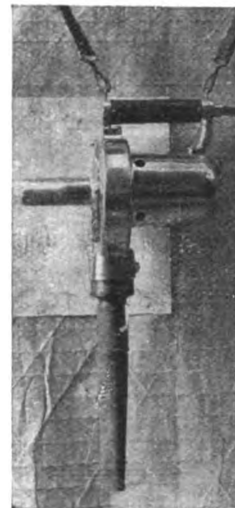


Fig. 7. — Aspirateur réduit « Le Handy Vac. »

appareils, nous trouvons l'aspirateur « Lux », dont la figure 8 montre la composition. On peut le munir d'un tube droit qui sert pour le nettoyage des tapis, soit remplacer celui-ci par un tube souple au bout duquel les accessoires ordinaires, buses, brosses, etc., peuvent s'adapter à volonté ; dans ce cas, on peut, soit porter l'appareil en bandoulière au moyen d'une

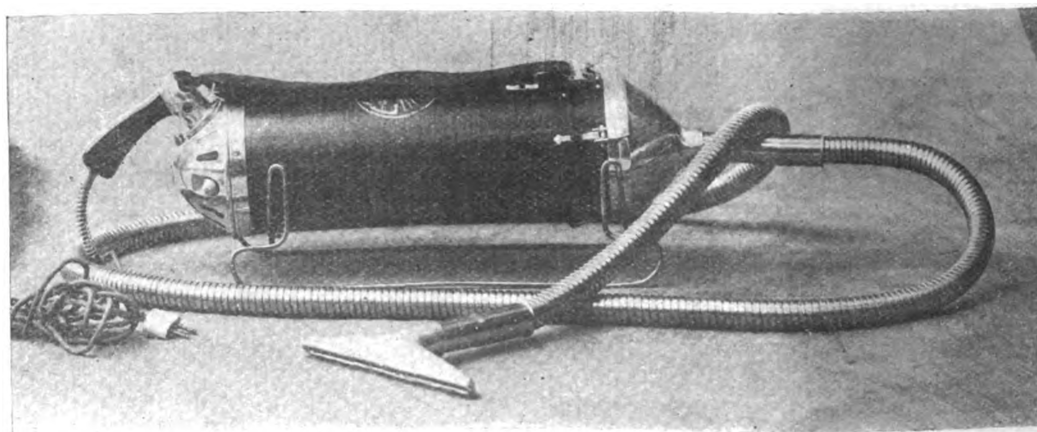


Fig. 8. — Aspirateur « Lux ».

sangle, soit le poser horizontalement à terre au moyen d'un support léger.

Le moteur a une puissance de 150 w et il tourne à la vitesse de 7000 t : mn. La turbine actionnée est double et se trouve placée après le filtre d'air ; il n'y a donc aucun risque d'encrassement des parties délicates : palier, collecteur, etc.

Avec l'aspirateur « Thomson », nous passons aux appareils mobiles sur roulettes, agencés principalement

pour le balayage. Le moteur, très visible sur la figure 9, est placé en arrière de la large buse d'aspiration ; il tourne à 2000 t : mn et entraine une roue à aubes placée à quelques centimètres seulement de l'orifice, ce qui permet une aspiration énergique. Le manche sert à

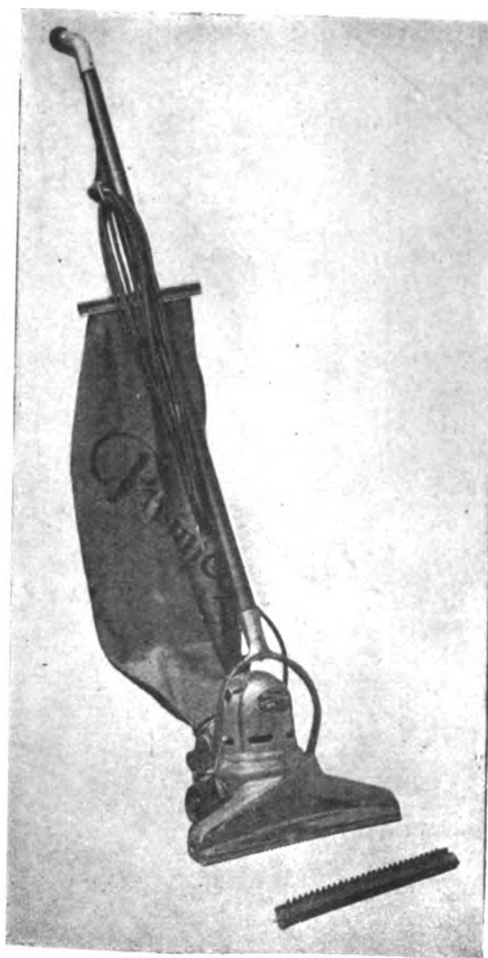


Fig. 9. — Aspirateur Thomson.

la fois à conduire l'appareil et à supporter le sac recevant les poussières ; il porte, en outre, l'interrupteur.

L'aspirateur « Vega » se distingue par la disposition du moteur, dont l'axe est horizontal. Agencé pour effectuer le nettoyage des tapis, parquets, carrelages au moyen de buses appropriées, il peut aussi recevoir, au moyen d'un tuyau flexible, des accessoires pour le nettoyage des tapisseries, meubles ; il peut même, au besoin, servir comme soufflerie (fig. 10).

Le « dépoussiéreur Royal » est assez analogue aux précédents ; il possède également des accessoires interchangeables et l'on peut, au moyen de vis prévues à cet effet, régler la distance de la bouche d'aspiration au-dessus du sol.

Un autre genre d'aspirateur, le « Birum », réunit, dans une enveloppe cylindrique de plus grand diamètre, mobile, mais restant à terre pendant le travail, le moteur, la turbine et le réservoir à poussières avec son filtre. La figure 11 en donne le schéma et indique la circulation de l'air aspiré dans l'appareil. Tous les accessoires, aussi bien pour balayer à terre que pour nettoyer les meubles ou les tentures, se fixent à l'extrémité d'un tuyau flexible qui vient se brancher à la partie supérieure de l'appareil proprement dit. La construction de cet appareil paraît plus rationnelle ; il offre, d'autre part, des avantages en ce qui concerne son démontage et son propre nettoyage ; il est, toutefois, plus encombrant.

Les machines électriques à cirer les parquets sont beaucoup moins nombreuses que les précédentes. Leur avantage est certainement grand, puisqu'elles font automatiquement une besogne très pénible, mais leur prix est encore un obstacle sérieux.

Cependant, on a pu voir plusieurs modèles différents au Salon des Appareils ménagers, notamment la cireuse



Fig. 10. — Aspirateur « Vega ».

« Birum », assez semblable d'aspect aux balais rotatifs. Le même mécanisme peut recevoir un manchon à carborundum, un cylindre brosse et un manchon à lustrer pour effectuer les trois opérations que comporte l'entretien des parquets.

La cireuse-brosseuse « Véga » agit d'une façon légèrement différente; elle comprend une série de petites

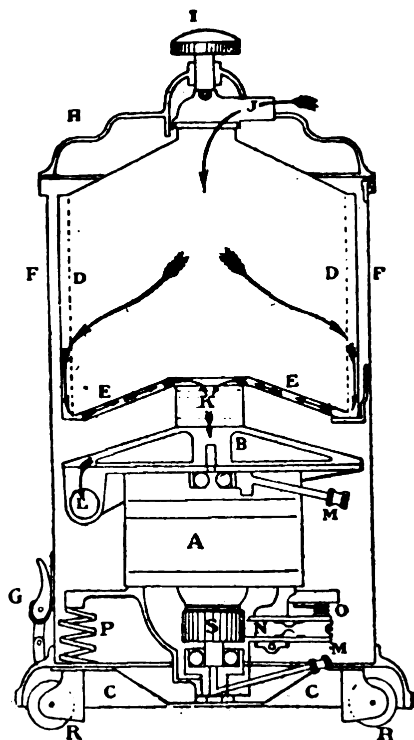


Fig. 11. — Coupe de l'appareil « Birum ».



Fig. 12. — Brosseuse électrique « La Seule ».

brosses circulaires horizontales recevant leur mouvement d'un même moteur placé verticalement. Ces brosses sont construites un peu spécialement.

La brosseuse « La Seule » (fig. 12) se rapproche beaucoup de la précédente, mais elle comporte une seule



Fig. 13. — Machine « Unic » à brosser les parquets.

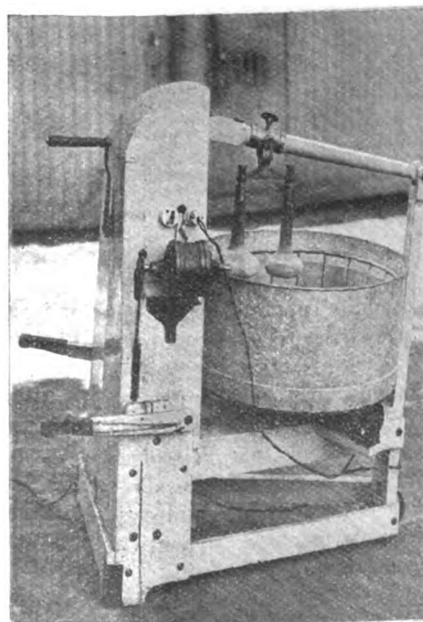


Fig. 14. — Vue de la laveuse « Aurore » à fouloirs verticaux.

brosse circulaire et, en outre, de chaque côté de celle-ci, une brosse à mouvement alternatif, ce qui permet d'obtenir un excellent travail.

Signalons encore la brosse « Unic » (fig. 13) n'ayant qu'une brosse circulaire placée à la partie inférieure d'un moteur vertical, l'ensemble étant porté par un bâti à roulettes conduit par un long manche, mais pouvant recevoir un dispositif accessoire qui le transforme très rapidement en aspirateur de poussières muni des accessoires habituels. Cette combinaison de deux appareils de rôle assez voisin et d'utilité incontestable, peut avoir une influence heureuse sur le prix

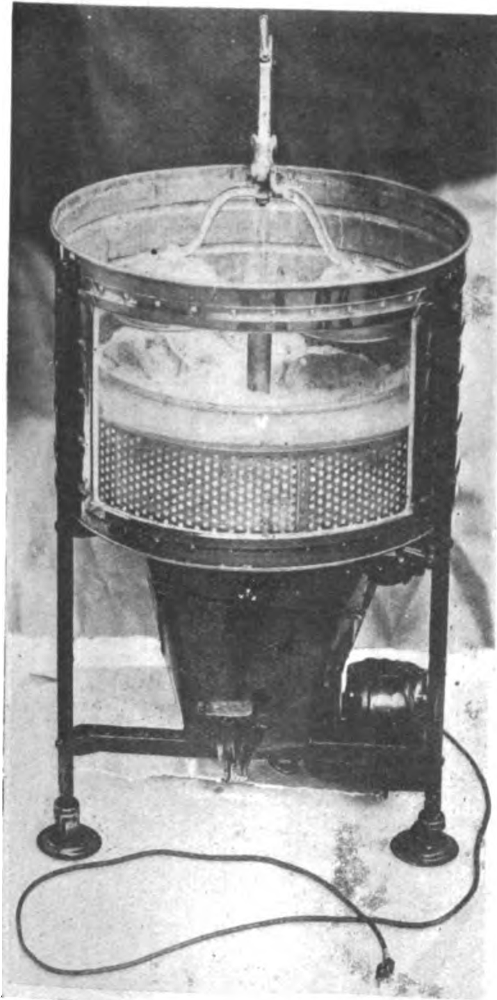


Fig. 15. — Laveuse « Laun-Dry-Ette », à panier tournant.

d'achat, évidemment plus faible que celui de deux appareils séparés.

Machines à laver le linge. — Laver, rincer et essorer le linge sont des besognes pénibles qui sont à faire régulièrement dans un ménage. Aussi les constructeurs se sont-ils ingéniés à établir des machines exécutant ces travaux automatiquement. Bien que le problème soit plus difficile qu'il ne paraît à première vue, car il s'agit à la fois de réaliser un appareil efficace, solide et assez bon marché pour être à la portée des bourses modestes, un nombre assez considérable de modèles ont pu être mis au point, et nous avons pu voir, au Salon des Appareils ménagers, que ces machines commençaient à intéresser très vivement le public. Notre

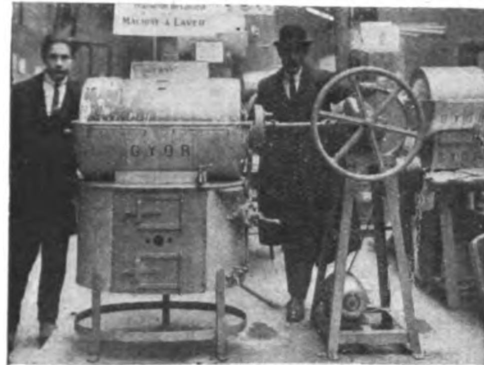


Fig. 16. — Machine à laver « Gyor » avec commande par moteur électrique.

impression est qu'il suffirait de quelques démonstrations pratiques véritables, c'est-à-dire quelque chose de plus

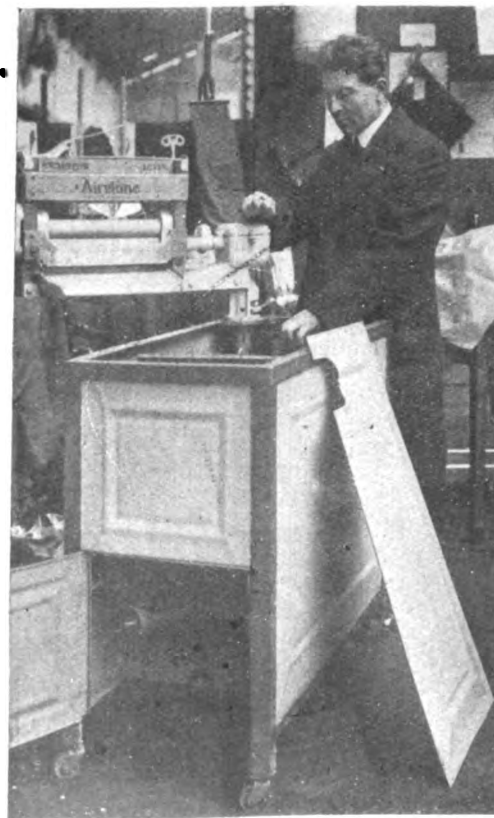


Fig. 17. — Machine de La Maison moderne.

que de montrer ces appareils tournant à vide, pour que les maîtresses de maison se décident complètement en leur faveur, surtout si le prix pouvait ne pas être trop élevé.

Le choix est d'ailleurs difficile entre les différents modèles dont le principe varie plus qu'on ne pourrait le penser après un examen superficiel.

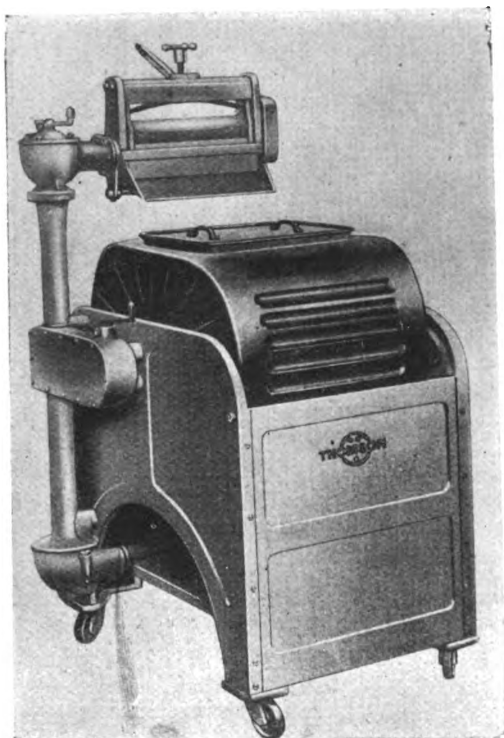


Fig. 18. — Machine Thomson à commandes protégées.

Dans la laveuse « Aurore », dont le principe apparaît clairement sur la figure 14, ce sont deux fouloirs en

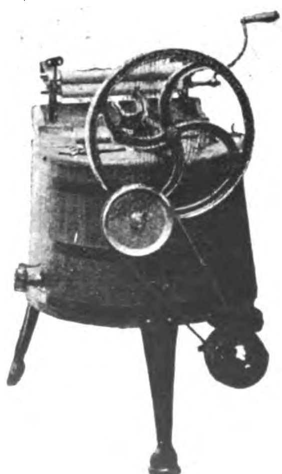


Fig. 19. — Vue générale de la laveuse « Nec plus ultra. »

bois qui s'abaissent et s'élèvent alternativement sous l'influence d'un moteur électrique placé sur le côté de la machine.

Dans la machine Morisons, au contraire, le lavage est obtenu par la circulation de l'eau à travers le linge, sans que celui-ci soit frotté ou secoué. Sa manœuvre peut être faite à la main ou par un moteur électrique de petites dimensions.

La laveuse « Laun-Dry-Ette » fonctionne un peu d'après le même principe, mais la construction est bien différente. Un cylindre (fig. 15) contient une bassine, dans laquelle on place le linge, tournant lentement sur lui-même, pendant que deux cloches d'assez gros volume,



Fig. 20. — Machine à laver la vaisselle de La Maison moderne.

portées par un bras horizontal montant et descendant sans arrêt, exercent un mouvement de compression, qui force l'eau savonneuse chaude à traverser le tissu et à sortir par les trous de la bassine, puis un mouvement d'aspiration qui produit une circulation du liquide en sens inverse.

Le linge ne subit aucune détérioration par frottement et l'on peut se servir de la machine pour laver des objets de tissu fin.

La construction particulière de cette laveuse permet de sécher le linge d'une manière très pratique. En appuyant sur la pédale placée à l'avant, la bassine sort de l'eau

avec le linge qu'elle contient, puis, tournant à grande vitesse, elle agit comme centrifugeuse, ce qui en dix minutes sèche suffisamment le linge pour que celui-ci soit prêt pour le repassage ; l'opération qui consiste à étendre ce linge est donc ainsi supprimée.



Fig. 21. — Vue de la machine à laver la vaisselle « La Centrifuge » montrant ses principaux organes.

La machine « Gyor » est formée par un bassin en tôle dont le fond rectangulaire repose sur un fourneau et dont la partie supérieure supporte le tambour laveur dans lequel est placé le linge. On peut le commander mécaniquement au moyen d'un petit bâti portant le moteur, adapté à un mouvement démultiplicateur et se plaçant à côté de l'ensemble de l'appareil laveur et de son fourneau. La figure 16 montre bien cette disposition.

La Maison moderne présentait une machine (fig. 17) dans laquelle le réservoir à linge reçoit un mouvement d'oscillation à l'aide d'un moteur et d'un jeu de bielles. Un brûleur à gaz assure le chauffage de l'eau dans l'appareil lui-même. Une essoreuse montée à la partie supérieure et mue par le moteur électrique complète la machine.

Le même principe de mouvement à bascule est aussi adopté pour la machine Thomson également munie d'une essoreuse (fig. 18). Tous les mouvements sont commandés par le moteur placé à la partie inférieure de l'ensemble ; sa puissance est d'un quart de cheval. Les engrenages et les axes de transmission sont disposés dans des carters qui servent à la fois à la protection et à la lubrification.

Décrivons encore la machine à laver « Nec plus ultra » où le linge est agité par deux palettes portées par le couvercle.

On voit, sur la figure 19, la disposition générale des organes. Le moteur actionne par un système réducteur le grand volant et celui-ci communique un mouvement alternatif aux palettes laveuses par l'intermédiaire d'un système original d'engrenages. Une essoreuse mue à la main se fixe sur le couvercle, du côté opposé au volant de commande.

Machines à laver la vaisselle. — Ces appareils sont réellement intéressants, car en dehors de la



Fig. 22. — La même machine au moment où elle va être mise en action.

fatigue qu'ils évitent, avantage déjà important, bien qu'il soit moindre que pour les machines à laver le linge, ils permettent d'obtenir un nettoyage plus complet que celui que l'on obtient par les procédés courants. Ceci provient de deux causes principales : l'em-

ploi d'eau à la température convenable et la suppression de l'essuyage des pièces au moyen de torchons qui ne sont jamais propres, au sens scientifique du mot.

Pour ces diverses raisons, l'Office national des Recherches et Inventions, sous la direction effective de M. Breton,



Fig. 23. — **Machine à laver la vaisselle Thomson.**

a étudié un modèle particulier de ces appareils dont on trouvera plus loin la description. Si la construction de cette machine peut être établie par des procédés industriels permettant un prix de revient assez bas, il n'est pas douteux que l'Office aura contribué de façon sérieuse à une œuvre utile.

D'ailleurs, les modèles exposés au Salon ménager étaient nombreux, presque tous étaient actionnés à l'électricité et méritent d'être décrits.

La Maison moderne présentait une machine (fig. 20) comportant un panier fixe contenant les pièces à laver et soumis à l'action d'une eau savonneuse provenant d'un réservoir placé au-dessus et répandue, à raison de 100 litres par minute, par un tuyau oscillant percé de nombreux trous. Dans un autre système, l'eau est projetée par une hélice tournant d'un mouvement rapide. La durée d'une opération est de cinq à dix minutes.

Les machines « La Centrifuge » (fig. 21 et 22), imaginées et mises au point par M. Breton, présentent une série de dispositifs nouveaux intéressants sur lesquels nous nous permettrons de dire quelques mots, bien que ce sujet s'éloigne un peu de ceux qui sont habituellement traités dans ces colonnes.

Il existe un petit modèle constitué par un réservoir cylindrique contenant un panier tournant dans lequel est placée la vaisselle. Une pompe centrifuge actionnée par un petit moteur électrique de très faible puissance (1/10 ch), projette, par un tube percé de trous, une série de jets d'eau qui ont le double effet de faire tourner le panier et de laver les pièces qui passent ainsi successivement devant lui. L'eau est ensuite filtrée et projetée à nouveau. En modifiant par une manœuvre simple, la direction du tube, on produit la rotation du panier en sens inverse et, par suite, le lavage de l'autre face des pièces. A l'usage, ce changement de sens de rotation a d'ailleurs été reconnu plus compliqué qu'utile et les modèles actuels (fig. 21 et 22) comportent un tube fixe.

Après l'opération, qui ne dure que deux ou trois

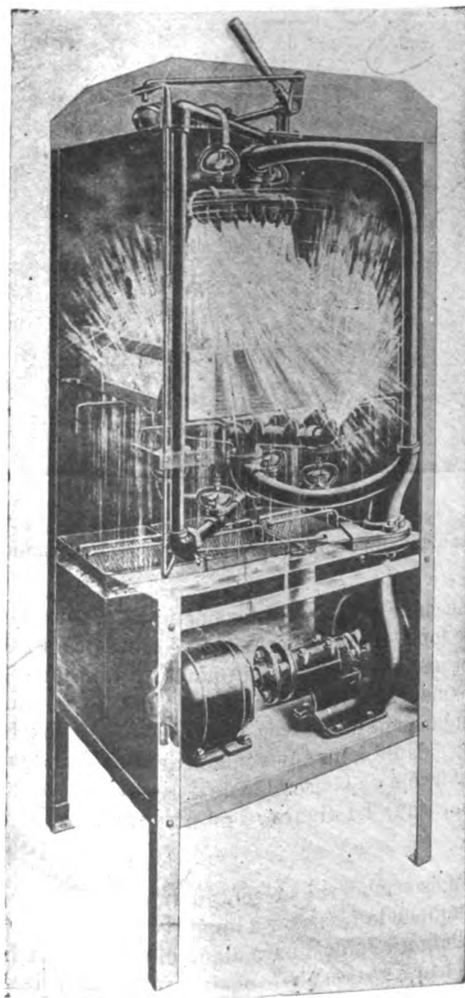


Fig. 24. — **Disposition des organes de la machine Crescent.**

minutes, il suffit de relever l'une des moitiés du couvercle et de lancer le panier à la main pour assurer l'essorage et le séchage des différentes pièces.

Un grand modèle, intéressant lorsqu'il s'agit de laver une quantité importante de vaisselle, est

construit sur le même principe, mais, de plus, l'eau est chauffée directement dans l'appareil au moyen d'un brûleur à gaz placé à la partie inférieure dans le réchauffeur cylindrique qui se trouve à gauche du moteur; d'autre part, le séchage est obtenu plus rapi-

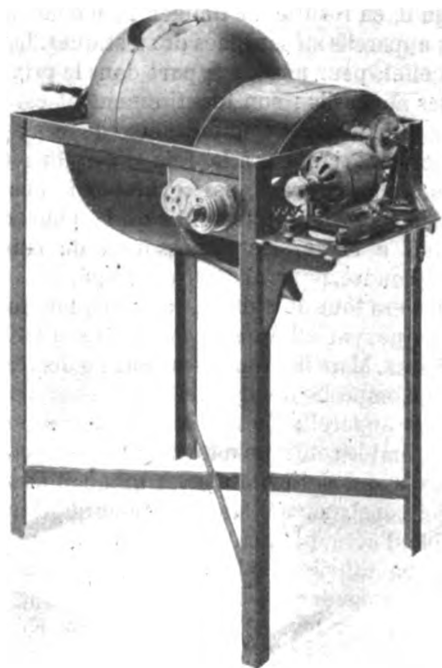


Fig. 25. — Torréfacteur Arpin à moteur électrique et à chauffage par résistances.

dement au moyen d'un ventilateur centrifuge, placé symétriquement à la droite de ce même moteur et qui, aspirant l'air du panier, provoque sa rotation et rejette au dehors, par un conduit convenablement placé, l'air chargé de vapeurs, buées et odeurs provenant de l'appareil.

La force motrice nécessaire n'est pas considérable, même pour ce grand modèle. L'appareil ne consomme, en effet, pas plus qu'une forte lampe à incandescence et peut être branché, par conséquent, sur toutes les installations.

La machine Thomson est également formée par un récipient cylindrique dans lequel on place des paniers en fer étamé contenant la vaisselle (fig. 23). Une grande cuiller, dont la forme rappelle celle d'une pale d'hélice, projette l'eau verticalement. Elle est mise en action, par l'intermédiaire d'engrenages placés dans un carter étanche, au moyen d'un moteur électrique de 1/16 ch placé à la partie inférieure.

La machine Lemercier est fort analogue. Elle est caractérisée par une cuve à double enveloppe avec calorifuge évitant les pertes de chaleur et, d'autre part, par la possibilité d'y adapter le chauffage électrique.

La machine Crescent a une forme extérieure qui la rapproche du meuble (fig. 24). Des corbeilles contenant les objets à placer sont introduites par la partie supérieure, puis le couvercle est fermé hermétiquement. Des jets, convenablement disposés et alimentés par la pompe à commande électrique, lancent l'eau de lavage sur toutes les surfaces à nettoyer.

Signalons aussi d'autres modèles, bien conçus au point de vue mécanique, mais actionnés par une manivelle. C'est certainement le souci d'obtenir un prix de revient peu élevé qui a fait supprimer tout moteur électrique, mais il semble bien qu'on se soit privé, ainsi, d'un avantage précieux qui n'est pas compensé par l'économie du prix d'un moteur. Cette remarque ne s'applique, évidemment, qu'au cas où l'on dispose du courant électrique. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, il est certain que les machines mues à bras reprennent tout leur intérêt.

Petites applications mécaniques pour la cuisine. — Il existe un certain nombre d'appareils de cuisine auxquels on peut très facilement adapter un tout petit moteur électrique. En pratique, il est bien difficile de le faire, car les opérations ayant lieu pendant très peu de temps, le rendement serait déplorable devant le prix d'achat, la complication de manœuvre

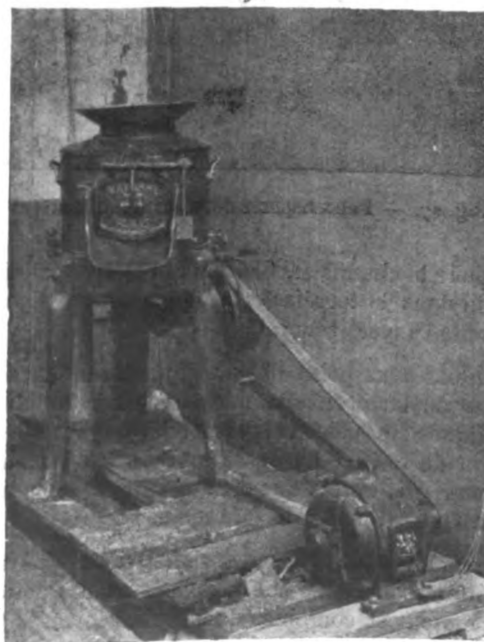


Fig. 26. — Machine électrique à peler les pommes de terre (Le Matériel domestique et industriel).

— ou plutôt le changement d'habitude — pour la ménagère et, enfin, l'entretien de ces appareils supplémentaires. Toutefois, la question est à considérer de plus près pour les établissements de quelque importance et en particulier pour les restaurants, les écoles, les hôpi-

taux. Les machines électriques à moudre le café, battre les œufs, les torréfacteurs, etc., rendent alors de réels services. Pour les torréfacteurs, en particulier, il peut être intéressant d'utiliser le courant électrique non seulement pour le mouvement de rotation, mais

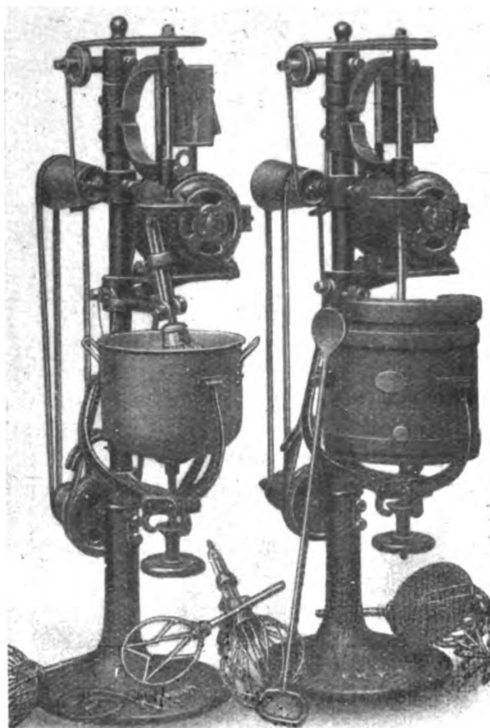


Fig. 27. — Deux aspects de la machine Reuter.

aussi pour le chauffage. C'est ce qui a été réalisé, par exemple dans le torréfacteur Arpin, dont la figure 25 représente l'aspect général.

Signalons à ce point de vue la machine à peler les pommes de terre construite (fig. 26) par Le Matériel domestique et industriel et qui en quelques minutes peut préparer de 10 à 20 kg de légumes avec un déchet de 5 à 6 pour 100, tandis que celui-ci atteint 20 pour 100 lorsque l'opération se fait à la main.

Les machines imaginées par M. Reuter sont également intéressantes. Ce sont des mélangeurs actionnés par un moteur et combinés de façon ingénieuse. Grâce à de nombreux accessoires interchangeables, elle peut être transformée en batteuse, en sorbetière ou s'adapter pour divers autres travaux. La figure 27 en montre deux aspects différents.

Rappelons enfin, dans le même ordre d'idées, que la machine « La Centrifuge » dont nous avons déjà parlé au sujet du lavage mécanique de la vaisselle, est munie d'un dispositif permettant l'utilisation du moteur de cette machine pour mettre en marche divers accessoires variés; on distingue parfaitement sur les figures 20 et 21 le renvoi fonctionnant par vis sans fin pour la commande de ces divers accessoires au moyen du moteur, grâce à la poulie dont ce dernier est muni du côté opposé à la pompe.

On nous permettra, à cette occasion, de faire remarquer aux constructeurs l'intérêt qu'il y aurait de mettre au point des dispositifs permettant d'adapter facilement et sans qu'il en résulte de danger le même moteur à plusieurs appareils mécaniques domestiques. Le moteur entre, en effet, pour une large part dans le prix total de chacun des appareils ; son fonctionnement est généralement de faible durée. Comme deux de ces appareils ne fonctionnent jamais à la fois, l'emploi d'un seul moteur à volonté, grâce, par exemple, à une courte transmission et un accouplement simple, pour actionner la machine à laver, les accessoires de cuisine, la machine à coudre, pourrait être envisagé.

On objectera tout de suite la complication du moteur séparé et que, par ailleurs, la ménagère n'est pas une mécanicienne. Mais les réponses sont faciles, car, d'une part, rien n'empêche de prévoir la place du moteur sur chacun des appareils de manière que, celui-ci étant placé, l'ensemble continue à former un tout; et, d'autre part, nous avons suffisamment confiance dans l'ingéniosité des constructeurs français pour qu'ils imaginent un procédé d'accouplement dont la mise en œuvre ne soit pas plus difficile que le changement d'une aiguille de machine à coudre ou la manœuvre d'une serrure. Les blocages par leviers excentriques ou par vis, les transmissions par friction ou par flexibles ont déjà résolu des problèmes beaucoup plus difficiles que celui que nous posons ici.

Dispositifs accessoires. — Il convient de signaler, en terminant, un certain nombre d'accessoires qui ne constituent pas en eux-mêmes une application mécanique de l'électricité, mais qui trouvent tout naturellement leur utilisation avec les appareils que nous venons de décrire.

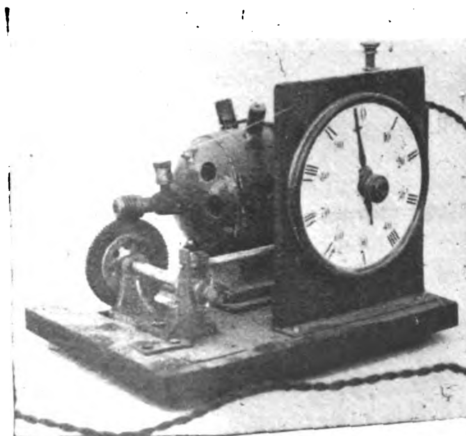


Fig. 28. — Minuterie Bressoret.

Ce seront, en premier lieu, les dispositifs d'enroule-

ment automatique du fil souple, particulièrement intéressants en ce qui concerne les aspirateurs toujours pourvus d'une longueur de fil assez considérable. L'enrouleur Baron bien connu présente à ce sujet de multiples avantages; le « Glisspa », plus modeste comme construction, peut aussi rendre service dans le même sens, surtout lorsqu'il s'agira de fils simples suspendus au plafond.

Viennent ensuite la prise de courant universelle « T. E. G. » permettant d'obtenir instantanément une dérivation sur un fil souple quelconque, sans le dénuder ni le détériorer; le disjoncteur Guy qui doit remplacer le fusible ordinaire, mais sur lequel nous n'avons malheureusement pu avoir de précisions d'ordre technique; le télérupteur Rémy destiné à ouvrir et fermer à distance un circuit électrique et constitué, en l'espèce, par deux lames conductrices entre lesquelles un poussoir électromagnétique insère alternativement une bille isolante ou une bille conductrice; enfin, la minuterie Bressonnet (fig. 28) qui permet de faire fonctionner un petit moteur électrique pendant un temps parfaitement réglable par la manœuvre d'une simple aiguille sur un cadran. Notons, en passant, que ce genre d'appareil, bien qu'accessoire, est amené à jouer un rôle important dans les multiples emplois de l'électricité à la cuisine; il est déjà fort utilisé en Amérique. Ce sont là des auxiliaires précieux auxquels on n'accordera généralement pas assez d'attention et qui sont cependant très utiles, car ils sont presque toujours bien adaptés à leur but.

Nous nous sommes limités, dans cet exposé, aux appareils permettant d'apporter une augmentation de bien-être au foyer par l'utilisation du moteur électrique. Nous n'oublions pas cependant le rôle important, dans les applications domestiques de l'électricité, de l'éclairage, notamment de divers dispositifs ingénieux de lampes portatives, et du chauffage, surtout en ce qui concerne les fours et réchauds électriques. Rappelons seulement que ces applications étaient aussi très largement représentées au Salon des Appareils ménagers et que leur développement en France, bien que plus difficile encore que celui des appareils mécaniques, à cause de la question de consommation importante d'énergie électrique, est cependant en sérieux progrès.

Il est bon d'ajouter ici que le Salon des Appareils ménagers a également mis en lumière, à côté des applications auxquelles nous nous sommes intéressés directement dans cet article, un certain nombre de perfectionnements applicables à la maison et dans lesquels l'électricité ne joue aucun rôle. Il sortirait du cadre de cette revue d'en causer, même sommairement; mais, comme cette question peut intéresser nos lecteurs, nous les renvoyons à cet effet au numéro spécial de « Recherches et Inventions » [1], qui a été entièrement consacré à la description des appareils qui avaient été exposés à ce Salon.

E. Brinet,
Ingénieur E. S. E.

Revues, analyses et informations

Mise en marche automatique des moteurs asynchrones sous couple moteur constant et maximum [1].

Les moteurs asynchrones triphasés, destinés à un service intermittent (ceux en particulier qui actionnent des appareils de levage) auraient un fonctionnement très amélioré s'il était possible de les munir d'un dispositif de mise en marche automatique, accomplissant, sans aucune manœuvre, le service actuellement confié à un rhéostat et se trouvant inséré en permanence, à chaque interruption, voulue ou non voulue, du circuit.

L'auteur, dans la présente note, se propose d'examiner la réalisation pratique du problème, non pour présenter une chose nouvelle, mais plutôt pour mettre en évidence ses avantages.

On sait que, pendant la mise en marche, le couple d'un moteur asynchrone peut s'exprimer par la formule

$$C_m = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \, 10^{-16} \frac{1}{\dfrac{R_i + R_e}{\sigma\omega} + \dfrac{\sigma\omega L_i^2}{R_i + R_e}},$$

p étant le nombre des circuits du rotor; R_i, L_i, la résistance ohmique et l'inductance de l'un de ces circuits; R_e, la résistance extérieure purement ohmique, insérée au moment de la mise en marche dans chacun des p circuits; Φ_0, la valeur maximum du flux résultant dans le circuit magnétique; σ, le glissement; $\omega = 2\pi f$, la pulsation et f, la fréquence des courants qui alimentent le stator.

Or, dans l'expression précédente, le produit des deux termes du dénominateur est constant; donc le couple sera maximum pour $R_i + R_e = \sigma\omega L_i$. Mais pendant le lancement R_i est très petit rapport à R_e, de sorte que, pendant tout l'intervalle qui va du démarrage à la fin de la mise en marche, le couple sera maximum si l'on peut avoir constamment $R_e = \sigma\omega L_i$.

La condition R_e proportionnelle au glissement, pourra être réalisée en employant un appareil de mise en marche automatique dans lequel on utilisera un phénomène quelconque provoquant une dissipation d'énergie proportionnelle au glissement ou mieux à la fréquence des courants rotoriques, c'est-à-dire l'hystérésis et les courants de Foucault.

[1] Giuseppe Sartori. Vingt-huitième réunion annuelle de l'Associazione elettrotecnica italiana, 1923. *Elettrotecnica*, t. x, 15-25 août 1923 p. 526-531, 4 500 mots, 5 fig.

[1] *Recherches et Inventions*, 15 janvier 1924. Un volume, format 24 cm × 18 cm, édité par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, 1, avenue du Maréchal-Galliéni, à Bellevue. Prix : 4 fr.

L'emploi d'un tel appareil, utilisant des courants parasites, a été proposé, il y a très longtemps, par la Maison Alioth; mais, à la connaissance de l'auteur, une seule application pratique en a été faite : elle est due à l'ingénieur Carlo Pedretti, de Trieste, et a été utilisée par lui, avec un plein succès, dans un système particulier d'ascenseur.

L'appareil est constitué par les trois noyaux massifs d'un transformateur triphasé sur chacun desquels est enroulée une spirale traversée par les courants rotoriques. Ces spirales sont connectées par une de leurs extrémités aux balais des anneaux du rotor, leurs autres extrémités étant montées en étoile.

Le rotor se trouve ainsi relié à un véritable transformateur dont le primaire est constitué par les spirales de résistance ohmique négligeable et dont le secondaire correspond aux circuits élémentaires à l'intérieur desquels se ferment les courants parasites qui prennent naissance dans le fer massif et qui sont provoqués par sa polarisation alternative.

On pourra alors, comme dans un transformateur, supposer incluses dans le rotor : 1° une résistance fictive R_f, dans laquelle se dissipe l'énergie que les courants parasites absorbent; 2° une inductance fictive L_f dépendant non seulement de la dispersion, mais aussi du retard caractéristique apporté par le phénomène pelliculaire magnétique.

Dans ces conditions, et en supposant la résistance ohmique du rotor négligeable par rapport à la résistance R_f, le couple moteur, durant le lancement, est donné par

$$C_a = \frac{1}{2} p\Phi_0^2 \, 10^{-16} \times \frac{1}{\dfrac{R_f}{\sigma\omega} + \sigma\omega \dfrac{(L_i + L_f)^2}{R_f}},$$

ou, si l'on peut réaliser la condition que R_f varie proportionnellement au glissement ($R_f = R_0 \, \sigma\omega$),

$$C_a = \frac{1}{3} p\Phi_0^2 \, 10^{-16} \times \frac{1}{R_0 + \dfrac{(L_i + L_f)^2}{R_0}}.$$

En choisissant R_0 de telle sorte que $R_0 = L_i + L_f$, le couple maximum sera exprimé par

$$(C_a)_{\max} = \frac{1}{2} \, p\Phi_0^2 \, 10^{-16} \frac{1}{2\,(L_i + L_f)}.$$

A cette relation, qui doit être constamment satisfaite pour avoir le couple moteur maximum durant la mise en marche, correspond un facteur de puissance tel que

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\sigma\omega(L_i + L_f)}{R_f} = \frac{L_i + L_f}{R_0}$$

sera constant si $(L_i + L_f)$ reste constant. Or, on sait que L_i peut être considéré comme tel si les dents du rotor ne sont pas excessivement saturées, mais comme on ne peut compter sur la constance de L_f, il est probable que tg φ subira des variations.

On peut également, dans l'hypothèse $R_f = R_0 \sigma\omega$, chercher comment devra varier la puissance W absorbée par l'appareil. La force électromotrice induite dans le circuit du rotor est exprimée. en unités pratiques et avec sa valeur maximum, par $\sigma\omega\Phi_0 \, 10^{-8}$. — La valeur maximum du courant est donc

$$I_0 = \frac{\sigma\omega\Phi_0 \, 10^{-8}}{\sqrt{R_f^2 + \sigma^2\omega^2 (L_i + L_f)^2}},$$

et, comme toute la puissance absorbée par l'appareil de mise en marche est dissipée sous forme de chaleur, on a

$$W = \frac{1}{2} R_f I_0^2 = \frac{1}{2} R_f \frac{\sigma^2\omega^2\Phi_0^2 \, 10^{-16}}{R_f^2 + \sigma^2\omega^2 (L_i + L_f)^2},$$

ou, avec la condition $R_f = R_0 \, \sigma\omega$,

$$W = \frac{1}{2} R_0 \sigma\omega \frac{\Phi_0^2 \times 10^{-16}}{R_f^2 + (L_i + L_f)^2},$$

c'est-à-dire que la puissance absorbée doit être proportionnelle au glissement, aux variations près de L_f durant la mise en marche.

L'auteur a cherché à vérifier expérimentalement ces résultats. Il a opéré, à cet effet, sur l'appareil de mise en marche de l'ascenseur précité, en l'appliquent au rotor d'un

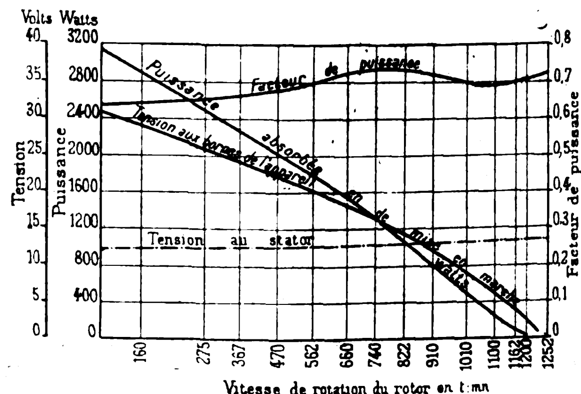


Fig. 1. — Puissance et tension, en fonction de la vitesse de rotation, d'un appareil de démarrage pour moteurs asynchones.

moteur asynchrone, connecté lui-même à une dynamo à courant continu et à excitation compound.

Le graphique de la figure 1 donne les résultats des expériences.

L'allure presque rectiligne de la courbe de la puissance absorbée par l'appareil de mise en marche montre qu'un

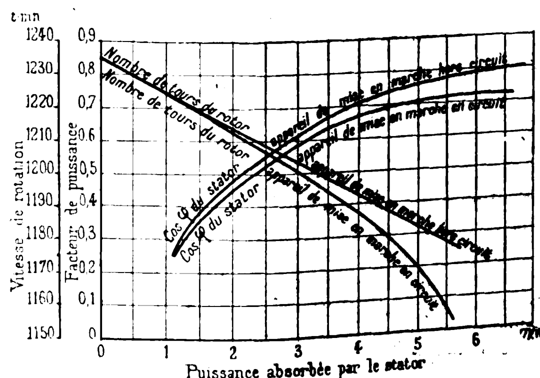


Fig. 2. — Variation de la vitesse et du facteur de puissance en fonction de la puissance absorbée par le stator suivant que l'appareil de mise en marche est mis en circuit ou hors circuit.

appareil à courants parasites satisfait à cette condition que la résistance fictive dans laquelle le courant rotorique dissipe son énergie varie proportionnellement au glissement.

D'autre part, les variations relativement faibles du facteur de puissance, indiquent que, si le couple moteur est maximum au démarrage, il se maintiendra tel pendant toute la durée du lancement.

Enfin, des mesures ont été effectuées dans le but de déterminer jusqu'à quel point la présence de l'appareil de mise en marche peut influer sur le fonctionnement du moteur. La figure 2 montre à cet effet comment varient le facteur de puissance et la vitesse du rotor en fonction de la puissance électrique absorbée par le stator, selon que l'appareil de mise en marche est en circuit ou hors circuit.

Les différences relevées ici seraient évidemment plus grandes si l'on considérait les puissances disponibles sur l'arbre, mais, dans l'ensemble, on peut dire que les avantages du système compensent largement ses inconvénients et que, dans beaucoup de cas de la pratique, un appareil de mise en marche à courants parasites, convenablement calculé, pourra rendre de très utiles services par son automatisme et aussi parce qu'il ne présente aucun contact métallique, alors que les appareils de mise en marche à résistances, employés pour des services discontinus, donnent lieu très souvent à de sérieuses avaries. — P. B.

Calcul de la dépense de matières dans la fabrication des fils de dynamos (1).

Si l'on compare entre eux les prix des fils de cuivre guipés provenant de diverses filatures, on est frappé des différences que l'on trouve. Mais ce qui est au moins aussi important à connaître que le prix du kilogramme de coton ou de soie, c'est le poids de ces matières utilisées pour 1 kg de fil fini : l'étude qui suit permet de l'évaluer facilement.

On sait que l'on compare généralement la matière isolante des fils métalliques à un tube, dont on détermine le poids absolu d'après son poids spécifique et son épaisseur. Mais, étant données la structure et la forme de la section du tissu enroulé autour du fil, ce poids spécifique ne peut être considéré que comme un « symbole » variant avec l'espèce de coton et le tissage : l'emploi d'un poids spécifique fixe, qui ne tiendrait pas compte des procédés de fabrication, conduirait à de grandes erreurs.

La méthode de calcul ci dessous suit pied à pied le processus du guipage, tel qu'on le pratique en réalité ; le fil nu passe sur le métier à une vitesse qui peut être déduite du diamètre et du nombre de tours de l'enrouleur ; un dévidoir enroule en hélice, autour du conducteur, le coton ou la soie préparés sous forme d'écheveau à plusieurs fils parallèles.

La figure 1 donne le schéma d'un fil de cuivre guipé avec un toron de 6 brins. Un de ces brins est développé pour une spire entière ; les autres ne montrent que leur section : d_i représente le diamètre du fil nu ; d_a, le diamètre total du fil isolé ; d_m, la moyenne de d_i et d_a. Chaque spire donne une ligne droite après développement de la surface du cylindre sur un plan (fig. 2). Dans le triangle ABC, BC représente le périmètre πd_m ; BA, le pas ; l'hypoténuse AC, la longueur vraie de la spire. Si on connaît le diamètre du fil nu et l'épaisseur de la matière isolante, on en déduira d_m et, par suite, $\pi d_m = BC$. Le pas sera donné par la vitesse d'enroulement de la machine que l'on peut régler au moyen de poulies étagées ou de roues dentées, comme pour les tours à fileter. Supposons ces conditions remplies ; la longueur d'un brin de coton sera donnée par l'hypoténuse du triangle ABC ; or, pour chaque brin, le rapport $L : s$ ou $1 \sin \alpha$ reste le même. On peut en déduire la longueur de l'écheveau de coton nécessaire pour 1000 m de conducteur et, par suite, la longueur totale des brins simples, soit $1000 + n$, n étant le nombre de brins de l'écheveau. Le passage des longueurs aux poids est aussi simple pour le coton que pour le cuivre quand on dispose d'une

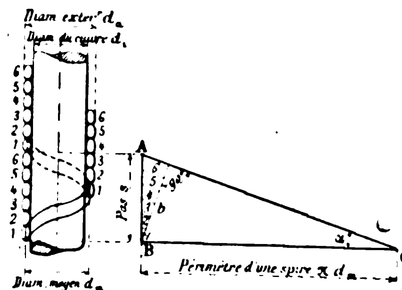


Fig. 1 et 2. — Schéma d'un guipage et développement d'un écheveau.

table contenant les poids de 1 000 m de fil avec leur numéro correspondant comme le montre l'exemple ci-dessous.

Numéro	200	160	140	120	100	80	50	40
Poids de 1 000 m, en grammes.	2,95	3,69	4,21	4,93	5,81	7,39	9,85	14,78.

Les nombres en grammes sont déduits de la relation suivante : le numéro anglais indique combien de fois il faut 840 yards pour faire une livre anglaise, 840 yards valant 768 m et une livre anglaise, 0,4536 kg.

Pratiquement, on opère ainsi : on coupe un morceau de fil de cuivre de 100 mm ; on déroule l'écheveau et on mesure sa longueur ; en multipliant par le nombre des fils de l'écheveau, on a la longueur totale de fil simple et on peut, d'après la table, obtenir les poids. Théoriquement, on arriverait au même résulat par la méthode indiquée ci-dessus. Connaissant le poids exact, on peut maintenant, inversement, en déduire la densité virtuelle et ainsi se rendre compte combien, pour une même espèce de coton, les densités varient avec le diamètre du conducteur ou la nature de la machine. La méthode de calcul de l'auteur va nous expliquer la raison de la diversité de ces densités et c'est ce qui en fait la valeur.

On se donne le diamètre du conducteur et le pas s correspondant à un tour du dévidoir ; il en résulte, pour le toron à 6 brins, une largeur b égale à la hauteur du triangle ABC.

Traçons à nouveau ce dernier triangle en figure 3 ainsi que le triangle ABC correspondant au même fil de coton enroulé avec le pas et à la même vitesse du conducteur, mais le diamètre de ce dernier étant plus faible. On trouve que la largeur b_1 du toron est plus petite que dans le premier cas, ce qui signifie que les 6 brins sont plus étroitement serrés les uns contre les autres et que la densité virtuelle rapportée à un tube isolant de même épaisseur s'est considérablement accrue.

Pour mieux se représenter les conditions de l'opération, sur les figures 4 et 5, on a remplacé l'écheveau de coton par une bande de papier de même largeur que l'écheveau primitif, c'est-à-dire b, et d'épaisseur w, enroulé autour du conducteur en cuivre. Il faut admettre que le coton est rigoureusement remplacé, car le papier, par sa raideur, possède une largeur et une épaisseur immuables. La figure 4, montre deux conducteurs métalliques de diamètres différents enrobés de cette façon et la figure 5, les triangles développés correspondant au même pas s.

(1) S. Ledermann. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 6 septembre 1923, t. XLIV, p. 843-845, 2 500 mots, 7 fig.

Les conditions sont choisies de telle sorte que l'arête supérieure de chaque spire de la bande de papier enroulée sur le gros cylindre ait son arête supérieure contiguë à l'arête inférieure de la spire suivante, sans chevauchement, ni vide. Quand on passe au cylindre de plus petit diamètre, le bord inférieur de la bande doit alors, pour un même pas s et une même largeur b, recouvrir le bord supérieur de la spire précédente (fig. 4 et 5). Il y a alors plus de papier sur le conducteur qu'il n'en faudrait pour constituer un fourreau simple d'épaisseur w. Ce chevauchement est justement recherché

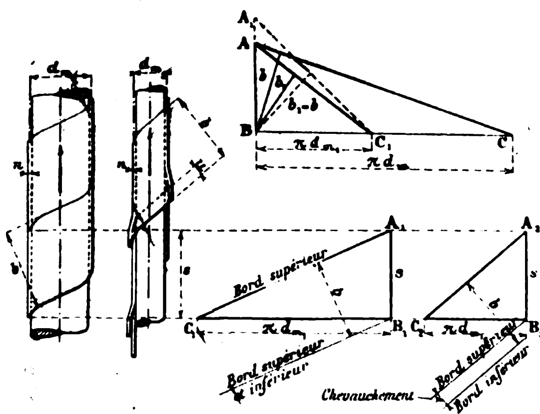


Fig. 3, 4 et 5. — Comparaison entre les enroulements effectués sur des fils de diamètres différents.

dans l'isolement au papier des fils de dynamos et le pas est intentionnellement choisi de telle sorte que la superposition ait une valeur déterminée.

Dans les guipages normaux au coton, au lieu de ce chauvement, le bord inférieur de l'écheveau vient se placer de lui-même exactement contre le bord supérieur de la spire précédente; les brins du toron se resserrent et le poids spécifique devient plus grand. La condition du fil contre fil représentée sous cette forme générale ne permet aucune évaluation précise de la densité du guipage; il faut tenir compte du laminage, qui est défini par le rapport de la longueur et de la hauteur de la section de chaque filament considéré individuellement par un plan perpendiculaire au filet et non perpendiculaire à l'axe du conducteur.

Si on reprend maintenant la figure 3, on verra que, pour donner au guipage du petit conducteur dont la spire moyenne est représentée par BC_1 la même densité qu'au guipage du gros conducteur caractérisé par une longueur de spire BC, il faut faire en sorte que $b_1 = b$; par conséquent, construire le triangle BCA_1 dont le côté BA_1 donnera le pas d'enroulement avec lequel il faudra appliquer le guipage sur le petit conducteur pour que la condition $b = b_1$ soit, dans tous les cas, satisfaite.

En figure 6, on a tracé deux axes perpendiculaires et décrit, de O comme centre, une circonférence de rayon r égal à la largeur b d'un écheveau à 6 brins; sur l'axe horizontal et à partir de O, on porte des longueurs OC_1, OC_2, OC_3 égales aux spires développées des brins pris individuellement et, par les points C_1, C_2, C_3, on mène des tangentes à la circonférence qui découpent sur l'autre axe des longueurs s_1, s_2, s_3 qui représentent les pas avec lesquels on devrait bobiner chacun des brins. La valeur à donner à la largeur de chaque brin dépend de la nature du coton et du guipage et ne peut être connue que par l'expérience et par des essais.

Comme les machines à bobiner n'ont qu'un nombre déterminé de vitesses, la construction indiquée sur la figure permettra de fixer les limites pratiques entre lesquelles il sera avantageux d'employer 6 brins et quand il faudra se contenter de 5 brins pour conserver la même densité.

La figure 7 montre un exemple d'application de la méthode graphique, dont il ressort que le guipage double d'un conducteur de petit diamètre sera avantageusement cons-

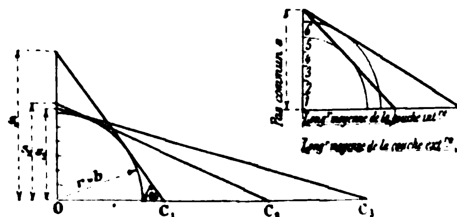


Fig. 6 et 7 — Détermination du pas d'enroulement du guipage.

titué en employant 5 brins pour la première couche et 6 brins, pour la seconde. Le premier et le deuxième dévideur effectuant le même nombre de tours, les pas d'enroulement sont aussi les mêmes pour les deux couches. En faisant varier le nombre des brins, on arrive donc, malgré la différence de largeur de la torsade provenant de l'inégalité de longueur des spires, à réaliser la même largeur pour chaque brin et, par suite, la même densité pour la couche intérieure et la couche extérieure.

La pente α du pas d'enroulement des conducteurs de faible diamètre étant toujours supérieure à 45°, on voit que de petites variations de ce dernier exigent de grandes variations du pas si l'on désire conserver la même densité au guipage de façon que le bobinage ne soit ni trop serré, ni trop lâche; au contraire, le diamètre des conducteurs de fort calibre peut varier dans d'assez larges limites sans qu'il soit nécessaire de faire varier beaucoup le pas. — M. H.

Détails d'installation et premiers résultats d'exercice de l'éclairage de Turin (1).

L'éclairage de la ville de Turin a été réorganisé après la guerre. L'installation devait comprendre 2 000 lampes de forte puissance (1 000 bougies, 27,5 V et 20 A) et 7000 lampes de faible puissance. Les quatre cinquièmes du travail sont actuellement terminés et le présent article, qui fait suite à celui paru dans l'« Elettrotecnica » du 25 août 1921, rend compte des résultats obtenus depuis plus de deux ans. Il précise également certaines particularités de l'installation.

C'est ainsi que l'auteur consacre un paragraphe spécial à la mise en place des transformateurs série: transformateurs de 550 W pour les lampes de 1 000 bougies; transformateurs de 2 100 W pour les lampes de faible puissance, ces dernières à 21,5 V et 7,5 A étant montées en série. — L'isolant transparent, dans lequel est plongé chaque transformateur, comprend deux parties de colophane, type W. G. (Window Glass) et une de paraffine, qualité la plus dure. La protection des transformateurs de 2 100 W est assurée par des limiteurs de tension.

Viennent ensuite les résultats obtenus, au moyen d'expé-

(1) Guido PERI. *Elettrotecnica*, 5 août 1923, t. X, p. 501-508, 2000 mots, 29 fig.

riences de laboratoire, par la comparaison des globes dioptriques et des globes opalins. Le rendement en lumière des premiers a été trouvé supérieur à celui des seconds,

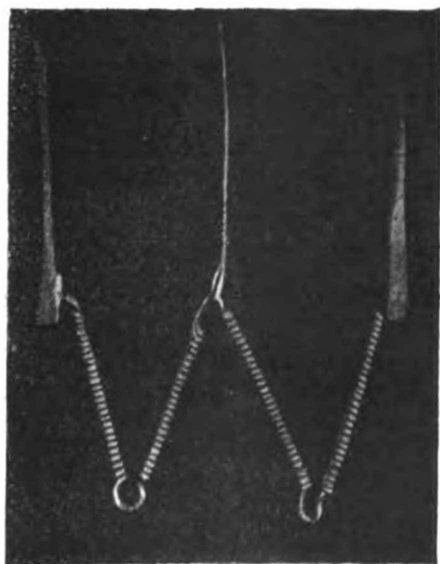


Fig. 1. — Filament neuf de lampe à 9,6 A.

qu'il soit rapporté au flux lumineux sphérique ou au flux hémisphérique inférieur.

L'auteur indique également comment se sont comportées les lampes de 20 A en ce qui concerne la constance de leur

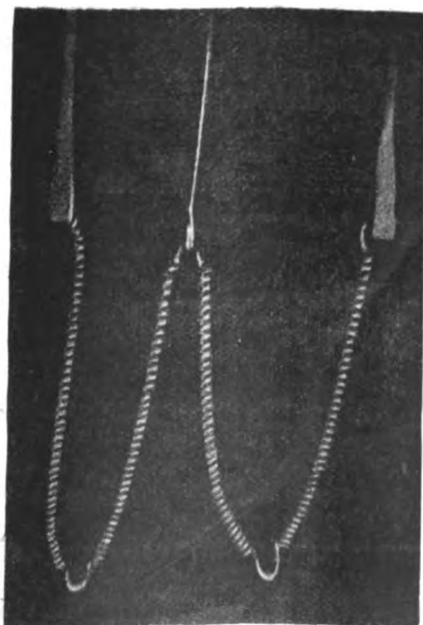


Fig. 2. — Filament usé de lampe à 9,6 A.

lumière et leur durée. Ces lampes ont été comparées à cet effet à des lampes de 1 000 bougies à 9,6 A en service à Turin avant la guerre. Les résultats ont été à l'avantage des premières. En particulier les figures 1, 2, 3, 4, représentent, à la même échelle, les photographies des filaments des deux

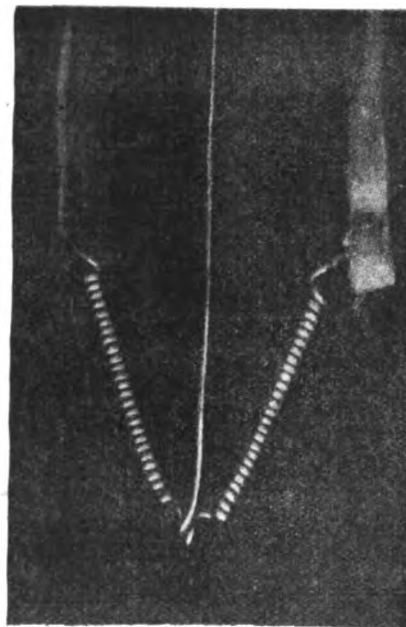


Fig. 3. — Filament neuf de lampe à 20 A.

types de lampes à l'état neuf et après 2 000 heures environ de fonctionnement.

On voit ainsi que, sous l'action du courant, le fila-

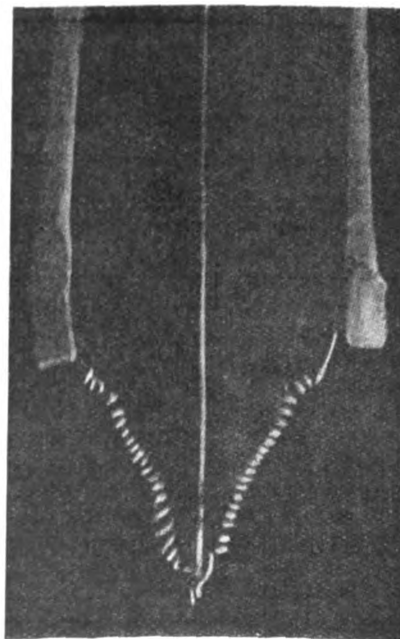


Fig. 4. — Filament usé de lampe à 20 A.

ment de la lampe de 9,6 A s'est déformé et allongé, alors que le changement subi par celui de la lampe de 20 A est beaucoup moins important. La raison peut en être attribuée

à un ancrage plus efficace du filament de cette dernière.
L'article se termine enfin par quelques renseignements statistiques sur l'éclairage public de quelques villes italiennes résumées dans le tableau suivant :

VILLES	DÉPENSE ANNUELLE d'éclairage par habitant et par an lires	NOMBRE D'HABITANTS pour une lampe	NOMBRE DE BOUGIES par habitant	SURFACE DE RUE éclairée par une lampe mètres carrés	QUANTITÉ TOTALE de lumière pour l'éclairage des rues bougies
Turin	2,20 (1)	66	> 4 (2)	875	2 500 000 (2)
Milan	2,30	80 (3)		1 000	
Brescia	1,30	80	2,76		
Florence	6 (4)	55	≥ 1,5	670	
Palerme	8 (4)	70	≥ 1		

(1) Avant la guerre, l'éclairage au gaz revenait à 2,54 lire par habitant et par an.
(2) Ces chiffres se rapportent à l'installation terminée. Actuellement, la ville de Turin dispose de 2 000 000 bd.
(3) Ce chiffre s'explique par ce fait que la population est beauoup plus dense au centre de la ville.
(4) Les deux villes sont encore éclairées, en grande partie, au gaz.

P. B.

Expériences effectuées avec des inductances de réglage pour la limitation des courants (1).

Ces expériences ont été effectuées par la Public Service électric Company de New-Jersey. Son réseau comporte deux grandes sections ; la section sud qui comprend le territoire entre Camden et Treuton et la section nord qui comprend la partie nord-est de New-Jersey. L'auteur ne décrit que la section nord dans laquelle on a employé les bobines d'inductance. Le circuit à 13 200 v, 25 p s, est relativement peu important puisqu'il ne transmet qu'une puissance de 35 200 kw. On n'en parle pas dans l'étude. Le courant à 60 p s est produit aux stations de Marum et Essex, situées à environ 5,7 km l'une de l'autre et rattachées par cinq lignes à 13 200 v. La puissance de la première est de 60 500 kv-A, et celle de la seconde, de 85 000 kv-A. De plus, il y a cinq stations plus petites avec une puissance totale de 44 500 kv-A, ce qui donne à la section une puissance totale de 190 000 kv-A. La transmission consiste en 940 km à 13 200 v et 195 km à 26 400 v. Dans les lignes à 13 200 v, il y a 518 k en ligne aérienne et 454 km sous terre ; dans les lignes à 26 400 v, 552 km en ligne aérienne et 38 km sous terre. En 1914, les lignes à 60 p : s avaient atteint un tel développement que les interrupteurs à huile manquèrent fréquemment. Il fut alors décidé d'installer des bobines à 5 pour 100 de réactance sur les feeders radiaux, à 13 200 v et de 2,5 pour 100 sur les feeders principaux. Des parafoudres à cellules d'aluminium furent ajoutés à côté des réactances, que le feeder fût aérien ou souterrain. C'est ainsi que les sept feeders de jonction entre Marion et City Dock furent équipés avec des bobines de réactance de 2,5 pour 100 à chaque extrémité. Il fut, en effet, nécessaire d'appliquer le dispositif aux deux bouts, afin de permettre l'action sélective des relais équilibrés, qui étaient installés sur les feeders. Contrairement à ce qu'on attendait, on observa des troubles considérables. La disposition de la figure 1 fut alors employée et elle donna toute satisfaction. De 1917 jusqu'à ce jour, on a installé 18 bobines de réactance du type des figures 2, 3 et 4. Ces dispositifs donnèrent toute satisfaction, sauf dans deux cas. Pour la comparaison des divers types, on les a divisés en groupes A, B, C, D, E. Le groupe A n'a été employé qu'à

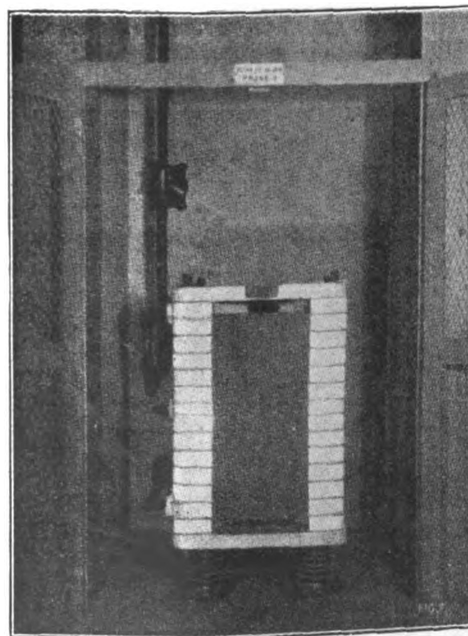
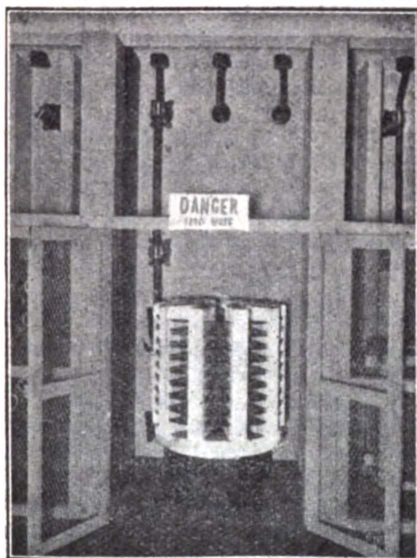


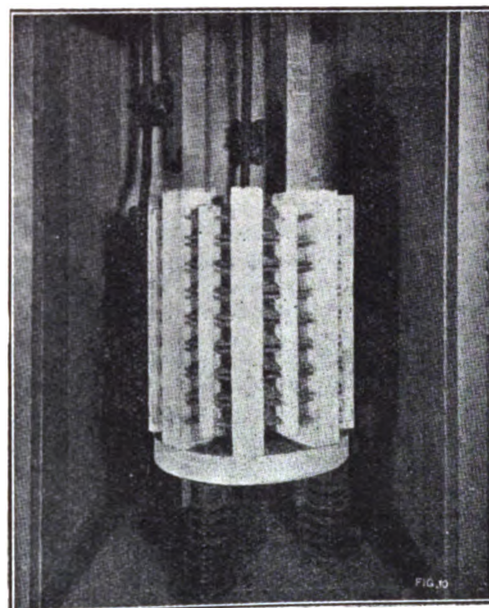
Fig. 1. — Une des 16 inductances de réglage installées à la sous-station de Essen de la Public Service electric Company de New-Jersey.

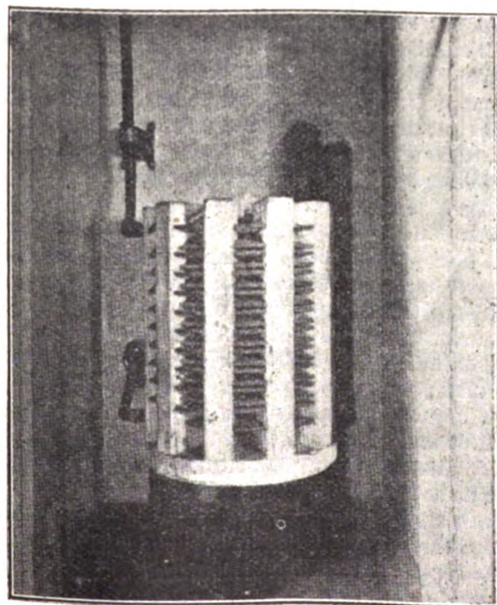
25 p : s. Le groupe B qui était constitué par des couches parallèles de cuivre tressé, séparées par des disques de substance moulée et ininflammable, donna de nombreux ennuis par suite de courts-circuits. Le groupe C (fig. 1) comprenait 16 appareils installés à Essex, en 1915. Les appareils sont

(1) N.-L. Pollard, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, septembre 1923, t. XLII, p. 915-921, 3 002 mots, 12 fig.

semblables à ceux du groupe B sauf qu'on emploie du câble isolé. Leur axe est vertical et les bobines sont en partie enfermées dans une cage en briques de porcelaine. Il y a eu seulement deux avaries. Le groupe D a été installé à Essex, en 1917. Ces bobines ont deux sections en série, chaque section étant constituée par six bobines plates en parallèle. Les bobines des groupes C et D ont une réactance de 5 pour 100 et comportent une prise de 2 pour 100. Le groupe D donna lieu à de sérieux mécomptes et on ne l'emploiera plus. Le groupe E (fig. 2, 3, 4 et 5) est composé de bobines à 5 pour 100 de réactance avec une prise de 2,5 pour 100. On remarquera en figure 3 le renforcement de la solidité mécanique de la bobine à l'aide de piliers de ciments. La figure 5 représente une bobine de 5 pour 100 de réactance, 545 A,







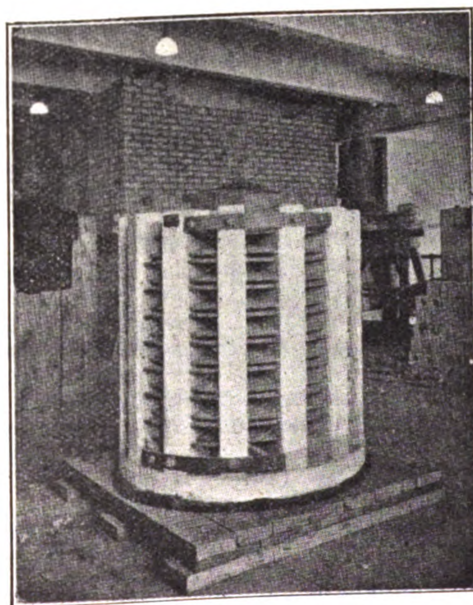


Fig. 2, 3, 4 et 5. — Différentes formes d'inductances de réglage dont les conducteurs sont maintenus par des supports en ciment.

208 kV-A. En définitive, les auteurs pensent que la majorité des mécomptes est due au manque de capacité thermique des bobines. Il faut prévoir une section de cuivre supérieure à celle de la partie protégée. Ils ajoutent que l'installation des parafoudres à cellules d'aluminium, à côté des bobines de réactance, est une nécessité, car ils allègent l'ensemble d'une partie de l'effort en cas de perturbation. — C. F.

Longueur d'onde optimum en radiocommunication (1).

La détermination de la longueur d'onde à adopter pour une radiocommunication exige la considération d'un grand nombre d'éléments dont les influences et les importances respectives doivent être soigneusement pesées. Tout d'abord, quel est le mode d'exploitation ? Se contente-t-on d'un service intermittent, limité aux heures favorables, ou désire-t-on une radiocommunication sûre et continue, même aux périodes troublées ? Dans le premier cas, on s'attachera à recevoir le plus d'énergie possible ; dans le deuxième, la principale préoccupation sera de se débarrasser des parasites. Les considérations techniques interviennent également. On s'est souvent contenté, dans le calcul des projets de stations, de chercher à obtenir, au point désiré, le champ électromagnétique maximum. Mais bien d'autres influences jouent : il faut rechercher comment ce champ électromagnétique est utilisé par les appareils récepteurs ; la question du rendement de l'antenne d'émission, de la tension maximum qu'elle peut supporter, se posent également ; enfin, les dispositifs générateurs radioélectriques sont d'autant moins chers et de rendement d'autant plus grand que la fréquence est plus faible. On voit toute la complexité du problème. L'auteur le limite, dans l'étude qui suit, de la façon suivante : étant donnée la puissance dans l'antenne de transmission, quelle est la longueur d'onde à choisir pour obtenir, soit la puissance maximum dans le détecteur, soit la protection la plus efficace contre les parasites. Les premiers auteurs qui se sont occupés de la question ont cherché à déterminer la longueur d'onde qui donne le champ électromagnétique maximum à une distance donnée d'un poste de transmission rayonnant une énergie connue. Ils ont trouvé qu'à chaque distance correspond une longueur d'onde optimum donnée par la formule $\lambda = \left(\frac{0{,}0015\,r}{2}\right)^2$, où r est la portée ; λ, la longueur d'onde. L'auteur a montré, en 1918, que la longueur d'onde ainsi déterminée ne correspond au rendement maximum de la radiocommunication (rendement défini comme le rapport de l'énergie fournie au détecteur à la réception à l'énergie soumise à l'antenne de transmission par les dispositifs radiogénérateurs), que si l'on suppose, à l'émission et à la réception, les résistances grandes par rapport aux *radiances* (ou résistances de rayonnement) et indépendantes de la longueur d'onde. Mais ce ne sont pas là, le plus souvent, les conditions de la pratique ; il faut, presque toujours, tenir compte des radiances, qui, elles, varient avec la longueur d'onde ; de même pour les résistances. Et les résultats en sont profondéments modifiés ! Dans le cas de la propagation sur sol plan, parfaitement conducteur, qui ne correspond, en pratique, qu'aux petites distances, on ne peut plus dire que le rendement de la radiocommunication augmente toujours avec la fréquence ; suivant les cas, il en est indépendant, ou même il varie en sens inverse. A grande distance, les conclusions sont du même ordre ; la longueur d'onde optimum est, en général, plus grande que la valeur calculée par la formule précédente. Tel est, dans l'hypothèse où l'on emploie des antennes à la réception, l'état actuel de la question. Mais, depuis quelques années, les réceptions sur cadres se sont multipliées, surtout pour les radiocommunications les plus importantes. L'un des objets de cette étude est de rechercher la longueur d'onde qui donne, dans ce cas, le rendement maximum

L'intensité des signaux n'est d'ailleurs, au point de vue de l'exploitation, qu'un des éléments de la question de la réception ; le rapport de l'intensité des parasites à celle des signaux a souvent une importance prépondérante puisqu'il caractérise la valeur de la réception pendant les périodes troublées ; sa répercussion sur le choix de la longueur d'onde a été l'objet d'un mémoire récent de L.-B. Turner ; toutefois, l'auteur s'est borné à la considération d'un cas particulier et il y a place pour une nouvelle étude. Le présent travail a pour but de compléter les travaux précédents sur les points signalés, de discuter les divers résultats obtenus et d'en tirer des conclusions pratiques. Il comprend trois parties : 1° longueur d'onde et rendement de la radiocommunication ; 2° longueur d'onde et élimination des parasites ; 3° discussion des résultats et conclusion. Comme exemple, et pour aboutir à des conclusions chiffrées qui fixent l'ordre de grandeur des résultats, l'auteur utilise dans les applications numériques la formule d'Austin-Cohen. Il suppose les oscillations entretenues. L'hypothèse d'oscillations amorties n'introduirait, d'ailleurs, que des termes de correction négligeables en première approximation. Les principales conclusions déduites par l'auteur sont les suivantes. Même si l'on se contente de considérer l'antenne de transmission, l'antenne de réception et le milieu où se fait la propagation, la longueur d'onde optimum varie non seulement suivant que l'on recherche le meilleur rendement ou la plus parfaite élimination des parasites, mais elle dépend également, et dans une très large mesure, des caractéristiques des antennes et des cadres. Il y aura donc lieu, dans l'étude d'une radiocommunication déterminée, d'examiner de près les conditions particulières qui se trouvent réalisées. D'une façon générale, et si l'on se borne à l'examen de ce qui se passe dans les conditions les plus usuelles de la pratique, la longueur d'onde qui donne la meilleure élimination des parasites est plus petite que celle qui correspond au rendement maximum de radiocommunication. La différence est d'ailleurs plus petite dans le cas où l'on utilise des antennes à la réception que si l'on emploie des cadres ; la considération du rendement conduirait à des longueurs d'onde plus grandes dans le cas des cadres que dans celui des antennes ; la considération de l'élimination des parasites ferait adopter des longueurs d'onde plus petites dans le cas des cadres. L'auteur donne un tableau où l'on trouve pour les conditions de la pratique la plus courante et pour les trois distances 3000, 5000 et 10000 km, les longueurs d'onde optima qui, pour les antennes de réception et les cadres, donnent soit le meilleur rendement, soit la plus parfaite élimination des parasites. Toutes les longueurs d'onde de ce tableau sont inférieures aux longueurs d'onde indiquées comme optima par la plupart des auteurs. Elles sont également inférieures à celles qui sont ordinairement usitées dans la pratique. Ce fait tient probablement, d'une part, à ce que les machines et appareils d'émission sont d'autant moins chers et ont un rendement d'autant meilleur que la longueur d'onde est plus grande et cela d'autant plus que la puissance augmente ; d'autre part, à ce que les difficultés d'isolement des antennes sont d'autant moins grandes que la longueur d'onde est plus grande. — G. B.

(1) Bouthillon. *Radioélectricité*, Bulletin technique, 15 août, 1er octobre, 15 novembre 1923, t. IV et 10 janvier 1924, t. V, p. 33-40, 52-57, 68-76, 4-7.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Est-Electrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 26 MARS 1924.

Au cours de l'année 1923, la société a adopté les mesures financières pour rembourser la dette qu'elle a contractée avant la guerre en francs suisses et modifier les conditions de paiement, d'intérêt et de remboursement de ses anciennes obligations. Ces mesures ont eu pour résultat de soustraire définitivement la société à tout aléa de change et lui permettent de reprendre la libre disposition de ses bénéfices.

La société est parvenue à régler définitivement pendant cette année l'importante question de ses dommages de guerre.

Le pressant besoin d'électrification des campagnes du département, desservi par la société, a amené la création de plusieurs syndicats agricoles importants.

Celle-ci a donné son concours le plus actif à ces collectivités et groupements et a obtenu la concession de la distribution d'énergie électrique dans les communes des syndicats rentrant dans sa zone d'action.

Elle a traité, dans ces conditions, avec le Syndicat des communes de la région de Novion-Porcien et du nord de Rethel (31 communes), le Syndicat d'Electrification du canton d'Omont et communes limitrophes (18 communes) et le Syndicat intercommunal de l'arrondissement de Sedan (39 communes).

Elle est en pourparlers pour passer un contrat définitif avec le concessionnaire du Syndicat d'Electrification du canton nord-ouest du département des Ardennes (110 communes) s'étendant sur une importante partie du département et auquel elle fournit dès maintenant l'énergie nécessaire, à titre provisoire.

Au cours de l'exercice, elle a participé à la fondation, sous les auspices de l'Etat, de la Société de Transport d'Energie électrique de l'Est, qui a pour objet d'exploiter les lignes de transmission d'energie et postes de transformation à 45000 et à 120000 v appartenant à l'Etat et situés dans les départements de l'Est. A Mohon même se trouvent des postes de transformation à 45000 et à 120000 v qui seront reliés directement à son usine génératrice.

La société s'est assuré la fourniture d'une importante quantité d'énergie électrique en provenance des usines génératrices de la Houve et de la Société électrique de la Sidérurgie lorraine; le courant dont elle doit disposer d'ici quelques mois sera livré par son fournisseur au poste d'Etat de Mohon, par l'intermédiaire du réseau d'Etat à 120000 v.

Elle s'est préoccupée parallèlement d'accroître ses propres moyens de production, ce qui assurera également une double sécurité à son exploitation ; elle a arrêté le programme technique d'accroissement de ses usines et de ses feeders.

Le nombre total des abonnés au 31 décembre 1923 s'élevait à 10118, en augmentation de 1947 sur le nombre correspondant de l'exercice précédent.

La longueur des lignes primaires à 5000, 15000 et 45000 v en service à la fin de l'exercice était de 397 km en augmentation de 34 km et celle des lignes secondaires de 197 km en augmentation de 25 km.

A la même date, le nombre des postes de transformation branchés sur le réseau était de 214 pour une puissance de 16970 kw.

Le montant des recettes réalisées au cours de l'exercice a été de 10316420,20 fr contre 8039043,46 fr pendant l'exercice précédent.

Le produit du compte d'exploitation s'élève à 2920968,45 fr en augmentation de 110441,77 fr sur celui de l'exercice précédent.

A cette somme s'ajoutent les intérêts et divers, 2245,23 fr et le revenu du portefeuille, 847,50 fr, soit au total 2 millions 924061,18 fr.

Il faut en déduire les frais généraux d'administration et impôts sur obligations, 230885 fr, les intérêts des obligations, 336377,50 fr, l'amortissement des frais d'augmentation du capital, 22303,60 fr et le fonds d'amortissement, 500000 fr; au total, 1089766,10 fr.

Le produit de l'exercice est de 1834295,08 fr. Après prélèvement des amortissements pour le remboursement des obligations et primes, soit 20500 fr, le bénéfice ressort à 1 million 813795,08 fr.

Il est déduit 316452 fr pour amortissements.

Le bénéfice à répartir est de 1497343,08 fr auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent, de 26452,93 fr.

Il est prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale, un dividende de 8 pour 100 aux actions, 258137,08 fr pour intérêts et amortissement des parts bénéficiaires, 68441,10 fr pour tantièmes statutaires. Le report à nouveau est de 522423,13 fr.

Le dividende est mis en paiement à partir du 30 mars 1924, sous déduction des impôts, à raison de : 17,60 fr pour les actions nominatives de priorité ou ordinaires; 17,18 fr pour les actions au porteur ordinaires, contre remise du coupon n° 2; 17,18 fr pour les actions de priorité contre remise simultanée des coupons n°s 1 et 2; 40,67 fr pour les parts bénéficiaires contre remise du coupon n° 1 à titre d'intérêt et d'amortissement.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Apports	1
Frais de constitution et d'augmentation du capital	1 »
Frais d'émission des obligations	1 »
Prime de remboursement des obligations à 6 pour 100	197 950 »
Frais d'émission et prime de remboursement de l'emprunt du Groupement des Compagnies	
A reporter	197 953 »

Report....	197 953 »
d'Energie électrique et d'Eclairage du Nord et de l'Est	265 457 »
Dépenses de premier établissement (terrains, immeubles, usines, canalisations et réseaux)	12 975 699,79
Mobilier et outillage	1 »
Compteurs et matériel en location	201 417,71
Approvisionnements	1 528 963,72
Portefeuille	57 250 »
Caisses, banques et bons de la Défense nationale	812 800,47
Abonnés et débiteurs divers	4 633 968,79
Cautionnements	2 200 »
Impôts à recouvrer	2 862,80
Paiements à la commande et entreprises en cours	1 230 205,51
	21 908 779,79

Passif.

	fr
Capital :	
12 000 actions de priorité de 250 fr	3 000 000 »
12 000 actions ordinaires de 250 fr	3 000 000 »
Obligations à 6 pour 100	1 979 500 »
Obligations à 6,5 pour 100	3 000 000 »
Réserve légale	5 205,30
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	18 450 »
Fonds d'amortissement	500 000 »
Fonds de renouvellement du matériel	500 000 »
Provision pour coupons différés, obligations à 6 pour 100	652 500 »
Compte d'ordre	2 379 305,22
Fournisseurs et créditeurs divers	3 162 571,46
Effets à payer	927 456,15
Cautionnements des abonnés	749 947,90
Coupons actions	1 392 »
Coupons obligations et obligations à rembourser	192 203,75
Profits et pertes reportés	26 452,93
Bénéfice de l'année 1923	1 813 795,08
	21 908 779,79

Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force.

Anciens Etablissements Clémançon.

Assemblée générale ordinaire du 16 avril 1924.

Les bénéfices industriels de l'exercice 1923 forment un total de 1 344 290,30 fr en progression de 181 085,26 fr sur le montant des bénéfices de l'exercice précédent. Ces résultats ont été obtenus malgré les difficultés que présente pour les différents services l'organisation précaire dans laquelle ils se trouvent encore au point de vue matériel.

La construction du bâtiment nouveau sur le terrain de la rue Lamartine, pour y installer le siège social, l'administration, les services techniques et les magasins de la compagnie est commencée, mais la première partie des travaux n'a pu se faire que lentement en raison des difficultés locales exigeant des précautions particulières.

Cette situation n'a heureusement pas compromis la marche des affaires qui se sont développées normalement dans les trois branches : construction, installation, exploitation.

Parmi les spécialités, deux surtout ont pris un développement particulier : la première se rapporte à la construction du matériel de scène et aux installations de salles de spectacle; la seconde a trait à la fabrication du matériel de chauffage électrique industriel.

Les bénéfices de l'exercice s'élèvent à 1 343 490,20 fr, en y ajoutant le report de 1922, 10 511,88 fr la somme à répartir est de 1 354 802,18 fr.

Il est attribué : 499 116,62 fr aux divers amortissements, 5 pour 100 de capital aux actions, 10 pour 100 du reste au conseil, un dividende supplémentaire de 14 pour 100 aux actions, 100 000 fr au fonds pour complément de retraites d'employés, 100 000 fr à la réserve pour complément d'assurances contre l'incendie, 100 000 fr à la réserve de prévoyance.

Le report à nouveau est de 8668,19 fr.

C'est la première fois qu'il est prélevé sur les bénéfices une somme de 100 000 fr à porter à un fonds pour complément de retraites d'employés.

L'assemblée décide de porter de 15 000 à 30 000 fr le montant des jetons de présence du conseil.

Le dividende est payable, sous déduction des impôts, depuis le 23 avril 1924.

Bilan au 31 décembre 1923.

Actif.

	fr
Fonds de commerce	1 »
Machines et tours	1 »
Outillages divers et modèles	1 »
Immeubles	1 »
Constructions et installations	143 391 »
Matières premières et marchandises en magasin	1 424 187,37
Matériel en location	479 506,08
Titres en portefeuille	190 695,85
Cautionnements et loyers d'avance	40 577,60
Espèces en caisse et en banques	1 432 454,84
Effets à recevoir	71 649,40
Débiteurs et travaux en cours	5 006 360,61
	8 788 826,75

Passif.

	fr
Fonds social	2 500 000 »
Créditeurs divers et comptes d'ordre	2 763 187,30
Effets à payer	202 261,75
Coupons et dividendes à payer	31 136,92
Cautionnements à rembourser	37 438,60
Réserve légale	250 000 »
Réserve pour créances douteuses	100 000 »
Réserve pour complément d'assurances-incendie	650 000 »
Réserve de prévoyance	900 000 »
Solde de l'exercice 1923	1 354 802,18
	8 788 826,75

SECTION DE LÉGISLATION

La plus value des éléments de l'actif au point de vue fiscal

A la fin de son dernier article (1), après avoir exposé les tendances fiscales de l'Administration à l'égard des plus values en général et tout particulièrement de celles obtenues par les ventes de fonds de commerce, l'auteur annonçait que le Parlement, par une sorte de coup de théâtre, venait de « libérer la vente des fonds de commerce réalisée avec plus value » de la théorie fiscale de « l'impôt cédulaire frappant cette plus value ». Il donne aujourd'hui quelques détails sur les séances ayant abouti à ce résultat.

I. **Discussion nettement limitée aux fonds de commerce.** — C'est la séance du 23 janvier dernier qui a vu se produire les débats les plus importants (2); un parlementaire, particulièrement dévoué aux fonds de commerce et hypnotisé par ce côté de la question, a un peu imprudemment reproché au ministre des Finances, de les frapper presque exclusivement, ce qui lui a immédiatement valu cette déclaration : l'Administration fiscale est absolument prête à examiner un système rigoureux pour frapper *toutes* les plus values; le ministre a néanmoins expliqué qu'en ce qui concerne les fonds de commerce, il avait puisé son idée directrice, d'abord dans un arrêt de la Cour de Cassation du 2 juin 1923, qui les a assimilés à une marchandise donnant lieu à des opérations commerciales; ensuite, dans le principe suivant : à côté du capital qui est un moyen de production, il existe non seulement le revenu qui est l'intérêt de ce capital, mais, en plus, le bénéfice qui est le fruit d'une exploitation; or, quand on vend un fonds de commerce, avec plus-value, il y a réalisation, en une seule fois, d'un bénéfice qui s'est formé progressivement, année par année, échappant au fisc, tant que le fonds est dans les mêmes mains, mais frappé légalement en bloc au moment de la cession : le ministre reconnaît que l'application est extrêmement dure au titre de l'impôt sur le revenu dont les tarifs augmentent rapidement.

Il serait intéressant, mais trop long, d'analyser les nombreuses objections faites au ministre des Finances (*Journal officiel*, 24 janvier 1924, Chambre des Députés, pages 256 et suivantes) par différents parlementaires, notamment : M. Artaud, sur la différence entre deux ventes avec plus value, selon que le vendeur est une société anonyme ou un individu; M. Evain, sur la non taxation de la vente d'une action au double de sa valeur d'achat; M. Blum, sur le principe que la plus value n'est pas le bénéfice réalisé dans le passé, mais l'escompte d'un bénéfice futur; M. Isaac qui, remarquant l'énumération faite par le ministre (page 255) de cessions ultra-rapides, conclut qu'il faudrait un régime fiscal, très difficile à mettre en équilibre, taxant les cessions de pure spéculation, et ménageant les plus-values acquises dans une exploitation laborieuse et normale.

Quel a été le résultat de ces discussions?

Deux rédactions se sont trouvées en concurrence dans des conditions assez bizarres. L'une a été présentée par certains députés (page 250) au titre d'un amendement ; mais, en réalité, elle n'était que la reprise d'un texte adopté, présenté par le gouvernement lui-même et abandonné par lui en présence d'une modification apportée par la Commission. Il consistait dans la suppression radicale de tout impôt sur la plus-value; mais, pour compenser la perte qui devait en résulter pour le Trésor, on bouleversait les notions consacrées par l'enregistrement en matière de ventes. On sait qu'aujourd'hui, toute cession d'un fonds de commerce doit être présentée à la formalité, dans le délai de trois mois, et est soumise à deux tarifs : l'un de 5 pour 100 qui frappe les parties incorporelles du fonds (achalandage, objets mobiliers, droit au bail, etc.) et l'autre de 1,25 pour 100 qui frappe les marchandises neuves. On propose un tarif unique de 5 pour 100 appliqué à tous les éléments; mais comme l'a fait remarquer M. Blum (page 256, col. 2, in fine) on arrivait ainsi, pour ne pas laisser échapper la taxation de quelques plus-values, à surcharger d'une façon uniforme toutes les ventes, ce qui serait impraticable.

Aussi, à cette première rédaction la Chambre préféra la seconde, qui émanait de la Commision (page 258, col. 3, in fine). Le principe de la taxation de la plus-value était formellement maintenu, mais défini soit dans sa nature, soit dans son application : l'élément *taxable* dans la plus value est la différence existant entre le prix de cession et le prix d'achat ou de revient, mais corrigée d'après les variations de valeurs survenues depuis l'acquisition ou la création du fonds.

La taxation de la plus-value était réalisée de la façon suivante : pour l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, elle était faite dans l'année de la cession.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 10 mai 1924, t. xv, p. 861-863.

(2) Voir *Journal officiel* du 24 janvier 1924, Débats parlementaires, Chambre des Députés, page 250, col. I.

mais sous déduction de la fraction afférente aux années ou exercices antérieurs à l'entrée en vigueur de l'impôt; pour l'impôt général sur le revenu, elle est répartie entre les années au cours desquelles est versé le prix de la cession, au prorata du montant des versements effectués pendant chacune d'elles. Enfin, le taux de l'impôt est soumis au maximum : il ne peut dépasser le taux qu'on obtiendrait en divisant le gain de la cession par le nombre d'années au cours desquelles le vendeur a exploité.

Tel est le texte qui a été voté par la Chambre et transmis par elle au Sénat. Il est arrivé en discussion devant cette seconde assemblée le 9 avril dernier, et vivement pris à partie par M. le sénateur Milan qui lui a fait plusieurs reproches (*Journal officiel* du 10 avril 1924, Débats parlementaires, Sénat, p. 665 et suivantes). En réalité, dit-il, en admettant que la plus-value doit être estimée en tenant compte des variations de valeurs survenues depuis l'acquisition ou la création du fonds, on veut faire entrer en cause la dévalorisation du franc; c'est un principe d'autant plus grave qu'il émane du législateur représentant l'Etat qui, dès lors, devrait tenir compte, vis-à-vis de ses nombreux créanciers, de cette infériorité des paiements qu'il accomplit. De plus, si l'on admet que toute plus-value est un bénéfice, alors qu'elle augmente la valeur de l'actif, on crée un impôt sur le capital; or, c'est une innovation qu'il ne faut pas introduire par un point de détail. Aussi, à la demande de M. Milan, et avec l'avis favorable de la Commission, la disjonction a-t-elle été prononcée.

II. **Jurisprudence du Conseil de Préfecture de la Seine.** — Il n'est pas inutile de citer ici qu'à une date assez voisine, le 24 mars dernier, sur les conclusions du commissaire du Gouvernement, M. Garrigou, le Conseil de Préfecture de la Seine formulait contre l'Administration des Contributions directes un principe juridique très important (voir *La Journée Industrielle* du 18 avril 1924). Un fonds de commerce de boulangerie avait été créé en 1919; deux ans après, il était revendu 130 000 fr. L'Administration évaluait à 100 000 fr le bénéfice réalisé et émettait la prétention de frapper de l'impôt sur le revenu ledit bénéfice. Elle raisonnait de la façon suivante : pour l'exécution de la loi du 15 juillet 1914, comme pour celle du 31 juillet 1917, un décret est intervenu, à la date du 17 janvier 1917 qui, à plusieurs reprises, désigne les éléments taxables, tantôt sous le nom de « revenus », tantôt sous le nom de « bénéfices »; de plus, la Commission supérieure des Bénéfices de guerre admet l'application de la loi du 1er juillet 1916 sur les ventes à plus-value...

Le Conseil de Préfecture a suivi les conclusions du Commissaire du Gouvernement en rejetant toute application littérale du texte du décret qui, sous prétexte d'appliquer ces lois, les déforme, en ce qu'il se sert du mot « bénéfices » alors que les lois elles-mêmes ne mentionnent que des « revenus »; de même, aucun argument de similitude ne peut être tiré de la loi du 1er juillet 1916, toute d'exception et essentiellement temporaire.

C'est donc le revenu qu'il faut taxer; or, d'après les économistes, le revenu est le produit, soit du travail, soit du capital, soit des deux réunis, et l'augmentation de la valeur d'un fonds de commerce est très souvent créée par une circonstance complètement indépendante de ces deux facteurs; l'ouverture d'une rue, le développement d'une ville, la suppression de commerces similaires la procurent souvent, à titre d'événements aussi heureux que fortuits.

Enfin, le revenu doit être établi d'après l'article 6 de la loi du 15 juillet 1914 sur « la personne du contribuable », c'est-à-dire sur les occupations qui constituent sa profession. Le boulanger est vendeur de pain, de croissants et de brioches; il n'est pas vendeur de fonds de commerce; aussi, le Conseil l'a-t-il détaxé, alors qu'il aurait maintenu la taxation contre une personne dont la profession aurait consisté à créer des fonds, à les mettre en valeur et à les céder ensuite.

III. **Dernière étape.** — Cette décision du Conseil de Préfecture de la Seine a été très heureusement rappelée par M. Milan au Sénat à la deuxième séance du 12 avril 1924 (pages 818 et 819) dans des conditions très intéressantes. Il a fait remarquer que le Parlement a seul le droit de voter un impôt; que celui sur la plus-value des fonds de commerce non seulement n'a pas été voté, mais repoussé par le Parlement, et que, néanmoins, l'Administration persiste à envoyer des rôles sur lesquels sont taxées les plus-values. Sur ce fait, il a appelé l'attention du président du Conseil qui a d'abord déclaré que le Conseil d'Etat serait appelé à juger sur la théorie émise par le Conseil de Préfecture et que le Parlement, simplement chargé de faire les lois, n'avait pas à les interpréter. Sur une observation de M. Milan, que les agents du Gouvernement avaient outrepassé leurs droits et qu'ils pourraient recevoir de leurs supérieurs hiérarchiques « l'ordre de dire aux contribuables qui ont reçu leurs feuilles d'avertissement qu'il y a eu maldonne », M. le président du Conseil a bien voulu s'engager à agir ainsi (*Journal officiel*, 13 avril 1924, Débats parlementaires, Sénat, p. 819, 2e colonne), ce qui est extrêmement intéressant pour les fonds de commerce mais encore, à plus forte raison, pour toutes les plus-values de l'actif.

IV. **Eclaircissements sur des points particuliers.** — L'enchevêtrement considérable des lois nouvelles attire souvent des demandes au sujet de l'ordre adopté par le Parlement dans les discussions. Nous reconnaissons volontiers que le dédale est difficile à parcourir et nous donnons sur la genèse de la loi du 16 avril 1924 (dans laquelle devait se trouver initialement l'article sur l'impôt de la plus-value, s'il n'avait pas été disjoint) les renseignements suivants que nous empruntons en partie au remarquable rapport de M. Bokanowski sur le budget de 1924 (Document par-

lementaire n° 6627, annexe à la séance du 27 novembre 1923, reproduit dans le *Journal officiel* du 12 mars 1924):

1° D'après l'article 213 de la loi du 30 juin 1923 on peut considérer comme soumis à la tacite reconduction pour l'année 1924 les divers crédits votés pour l'année 1923, soit au titre du budget général, soit au titre des budgets annexes ; mais, le même article stipule que devront faire l'objet d'une loi spéciale les crédits relatifs au Maroc et d'une autre loi spéciale l'autorisation de percevoir les revenus et d'émettre et de renouveler, pendant la même année, des valeurs du Trésor à court terme; cette dernière loi, rapportée par M. Bokanowski sous le n° 6627, est relative à l'indemnité allouée aux fonctionnaires à titre de charges de famille (art. 4), à la base de l'impôt sur les bénéfices agricoles (art. 7);

2° A peu près en même temps que le projet de budget, le Gouvernement avait déposé sous le n° 6552 un projet de loi ayant pour but de modifier le régime fiscal applicable au petit commerce et à la petite industrie; le rapport a été fait au nom de la Commission des Finances par M. Bokanowski dans le même document n° 6627. Ce projet de loi est devenu la loi du 16 avril 1924; il avait contenu à un moment donné, un article 7 destiné à légiférer sur la question de la cession des fonds de commerce et nous avons vu plus haut que, précisément, cet article a fait l'objet d'une disjonction [1] Grandement améliorée par cette amputation, la loi du 16 avril 1924 est intéressanle en ce qu'elle a permis aux contribuables qui n'ont pas atteint 200 000 fr comme chiffre d'affaires, de payer l'impôt par trimestre, moyennant un forfait, une sorte d'abonnement ; pour ces mêmes contribuables, l'impôt cédulaire est basé sur un coefficient qui est unique, au lieu d'être compris entre un minimum et un maximum. Ils sont dispensés de fournir toutes justifications, même de la communication des livres, rendue obligatoire par l'article 32 de la loi du 31 juillet 1920, pour tout commerçant faisant cinquante mille francs de chiffre d'affaires. L'Administration pourra se renseigner, comme le rapport l'indique, par tous autres moyens, ce qui lui permettra, après le délai des deux premières années, de s'opposer au renouvellement de l'abonnement et de demander ensuite la suppression de la tacite reconduction au cours des deux derniers mois de chaque période annuelle ;

3° Toutes ces considérations sont absolument étrangères à une loi très spéciale du 22 mars 1924 (*Journal officiel*, 23 mars 1924) dont le premier projet a été d'abord connu sous le nom de projet du double décime, parce qu'il reprenait une première idée connue sous ce nom que le Parlement avait rejetée en 1922 quand on préparait le budget de 1923; elle est connue aujourd'hui, sous le nom officiel de « loi ayant pour objet la réalisation d'économies, la création de nouvelles ressources fiscales et diverses mesures d'ordre financier »; le premier projet en a été déposé par le Gouvernement à la Chambre sous le n° 6972 et rapporté par M. Bokanowski sous le n° 6980.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon

Législation, jurisprudence, réglementation

A propos de l'application des arrêtés pour la protection contre les accidents que peuvent provoquer les lignes sous tension, en ce qui concerne le personnel des monteurs télégraphistes du service des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Certains services locaux des Postes et Télégraphes ont signalé les difficultés que présentait l'application des arrêtés pris en exécution de la circulaire du 5 octobre 1923 (relative à l'avis à donner aux maires avant d'entreprendre toute construction au voisinage des lignes d'énergie électrique) en ce qui concerne les travaux d'entretien des lignes télégraphiques et téléphoniques de l'Etat et la question s'est posée de savoir si cette circulaire leur était applicable.

Il résulte nettement de l'examen de ladite circulaire qu'elle a pour objet de protéger les travailleurs du bâtiment et non pas le personnel des monteurs télégraphistes des Postes, Télégraphes et Téléphones. L'arrêté préfectoral type annexé à ces instructions vise, en effet, dans son article premier les travaux à entreprendre par toute personne qui se propose de construire, surélever, modifier, réparer un bâtiment, mur, clôture ou ouvrage; il n'est donc pas douteux qu'elle a trait à des travaux exécutés par des particuliers ou pour leur compte et non pas à des travaux d'entretien de lignes téléphoniques ou télégraphiques de l'Etat.

L'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones dispose, d'ailleurs, pour éviter des accidents à son personnel d'un moyen plus simple et plus efficace à sa disposition car, par application de l'article 48 du décret du 3 avril 1908, elle peut toujours, au moment de l'exécution des travaux, demander à l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique de faire couper momentanément le courant sur telle ou telle partie des réseaux de distribution ou de transmission d'énergie. — Jean DE LA RUELLE.

A propos de la tension efficace maximum des ouvrages de première catégorie.

Divers exploitants de distribution d'énergie électrique ont signalé la non conformité entre les dispositions de l'article 1er de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, qui classe dans la première catégorie les ouvrages de distribution dans

[1] On peut s'étonner que, pendant un certain temps, le même projet de loi ait contenu à la fois des améliorations au régime fiscal (chiffre d'affaires et impôt cédulaire) et une taxation formelle sur la cession des fonds ; cette réunion avait été demandée par le ministre des Finances par lettre en date du 28 novembre 1923, n° 6636.

lesquels la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 150 v et celle de l'arrêté type, préfectoral, annexé à la circulaire du 5 septembre 1908, qui ne vise dans son article premier que la tension efficace entre les conducteurs et ont signalé l'intérêt qu'il y aurait à établir une concordance rigoureuse entre ces textes.

La question ayant été signalée à l'Administration, une décision récente a fait connaitre que l'évaluation de la tension n'offre une réelle importance que lorsqu'il s'agit de déterminer dans quelle catégorie il y a lieu de classer les ouvrages de distribution et qu'il convenait, à cet effet, de ne prendre en considération que les dispositions de l'arrêté technique.

L'indication de la tension dans l'arrêté préfectoral du 5 septembre 1908 n'est donnée, en effet, qu'à titre de simple renseignement n'impliquant nullement classification des ouvrages intéressés et n'a aucun effet sur les dispositions techniques à adopter en la circonstance.

Il a paru que, dans ces conditions, la discordance signalée n'était pas susceptible d'entrainer des inconvénients de nature à justifier la modification de l'arrêté type dont il s'agit.

Arrêt de la Cour de Cassation relatif à l'application des relèvements de tarifs aux contrats en cours.

Cet arrêt, rendu le 15 avril dernier, par la Chambre des Requêtes de la Cour de Cassation, confirme l'arrêt de la Cour d'Appel de Lyon du 25 juillet 1921 qui a été reproduit et commenté dans le numéro du 10 septembre 1921, t. x, p. 337 de la « Revue générale de l'Electricité. »

Il résulte de la jurisprudence ainsi confirmée par la Cour de Cassation que les autorisations de relèvements de tarifs accordées aux concessionnaires par des avenants à leurs contrats de concession s'appliquent immédiatement aux contrats en cours, au moins dans tous les cas où les conventions qui lient le concessionnaire à ses abonnés se réfèrent, même d'une manière indirecte seulement, au cahier des charges de la concession.

Voici le texte de cet arrêt :

La Cour,

Ouï : M. le conseiller Jaudon, en son rapport ; Me Labbé, avocat du demandeur au pourvoi, en ses observations ; M. le conseiller Delrieu, faisant fonctions d'avocat général, en ses conclusions ;

Sur le moyen du pourvoi, pris de la violation des articles 1119, 1121, 1134, 1165 du Code civil, ensemble de l'article 7 de la loi du 20 avril 1810, pour défaut de motifs, contradiction de motifs et manque de base légale ;

Attendu qu'aux termes du traité de concession passé les 24-31 juillet 1897 entre la Ville et la Compagnie du Gaz de Lyon, celle-ci a obtenu l'autorisation d'utiliser les voies publiques pour la distribution du gaz et de l'électricité, et que l'article 5 du traité a fixé à 0,16 fr le mètre cube le prix maximum auquel le gaz pouvait être vendu aux particuliers pour les usages industriels ;

Attendu qu'à la suite de la hausse considérable des prix du charbon pendant la guerre de 1914-1919 et sur un premier avenant, en date à Lyon du 25 janvier 1917, approuvé par décret du 16 février de la même année, la ville de Lyon a autorisé le relèvement jusqu'à 0,18, 0,22 et 0,26 fr le mètre cube suivant certaines distinctions, du prix du gaz destiné aux usages industriels ;

Qu'à la suite de nouvelles hausses et d'une nouvelle action introduite devant le Conseil de Préfecture du Rhône, un second avenant, en date du 28 juin 1920, approuvé par décret du 30 du même mois, a fixé à 0,65 fr le mètre cube ce prix maximum ;

Attendu qu'il résulte des constatations de l'arrêt attaqué que « si la police consentie à Trolliet ne contient pas une référence expresse au cahier des charges, diverses clauses, notamment celle qui impose aux consommateurs du gaz l'application stricte du règlement général, celle qui rappelle que le prix du gaz a été élevé de 0,16 à 0,18 fr à la suite d'une délibération du Conseil municipal, y font une allusion assez nette pour que personne ne puisse s'y tromper ; que Trolliet ne peut donc feindre d'ignorer ce cahier des charges et qu'il doit se rendre compte que le contrat intervenu en dehors de lui entre la puissance publique et la compagnie concessionnaire peut aussi être modifié en dehors de lui par le seul accord des parties contractantes » ; que si Trolliet a consenti à subir le premier relèvement stipulé dans l'avenant du 25 janvier 1917, antérieur à sa police, il s'est refusé à subir le second stipulé dans l'avenant du 28 juin 1920 ;

Mais attendu que ces relèvements régulièrement approuvés par l'autorité administrative s'imposent à tous ceux auxquels le gaz est fourni par la compagnie concessionnaire au moyen de canalisations établies dans la commune de Lyon et en vertu d'un contrat en cours d'exécution ;

Qu'il suit de là qu'en décidant que le nouveau tarif du 28 juin 1920 est applicable à Trolliet, et que les fournitures de gaz à lui faites depuis le 1er juin 1920 devaient être payées à raison de 0,65 le mètre cube, l'arrêt attaqué n'a violé aucun des textes visés au moyen ;

Par ces motifs,

Rejette la requête.

Sur la non application de la taxe de 10 pour 100 sur le revenu des valeurs mobilières aux émoluments des directeurs et administrateurs délégués des sociétés anonymes.

Le « Journal officiel » du 4 mai 1924 publie, page 2187 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », les deux questions et réponses qui suivent :

20554. — M. Ernest Macarez, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si les tantièmes alloués au directeur d'une société anonyme, étranger au Conseil d'administration de cette société, tombent sous le coup de la taxe de 10 pour 100 sur le revenu des valeurs mobilières ; 2° s'il y a lieu de retenir qu'ils sont alloués en vertu d'une disposition statutaire expresse déterminant leur quotité ; 3° si les tantièmes dont il s'agit doivent être exclus des bases de l'impôt cédulaire (8 pour 100) établi au nom de la société. (Question du 11 février 1924.)

Réponse. — 1° et 2° Réponse négative en l'état actuel de la législation ; 3° les tantièmes dont il s'agit constituent une charge de l'entreprise et, à ce titre, ils doivent être retranchés du produit brut, pour la détermination du bénéfice devant servir de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par la société.

20555. — M. Ernest Macarez, député, demande à M. le ministre des Finances : 1° si les tantièmes alloués aux administrateurs délégués d'une société anonyme, non pas en vertu d'une disposition statutaire expresse, mais seulement en vertu d'une décision de l'assemblée générale ordinaire, tombent sous le coup de la taxe de 10 pour 100 sur le revenu des valeurs mobilières ; 2° si lesdits tantièmes doivent être exclus des bases de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux établi au nom de la société. (Question du 11 février 1924.)

Réponse. — 1° Dans l'état actuel de la législation, réponse négative, en principe ; 2° s'ils sont alloués aux administrateurs délégués en rémunération des fonctions spéciales qui leur sont confiées, les tantièmes dont il s'agit peuvent être considérés comme une charge de l'entreprise et, à ce titre, être retranchés du produit brut, pour la détermination du bénéfice devant servir de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux dû par la société.

8e Année — Tome XV — N° 21. — 24 Mai 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ





Société anonyme au capital de 60 millions de francs

Siège social : rue LA BOÉTIE, 54, PARIS-8e Tél. Élysées 48.01, 48.02, 48.03, 48.04

Production et Distribution d'Énergie Électrique

Produits Métallurgiques et Ouvrés

Fils, Câbles, Barres en cuivre, laiton et bronze. — Planches et longues bandes de laiton. — Toiles métalliques et rouleaux égoutteurs pour papeteries. — Aluminium en fils, câbles, planches. — Zinc en feuilles. — Tôles minces en fer noir et fer blanc. — Fonderies d'aluminium, de bronze et de fonte. — Tubes en fer et en acier soudés par rapprochement et par recouvrement. — Tubes en acier sans soudure. — Articles métalliques (clous d'acier à tête de laiton, etc.).

Études et Travaux — Entreprises électriques

Matériel Électrique

Constructions électriques (*moteurs, transformateurs, régulateurs*). — Appareillage électrique pour haute, moyenne et basse tension. — Petit appareillage électrique. — Câbles et fils électriques. — Accumulateurs électriques. — Lampes électriques à incandescence. — Magnétos industrielles. — Isolants et Objets moulés. — Porcelaines électrotechniques pour haute et basse tension. — Éclairage électrique des trains.

Constructions Mécaniques

Mécanique générale. — Mécanique de précision. — Matériel de freins pour Chemins de fer et Tramways.

Dépôts, Succursales et Représentants en France et aux Colonies :

ALGER : 1 *bis*, rue Michelet.
BORDEAUX : 35, rue René Roy de Clotte.
DIJON : 23, boulevard de Brosses.
LILLE : 287 *bis* et 289, r. de Solférino.
LYON : 38, Cours de la Liberté.
MARSEILLE : 15, Cours Joseph-Thierry.
METZ : 21, Avenue Serpenoise.
NANCY : 63, rue Saint-Georges.
NANTES : 1, place de la Monnaie.
NICE : 5, rue Hancy.
REIMS : 2, rue Bertin.
ROUEN : 67, rue Thiers.
STRASBOURG : 13, rue Déserte.
TOULOUSE : 63, boulevard Carnot
TOURS : 22, rue Bretonneau.

R. C. Seine : N° 21 516

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 21. 24 MAI 1924.

Essais contrôlés d'appareils d'appel et de télécommunication par ondes électromagnétiques pour réseaux de distribution. — Ces essais, qui commenceront le 12 septembre prochain et auront lieu sur la ligne de transmission d'énergie Asnières-Creil, sont organisés par la Société française des Electriciens, avec la collaboration du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique ainsi que des syndicats faisant partie de l'Union des Syndicats de l'Electricité qui sont intéressés à la question.

L'objet de ces essais est de s'assurer si les divers dispositifs proposés pour établir des communications entre les usines de production d'énergie électrique et les divers postes d'un réseau répondent bien aux besoins des exploitants ; ils ont également pour but de faire connaître ces besoins aux constructeurs et de susciter ainsi la création d'appareils qui les satisfassent aussi complètement que possible.

L'une des conditions imposées aux appareils présentés est de ne pas exiger la présence permanente d'un employé au poste de réception. La nécessité de réduire au minimum le personnel des entreprises de distribution d'énergie ne permet pas, en effet, de laisser en permanence un agent dans chaque poste avec le casque sur la tête pour écouter s'il ne surviendrait pas un appel. Il faut donc que le dispositif comporte un appel sonore pouvant être entendu à quelque distance; il faut de plus que, dès que l'agent appelé a rejoint le poste de réception, il puisse se mettre immédiatement en communication avec le poste transmetteur.

La principale qualité à rechercher dans les appareils est nécessairement une sûreté absolue de fonctionnement; en particulier, si l'on utilise des ondes conduites par les conducteurs mêmes de la ligne de transmission ou de distribution, il faut que le fonctionnement de ces appareils ne soit pas troublé par une rupture des conducteurs, puisque c'est précisément alors qu'il est urgent de transmettre des ordres; il faut aussi que les causes perturbatrices extérieures (phénomènes atmosphériques, ondes de puissantes stations de radio communication) aussi bien que les causes perturbatrices intérieures (manœuvres des interrupteurs et fonctionnement des disjoncteurs) soient sans effet sensible.

Les autres qualités envisagées sont principalement la simplicité d'emploi et d'entretien.

L'appel devra être sélectif, c'est-à-dire qu'il devra être possible d'appeler par une sélection purement mécanique, tel poste que l'on désire parmi trois au moins. Dans le cas d'emploi d'ondes électromagnétiques pour produire l'appel, un déréglage de 5 pour 100 de la longueur d'onde d'émission devra entraîner la cessation

du fonctionnement de l'appel, indépendamment de la la sélection mécanique.

Les dispositifs ne devront pas nécessiter de conducteurs spéciaux. S'ils utilisent des ondes électromagnétiques rayonnées, ces ondes devront être dirigées et avoir une longueur d'onde comprise entre 50 et 200 m ; s'ils utilisent des ondes conduites par les conducteurs de transmission d'énergie, la longueur d'onde pourra être quelconque.

Le règlement élaboré par la Société française des Electriciens prévoit en outre, par les articles XI à XIV les dispositions techniques suivantes :

Art. XI. — Les dispositifs utilisant les fils de ligne à haute tension (ondes conduites) devront réaliser l'appel et la communication dans les deux sens entre l'usine d'Asnières et la sous-station de Creil.

Art. XII. — Pendant l'essai des dispositifs visés à l'article XI, on effectuera sur les lignes un certain nombre de manœuvres.

On effectuera également différentes manœuvres d'exploitation à Asnières et à Creil, telles que mises en service ou hors service de transformateurs, charges de parafoudres électrolytiques, etc...

Le fonctionnement des dispositifs devra être indépendant des manœuvres indiquées aux deux alinéas ci-dessus.

Art. XIII. — Les dispositifs n'utilisant pas les fils de ligne à haute tension (ondes rayonnées et dirigées de 50 à 200 m) devront pouvoir permettre l'appel et la communication dans les deux sens.

Si le constructeur le demande, on se bornera à établir l'appel et la communication dans un seul sens ; dans ce cas, l'ensemble complet d'émission sera disposé dans un local quelconque au gré du constructeur ; l'ensemble complet de réception sera disposé dans la sous-station de Creil si le poste d'émission est à 40 km au moins de cette sous-station ; si le poste d'émission est établi à moins de 40 km de Creil, l'ensemble de réception sera disposé dans une autre sous-station à 45 000 v au minimum, choisie par la Commission de manière que la distance entre cette sous-station et le poste d'émission soit égale à 40 km au minimum.

Art. XIV. — Pendant l'essai des dispositifs visés à l'article XIII, on effectuera à la sous-station de Creil (ou bien à la sous-station où serait installé l'ensemble de réception, si cet ensemble n'était pas installé à Creil) différentes manœuvres d'exploitation, telles que mises en service ou hors service de transformateurs et de lignes, charges de parafoudres électrolytiques, etc...

Si le poste d'émission est à proximité d'une des artères faisant partie du réseau aboutissant à Creil (ou à la sous-station où serait installé l'ensemble de réception, si cet ensemble n'était pas installé à Creil), on effectuera sur ce réseau un certain nombre de manœuvres, telles qu'ouvertures et fermetures des disjoncteurs, etc...

Le fonctionnement des appareils de communications devra être indépendant des manœuvres indiquées aux deux alinéas ci-dessus.

Une note annexée au règlement indique la disposition de la ligne sur laquelle seront faits les essais, ainsi que les manœuvres dont il est question dans l'article XII ; voici cette note.

Disposition de la ligne. — La transmission d'énergie à 60 000 v entre Asnières, Creil et Gennevilliers comprend :

1° Deux lignes aériennes triphasées en câbles d'aluminium de 160 mm² de section, de Gennevilliers (Usine de l'Union d'Electricité) à Creil ; ces lignes sont appelées ligne Gennevilliers-Creil 1 et ligne Gennevilliers-Creil 2 ;

2° Deux lignes semblables, allant du portique d'Asnières (Usine de la Société Le Triphasé) à un point situé sur le territoire de la commune de Gennevilliers, au voisinage de l'Ile Saint-Denis, et appelé ordinairement Ile Saint-Denis ; ces deux lignes sont appelées ligne Asnières-Ile-Saint-Denis 1 et ligne Asnières-Ile-Saint-Denis 2 ; au point appelé Ile Saint-Denis, les deux artères Gennevilliers-Creil et Asnières-Ile-Saint-Denis se réunissent ; des sectionneurs aériens permettent de relier les deux lignes Asnières-Ile-Saint-Denis aux deux lignes Gennevilliers-Creil ou de les en isoler ; des sectionneurs aériens permettent également de fermer ou d'ouvrir les deux lignes Gennevilliers-Creil.

Les deux artères en question sont établies sur poteaux en ciment armé ; un fil de terre est établi au sommet des poteaux.

Du portique d'Asnières à la sous-station, appelée sous-station Novion, existe un câble de 50 m environ de longueur

Des sectionneurs existent sur les lignes aériennes à Gennevilliers, au portique d'Asnières, à Creil, et à un point appelé « Belloy », situé à peu près à moitié route entre l'Ile-Saint-Denis et Creil.

Manœuvres envisagées. — Sur les lignes Asnières-Ile-Saint-Denis, on pourra en effectuant les manœuvres nécessaires :

1° Mettre les deux lignes sous tension, en les reliant aux lignes Gennevilliers-Creil 1 et 2 ;

2° Les isoler ;

3° Les mettre à la terre, soit au portique d'Asnières, soit à l'Ile Saint-Denis, soit en un point intermédiaire.

Les manœuvres ci-dessus pourront d'ailleurs, à volonté, n'être faites que sur l'une ou l'autre des deux lignes, de sorte que, par exemple, une des deux lignes Asnières-Ile-Saint-Denis pourrait être sous tension et l'autre à la terre.

La ligne Gennevilliers-Creil 1 devra normalement assurer le service entre Gennevilliers et Creil ; cependant, il sera sans doute possible de profiter d'un dimanche pour supprimer la tension sur cette ligne en même temps que sur la ligne Gennevilliers-Creil 2 et les ouvrir en un ou plusieurs points ou les mettre à la terre.

Ces manœuvres d'ouverture et de mise à la terre pourront être faites sur la ligne Gennevilliers-Creil 2, à Gennevilliers, à l'Ile Saint-Denis, à Belloy et à Creil, la ligne Gennevilliers-Creil 1 étant en service.

Ajoutons que les demandes d'inscription doivent être envoyées à la Société française des Electriciens avant le 30 juin prochain ; le droit d'inscription est fixé à la somme de 500 fr, qui devra être envoyée en même temps que la demande.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La pile électrique et le microphone

Pour fournir le courant électrique nécessaire au fonctionnement des microphones, le procédé le plus répandu consiste à se servir, pour chaque microphone, d'une pile individuelle montée à proximité. Aussi ancien que l'usage du microphone lui-même, appliqué avec persistance dans d'innombrables installations, ce procédé n'est plus le seul qui soit pratiqué par les grandes administrations téléphoniques. On connait aussi des procédés d'alimentation de tous les microphones d'une même ville par une batterie unique située au bureau téléphonique central de la localité. Nous ne discuterons pas ici quelles sont les règles actuelles d'emploi de chacun des deux procédés ; nous nous préoccuperons seulement de parler du choix d'un type de pile convenable au service microphonique, d'analyser si les types de pile que l'on a jusqu'à présent affectés à cet emploi y étaient plus ou moins bien adéquats et de noter à la fois les efforts qui ont été tentés pour réaliser des progrès en matière de piles microphoniques et les moyens expérimentaux qui permettent de contrôler ces progrès.

I. **De l'intensité du courant nécessaire à un microphone.** — Pour étudier, dans nos laboratoires, si l'alimentation d'un microphone est suffisante, déficitaire ou surabondante, nous faisons, avec ce microphone, sous l'alimentation en étude, un essai de conversation. Cet essai est confié à des opérateurs très exercés ; ils causent sur une ligne assez longue, bien définie d'ailleurs par ses constantes de propagation ; la ligne est de longueur variable par échelons convenablement numérotés ; les opérateurs écoutent dans un récepteur bien choisi et ils comparent l'audition procurée dans ce même récepteur soit par l'ensemble transmetteur à étudier, soit par un autre ensemble transmetteur conservé à demeure dans le laboratoire comme étalon arbitraire de comparaison (1). Ils ramènent l'audition à égalité dans les deux expériences de comparaison par variation des échelles numérotées sur la ligne d'essai et ils peuvent ainsi chiffrer la qualité de la transmission d'un microphone.

Étant donnée la diversité des types de microphones, tant comme résistance moyenne que comme variation relative de leur résistance moyenne, il est difficile de dresser des tableaux numériques qui puissent convenir à tous les cas que l'on rencontre dans la pratique.

Nous donnons ci-après quelques résultats d'expériences :

Les microphones expérimentés ont été :

1° Des microphones type « Solid Back », dont la résistance ohmique moyenne est de l'ordre de 18 ohms;

2° Des microphones type « Marty », dont la résistance ohmique moyenne est de 8 à 9 ohms seulement. Ces derniers sont le type de microphone le plus usité en France dans les appareils à batterie locale.

Les résultats expérimentaux ont été traduits par des courbes en portant en ordonnée la valeur de la différence de potentiel moyenne aux bornes du microphone et en abscisse, la quantité d'énergie développée par le microphone. Il est utile, avant d'aller plus loin, que nous précisions encore la définition de ces échelles de coordonnées.

En choisissant comme ordonnées de nos courbes les valeurs de la différence de potentiel moyenne aux bornes du microphone, nous avons voulu essayer de tenir compte de la chute de tension à l'intérieur de la pile lorsque la résistance intérieure de celle-ci n'est pas négligeable vis-à-vis de la résistance moyenne du microphone. On verra que cette éventualité se présente malheureusement souvent dans la pratique et qu'elle a les conséquences les plus funestes pour la téléphonie si l'on n'en a pas expressément tenu compte dans le calcul de la pile.

Pour l'échelle des abscisses, sa graduation en quantité d'énergie engendrée par le microphone n'est pas une graduation en unités absolues. On a arbitrairement choisi, pour unité d'énergie, celle qui est développée par l'étalon arbitraire de comparaison des microphones dont nous avons parlé plus haut. C'est parfaitement logique. De plus, pour des raisons qu'il serait trop long de développer ici, mais qui sont conformes à la pratique des techniciens de la téléphonie, la graduation de cette échelle est exponentielle. Nous avons d'ailleurs laissé ressortir les valeurs logarithmiques qui partageraient cette échelle par parties égales.

Microphone de 18 ohms. — En essayant toutes sortes de piles et notamment des piles de constitutions différentes, des piles déjà usagées, ou des piles ayant subi du magasinage, etc..., on ne doit pas être surpris que,

(1) On peut trouver de plus amples détails sur ces procédés dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, 1920, t. IX, p. 485 et dans l'ouvrage de M. Reynaud-Bonin sur les *Appareils et Installations téléphoniques* (Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1924).

pour la même différence de potentiel aux bornes du microphone, on puisse développer, dans les mêmes conditions de conversation, des quantités d'énergie microphonique un peu différentes. Néanmoins, l'ensemble des résultats obtenus permet de considérer la courbe tracée sur la figure 1 comme la caractéristique approximative de l'énergie développée par le microphone en fonction de la différence de potentiel que la pile microphonique applique à ses bornes.

On voit sur la courbe que l'énergie développée par le microphone de 18 ohms n'a jamais pu devenir égale à l'étalon arbitraire de comparaison dont la quantité d'énergie est prise égale à l'unité. Avec 2,8 v aux bornes du microphone, ce qui était une tension fort élevée, on n'avait encore que 40 pour 100 de l'énergie de l'étalon de comparaison.

Nous sommes en droit de conclure que ce microphone de 18 ohms est un microphone qui exige des piles très fortes. Il n'est jamais un microphone très puissant, mais avec des piles de 2,5 v à 3 v, il peut tout de même affronter la conversation sur des lignes longues. Par contre, si la pile est abaissée jusqu'à 1,4 v, il fournit une énergie neuf fois moindre que l'étalon normal; si la pile est abaissée à 1 v, il fournit une énergie 55 fois moindre que l'étalon normal. Il serait alors très mauvais de vouloir se servir de cet appareil sur des lignes longues.

Nous devons enfin signaler un avantage à l'actif de ce microphone de 18 ohms; on est assez bien placé pour compter sur une différence de potentiel aux bornes du microphone presque égale à la force électromotrice de la pile, sauf le cas, évidemment, de piles à liquide immobilisé qui seraient abusivement sèches.

Microphone Marty de 8 ohms. — Le microphone Marty de 8 ohms est capable de développer une énergie égale à l'étalon de comparaison pour une différence de potentiel de 1,55 v environ à ses bornes. Ce microphone fournit d'excellentes conversations sur de longues lignes téléphoniques pourvu que sa pile alimentaire soit bien choisie.

Par contre, les difficultés de l'ajustement de la pile microphonique sont très sérieuses parce que toute augmentation graduelle de la résistance intérieure de cette pile devient rapidement funeste, eu égard à la faible résistance du microphone (8 ohms). Nous en donnerons plus loin des exemples.

Tant qu'il ne s'agit que de téléphone à courte distance, les inconvénients d'une alimentation déficitaire des microphones ne se font pas encore trop sentir. Mais les alimentations déficitaires causent les plus grands préjudices dans la téléphonie à grande distance et nous croyons devoir insister sur la nécessité de réagir contre elles, car, à notre avis, tout appareil téléphonique monté en n'importe quel lieu du territoire de la France doit être capable de répondre de façon satisfaisante à un appel provenant du réseau interurbain.

II. Choix d'un type de pile. Pile au manganèse et pile à liquide immobilisé. Leurs défauts.

— La pile au manganèse a tellement été employée sur les appareils à batterie locale, surtout sous la forme de pile à liquide immobilisé, qu'il y a quelque hardiesse à instruire son procès et à l'accuser d'avoir trop souvent compromis la qualité des conversations téléphoniques.

Je me place uniquement au point de vue de la puissance de transmission d'un microphone à batterie locale et je suis convaincu que, pour le maintien de la constance de cette puissance de transmission pendant plusieurs mois et plusieurs années, on a commis une erreur technique en montant des piles à liquide immobilisé dont l'élément s'affaiblit lentement par dessication interne et des piles au manganèse qui accusent des baisses trop rapides dans leur force électromotrice à mesure que le débit progressif leur enlève de leur puissance. Ce ne sont certainement pas là des conditions qui conviennent à une pile microphonique.

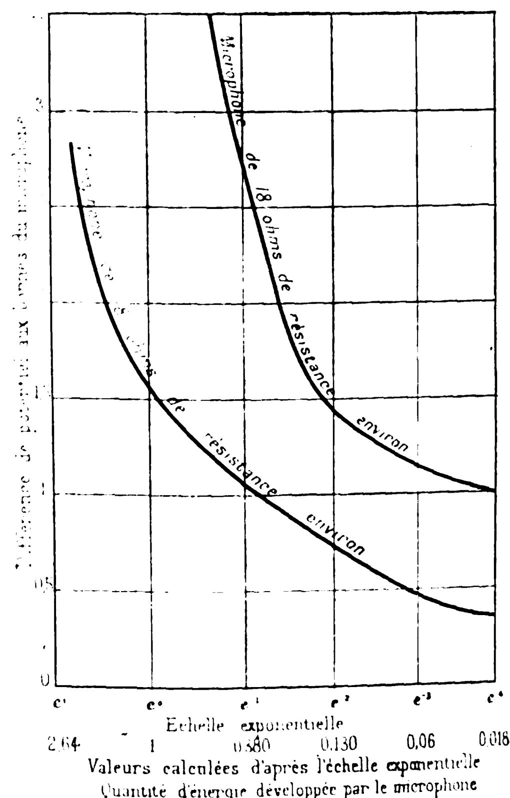


Fig. 1. — Variations de l'énergie engendrée par divers microphones en fonction de la différence de potentiel appliquée à leurs bornes.

a) Augmentation progressive de la résistance intérieure de la pile. — La pile au manganèse possède une force électromotrice de l'ordre de 1,5 v quand elle est neuve et les fabricants de piles à liquide immobilisé livrent des éléments dont la résistance intérieure ne dépasse pas 0,2 ohm au sortir de l'usine.

Malheureusement, la résistance intérieure de la pile à liquide immobilisé ne cesse de s'accroître avec le

temps et elle atteint, en quelques mois, une valeur de plusieurs ohms.

En même temps, la force électromotrice de la pile baisse si elle a eu à débiter du courant électrique.

Pour se mettre en garde contre les effets pernicieux de ces phénomènes, l'Administration française a adopté la règle suivante : « Toute pile microphonique au manganèse qui donne moins de 0,8 v aux bornes quand elle est fermée sur une résistance de 5 ohms doit être mise au rebut ».

Avec cette règle, une pile tombée à 1 v de force électromotrice ne peut pas être gardée en service si elle a plus de 1,2 ohm de résistance intérieure.

Une pile de 1,2 v de force électromotrice ne pourrait pas être conservée avec plus de 2,5 ohms de résistance intérieure.

Une pile de 1,4 v de force électromotrice qui se serait desséchée sans débiter ne pourrait pas être conservée avec plus de 3 ohms de résistance intérieure.

Cependant, même dans ces limites, l'effet de l'accroissement de résistance intérieure est déjà bien fâcheux pour le microphone français de 8 ohms. Sur ce microphone, en effet, les trois éléments de pile que nous venons de caractériser comme étant à la limite de la jauge administrative engendreraient les énergies de transmission suivantes :

L'élément de 1,4 v et 3 ohms développerait 1,02 v aux bornes du microphone ; énergie, 32 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

L'élément de 1,2 v et 2,5 ohms développerait 0,91 v aux bornes du microphone ; énergie, 23 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

L'élément de 1 v et 1,2 ohm développerait 0,87 v aux bornes du microphone ; énergie, 20 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

En pratique, et cela est encore plus grave, il est à peu près impossible de respecter rigoureusement la jauge et beaucoup de piles microphoniques à liquide immobilisé sont laissées en service avec des résistances intérieures tellement grandes que l'énergie qu'elles envoient à la ligne tombe à 5 pour 100 seulement de l'énergie fournie par l'étalon.

Les chiffres que nous donnons ci-après ont été relevés sur des appareils téléphoniques en service et ils prouvent éloquemment la gravité du mal que nous voulons dénoncer :

Pile de 1,1 v et 6 ohms, développant 0,63 v aux bornes d'un microphone de 8 ohms de résistance : énergie, 8,7 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

Pile de 0,9 v et 6,25 ohms, développant 0,50 v aux bornes d'un microphone de 8 ohms de résistance, énergie, 6 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

Pile de 1,1 v et 13,3 ohms, développant 0,41 v aux bornes d'un microphone de 8 ohms de résistance ; énergie, 3 pour 100 de celle donnée par l'étalon.

On constate même pour les appareils téléphoniques qui seraient montés avec deux éléments de pile en série que, si l'un de ces éléments est mauvais, il étouffe le bon. Exemple :

Une pile de deux éléments en série, l'un de 1,5 v et 3,3 ohms, élément passable, et l'autre de 0,9 v et 17,5 ohms, élément mauvais, développe 0,66 v aux bornes d'un microphone de 8 ohms de résistance ; l'énergie envoyée est 10 pour 100 seulement de celle donnée par l'étalon.

Ainsi, nous avons vu que les variations de la pile au manganèse et à liquide immobilisé sont certainement la cause de beaucoup de conversations défectueuses.

Le phénomène de l'augmentation progressive de la résistance intérieure de la pile étant surtout à redouter dans les piles à liquide immobilisé, nous croyons qu'il serait généralement préférable d'alimenter les microphones par des piles à liquide libre, ou « à densité ».

Cependant, la pile « à densité » présente des inconvénients d'un autre ordre chez les abonnés au téléphone à cause des dangers de suintements ou de renversement des liquides corrosifs qu'elle renferme et il est permis d'espérer que les fabricants de pile à liquide immobilisé pourront réaliser des progrès pour trouver des piles se desséchant de moins en moins.

Le problème à résoudre pour avoir des piles à liquide immobilisé résistant à la dessication interne est un problème très difficile parce que la pile à liquide immobilisé a besoin de conserver quelques orifices de libre communication avec l'air, ne serait-ce que pour l'évacuation des gaz provenant de la réaction interne.

b) Inconvénients résultant de la présence d'un dépolarisant tel que le bioxyde de manganèse et surtout des substances diverses que l'on ajoute au dépolarisant pour donner a la pile un coup de fouet nuisible au téléphone. — Le bioxyde de manganèse est un dépolarisant énergique, mais il se forme dans la pile, au fur et à mesure de son usure, d'autres composés de manganèse qui n'ont plus le même pouvoir dépolarisant. De plus, la masse du dépolarisant devient de plus en plus compacte et rebelle aux actions chimiques [1]. Ces diverses circonstances ne sont pas favorables au bon maintien de la force électromotrice.

Mais ce qui est beaucoup plus funeste, c'est que tous les constructeurs de piles au manganèse ont été séduits par l'idée de mélanger à l'électrode positive de leurs piles certains produits tels que le chlorure de zinc, du sel ammoniac, etc..., dont la présence relève la force électromotrice, mais d'une façon fugitive seulement et donne à la pile un *coup de fouet* [2].

Alors, en achetant une pile, on s'illusionne sur la valeur élevée de sa force électromotrice, mais cette force électromotrice élevée ne tient pas à l'usage et les conversations téléphoniques à grande distance devien-

[1] *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, 1918, t. VII, p. 199-205. Rapport d'expériences de M. Houdas et de M. Reynaud-Bonin sur ce sujet.

[2] Relation entre la force électromotrice des piles sèches et la concentration en ions hydrogène; H.-D. Holler et L.-M. Ritchie. *Revue générale de l'Électricité*, 10 septembre 1921, t. X, p. 320; d'après *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 24 février 1920, n° 364, p. 659-668, 3 fig.

nent mauvaises si on avait calculé la pile microphonique trop juste.

III. La pile à dépolarisation par l'air. — La pile à dépolarisation par l'air serait-elle plus constante que la pile au manganèse ? Peut-on lui demander de débiter des courants dont les intensités sont de l'ordre de celles nécessaires à un microphone ?

La constance d'une pile reste toujours subordonnée à ses possibilités de dépolarisation et c'est surtout la seconde question qui est importante, car, si une pile à dépolarisation par l'air a bien commencé à soutenir pendant quelques journées le débit nécessaire à un microphone, elle continuera à le soutenir sans défaillance puisque son dépolarisant reste toujours identique à lui-même. Nous supposons, bien entendu, que la résistance intérieure de la pile resterait constante, ce qui est à peu près le cas pour les piles à densité.

La pile à dépolarisation par l'air n'est pas une nouveauté. Il y a plus de cinquante ans qu'on en parle, mais, sous les formes qu'on lui avait autrefois données elle n'était capable de soutenir que des débits de très faibles intensités. Le renchérissement des diverses matières premières, leur raréfaction pendant la guerre, ont stimulé les chercheurs à perfectionner cet ancien type de pile et l'on doit citer particulièrement les travaux de M. Féry qui ouvrit véritablement une ère nouvelle à la vieille pile à dépolarisation par l'air.

Bref, il y a aujourd'hui d'excellentes piles à dépolarisation par l'air, des piles respirant par de larges surfaces, faites avec des matériaux de choix, où l'air peut pénétrer dans les meilleures conditions, dans lesquelles le zinc est éloigné, au contraire, de l'air nécessaire à la dépolarisation de la pile, etc..., etc...

Nous avons procédé à beaucoup d'expériences sur ces nouvelles piles à dépolarisation par l'air et nous avons constaté qu'en choisissant des éléments de volume à peu près équivalent à celui des piles au manganèse de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones (pile de 2 dm³) et en montant deux de ces éléments en série, on alimentait dans d'excellentes conditions un appareil téléphonique à batterie locale. L'alimentation obtenue est susceptible de rester constante pendant de longs mois, ce qui est, à notre avis, un point particulièrement important.

La pile à dépolarisation par l'air a une force électromotrice moindre que la pile au manganèse. Un seul élément à dépolarisation par l'air ne serait pas capable d'appliquer aux bornes d'un microphone de 8 ohms, la différence de potentiel de 1,5 v jugée nécessaire à l'obtention de la quantité étalon d'énergie de transmission ; par contre, deux éléments à dépolarisation par l'air montés en série sur ce même microphone lui appliquent aisément la tension nécessaire. On objectera peut-être qu'il n'est pas économique de monter deux éléments à dépolarisation par l'air dans des appareils où un seul élément au manganèse eût été suffisant. Nous répétons que l'élément au manganèse ne tient sa force électromotrice élevée que pendant très peu de semaines et qu'il y a là de bonnes raisons pour lui retirer la préférence.

IV. Conclusions. — Pour qu'un microphone puisse développer la quantité d'énergie que les techniciens de la téléphonie ont choisie comme étalon, il faut appliquer aux bornes de l'appareil téléphonique une différence de potentiel que l'expérience seule permet de déterminer pour chaque type de microphone.

Cette différence de potentiel est de 1,5 v pour le microphone Marty de 8 ohms de l'Administration française.

Si l'alimentation devient déficitaire, la quantité d'énergie développée par le microphone diminue incroyablement vite.

Il serait très important, pour conserver aux microphones toute leur puissance de transmission, de ne les alimenter qu'avec des piles qui ne puissent jamais tomber au-dessous de la limite que nous avons appris à déterminer.

E. Reynaud-Bonin,
Ingénieur en chef des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Revues, analyses et informations

Effet des ondes à front raide sur les diélectriques (1).

Au cours d'un orage, les très hautes tensions induites par la foudre dans les lignes de transmission soumettent l'isolement des installations à des contraintes élevées, mais très brèves et, comme il y a toujours un retard d'au moins une fraction de seconde à la perforation de l'isolant, même sous une contrainte excessive, c'est que les manifestations de ces arcs ont des effets particuliers. Les parties alors menacées ne sont pas toujours les plus vulnérables aux surtensions de longue durée et les dispositifs de protection ordinaires vont parfois à l'encontre du but cherché, en augmentant les risques d'exploitation.

Pour étudier ces cas singuliers et édifier une technique de la protection contre la foudre, l'auteur a construit, il y a quelques années, un générateur donnant des ondes à front raide, à la tension de 200 kv.

Dans un premier mémoire, il a indiqué les retards à l'amorçage, les tensions disruptives, les tensions de contour-

(1) F.-W. Peek. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1923, t. XLII, p. 623-630, 3000 mots, 19 fig., 3 tab.
On trouvera une bibliographie très étendue sur ce sujet dans la *Revue générale de l'Électricité*, du 1er décembre 1923, t. XIV, p. 858.

nement d'arcs sur isolateurs, la rigidité diélectrique de l'huile, de l'air, d'isolants solides et les effets d'effluves en couronne observés sous l'action de ces ondes.

Son deuxième mémoire traitait plus particulièrement des parafoudres à intervalles d'air.

Enfin, cette année, l'extension donnée à son générateur a ouvert un champ d'investigations nouvelles dont il indique les premiers résultats.

L'auteur a porté à 2 000 000 v la tension de crête du générateur décrit [1], et qui met en œuvre la décharge apériodique d'un condensateur en utilisant la chute de tension que subit cette décharge au passage d'une résistance très élevée. Les valeurs choisies pour la résistance, le coefficient de self-induction et la capacité du circuit du générateur (fig. 1) sont

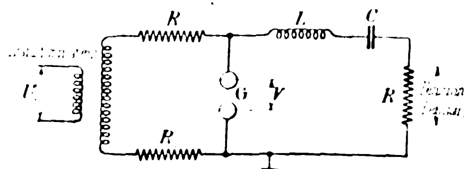


Fig. 1. — Schéma du générateur d'ondes à front raide.

telles que l'apériodicité soit assurée et que la tension atteigne sa valeur maximum en quelques centièmes de microseconde [2]. Ainsi dans l'exemple illustré par la figure 2, la tension s'élève à 1 500 000 v en 3 centièmes de

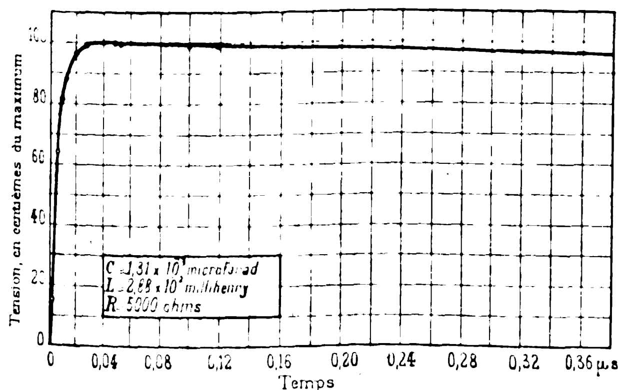


Fig. 2. — Forme d'onde utilisée. Tension maximum 1 500 000 v.

microseconde, ce qui représente un taux d'accroissement de 50 millions de kilovolts par seconde.

(1) *Transactions of the american Institute of electrical Engineers*, 1915, t. XXXIV, 1695 et 1919, t. XXXVIII, p. 717.

(2) La première condition est évidemment réalisée lorsque

$$R^2 > 4 \frac{L}{C},$$

comme cela a lieu pour

$$C = 1{,}31 \times 10^{-3}\ \mu\text{F}, \quad L = 2{,}88 \times 10^{-2}\ \text{mH}, \quad R = 5\,000 \text{ ohms},$$

par exemple

Par ailleurs, la tension atteint sa valeur maximum en un temps tel que

$$t = \frac{2L}{\sqrt{R^2 - 4\frac{L}{C}}} \text{ arc tgh } \frac{2L}{R};$$

il suffit donc de prendre R et C suffisamment grands et L petit pour obtenir un front d'onde aussi raide qu'on le désire (N. D. T.)

On estime qu'il y a là une reproduction assez fidèle des surtensions qui se développent parfois sur les lignes et des autres conditions entourant ces manifestations. Remarquons qu'une tension de 200 000 v est souvent supérieure à celle qui est induite sur les longues lignes de transmission.

I. Description succincte du générateur dans sa forme actuelle. — Les éléments constitutifs du générateur sont :

1° Une batterie de condensateurs comprenant 48 éléments, ce nombre devant être porté à 100 dans un avenir prochain. Chacun se compose de 10 lames de verre formant 10 épaisseurs de diélectrique en série. Les armatures sont des feuilles d'étain appliquées sur les deux faces du verre. La capacité de chaque élément est 0,00112 μF ;

2° Une inductance L, cadre rectangulaire, formée de 2 spires entourant le stand d'essais ;

3° Une résistance R constituée par une colonne d'eau réglée, par exemple, à 5 000 ohms pour la forme d'onde indiquée à la figure 2.

C'est aux bornes de cette résistance qu'on relie les isolateurs, éclateurs ou lignes soumis aux essais (tension d'essai de la figure 1).

II. Nature et résultats des essais. — A. *Décharges entre pointes.* — Les clichés des figures 3 et 4 sont la reproduc-

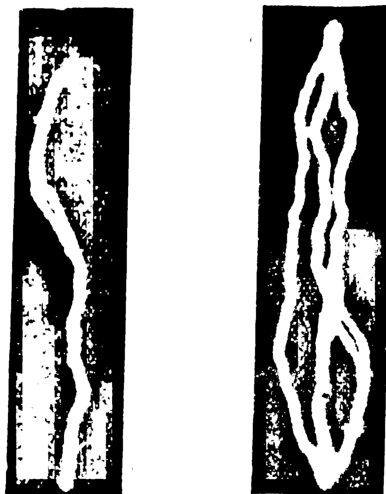


Fig. 3. — Une décharge à 1 500 000 v entre pointes. Remarquer le trajet sinueux et les aigrettes latérales. — Fig. 4. Trois décharges à 1 500 000 v : les différents traits ne suivent pas le même chemin.

tion photographique des coups de foudre provoqués artificiellement entre pointes. Ces décharges ont, en effet, les caractères mêmes de l'éclair : trajet sinueux, aigrettes latérales (visibles sur la figure 3), dissemblances des éclairs déclenchés coup sur coup dans le même milieu et entre les mêmes pointes. Enfin, la décharge s'accompagne toujours d'une forte explosion qui la différencie nettement de la décharge à haute fréquence observée avec un circuit générateur oscillant.

Le diagramme de la figure 5, qui résume les essais quantitatifs, montre que, sauf pour les faibles distances, la tension disruptive croît toujours linéairement avec l'éloignement des électrodes.

Rappelons que l'auteur a fait adopter antérieurement un nombre qui caractérise la vulnérabilité ou l'immunité rela-

tive des diélectriques aux ondes à front raide et qu'il a appelé « rapport d'impulsion ». C'est le quotient de la tension disruptive sous la brève contrainte d'une onde à front raide, par la tension disruptive sous la contrainte permanente d'un champ électrique alternatif à 60 p : s, toutes choses égales d'ailleurs.

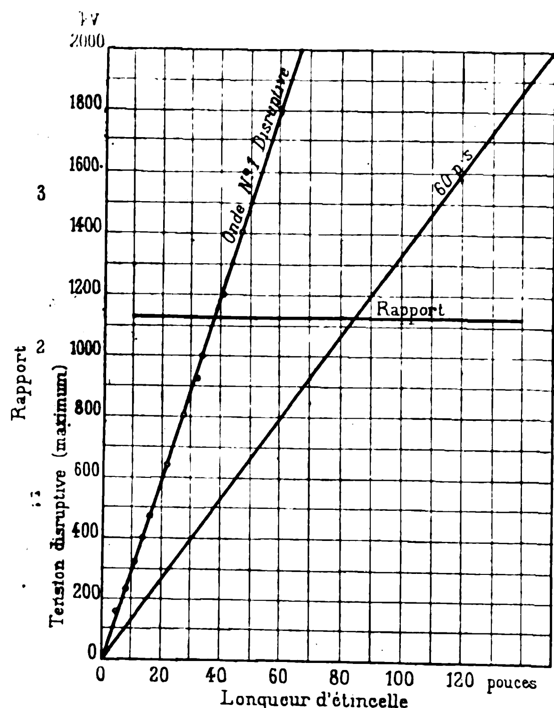


Fig. 5. — Tensions disruptives entre pointes. Rapport entre la tension de disrupture et la tension normale à 60 p : s (rapport d'impulsion).

C'est ainsi que le spintermètre à pointes présente, avec une forme d'onde déterminée, un rapport d'impulsion égal à 2,25 environ.

B. *Décharges entre sphères.* — L'observation capitale porte sur la grosseur de l'étincelle dont le diamètre atteint 7 à 8 cm (fig. 6). On évalue approximativement le courant qu'elle transmet à 10000 A.

Fait important : l'introduction d'une résistance en série avec l'éclateur à sphères lui confère les qualités d'un éclateur à pointes et leur ressemblance est alors d'autant plus marquée que le front de l'onde est plus raide. Il est probable que les sphères ne sont pas complètement chargées lorsque la tension d'épreuve atteint sa valeur maximum aux bornes de la résistance R et que l'ionisation du milieu n'est pas suffisante pour obtenir l'amorçage.

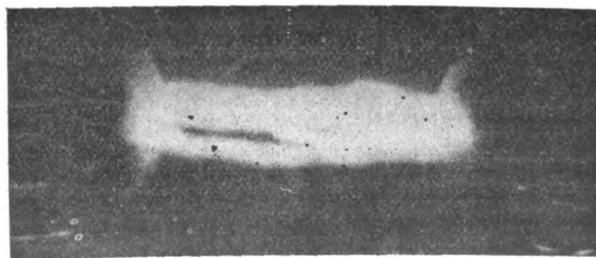


Fig. 6. — Décharge entre sphères. Remarquer la grosseur de l'étincelle.

Il faut alors, pour faire apparaître l'éclair, ou bien augmenter la tension normale d'essai ou bien conserver la même tension et réduire l'intervalle des sphères.

Ce dernier processus a permis de recueillir les résultats consignés au tableau I et de déterminer le rapport d'impulsion pour différentes valeurs de la résistance en série. Ce rapport varie de 2 à 1 quand la résistance passe de 30000 ohms à zéro.

Tableau I. — *Influence d'une résistance en série avec le spintermètre.*

Onde à front raide tension appliquée (valeur maximum) kv	Résistance en série avec la décharge ohms	Réglage du spintermètre à boules (sphères 12,5 cm) cm	Tension disruptive à 60 p : s (valeur maximum) kv
106	0	3,95	106
106	2 500	3,60	98,5
106	5 000	3,30	92,0
106	10 000	2,80	80,0
106	20 000	2,30	66,0
106	30 000	2,05	59,1

Il s'ensuit qu'on doit condamner les résistances placées en série avec les parafoudres puisqu'elles assurent aux dispositifs de protection une immunité douteuse contre les décharges qu'ils ont mission d'écouler.

C. *Isolateurs de ligne.* — Les essais antérieurs avaient montré que les tensions d'amorçage, sous la contrainte des ondes à front raide, étaient les mêmes, soit que l'expérience ait lieu à sec, soit qu'elle ait lieu sous la pluie.

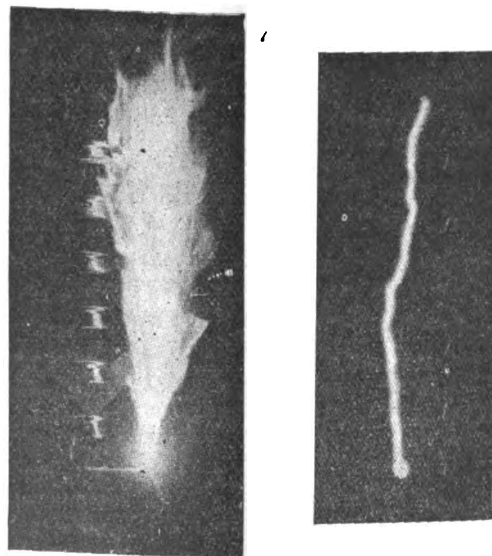


Fig. 7. — Décharge à 60 p : s sur une chaîne d'isolateurs avec anneau de garde, à sec. — Fig. 8. Décharge d'une onde à front raide à 1 200 000 V sur une chaîne d'isolateurs avec anneau de garde, à sec.

Aux très hautes tensions mises en jeu dans les nouveaux essais, cette particularité s'est confirmée. Et, de même

qu'aux plus basses tensions, l'emploi des anneaux de garde ne modifie pas la valeur de la tension critique; leur rôle se réduit donc à mieux répartir la capacité le long de la chaîne et surtout à localiser les effets destructifs de l'arc sur des parties aisément remplaçables.

Comme le montre le cliché de la figure 7, la décharge à la fréquence de 60 p : s est plus nourrie que celle correspondant à un éclair et reproduite en figure 8. La photographie de la figure 9 est très importante ; elle montre que l'étincelle éclaire la chaîne par un temps d'orage. L'épaisseur du trait est due à l'éclairement des gouttes d'eau qui paraissent immobiles dans l'espace parce que la photographie a été prise en moins de 1/100000 seconde. On a constaté que, soit à sec, soit sous pluie, la tension d'éclatement n'est pas diminuée par l'anneau de garde. Enfin, en figure 10, on a

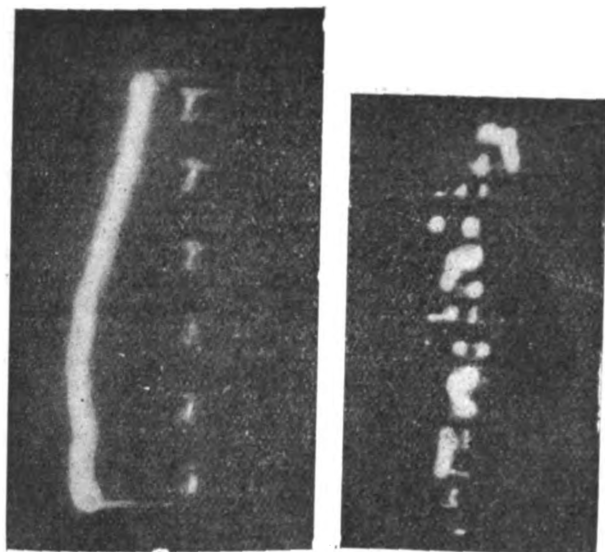


Fig. 9. — Décharge d'une onde à front raide à 1200000 v sur une chaîne d'isolateurs avec anneau de garde pendant une averse. Les gouttes d'eau sont illuminées par l'éclair et l'aspect de la chaîne est moins net qu'à sec. — Fig. 10. Décharge d'une onde à front raide à 1200000 v sur une chaîne sans anneau de garde, à sec.

reproduit une décharge sur une chaîne non munie d'un anneau de garde.

L'auteur a également observé dans une chaîne, sur les capots métalliques en contact avec la porcelaine, des perforations curieuses : il les attribue, après contre-essai, à des explosions en miniature, qui auraient lieu entre la porcelaine et le métal.

L'introduction d'une résistance en série augmente l'immunité relative de l'isolateur (tableau II) dans le rapport de 1 à 5 lorsque la résistance croît de zéro à 50000 ohms. Dans ces expériences, on maintenait constante la distance explosive, constituée par l'isolateur, et on mesurait la tension de l'onde à front raide appliquée pour chaque valeur de la résistance.

D. Propagation de la décharge le long d'une ligne de transmission. — Une étude de cette propagation est en cours, mais déjà les essais préliminaires présentent un intérêt pratique, qui justifie la publication suivante.

Remarquons d'abord que le taux d'accroissement de la tension d'épreuve, dans sa phase ascendante, l'assimile au

Tableau II. — *Influence d'une résistance en série avec l'isolateur essayé.*

Résistance en série avec l'isolateur ohms	Tension d'amorçage à 60 p : s (valeur maximum) kv	Onde à front raide tension appliquée (valeur maximum) kv
0	119	127
5 000	119	190
10 000	119	235
20 000	119	320
30 000	119	420
50 000	119	600

premier quart de période d'une tension sinusoïdale à 5600000 p : s, et que, sur une ligne idéale, la « longueur » du front de cette onde atteindrait 12 m.

La ligne d'essai, elle, est constituée par deux fils parallèles d'une longueur utilisable de 86 m, au maximum. Ces fils sont espacés de 0,92 m et le diamètre du conducteur est très voisin de 1 mm. Il est choisi assez petit, par conséquent, pour donner aux pertes par effluves l'importance qu'elles auraient sur une ligne plus longue, avec les mêmes effets de soupape. Les effluves produits par ces ondes transitoires étaient nettement visibles et on pouvait apprécier à l'œil la différence existant entre le conducteur positif et le conducteur négatif.

Il importait surtout de se rendre compte des changements du front d'ondes voyageant sur la ligne et de déterminer les sections les plus menacées dans leur isolement.

A cet effet, on plaça, aux extrémités et au milieu de la ligne, trois et, parfois même, quatre couples d'éclateurs,

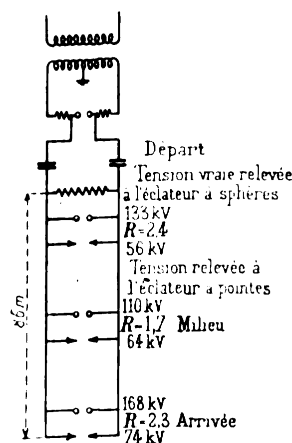


Fig. 11. — Schéma type d'une installation pour l'étude de la propagation des ondes à front raide sur les lignes de transmission. *R*, représente le rapport d'impulsion, c'est-à-dire le quotient des deux nombres entre lesquels il est compris.

chaque couple étant formé d'un éclateur à pointes et d'un éclateur à boules. Ce dernier indique, après étalonnage, la valeur vraie de la tension de crête. Mais, en vertu d'une remarque précédente, l'indication du spintermètre à pointes est d'autant plus inférieure à la valeur vraie que le front d'ondes est plus raide.

Le rapport des deux indications caractérise donc, selon qu'il est grand ou petit, l'acuité ou l'aplatissement de l'onde d'épreuve, au droit du couple d'éclateurs témoins.

La figure 11 est un schéma type des montages adoptés ;

c'est à la suite de l'extrémité marquée « Arrivée » que sont placés éventuellement les inductances et les condensateurs dont l'influence doit être étudiée.

Trois catégories d'essais eurent lieu sur la ligne de 86 m ;

1° Essai avec ligne ouverte à l'arrivée ;

2° Essai avec ligne en court-circuit à l'arrivée ;

3° Essai après addition de résistances, inductances et capacités à l'arrivée, ouverte ou court-circuitée.

Des résultats obtenus se dégagent les conclusions suivantes :

1° Que la ligne soit ouverte ou court-circuitée à l'arrivée, le front de l'onde est moins raide au milieu qu'au départ, et la valeur absolue de la tension de crête y est réduite de 18 à 33 pour 100 ;

2° Quand la ligne est ouverte, le rapport d'impulsion se relève à l'arrivée, autrement dit, le front de l'onde y redevient plus raide et la tension de crête y est plus élevée de 27 pour 100 qu'au départ. (Elle passe, par exemple, de 133 à 168 kv) ;

3° L'addition de deux résistances, en série sur chaque fil, résistances dont la valeur totale est sensiblement égale à l'impédance de la ligne à la fréquence 5 600 000 p : s, soit 850 ohms, ne modifie pas le rapport d'impulsion ni la tension de crête à l'arrivée et, seule, cette tension de crête décroît de 2 pour 100 d'amont en aval des résistances ;

4° Par contre, l'addition d'inductances en série sur la ligne (valeur totale, 47 mH) a un effet désastreux : à l'aval des inductances, le front de l'onde devient plus raide et, d'amont en aval, la tension croît de 67 pour 100, en augmentation de 78 pour 100 sur la tension au départ.

En shuntant ces inductances, elles-mêmes dangereuses, par des résistances (dont le mémoire ne précise pas la valeur), on ramène la tension de crête à une valeur voisine de celle mesurée au départ et on abaisse le rapport d'impulsion au-dessous de sa valeur initiale.

5° Enfin, on observe encore une réduction plus importante de la tension si la capacité terminale que présente la ligne elle-même est accrue par celle d'un condensateur qui la ferme. La tension tombe alors de 33 pour 100, en passant, par exemple, de 136 kv, valeur initiale, à 92 kv et le rapport d'impulsion ne varie pas sensiblement après son altération normale au milieu.

L'étude de la propagation des ondes à front raide ainsi amorcée eut été incomplète si elle n'avait effleuré la propagation sur fil unique avec retour par le sol.

Dans ce cas, pour une même tension de crête au départ, une même forme d'onde, on observe, à l'arrivée, la même altération légère signalée au paragraphe 2 des conclusions précédentes. Bien qu'elle soit inférieure de 10 pour 100 à la tension finale entre les arrivées de la ligne à deux conducteurs, la tension de crête entre l'arrivée du conducteur unique et le sol reste toujours supérieure à celle du départ (1). Mais cet inconvénient est écarté si l'on prend soin de doubler le conducteur aérien en plaçant en parallèle les deux fils de 86 m précédemment utilisés, ce qui vraisemblablement augmente la capacité de la ligne et les pertes par effluves.

Pour étudier l'influence du fil de terre qui surmonte les lignes de transmission, on relia à la terre l'un des conducteurs précédents, soit au départ, soit à l'arrivée. Mais on n'observa alors qu'une très légère atténuation de la surtension produite à l'extrémité ouverte sans altération du front d'onde. L'absorption d'énergie nocive par le fil de terre est donc très faible ; mais ce n'est là, en réalité, qu'un côté de la question et cet essai n'est pas un critérium de l'efficacité du fil de terre contre les tensions induites, ni de sa valeur protective contre les coups de foudre directs. L'étude de ces deux rôles est en cours.

E. Comment se comportent les corps réputés conducteurs sous l'effet des ondes à front raide. — Pour les bons diélectriques, le gradient de potentiel critique est compris entre 30 et 200 kv : cm. Mais il faut beaucoup moins de 30 kv : cm pour fondre ou bouillir, suivant le cas, les corps réputés conducteurs.

Cependant, l'application soudaine d'une très haute tension entraîne une dérogation aux exceptions ci-dessus. La brièveté du phénomène ne peut donner lieu, en effet, à un dégagement appréciable de chaleur et, par suite, certains conducteurs pourront supporter des contraintes limites aussi élevées que celles des meilleurs isolants et pourront, comme ceux-ci, se laisser pénétrer par l'étincelle.

Cette curieuse propriété est confirmée par l'observation de la décharge lumineuse entre électrodes à boules ou à pointes dans une enceinte remplie d'eau, sous la contrainte d'une onde à front raide, comparable à une onde sinusoïdale de fréquence 500 000 p : s (1).

L'étincelle avait même aspect que celles observées dans l'huile ou dans l'air et elle présentait le même caractère d'explosion violente.

Avec une tension de 165 kv, dans un intervalle d'eau de 1,5 cm, la durée d'application était d'environ 1 μs (10^{-6} s) sans qu'il y eût de dégagement notable de chaleur. Or, l'application permanente d'une tension cent fois moindre pendant deux ou trois secondes suffirait pour amener l'eau en pleine ébullition. La tension explosive dans l'air était de 46 kv.

Les résultats d'essais consignés par l'auteur dans les figures 12 et 13 permettent de comparer les tensions disruptives dans l'air et dans l'eau et de conclure que :

1° La tension de disrupture n'est plus, dans l'eau, proportionnelle à l'écartement des électrodes ;

2° Cette tension est beaucoup plus élevée dans l'eau que dans l'air, ce qui explique le rôle neutre de la pluie dans l'amorçage d'arcs sur isolateurs ;

3° Pour un même intervalle d'eau, la tension disruptive est plus élevée entre pointes qu'entre sphères, contrairement à ce qui a lieu dans l'air;

4° Les résultats de cet essai sont d'accord avec ceux rapportés plus haut qui ont montré que les tensions de contournement des isolateurs, à sec et sous pluie, sont égales; ils prouvent aussi qu'un isolement considéré comme n'étant pas bon ou qui, en fait, est conducteur aux tensions d'exploitation, peut devenir un très bon isolant aux tensions d'éclair. Ceci souligne encore l'importance de l'emploi de parafoudres à très faible résistance.

Conclusions générales. — Les laboratoires d'essais sont maintenant en mesure de reproduire des tensions supérieures à celles induites par la foudre sur les lignes de transmission et cette affirmation est basée sur le fait que les chaînes d'isolateurs franchies par les arcs aux essais le sont très rarement dans la pratique par la foudre (2); des

(1) L'auteur a observé que l'affaiblissement de la tension de crête est plus marquée lorsque le fil unique est relié au pôle positif du générateur. Il faut sans doute rapprocher cette anomalie des particularités de l'effet de couronne, toujours plus intense pour l'électrode positive. (N. D. T.)

(1) Traduite graphiquement, cette onde a donc une pente ascendante dix fois moins accentuée que celle de l'onde employée dans les essais précédents.

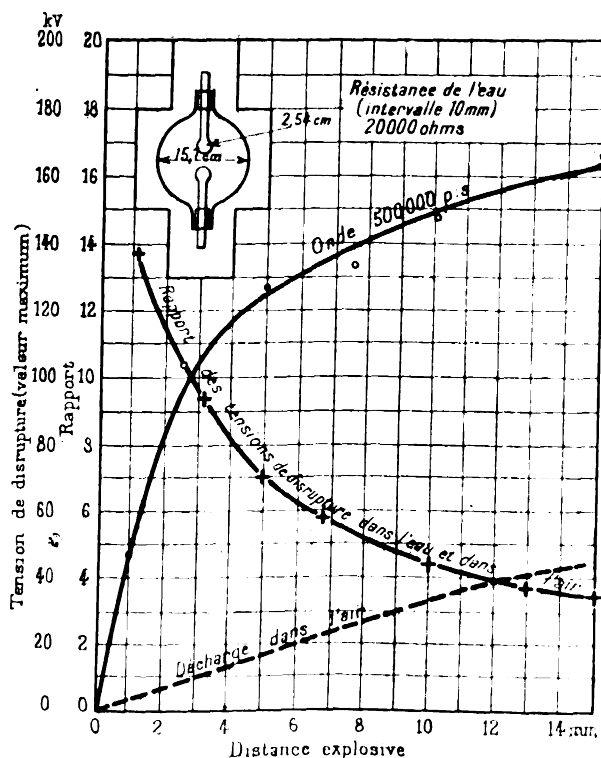
(2) F.-W. Peek. *Electrical World*, 19 mai 1923, t. LXXXI, p. 1135-1136, 700 mots, 8 fig.

expériences réalisées dans le Colorado ont montré que, sur ces lignes, les tensions induites dépassent rarement 400 kv.

Ce nouveau progrès dans la production de tensions de plus en plus élevées n'a révélé aucune dérogation aux lois établies antérieurement pour différents intervalles explosifs.

Il faut aux ondes à front raide, pour franchir un intervalle déterminé, une tension de crête plus élevée qu'aux basses fréquences et, si l'on considère qu'il faut une tension de 2 000 000 v pour percer un intervalle d'un mètre, on peut se demander quelles tensions considérables ont les éclairs entre nuages ou entre nuages et terre, au cours d'un orage.

Les tensions d'amorçage à sec ne sont affectées ni par la pluie ni par l'adjonction d'anneaux de garde.



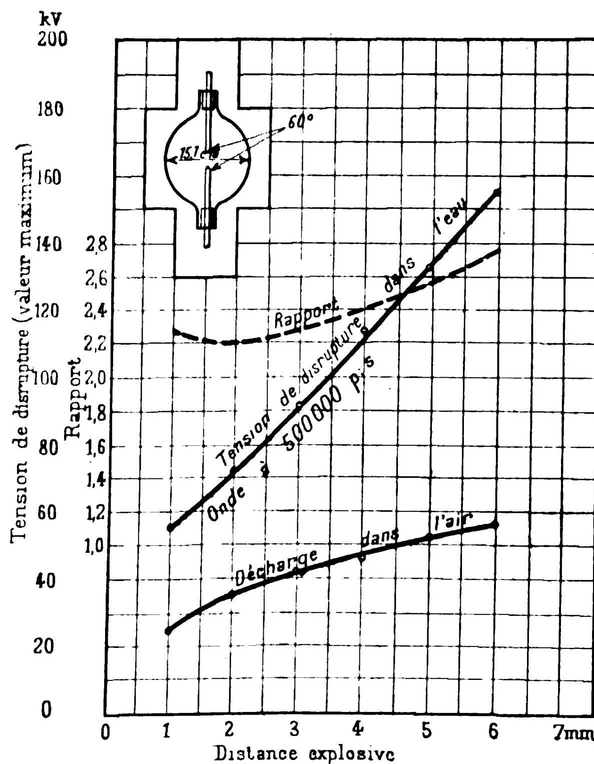


Fig. 12. Tensions de disrupture dans l'eau entre sphères de 2,54 cm de diamètre. — Fig. 13. Tensions de disrupture dans l'eau entre pointes taillées à 60°.

Les conducteurs de résistance moyenne aux fréquences normales peuvent être imperméables aux ondes à front raide.

Pour la technique du laboratoire, il faut retenir la nocivité des résistances en série avec les éclateurs à boule, résistances qui leur donnent les caractères des éclateurs à pointes et modifient la tension disruptive avec l'allure du front de l'onde.

Les recherches sur l'altération de l'onde transitoire montrent que sa tension diminue et que le front de l'onde s'aplatit. La tension de l'onde est doublée quand elle se réfléchit à l'extrémité d'une ligne ou qu'elle rencontre une bobine de self-induction; celle-ci constitue une véritable source de danger. Sous certaines conditions, la tension à la sortie peut atteindre jusqu'à trois et quatre fois la tension incidente; pour protéger une bobine, il faut la shunter par une résistance. — L. P.

Ionisation et phénomènes de résonance (1).

La théorie quantique de l'énergie radiante, émise par Planck en 1900 pour tenter d'expliquer la répartition de l'énergie dans le spectre d'émission d'un corps complètement absorbant, s'est étendue depuis cette époque au point d'englober une partie importante du champ de la physique tout entière. On sait que cette théorie admet que l'énergie, lorsqu'elle prend la forme radiante, ne possède pas une structure continue, mais se compose d'éléments séparés ou quanta, transportant chacun une énergie égale à $h\nu$, où h est une constante universelle, égale à $6{,}554 \times 10^{-27}$ erg-seconde et ν, la fréquence de la radiation. Ce postulat a été appliqué dans deux directions principales. La première est relative aux phénomènes dont le corps noir est le siège, aux chaleurs atomiques et à la théorie cinétique des gaz. La seconde se rapporte à l'interaction des radiations et de la matière, c'est-à-dire : 1° à l'excitation d'un rayonnement de la matière par l'impact d'électrons ; 2° à l'émission d'électrons par la matière absorbant des radiations. La recherche dans la seconde de ces directions a été couronnée de succès remarquables, en jetant une lumière toute nouvelle sur la structure et sur la dynamique de l'atome. Le présent travail se rapporte à certaines questions relatives à ce deuxième point de vue, se consacrant principalement à l'interprétation des théories de l'émission et de l'absorption spectrales.

La première application féconde de l'idée du quantum à l'étude des spectres réside dans la théorie de Bohr de la structure atomique et du mécanisme du rayonnement de l'atome (1913). Rappelons brièvement les points principaux

(1) C.-B. Bazzoni. *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1923, t. CXCVI, p. 627-651, 6 500 mots, 12 fig.

de cette théorie. Bohr reprit et développa l'idée de Rutherford selon laquelle l'atome est un aggrégat formé d'électricité positive et d'électricité négative sous la forme d'un noyau extrêmement petit, de charge positive égale au numéro atomique de l'élément considéré, entouré par un nombre d'électrons suffisant pour neutraliser exactement sa charge, lorsque l'atome est à l'état normal. On admet que ces électrons gravitent autour du noyau suivant des trajectoires que l'on peut déterminer en appliquant au système les lois de la mécanique classique, avec cette réserve fondamentale, et d'ailleurs encore inexpliquée, qu'un électron qui se meut suivant une trajectoire fermée invariable le fait sans perte d'énergie par rayonnement. On suppose, en outre, que de tels états particuliers de mouvement ne sont possibles que lorsque le moment angulaire de l'électron autour du noyau est un multiple entier de $\frac{h}{2\pi}$. En conséquence de ces hypothèses, l'énergie d'un système particulier de mouvement, c'est-à-dire l'énergie d'un système d'électrons dont les orbites ont des rayons invariables, et des moments angulaires de la forme $\frac{nh}{2\pi}$, est invariable, et un atome ne peut absorber ou émettre de l'énergie que par le passage du système d'un état stationnaire à un autre. L'idée fondamentale de la théorie de Bohr peut donc s'énoncer de la façon suivante : L'énergie rayonnée ou absorbée par un atome en passant d'un état stationnaire à un autre est égale à la différence U_2-U_1 des énergies dans les deux états et elle a, dans tous les cas, pour mesure, un quantum $h\nu$ de la radiation monochromatique de fréquence ν émise par l'atome.

Pour un atome n'ayant qu'un électron, l'énergie U d'un état stationnaire particulier est égale à

$$U = -\frac{2\pi^2 m e^2 E^2}{h^2} \times \frac{1}{n^2},$$

où m est la masse de l'électron ; e, sa charge ; E, la charge positive du noyau et n, l'entier par lequel on doit multiplier $\frac{h}{2\pi}$ pour avoir le moment angulaire de l'électron dans l'état particulier considéré. n désigne donc clairement les orbites successives que l'électron peut occuper; on l'appelle pour cette raison le numéro d'orbite.

De l'expression précédente on peut déduire, en tenant compte de la condition $h\nu = U_2 - U_1$,

$$h\nu = -\frac{2\pi^2 m e^2 E^2}{h^2} \times \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$$

qui représente l'énergie rayonnée lorsque l'atome passe d'un état stationnaire à un autre. On peut écrire cette dernière équation

$$\nu = NZ^2 \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right).$$

dans laquelle N est la constante de Rydberg (égale à 109 737,7 pour un noyau lourd) et Z, le numéro atomique ($E = Ze$). On obtient la série des fréquences possibles d'un atome simple de l'espèce considérée en prenant diverses combinaisons des n, qui représentent les sauts de l'électron entre les orbites correspondantes. Ces valeurs des fréquences représentent aussi les fréquences des radiations qui peuvent être absorbées par l'atome. Cette équation doit, en conséquence, exprimer les positions des lignes successives dans le spectre d'émission et dans le spectre d'absorption d'un atome qui ne possède qu'un seul électron. En fait, l'équation précédente s'identifie avec la formule de Balmer, qui, on le sait, donne les fréquences des raies du spectre de l'hydrogène avec une exactitude extraordinaire. Il y a lieu d'observer que la fréquence de chaque raie du spectre est ici donnée par la différence de deux quantités, qui se trouvent déterminées par les énergies des mouvements orbitaux particuliers, et que, avec une dizaine de telles quantités, on peut prédire, en général, une cinquantaine de lignes.

Considérons maintenant les formules qui ont été établies en spectroscopie, à partir de la formule de Balmer, pour représenter les relations entre les raies des différents spectres. Lorsqu'on examine un spectre relativement complexe, comme celui d'un métal alcalin, on y observe des séries de raies plus ou moins régulièrement espacées, qui se reconnaissent à une communauté d'apparences, permettant de distinguer des séries de raies étroites, des séries de raies diffuses, etc. Les quatre séries les plus importantes de cette sorte, que l'on distingue dans les spectres des métaux alcalins et alcalino-terreux sont, dans l'ordre de leur importance, les séries principales, diffuse, étroite et fondamentale. Ces raies peuvent être des simplets, des doublets ou des triplets et le nombre total en est très grand. On a trouvé, bien avant la théorie de Bohr, que les fréquences de toutes ces lignes pouvaient s'exprimer sous la forme de différences entre un nombre bien plus petit d'autres fréquences, non représentatives de raies, qui sont appelées les termes. Ces termes sont calculables au moyen d'expressions de la forme $v = \frac{N}{(m+a)^2}$, où N est une constante universelle, la constante de Rydberg ; m représente les entiers à employer pour obtenir les termes successifs et a, une fraction, constante pour une série donnée, d'ailleurs différente d'une série à l'autre. On calcule a au moyen des fréquences de lignes observées. Dans les quatre séries qui viennent d'être mentionnées, on représente a par les lettres P, D, S et F respectivement. Le premier terme du groupe étroit serait $\frac{N}{(1+S)^2}$ et, de même, le second terme de la série diffuse, $\frac{N}{(4+D)^2}$. Il faut bien remarquer que ces expressions sont des termes et non des lignes. Elles sont universellement représentées sous une forme abrégée par les symboles $(1\ S)$, $(2\ D)$, etc. Pour obtenir la série complète de termes m, on prend pour m, dans le cas de S, toutes les valeurs entières à partir de 1 ; dans le cas de P, toutes les valeurs entières à partir de 2 ; avec D, tous les entiers depuis 3 et avec F, tous les entiers depuis 4. Et les fréquences des raies composant les séries sont données en prenant les différences des termes, de la façon suivante :

Série principale........ $\nu_P = (1\ S) - (m\ P)$,
Série diffuse.......... $\nu_D = (2\ P) - (m\ D)$,
Série étroite.......... $\nu_S = (2\ P) - (m\ S)$,
Série fondamentale..... $\nu_F = (3\ D) - (m\ F)$.

où l'entier variable du deuxième terme a toujours sa valeur minimum supérieure d'une unité à l'entier fixe du premier terme.

Ces formules prédisaient réellement les fréquences observées expérimentalement, sans d'ailleurs que l'on ait pu alors en comprendre le sens physique. Depuis, on a reconnu que les termes employés dans ces formules sont des fréquences qui, par l'emploi de la relation du quantum $W = h\nu$, peuvent être liées à l'énergie qui les caractérise. Il es

apparu que, par application de la théorie de Bohr, ces termes peuvent être considérés comme représentant les énergies correspondant à des mouvements suivant des orbites particulières, et que les formules qui viennent d'être écrites, connues depuis 1896, peuvent être considérées comme équivalentes à la formule de Bohr, $h\nu = U_2 - U_1$. Ce qui justifie par suite l'application d'un sens défini aux termes comme $2P$ ou $1S$ ou $3D$, considérés comme représentant une orbite particulière possible avec une énergie spécifique calculable. L'orbite $1S$ représente toujours la condition de moindre énergie rayonnée, c'est-à-dire qu'elle correspond à l'orbite la plus externe de l'atome normal.

La figure 1, qui représente les orbites possibles de l'atome de sodium, servira à illustrer ces différents points. Le centre

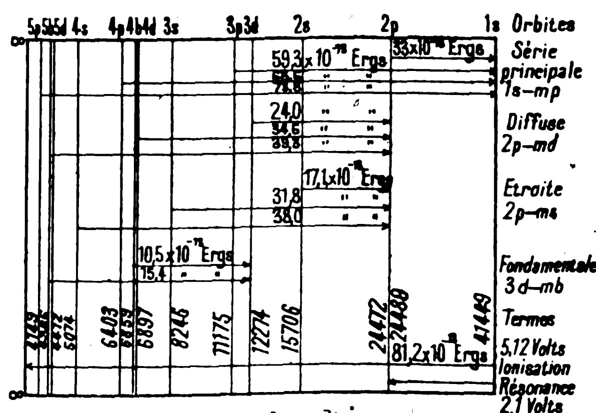


Fig. 1. — Schéma des orbites possibles de l'atome de sodium.

de l'atome y est supposé à une grande distance vers la droite de la figure. L'orbite la plus extérieure de l'atome non excité est en $1S$.

Les lignes verticales, parallèles à $1S$, représentent les niveaux d'énergie qui peuvent être occupés par un électron lancé à partir du niveau $1S$ par suite d'une absorption d'énergie. Au-dessus des flèches de la figure, correspondant à des passages d'une orbite à une autre, sont indiquées, en ergs, les différences d'énergie correspondantes et, par suite, les absorptions d'énergie nécessaires pour provoquer le passage inverse. On trouvera, en même temps, sur cette figure les *termes* des formules de séries, exprimés sur les lignes d'orbites correspondantes par les valeurs des fréquences correspondantes. La formule fondamentale $h\nu = U_2 - U_1$ étant admise, il apparait immédiatement, en observant sur la figure les passages possibles des électrons, représentés par les flèches, pourquoi les différences des termes donnent les fréquences des lignes émises. Le passage $1S - 2P$ montre, par exemple, le mode d'émission de l'une des lignes bien connues du sodium. (Le niveau $2P$ correspond à un doublet trop étroit pour qu'il puisse être représenté à l'échelle de la figure.)

L'identification de ces niveaux d'énergie avec les termes spectraux, qui introduit une énorme simplification en spectroscopie, implique évidemment l'hypothèse que la théorie de Bohr est exacte. Toute preuve nouvelle de cette théorie aura donc pour résultat de rendre plus solide la base sur laquelle reposent la structure et la dynamique de l'atome. C'est pourquoi l'auteur considère dans ce travail les preuves expérimentales qui peuvent être obtenues concernant les absorptions et émissions réellement associées à la production des raies spectrales.

On connait deux méthodes qui se prêtent également bien à introduire dans les systèmes atomiques des quantités mesurables d'énergie : la première consiste à choquer l'atome avec des électrons accélérés par une chute de potentiel connue et possédant par suite une énergie calculable ; la seconde réside dans l'emploi d'énergie radiante de fréquence connue, existant par conséquent en quanta de grandeur calculable et venant rencontrer les atomes.

Examinons la première de ces méthodes, celle de l'impact électronique. Elle donne la preuve la plus directe de l'idée de Bohr, et son emploi entraine l'introduction d'un minimum de notions théoriques. On sait qu'un filament porté à l'incandescence émet des électrons. Supposons que ce filament est dans le vide et que les électrons quittent sa surface avec une vitesse nulle. Plaçons près du filament une grille métallique maintenue à un potentiel positif V, par rapport au filament. Les électrons rencontrant la grille auront reçu un travail électrique eV, qui se traduira par un accroissement de leur énergie cinétique mesuré par le même nombre. Par exemple, si la différence de potentiel est de 1 v, soit 10^8 U.E.M., l'énergie cinétique d'un électron arrivant sur la grille sera égale à $1,59 \times 10^{-20} \times 10^8 = 1,59 . 10^{-12}$ erg ; elle serait de même égale à $3,18 . 10^{-11}$ erg pour une différence de potentiel de 20 v. Ces nombres, très petits à notre échelle, sont au contraire de l'ordre de grandeur des quanta, comme il est facile de le voir. Par exemple, les fréquences de la lumière rouge et de la lumière bleue sont égales à $0,38 \times 10^{15}$ et $0,76 \times 10^{15}$ respectivement. Le quantum d'énergie étant mesuré par $\varepsilon = h\nu$, où $h = 6,55 . 10^{-27}$ erg-seconde, les quanta de ces deux radiations, rouge et bleue, auront pour valeurs $2,40 \times 10^{-12}$ et $4,98 \times 10^{-12}$ erg-seconde. Ces nombres montrent que le gain d'énergie d'un électron sous l'action d'une différence de potentiel de 1 v seulement est bien de l'ordre de grandeur d'un quantum de lumière rouge. Un calcul analogue montre que, pour 20 v, on obtient l'énergie équivalente à un quantum de la radiation de longueur d'onde 615 Å.

Supposons que l'espace situé au delà de la grille contienne un certain nombre d'atomes d'un gaz ; les électrons qui franchissent la grille vont choquer les atomes, qui ne peuvent absorber que juste la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer un électron de son orbite actuelle à l'une des orbites extérieures possibles. Il en résulte que, lorsque des atomes normaux reçoivent des électrons de vitesse croissante, ceux-ci vont d'abord rebondir sans diminution d'énergie jusqu'à une certaine vitesse critique, pour laquelle un impact sera généralement suivi d'une perte déterminée d'énergie. Cette perte représente l'énergie nécessaire pour élever l'électron jusqu'à sa première orbite extérieure

La chute de potentiel équivalente porte le nom de potentiel de résonance. Un accroissement continu de vitesse aboutit, par bonds successifs, à l'enlèvement définitif de l'électron atomique du champ de force de l'atome, qui acquiert, par conséquent, une charge résultante positive. On a alors réalisé ce qu'on appelle le potentiel d'ionisation. Les vitesses critiques intermédiaires correspondent aux fréquences d'absorption de l'atome, que l'on observe optiquement ; elles correspondent dynamiquement au contenu d'énergie des orbites extérieures de diamètres successivement croissants. Si, après son déplacement, l'électron peut ressauter sur son orbite initiale, l'énergie qu'il a absorbée en s'en écartant sera restituée au retour sous la forme d'une radiation monochromatique. Si l'énergie de bombardement égale ou dépasse l'énergie d'ionisation, de sorte que toutes

les orbites extérieures soient occupées et quittées dans divers atomes en même temps, l'émission totale comprendra toutes les lignes de la série d'absorption. Si les électrons éjectés sont entraînés définitivement par un champ extérieur, de sorte que le retour dans les atomes devienne impossible, l'ionisation se produit seule, sans rayonnement.

La raie de fréquence maximum du spectre d'absorption, qui marque sa limite d'absorption ultraviolette, correspond au potentiel d'ionisation, tandis que la raie de plus basse fréquence correspond au potentiel de résonance, ou potentiel du premier impact inélastique. La connaissance de ces potentiels et des potentiels critiques intermédiaires, permet d'obtenir la fréquence des raies correspondantes, en appliquant la relation $eV = h\nu$, où V (volts) $= \frac{12\,331}{\lambda\,(\text{Å})}$.

Ainsi, les vitesses critiques de collision inélastique nous donnent une mesure directe des énergies de l'atome dans ses divers états stationnaires. L'étude de ces vitesses nous fournit donc un des procédés les plus puissants qui soient à notre disposition pour étudier la dynamique de l'atome. Pratiquement, les méthodes de mesure correspondantes sont nombreuses. La figure 2 A représente un montage simple, employé par Francket Hertz. Les électrons émis par le fil incandescent F sont accélérés dans l'espace FG compris entre le filament et la grille ; ils sont retardés au contraire dans l'espace GP, la plaque étant à un potentiel de quelques volts au-dessous de celui de la grille ; soit 3 v par exemple. Si l'on accroît graduellement le potentiel accélérateur, tout d'abord aucun électron n'arrive à la plaque, jusqu'à ce que le potentiel accélérant atteigne 3 v. Alors, le courant de plaque observé en Q croît constamment, comme le montre le graphique B, et cela jusqu'à ce que l'énergie des électrons qui choquent les atomes du gaz dans le plan de la grille soit suffisante pour faire passer leurs électrons extérieurs des orbites stables périphériques de ces atomes à la première orbite extérieure possible. Pour ce potentiel, en effet, les impacts des électrons avec les atomes sont inélastiques, et la vitesse de ces électrons en sort annulée, ce qui annule donc le courant qui parvient à P, jusqu'à ce que le potentiel accélérant atteigne une valeur de 3 v, supérieure à celle qui correspond aux impacts inélastiques précédents. Alors, le courant de plaque augmente à nouveau, jusqu'à ce que les électrons, arrêtés à leur premier impact inélastique, repartent et reprennent une vitesse suffisante pour remettre les atomes dans leur premier état instable. A ce point, des impacts inélastiques se produiront une seconde fois et le courant de plaque retombera à zéro, etc. Les potentiels entre F et G, auxquels le courant s'annule, sont de toute évidence des potentiels de collision inélastique, qui peuvent être, soit des potentiels de résonance, ou des potentiels d'ionisation.

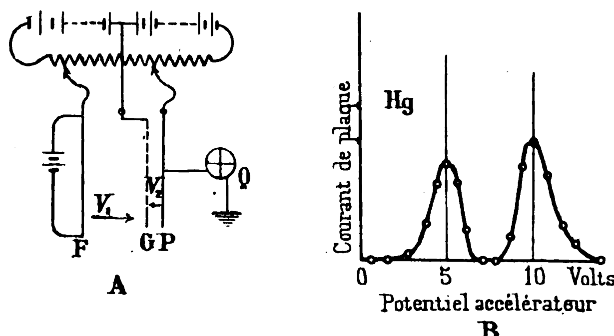


Fig. 2. — Montage pour la mesure des vitesses critiques de collision et variations du courant de plaque en fonction du potentiel accélérateur.

La courbe de la figure 2 B correspond au cas de la vapeur de mercure. L'application à cette vapeur de la méthode précédente, et d'autres plus complètes, a montré que les impacts inélastiques suivis de rayonnements se produisent à 4,9 v et à 6,7 v ; qu'à 10,2 v, on a l'impact inélastique correspondant à l'ionisation de l'atome. La relation du quantum $eV = h\nu$ permet d'en déduire les longueurs d'onde des radiations émises pendant le retour des atomes à leur état normal. Ces longueurs d'onde devaient être égales à 2537 et 1849 Å pour la résonance, et 1188 Å pour l'ionisation. L'expérience a confirmé ces prévisions. D'autres méthodes ont permis d'obtenir, non seulement les potentiels extrêmes (résonance et ionisation), mais encore tous les potentiels intermédiaires, dont chacun correspond à un nouveau rayonnement. On a pu ainsi observer 18 potentiels différents, correspondant chacun à une ligne déterminée, et l'accord entre leurs valeurs observées et les valeurs calculées au moyen de la relation des quanta et des fréquences connues de ces lignes s'est montré remarquablement bon.

Passons au cas de l'hélium, dont la molécule monoatomique, comme celle du mercure, possède, à l'inverse de cette dernière, un noyau particulièrement simple (noyau + 2 électrons).

Bohr avait supposé que les deux électrons étaient diamétralement opposés sur la même orbite. D'après cela, le potentiel d'ionisation de l'atome neutre devait être égal à 28,8 v. Or, Bazzoni montra, en 1916, que le potentiel d'ionisation est voisin de 20 v. Il y avait donc contradiction. Celle-ci fut levée par une théorie due à Richardson et Bazzoni, selon laquelle l'ionisation d'impact ne serait pas un phénomène simple, et qu'elle serait facilitée par absorption de radiations de sorte que l'ionisation peut résulter d'impacts sur des atomes placés dans un état anormal par suite de l'absorption de radiations émises par d'autres atomes sous le coup d'impacts électroniques. Compton a montré, l'an dernier, que cette hypothèse expliquait bien les faits observés.

Fig. 3. — Droite prouvant l'exactitude de la relation $eV = h\nu$. Les fréquences sont exprimées en 3×10^{10} p : s.

D'une façon générale, les recherches d'impacts ont expliqué dans l'ensemble les séries optiques de l'hélium. La connaissance de la structure de l'atome d'hélium, au point de vue configuration et énergie, n'est du reste pas encore définitive.

En terminant cet examen incomplet des phénomènes d'ionisation et de résonance, il ne sera pas inutile de faire remarquer que les mesures, qui ont été faites dans la plupart des colonnes de la table périodique, présentent, dans l'ensemble, une précision considérable. On vérifie aisément que, lorsqu'un potentiel d'ionisation peut être nettement associé avec une raie observée spectroscopiquement, la relation $eV = h\nu$, représentée graphiquement en portant en abscisses la fréquence spectroscopique ν et en ordonnées, le produit eV résultant des mesures de potentiel, conduit à une ligne droite dont la pente a pour mesure la constante de Planck h. La figure 3, bien que non complète, fournit une idée de la précision avec laquelle ce résultat se vérifie. La valeur moyenne de la pente s'y montre égale à $6{,}56 \times 10^{-27}$ et la valeur admise pour h, résultant de l'emploi de plusieurs méthodes indépendantes, est égale à $6{,}554 \times 10^{-27}$ erg-seconde. Cet accord est assez bon pour justifier les méthodes d'impact comme procédé d'étude dynamique et énergétique de l'atome. — L. B.

L'accrochage des moteurs synchrones démarrant en moteurs asynchrones au moyen d'une excitation en courant continu [1].

La théorie de l'accrochage des moteurs synchrones démarrant en moteurs asynchrone au moyen de la mise en service d'une excitation produite par un enroulement parcouru par du courant continu a été déjà traitée par le même auteur dans son article : de l'accrochage des moteurs synchrones démarrant en asynchrones (*E.T.Z.*, 1922, p. 429). Plusieurs auteurs ont publié depuis de nouvelles études sur le même sujet. Comme une résolution exacte de l'équation de démarrage est impossible, tous se contentent d'approximations auxquelles ils arrivent de manières différentes.

En plus des travaux de l'auteur, il convient de citer ceux de Carr [2] et ceux de Dreyfus [3]. Pour la clarté de l'exposition, rappelons les résultats mis sous une forme qui permette de les comparer entre eux :

d'après Böhm,

$$\frac{M_k}{M_n} = 0{,}05315\, K \varepsilon^2 ;$$

d'après Carr,

$$\frac{M_k}{M_n} = 0{,}07180\, K \varepsilon^2 \frac{1}{\arc\cos\left(\varepsilon \frac{M_n}{M_k}\right)} ;$$

d'après Dreyfus,

$$\frac{M_k}{M_n} = 0{,}08615\, K \varepsilon . \mathrm{f}(q_0),$$

avec

$$q_0 = \frac{1}{0{,}08615\, K \varepsilon}$$

et $\mathrm{f}(q_0)$ conforme à la représentation graphique indiquée dans la figure 1.

Dans ces résultats, les grandeurs représentent :

$\frac{M_k}{M_n}$, le rapport entre le moment du couple M_k nécessaire pour l'accrochage et le moment du couple normal M_n correspondant à la pleine charge, c'est-à-dire la surcharge que doit pouvoir supporter la machine pour s'accrocher ;

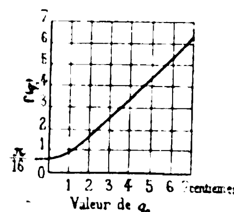


Fig. 1. — Représentation graphique de la fonction $\mathrm{f}(q_0)$.

$\varepsilon = \frac{M_a}{M_n}$, le rapport entre le moment du couple de démarrage M_a et le moment M_n correspondant à la pleine charge ;

$$K = \frac{\nu}{50} \frac{GD^2}{P_n \left(\frac{n}{1\,000}\right)^2} s_n^2,$$

un coefficient tenant compte des difficultés du démarrage, où

ν est la fréquence ;

GD^2, le moment d'inertie, en kilogrammes-mètres carrés ;

P_n, la puissance normale de pleine charge, en kilowatts ;

n, la vitesse, en tours par minute ;

s_n, le glissement, en centièmes, en pleine charge, avant la mise en service de l'excitation.

L'expression

$$\frac{GD^2}{P_n \left(\frac{n}{1\,000}\right)^2} = C$$

est une constante de la machine qui, pour les moteurs synchrones ordinaires (machines entraînées non comprises), est presque toujours très voisine de l'unité.

Comme le glissement à pleine charge s_n dépend de l'importance de l'enroulement inducteur, K est, pour une fréquence donnée et une machine donnée, une grandeur invariable. Pour comparer les formules précédentes, l'auteur prend les trois exemples suivants :

1° Démarrage facile : $K = 18$ (par exemple, $C = 2$, $s_n = 3$ centièmes) ;

2° Démarrage d'une difficulté moyenne : $K = 36$ (par exemple, $C = 4$, $s_n = 3$ centièmes ou $C = 2$, $s_n = 4{,}25$ centièmes) ;

3° Démarrage difficile : $K = 72$ (par exemple $C = 8$, $s_n = 3$ centièmes ou $C = 2$, $s_n = 6$ centièmes).

Les figures 2, 3 et 4, indiquent la capacité de surcharge M_k/M_n nécessaire pour le démarrage, calculée d'après les formules précédentes, en fonction du rapport du moment du couple de démarrage au moment du couple normal, $\varepsilon = M_a : M_n$.

Tant qu'il s'agit d'un démarrage facile, les courbes s'écartent notablement les unes des autres (fig. 2). La

[1] Otto Böhm. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1034-1035, 1 500 mots, 4 fig.

[2] Carr. *Journal of the Institute of electrical Engineers*, 1922, t. LX, p. 165.

[3] Dreyfus. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1922, t. XL, p. 457.

droite A correspond, dans tous les cas, à la marche au synchronisme, $M_k : M_n = M_a : M_n$. Tandis que la courbe donnée par la formule de Carr est, sur tout son trajet, toujours au-dessus de la droite A, les courbes données par les formules de Dreyfus et de l'auteur sont toujours au-dessous pour les faibles charges de démarrage. Dans ces derniers cas, la droite A indique naturellement l'excitation nécessaire,

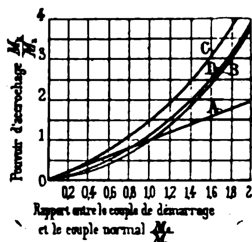


Fig. 2. — Surcharge d'accrochage correspondant à un démarrage facile.

car la marche en machine synchrone avec une excitation inférieure à celle qui est nécessaire pour maintenir l'accrochage, est impossible. Les travaux de Dreyfus et de l'auteur l'indiquent expressément. On peut aussi exprimer ce résultat de la manière suivante :

Une faible excitation est suffisante pour maintenir le

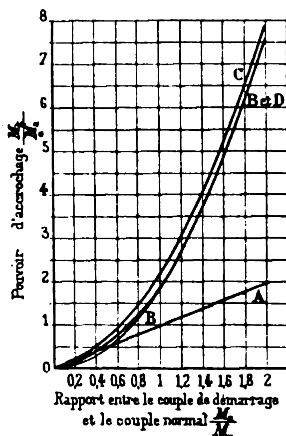


Fig. 3. — Surcharge d'accrochage correspondant à un démarrage d'une difficulté moyenne.

rotor aux environs du synchronisme, mais insuffisante pour assurer la marche synchrone.

Les courbes correspondant à un démarrage d'une difficulté moyenne montrent que celles représentant les formules de Dreyfus et de l'auteur sont identiques pour des charges de démarrage croissantes, tandis que celle représentant la formule de Carr reste légèrement au-dessus. Pour le démarrage difficile, la concordance des courbes données par la formule de Dreyfus et par celle de l'auteur, est complète, tandis que la formule de Carr indique d'abord un courant d'excitation plus fort, puis plus faible, tout en donnant des résultats qui, pratiquement, diffèrent peu des précédents.

Une différence notable entre les résultats n'existe donc que pour les faibles charges. Mais c'est précisément dans ces conditions qu'elle est sans importance, comme la surcharge d'une machine synchrone sous excitation normale n'est guère inférieure à 1,5, le calcul, par l'une quelconque des trois formules, montre qu'aucune difficulté n'est à craindre et cela suffit en pratique. Pour le cas du démarrage difficile,

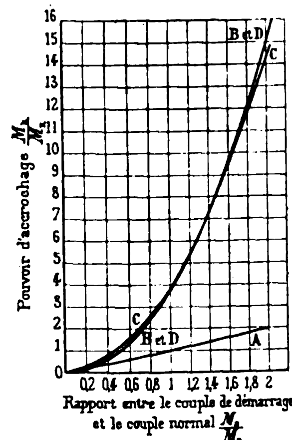


Fig. 4. — Surcharge d'accrochage correspondant à un démarrage difficile.

il est indifférent de choisir une formule ou l'autre. L'auteur recommande cependant la sienne, qui est la plus simple à appliquer.

Le docteur Frankel a également étudié la question (1). Il calcule le courant d'excitation nécessaire à l'accrochage dans le cas où celui-ci s'effectue au moment le plus favorable.

Les formules indiquées précédemment correspondaient au contraire à l'accrochage au moment le plus favorable et donneraient donc des résultats convenant à tous les cas. L'expérience seule établira si un mécanisme automatique pourra pratiquement effectuer le couplage au moment le plus favorable.

Le docteur Fränkel émet l'opinion que la formule indiquée par l'auteur est inemployable, car elle conduit pour des conditions de démarrage très favorables et de faibles charges à des moments qui sont plus faibles que celui de démarrage. La formule de Dreyfus est sujette à la même critique. Mais le docteur Fränkel n'a pas remarqué que l'auteur a considéré comme minimum d'excitation celle qui maintient l'accrochage. — B. H.

(1) Frankel. *Revue B.B.C.* (décembre 1922, t. ix, p. 243).

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XVI. — Matériel destiné aux applications thermiques de l'électricité dans l'industrie (chauffage et soudure). Produits électrométallurgiques et électrochimiques [1].

Il y a, dans les procédés de chauffage électrique, une intéressante évolution qui a été mise en évidence dans un certain nombre de stands de l'Exposition de Physique et de T. S. F., évolution qui se traduit par une amélioration du rendement des appareils. A côté des appareils dans lesquels on recourt à l'emploi de résistances pour élever la température du milieu ambiant, on rencontre des dispositifs dans lesquels le courant agit directement sur la matière à traiter soit par effet Joule, soit par induction électromagnétique. Ainsi dans la chaudière électrique, présentée par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, le courant traverse l'eau même qui doit être chauffée. Les appareils de la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, équipés avec les toiles résistantes dont il a été question précédemment, sont mentionnés dans ce chapitre, ainsi que les intéressants résultats obtenus par M. de Roïboul dans les applications d'un produit réfractaire spécial, à base de zirconium, à la construction de fours électriques. On trouvera également, dans ce même paragraphe, les descriptions du four à chauffage dans le vide de MM. Chaudron et Garvin et du four à induction à haute fréquence de M. R. Dufour. Les fours présentés par le Comité électrométallurgique de France et l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène sont également mentionnés, ainsi que les produits réfractaires destinés à la construction des fours présentés par les Etablissements Lucien Prost. La soudure électrique est une heureuse application du chauffage électrique : il est question, dans le paragraphe consacré à ce sujet, du poste de soudure électrique à haute fréquence, récente création de M. Bethenod, présenté dans le stand de la Société alsacienne de Constructions mécaniques ; des divers modèles de machines à souder exposés par les Etablissements de La Soudure électrique Languepin, et du fer à souder de MM. Coeuille et Cie. Dans la dernière partie, on parle des stands dans lesquels étaient exposés des produits électrométallurgiques et électrochimiques, tels que ceux de la Compagnie universelle d'Acétylène et d'Electrométallurgie, de la Société d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, de la Société commerciale des Applications chimiques, qui figurait alors sous le nom de Société industrielle des Produits électrochimiques. On termine par la description des fours à chauffage par le gaz, susceptibles d'intéresser l'industrie électrique et que présentait la Compagnie générale de Constructions de Fours.

Dans un précédent chapitre [2] nous avons déjà mentionné un certain nombre d'appareils de chauffage, essentiellement destinés aux usages domestiques. A ce propos, il n'a pas été difficile de faire ressortir les avantages que présentent ces appareils, au point de vue de leur commodité, et même, dans certains cas, au point de vue économique. Si cette dernière considération peut ne pas avoir une très grande importance dans les applications en question, soit parce que les avantages de cet appareillage justifient une dépense supplémentaire, soit aussi parce que les distributeurs de l'énergie électrique en favorisent le développement par une tarification spéciale qui en rend l'emploi moins onéreux, elle entre nettement en ligne de compte dans les applications industrielles. Il est bien évident que cette question du prix de revient du chauffage électrique ne se pose que si l'énergie électrique est produite dans une usine génératrice thermique. Or, il y a quelques années, en 1920 et en 1921, elle fut mise à l'ordre du jour dans les divers groupements intéressés ; les études les plus complètes et les mieux documentées furent publiées ; nous ne citerons que celles de M. Ach. Delamarre [1], de M. R. de la Brosse [2], de M. A. Foulcher [3], de M. Pierre Dubois [4], et nous

(1) Voir les chapitres I à XV dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19, 26 avril, 3, 10 et 17 mai 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799, 831-847 et 879-892.

(2) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., chapitre XIII. Applications domestiques de l'électricité. *Revue générale de l'Electricité*, 3 mai 1924, t. XV, p. 785-799.

(1) Ach. Delamarre : Prix de revient comparé du chauffage électrique et du chauffage au gaz. *Revue générale de l'Electricité*, 12 juillet 1919, t. VI, p. 45-47.

(2) R. de la Brosse : Note relative au chauffage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 11 septembre 1920, t. VII, p. 344-345.

(3) A. Foulcher : Le chauffage électrique considéré au point de vue de l'économie nationale. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, décembre 1920, t. X, 3e série, p. 403-409.

(4) Pierre Dubois : A propos du chauffage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 1er janvier 1921, t. IX, p. 23 et 24.

remarquerons que les divergences des conclusions suffisent à elles seules à montrer la complexité du problème et l'impossibilité, pour ainsi dire absolue, de trouver une formule générale s'appliquant à tous les cas particuliers qui peuvent se présenter. Nous retiendrons de cette discussion que le chauffage électrique appliqué à l'industrie, dont l'adoption est tout indiquée sur les réseaux alimentés par des usines hydroélectriques peut être intéressant, au point de vue économique, dans le cas des usines thermoélectriques, si le régime du réseau est très irrégulier. Les appareils d'utilisation, chaudières, étuves, etc., jouent alors le rôle d'accumulateurs d'énergie sous forme d'énergie thermique et de régulateurs de charge. Dans certaines applications, lorsque la température à atteindre est très élevée, comme dans les fours, par exemple, ce mode de chauffage s'impose.

Or, ces deux catégories d'appareils figuraient à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ; en les passant en revue, nous aurons l'occasion de montrer les perfectionnements les plus récents apportés à leur conception et à leur construction, pour en améliorer le rendement, qui a, comme nous venons de le faire remarquer, une très grande importance.

I. **Chaudières et étuves.** — La Société alsacienne de Constructions mécaniques présentait une chaudière électrique, établie suivant les procédés brevetés de MM. Bergeon et Fredet. Elle est du type dit à électrodes, dans lequel la résistance chauffante est l'eau même de la chaudière qui est traversée par le courant. Ce procédé est le seul pratiquement utilisable sous les tensions élevées, mais ne permet que l'alimentation en courant alternatif ; en courant continu, l'électrolyse de l'eau donnerait lieu à une production d'hydrogène qui pourrait être dangereuse. Par contre, ainsi que le fait remarquer M. Bergeon dans l'exposé qu'il fait de la question dans la « Houille Blanche » (1), la chaudière à électrodes présente sur celle à résistances différentes de l'eau « une plus grande sécurité de fonctionnement, car, en cas d'insuffisance d'eau, la puissance absorbée diminue simplement, tandis que, dans les chaudières à résistances, des coups de feu sont à craindre, ainsi que la mise hors service des résistances. » L'entartrage est beaucoup moins gênant ; « le tartre se fixe un peu sur les électrodes, sauf cependant sur celles à haute tension, mais jamais sur les parois de la chaudière, car celles-ci ne sont pas plus chaudes que l'eau. Le nettoyage d'une chaudière à électrodes est donc très facile à obtenir, un simple lavage étant suffisant.

Le type de chaudière exposé par la Société alsacienne de Constructions mécaniques est représenté sur la figure 295. Les deux parties essentielles sont le réservoir C et l'évaporateur A, placé plus bas que le réservoir et contenant les électrodes B. Ces deux organes sont reliés entre eux par la tuyauterie d'amenée d'eau D et la tuyauterie de vapeur E qui se termine dans l'eau contenue dans le réservoir C par un tube barboteur.

Le réservoir est l'accumulateur, dans lequel l'eau est réchauffée par le barbotage de la vapeur produite en A. Lorsque la pression atteint une certaine valeur maximum, pour laquelle l'accumulateur a été calculé, ce dernier est chargé. Le réglage de l'intensité du courant absorbé par l'appareil et de la quantité de vapeur produite est assuré en faisant varier le niveau de l'eau dans l'évaporateur A et la portion des surfaces des électrodes en service, et ceci au moyen de deux robinets F et G, manœuvrés à la main, et du robinet régulateur automatique L, commandé par un servomoteur. Ce dernier robinet agit lorsque la pression dans le réservoir C varie.

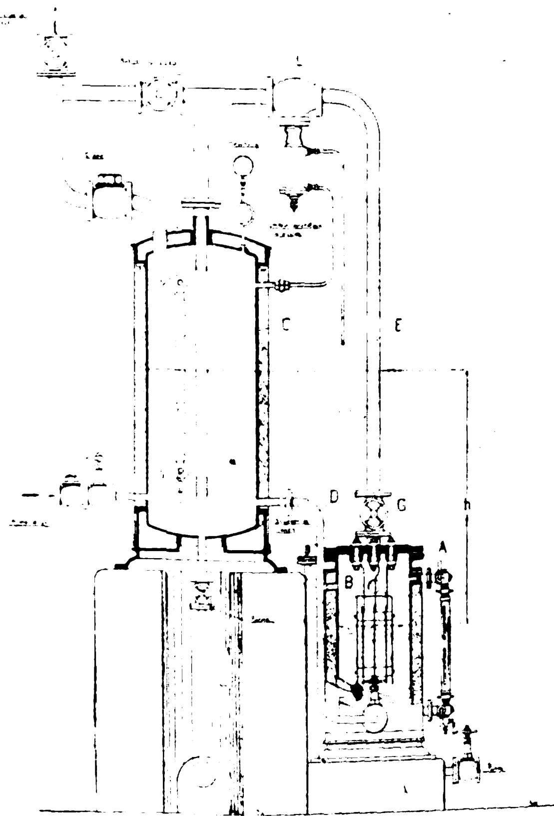


Fig. 295. — Vue schématique d'une chaudière électrique « compound », suivant les procédés Bergeon-Fredet (Société alsacienne de Constructions mécaniques).

A. évaporateur ; B, électrodes ; C. réservoir (ou accumulateur) ; D. tuyauterie d'eau ; E tuyauterie de vapeur ; F et G, robinets réglables à la main ; L, robinet à commande automatique.

La puissance absorbée est donc à chaque instant sensiblement proportionnelle à la quantité de vapeur produite.

Le rendement global de ce dispositif est de 85 à 90 pour 100, celui de la chaudière proprement dite étant de 95 pour 100 et celui de l'accumulateur, de 90 à 95 pour 100.

(1) BERGEON ; Les chaudières électriques. *La Houille blanche*, janvier-février 1923, t. XXII, p. 20 à 25.

La Société alsacienne de Constructions mécaniques construit des types de chaudières pour des puissances comprises entre 400 et 3 600 kw et prévues pour des tensions pouvant s'élever jusqu'à 26 000 v.

Le grand intérêt que présente la chaudière électrique est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, de permettre la récupération de l'énergie électrique de déchet ; il importe de tenir compte de cette considération dans l'établissement du prix de revient de la vapeur par le chauffage électrique. En outre, ce mode de chauffage présente des avantages incontestables, tels qu'une grande souplesse de fonctionnement, une grande rapidité de mise sous pression, un réglage facile en fonction de la puissance disponible et, enfin, une réduction importante des frais d'entretien et de main-d'œuvre.

Pour terminer, donnons quelques chiffres que nous empruntons à l'article de M. Bergeon : « Pour obtenir la même quantité de chaleur que celle produite par la combustion d'un kilogramme de charbon à 7 000 calories, il faudrait théoriquement au moins 8 kw-h. Or, si l'on remplace une chaudière au charbon par une chaudière électrique, on constate que, suivant les cas, il faut compter 2 à 5 kw-h seulement, pour produire cette même quantité de chaleur. »

Dans le stand de la Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, étaient exposés un certain nombre d'appareils de chauffage destinés à des usages divers. Nous avons déjà mentionné, dans le chapitre cité plus haut, relatif aux applications domestiques de l'électricité, les appareils de chauffage domestiques, présentés par cette compagnie et nous avons parlé, à cette occasion, des toiles résistantes qui rentrent dans leur constitution en général. Ce sont ces mêmes éléments chauffants que nous retrouvons dans les appareils qui nous occupent ici et parmi lesquels nous citerons en particulier une grande étuve électrique, destinée à l'émaillage ; par leur disposition, les éléments chauffants assurent une égale répartition de la chaleur dans l'étuve et la meilleure utilisation possible de l'énergie mise en jeu. Ils sont prévus pour être alimentés en courant continu sous une tension de 500 v ; la puissance absorbée, en marche normale, est de 25 kw et les dimensions de l'appareil sont les suivantes : hauteur : 2 m, largeur : 1 m, profondeur : 0,80 m. A côté de cette étuve figuraient les reproductions d'appareils exécutés par les anciens Etablissements Clémançon, tels que : étuves pour les applications les plus variées, fours électriques pour émaillage et fours à moufles pour le traitement du verre, cuves pour la fusion du brai, chaudières électriques d'autoclaves, etc.

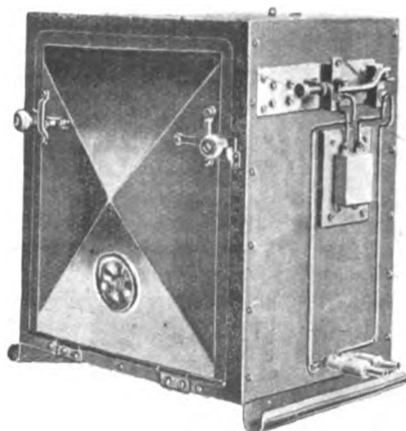


Fig. 296. — Vue d'une étuve électrique de laboratoire, avec dispositif autorégulateur de température (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, anciens Etablissements Clémançon).



Fig. 297. — Vue d'un petit four électrique (Compagnie générale de Travaux d'Eclairage et de Force, anciens Etablissements Clémançon).

Sur la figure 296 est représentée une étuve électrique de laboratoire, avec son appareil de réglage construit par ces établissements ; tandis que la figure 297 montre un petit four électrique.

II. **Fours électriques et produits réfractaires.** — Le Comité électrométallurgique de France et l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène exposaient des fours électriques de types divers dont l'un d'eux, à carbure de calcium, d'une puissance de 80 kw, était en fonctionnement et qui a eu tous les honneurs de la grande presse au moment de l'Exposition.

Nous pouvons classer les fours électriques en deux catégories, en reprenant le même principe que celui adopté dans le paragraphe précédent pour la classification des chaudières et nous distinguerons, comme ci-dessus, les appareils à résistances et ceux que nous pourrions appeler à action directe, soit, dans le cas qui nous occupe ici, les fours à induction. Ces deux catégories étaient représentées à l'Exposition de Physique et de T.S.F.

Fours à résistances. — Dans le stand de la Société du Zirconium devenue la Société de Roïboul et Cie (fig. 298) étaient exposés un certain nombre de fours électriques

du système de Roïboul. La particularité de ces fours réside dans la constitution de l'élément chauffant. Au lieu d'adopter comme conducteurs des métaux qui ne permettent pas de dépasser des températures supérieures à 1 600° ou 1 700°C, sauf quelques exceptions telles que le platine et l'iridium dont la température de fusion est plus élevée, mais dont le prix est très onéreux, M. de Roïboul, en collaboration avec M. Cachot, a réalisé un élément chauffant spécial en graphite, dont la température de fusion est supérieure à 3 500° C. Pour éviter la combustion de cet élément, il suffit, soit de prévoir un courant d'azote ou de tout autre gaz inerte, soit de munir l'élément d'un revêtement formé d'un produit réfractaire à base d'oxyde de zirconium, procédé qui fait également l'objet d'un brevet pris par M. de Roïboul.

La première solution convient lorsque le four peut fonctionner dans une atmosphère neutre; l'élément chauffant, dans ce cas, est nu et sa conservation est



Fig. 298. — Vue du stand de la Société du Zirconium, qui a pris récemment le nom de Société de Roïboul et Cie.

assurée comme nous venons de le dire par un léger courant d'azote, à une pression de quelques grammes par centimètre carré. Si, au contraire, le four est susceptible de fonctionner à l'air libre ou dans tout autre atmosphère oxydante, c'est la seconde solution qui sera adoptée. Le produit réfractaire qui entoure alors l'élément chauffant supporte des températures supérieures à 3 000°C. Ce produit présente de plus l'intéressante propriété de devenir bon conducteur, au point de vue électrique, pour des températures supérieures à 1 800° C environ (valeur variable dans certaines limites avec la composition exacte du produit considéré), d'où résulte la possibilité de réaliser un élément chauffant entièrement réfractaire, à la condition de prévoir un mode de chauffage auxiliaire destiné à porter la température de cet élément à celle pour laquelle il devient conducteur, dite température d'amorçage. Ainsi, l'élément chauffant peut constituer le creuset lui-même et recevoir les matières à traiter. M. de Roïboul nous signale des essais effectués dans ce sens et qui ont permis la fusion du sable blanc. Ce mode de chauffage a été appliqué à deux types principaux de fours, qui comprennent

chacun un certain nombre de modèles se distinguant par leur forme et par leurs dimensions.

La première catégorie est celle des fours de laboratoire, dans lesquels les températures obtenues sont comprises entre 1 000° et 3 000° C et plus, le réglage de la température se faisant au moyen d'un rhéostat intercalé dans le circuit des éléments chauffants; les puissances absorbées par les divers modèles de cette catégorie varient de 8 à 30 kw. Sur la figure 299 est représentée la vue schématique du modèle de four

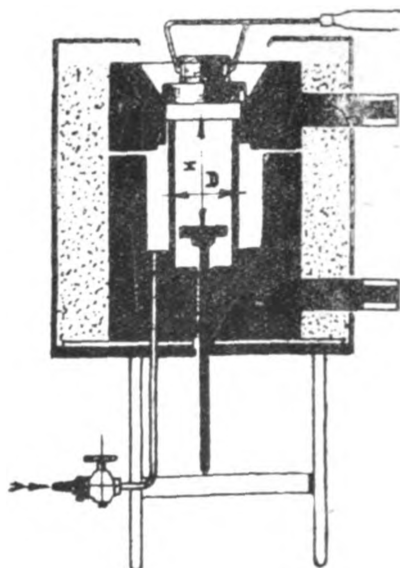


Fig. 299. — Vue schématique du four électrique vertical de laboratoire, système de Roïboul (Société de Roïboul et Cie).

vertical. L'élément chauffant affecte la forme d'un tube et chauffe, par radiation directe, l'espace compris à l'intérieur de ce tube; il est entouré d'un calorifuge maintenu par une enveloppe extérieure en tôle. La base est percée d'un trou central qui donne passage à une tige supportant le plateau sur lequel seront placés les matières à traiter ou les creusets. Le plateau, de diamètre un peu inférieur à celui du tube chauffant, est donc mobile dans dans le tube et sa position peut facilement être réglée à la main. A la partie supérieure du four, se trouve un couvercle muni d'une poignée isolante et percé d'un trou pour le dégagement des gaz.

Si le four peut fonctionner en atmosphère neutre, l'élément chauffant est nu, comme nous l'avons vu; il suffit de maintenir à l'intérieur du four une circulation d'azote à une faible pression. Il est prévu à cet effet une tuyauterie d'amenée de ce gaz, à la base même de l'appareil, sur laquelle est montée une vanne de réglage.

Le deuxième modèle ne diffère du précédent que par la position du tube chauffant, dont l'axe est horizontal, ainsi que le montre la figure 300. Le plateau, destiné à recevoir les matières à traiter, est remplacé par la sole qui est fixée légèrement un peu au-dessous de l'axe, de telle sorte que les deux faces, inférieure et supérieure sont exposées à la chaleur rayonnée par le tube.

Les dimensions des fours de ces deux modèles dépendent de la température à obtenir et de l'importance des opérations qui doivent pouvoir y être effectuées; cette importance peut être définie par la puissance absorbée, pour une température donnée. Ainsi, si la température est de 3000°C, les dimensions intérieures du four absorbant 8 kw sont : diamètre, 4 cm; hauteur, 8 cm et celle du four qui absorbe 30 kw : diamètre, 6 cm; hauteur, 17 cm.

On pouvait voir en fonctionnement, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., deux fours verticaux, absorbant chacun 25 kw, représentés d'ailleurs sur la vue du stand reproduite plus haut (fig. 298).

La seconde catégorie des fours de ce système est celle des fours industriels. Tout d'abord, les modèles que nous venons de décrire peuvent s'appliquer, bien entendu, à la petite industrie, pour la fusion des métaux précieux, ou comme fours à réchauffer, à tremper, etc.

Si la puissance absorbée augmente, il en est de même du volume intérieur; pour les puissances supérieures à 100 kw, les éléments sont convenablement groupés et peuvent affecter soit la forme cylindrique, comme dans les modèles de laboratoire, soit la forme de plaques; l'enceinte chauffée est soit à l'intérieur soit à l'extérieur de l'ensemble ainsi constitué, suivant le but poursuivi.

Il faut distinguer ici deux catégories de fours : ceux à

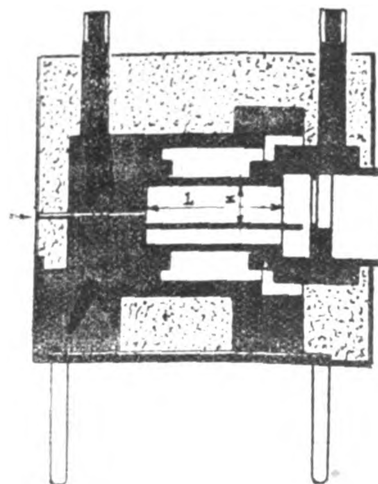


Fig. 300. — Vue schématique du four électrique horizontal de laboratoire, système de Roïboul (Société de Roïboul et Cie).

marche continue et ceux à service intermittent. Dans les premiers, le creuset a une capacité relativement faible, de 100 à 150 dm³; on augmentera en conséquence le nombre de coulées. Ce type de creuset, de forme annulaire, entoure le groupe de chauffe et comporte, à sa partie supérieure, un évasement destiné à recevoir la matière à traiter, et, à sa partie inférieure, un ou plusieurs trous de coulée. Ce sont des briques

réfractaires spéciales du système de Roïboul qui rentrent dans la constitution du creuset dont l'extérieur est calorifugé et garni de briques. Ceux dont le diamètre ne dépasse pas 30 ou 40 cm peuvent être placés à l'intérieur du groupe de chauffe.

Pour les fours à marche intermittente, les creusets peuvent être du même modèle annulaire que ceux décrits ci-dessus, mais sans entonnoir de chargement; si le creuset est placé à l'intérieur du groupe chauffant, on adoptera un modèle de creuset mobile qui sera placé en dessous des éléments chauffants et légèrement incliné pour permettre la coulée ou le décrassage.

En résumé, le mode de chauffage du système de Roïboul s'applique à tous les types de fours dont on peut envisager l'emploi dans les opérations industrielles, grâce à une judicieuse juxtaposition des éléments constitutifs. Mais ce n'est pas seulement par le mode de chauffage que les fours de ce système présentent des particularités intéressantes, mais encore par la nature des produits réfractaires employés pour la construction des creusets. Ces produits, dus à M. de Roïboul, à base d'oxyde de zirconium, les mêmes que ceux dont nous avons parlé plus haut et dont on se sert pour le revêtement éventuel de l'élément chauffant, ont des propriétés qui méritent d'être rappelées : d'abord, grâce à la faible valeur de leur coefficient de dilatation, qui est pour ainsi dire nul, il n'y a pas à craindre de brusques écarts de la température; ils ne sont, d'autre part, que difficilement attaqués par quelques rares réactifs chimiques quelle que soit leur température et, enfin, les métaux en fusion n'adhèrent pas. Dans les modèles de fours qui nous occupent sont donc réunis les résultats de recherches approfondies relatives à chacune des parties essentielles de ces appareils, résultats que la Société de Roïboul et Cie, de création récente, a précisément pour but d'exploiter.

Dans cette même catégorie de fours, nous devons mentionner celui exposé par MM. G. Chaudron et Garvin. Il s'agit d'un four électrique pour chauffage dans le vide, présenté par ses créateurs à la Société française de Physique, le 2 février 1923 [1]. Cet appareil, dont la figure 301 montre la disposition schématique, comporte une double enveloppe métallique à circulation d'eau, démontable en trois parties principales dont l'une est fixée à demeure et supporte le four proprement dit. L'élément chauffant est à enroulement intérieur, apparent, constitué par une hélice à pas varié; le fil conducteur est un fil de tungstène, de platine ou de nichrome. Le vide est assuré au moyen d'une pompe à palettes, en série avec un éjecteur à vapeur de mercure qui est en verre pyrex et réuni à l'intérieur de l'enveloppe par une canalisation courte et de gros diamètre. La puissance absorbée, avec le fil de tungstène, ne dépasse pas 1 kw, pour une température de 2000°C.

(1) Four électrique pour chauffage dans le vide. *Revue générale de l'Électricité*, 17 mars 1923, t. XIII, p. 442.

A propos de la communication que nous rappelons ici, M. Dunoyer a signalé un inconvénient des fours au tungstène dans le vide, résultant de l'évaporation du filament. Pour en réduire l'importance, M. Dunoyer propose d'adopter un filament de diamètre aussi grand que possible; comme la longueur du conducteur doit être augmentée de ce fait, on adoptera le bobinage en boudin de petit diamètre, disposé en zigzag sur les parois intérieures du four; il sera prévu à cet effet des cannelures longitudinales dans la pâte isolante, qui

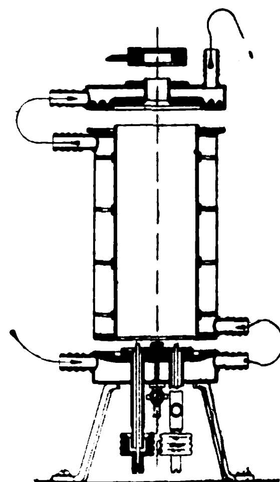


Fig. 301. — Vue schématique du four électrique pour chauffage dans le vide de MM. Chaudron et Garvin.

constitue l'enveloppe calorifuge et dans lesquelles seront logées les petites bobines de tungstène.

FOURS A INDUCTION A HAUTE FRÉQUENCE. — Dans ces fours, la masse à traiter est placée dans un champ magnétique alternatif à haute fréquence et devient ainsi le siège de courants de Foucault qui ont précisément pour effet d'en provoquer l'échauffement. En augmentant la fréquence du champ magnétique, ou du courant qui le crée, on améliore le rendement des fours. Cette question est à l'ordre du jour actuellement, depuis les travaux entrepris, en 1916, par M. E.-F. Northrup; il convient de signaler à ce propos qu'en 1905 déjà la Société Schneider et Cie prenait un brevet relatif à un four d'induction à haute fréquence, dans lequel cette fréquence atteignait la valeur de 100000 p : s; mais il ne semble pas avoir été exploité. En 1920, M. G. Ribaud entreprenait une étude systématique de la question à l'Institut de Physique de Strasbourg, en même temps que M. R. Dufour, à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. Les résultats des travaux de M. Ribaud ont été résumés dans une note présentée à l'Académie des Sciences [1] et dans un article de la « Technique mo-

(1) M. G. RIBAUD, Théorie du four à induction à haute fréquence. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2 et 15 mars 1923. L'analyse de ces deux notes a paru dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 mai 1923, t. XIII, p. 820-822.

derne » (¹). Quant aux recherches de M. R. Dufour, on pouvait en voir le résultat à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Le four à haute fréquence créé par lui figurait dans le stand réservé à la Société française de Physique. Dans cet appareil, réalisé par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions et construit par M. Beaudouin, constructeur, le four proprement dit est constitué par un manchon de quartz fondu qui supporte un enroulement inducteur. Ce dernier est formé de quelques spires en barre ronde de cuivre rouge et est relié au circuit à haute fréquence. A l'intérieur du four se place le creuset conducteur, ou la masse conductrice que contient un creuset réfractaire. Le tout est noyé dans la masse d'un calorifuge pulvérulent qui peut être de la magnésie, de la zircone ou du noir de fumée.

Sur la figure 302 est représenté l'ensemble de l'appareil : on y remarque surtout les appareils accessoires dont nous allons définir le rôle. Le circuit à haute fréquence, qui alimente l'enroulement inducteur, est formé d'une batterie de condensateurs, noyée dans l'huile, et d'un éclateur rotatif R, spécialement étudié par M. J.-L. Breton, le tout étant monté aux bornes de l'enroulement secondaire d'un transformateur

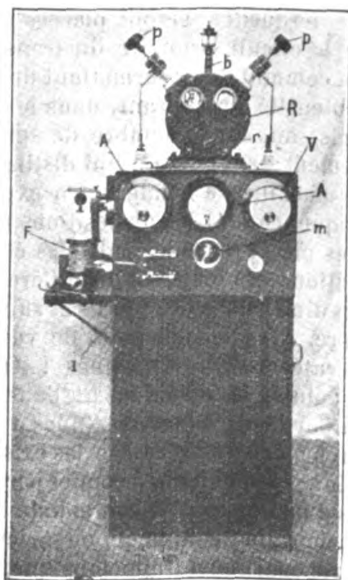


Fig. 302. — Vue du four à induction à haute fréquence et de son équipement, créé par M. R. Dufour, sous les auspices de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

élévateur de tension. Pour comprendre le fonctionnement de ce dispositif, il faut savoir que l'éclateur, décrit dans le « Bulletin des Recherches et Inventions(¹), est constitué par un petit moteur qui entraîne un disque conducteur à la vitesse de 3 000 t : mn et par deux électrodes en graphite ; l'étincelle jaillit entre le disque et les électrodes. Le tout est placé dans une enceinte entièrement close, dans laquelle on maintient, pendant que le four est en service, une atmosphère de gaz d'éclairage ou de vapeur d'alcool. Sur la cabine métallique, dans laquelle sont groupés les organes dont nous venons de parler, sont également réunis les appareils de contrôle, de commande et de réglage, parmi lesquels on remarque, en particulier, une manette m qui permet de régler le régime de chauffage en agissant sur le nombre de spires en service du transformateur.

Pour fixer les idées sur le rendement de ce dispositif, il suffit d'indiquer quelques chiffres résumant les intéressants résultats obtenus : dans un creuset d'un volume égal à 70 cm³, la température s'élève à 2 000°C en une vingtaine de minutes, la puissance absorbée étant de 2 kw, et ceci avec un appareil dont la puissance nominale est de 3 kw. Comme autre résultat, signalons qu'en soixante minutes, on réalise la fusion de 1 kg de platine.

Il était tout indiqué que ce dispositif représentant une application relativement récente des courants de Foucault, considérés le plus souvent comme des courants parasites et par conséquent gênants, figure à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et mette ainsi en évidence la contribution de la science française à l'étude de cette question.

Produits réfractaires. — Nous avons déjà fait allusion, dans ce même paragraphe, aux produits réfractaires à base de zirconium qui rentrent dans la constitution des fours du système de Roïboul ; mais nous revenons sur cette question pour parler des produits présentés par les Etablissements Lucien Prost, parmi lesquels nous relevons les pièces réfractaires destinées à contenir les électrodes pendant leur cuisson dans les fours, les cornues réfractaires, les dalles de composition spéciale pour le pavage des halles dans lesquelles sont installés des fours ; ces dalles, très dures, présentent sur les briques vitrifiées l'avantage de ne pas éclater sous l'action de combustibles projetés au rouge sur le sol de l'usine.

On peut mentionner également les briques légères, d'une densité égale à 0,9, qui tiennent lieu de calorifuge et peuvent être appliqués directement à la face extérieure de la garniture réfractaire du four, sans parler d'autres produits dont la nomenclature et la spécification sortiraient du cadre de ce compte rendu, étant donné les usages auxquels ils sont destinés.

Dans ce même ordre d'idées, nous devons signaler ici les produits exposés par la Société des Electrodes de Savoie.

III. Matériel employé pour la soudure électrique. — Il a déjà été question dans un chapitre précédent d'une génératrice à courant continu, à excitation

(¹) M. G. Ribaud ; Chauffage par induction à haute fréquence. *La Technique moderne*, 15 avril 1923, t. xv, p. 225-231. L'analyse de cet article a paru dans la *Revue générale de l'Electricité*, 13 octobre 1923, t. xiv, p. 547-549. Voir aussi : *Bulletin de la Société française des Electriciens*, novembre 1923, t. iii, 4ᵉ série, p. 583-604.

(¹) *Bulletin des Recherches et Inventions*, mars 1923 ; *Revue générale de l'Electricité*, 15 septembre 1923, t. xiv, p. 381-382.

série et à débit limité, destinée à l'alimentation des postes de soudure et que présentait la Société alsacienne de Constructions mécaniques (¹). Dans ce même stand était exposé un poste de soudure à haute fréquence étudié par M. Bethenod et représenté sur la figure 303. Ce poste comprend un transformateur destiné à abaisser la tension de la distribution à une trentaine de volts, dans la marche à vide, et un circuit oscillant comprenant un éclateur, des condensateurs et des bobines de self-induction convenablement montés et calculés ; l'arc se produit sous la tension du circuit secondaire du transformateur, tandis qu'on fait jaillir une étincelle à haute fréquence, entre la baguette formant électrode et les pièces qu'il s'agit de souder l'une à l'autre, étin-

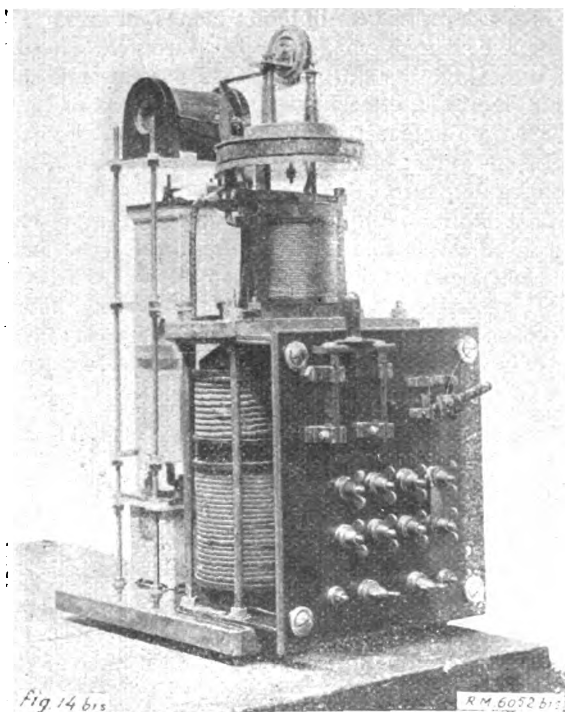


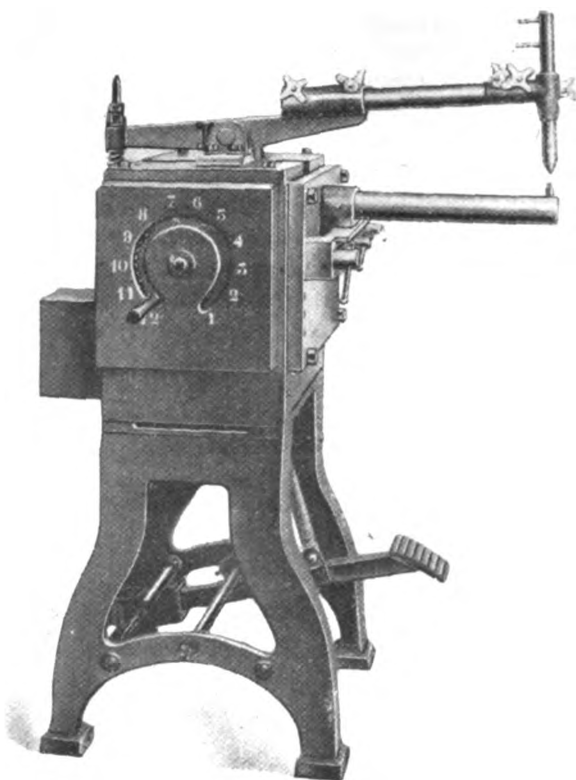
Fig. 303. — Vue du poste de soudure électrique à haute fréquence, créé par M. Bethenod (Société alsacienne de Constructions mécaniques).

celle qui a pour effet de faciliter l'amorçage et d'assurer la régularité du fonctionnement de l'arc. Cette étincelle sert en quelque sorte de *pilote* à l'arc proprement dit, selon l'expression de M. Bethenod lui-même. Tout en regrettant de ne pouvoir donner sur ce poste des renseignements plus détaillés, empressons-nous d'ajouter qu'il ne fut réalisé que quelques jours avant l'ouverture de l'Exposition de Physique et de T. S. F. et que c'est en présence des résultats intéressants obtenus dès les premiers essais que la Société alsacienne de Constructions mécaniques décida de l'y faire figurer, en fonctionnement, comme nouvelle application industrielle des courants à haute fréquence. En ce qui concerne ces résultats, nous pouvons noter que l'arc du poste exposé absorbait un courant d'intensité égale à 120 A, et que la puissance nécessaire à la production de l'étincelle-pilote ne dépassait pas 100 W. D'autre part, bien que l'appareil en question fût réellement improvisé, ses dimensions sont déjà très réduites. Aussi peut-on prévoir la possibilité de se servir de l'étincelle-pilote dans des applications intéressantes des courants à haute fréquence, même avec du courant continu. Il y a donc lieu de remercier la Société alsacienne de Constructions mécaniques et M. Bethenod d'avoir saisi l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F. pour présenter au public le premier appareil réalisant cette application.

Dans le stand des Etablissements de La Soudure électrique Languepin étaient exposés un certain nombre de machines à souder et d'appareils à chauffer les rivets. Toutes les machines à souder que construisent ces établissements ont sensiblement le même équipement électrique, à savoir, un transformateur qui abaisse la tension de distribution à une tension de l'ordre de quelques volts, et qui est relié à deux électrodes entre lesquelles seront placées les pièces à souder ; sur le circuit primaire du transformateur, il est prévu un commutateur permettant de régler la tension, ou l'intensité de courant, dans le circuit secondaire, en agisssant sur le nombre de spires en service de l'enroulement primaire. Ce qui distingue les divers modèles de machines à souder qu'a exposés La Soudure électrique, ce sont les dispositions adoptées pour maintenir les pièces à souder entre les électrodes pendant l'opération ; ces dispositions diffèrent suivant les formes et les dimensions des pièces et suivant la nature de la soudure. A ce dernier point de vue, nous comptons trois catégories de machines : les machines à souder par points, les machines à souder par rapprochement ou par bout, et les machines à soudure continue. Dans chacune de ces catégories existent plusieurs modèles. Ainsi, les machines à souder par point peuvent être munies d'un appareil de commande à pédale, si les pièces sont de faible épaisseur, ou à levier, pour les pièces de forte épaisseur. Rappelons que, dans ce mode de soudure, dit aussi soudure par recouvrement, deux tôles sont superposées et comprimées entre les deux électrodes constituées par des pointes en cuivre ; le point de soudure se forme au point de contact des électrodes et des tôles, et remplace le rivet. La figure 304 montre une machine de ce modèle, avec appareil de commande à pédale. Les bras tenant lieu de supports des électrodes et des pièces à traiter sont mobiles et peuvent être remplacés par des pièces de forme différente, appropriée au travail à effectuer. On remarquera, sur la face avant de la machine, le commutateur dont nous avons parlé plus haut et qui comporte 12 plots. La puissance qu'absorbe cette machine est de 7,5 kW ; l'épaisseur totale des tôles qu'elle permet de

(¹) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. VIII. Machines génératrices et appareils de transformation de la nature des courants. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mars 1924, t. XV, p. 506 et 507.

souder s'élève à 5 mm ; et le nombre des points effectués à l'heure peut être de 1 500 à 1 800.



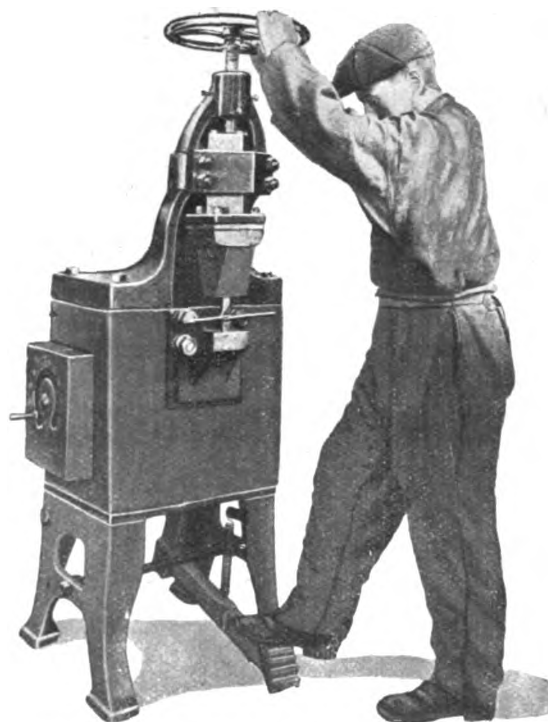


Fig. 304. — Vue d'une machine à souder par points avec commande à pédale (La Soudure électrique).
Fig. 305. — Vue d'une machine à souder par points avec commande par volant (La Soudure électrique).

Sur la figure 305 est représentée une machine de plus grand modèle avec un appareil à levier pour des tôles dont l'épaisseur peut atteindre 20 mm : la puissance absorbée est alors de 40 kw.

Les chiffres qui suivent, dans le tableau ci-dessous, donnent d'ailleurs une idée plus précise des résultats obtenus avec ces machines :

Epaisseur totale (acier doux) mm	Durée de la soudure d'un point s	Consommation d'énergie par point kw-h
1	0,6	0,07
2	1	0,14
4	1,8	0,33
6	2,6	0,61
8	3,4	0,99
10	4,2	1,48
12	5	2,06

A côté de ces deux modèles, d'un usage courant, La Soudure électrique construit des machines spéciales, basées sur le même principe, soit pour de petites pièces telles que pièces de serrure, graisseurs, etc., ou pour de grandes pièces, pièces de carrosserie, pylônes, etc ; dans ce cas, les bras sont beaucoup plus allongés que ceux représentés sur les modèles figurés ici et le levier de commande est placé à l'extrémité de ce bras. Au point de

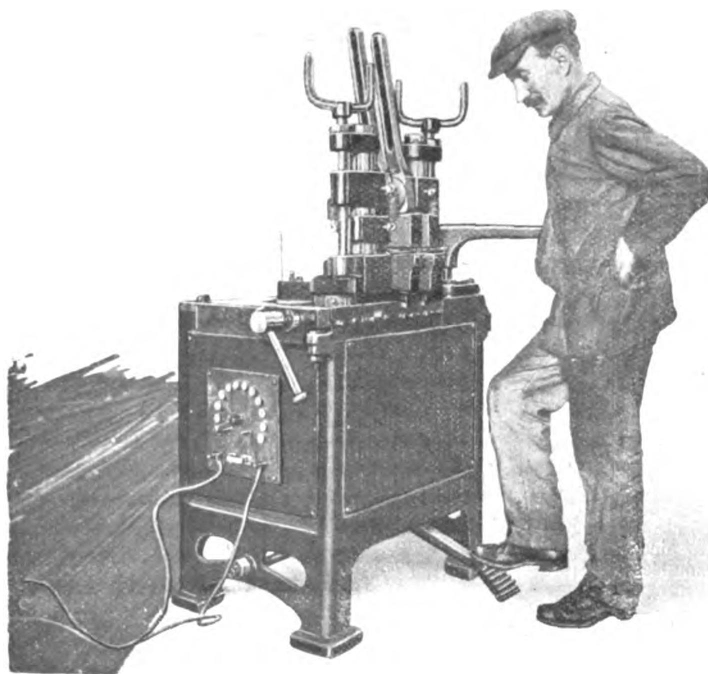


Fig. 306. — Vue d'une machine à souder par rapprochement (La Soudure électrique).

vue des applications de ces machines à l'industrie électrique ; signalons qu'elles sont tout indiquées pour la soudure des tôles maîtresses des induits et celle des ailettes de ventilation.

Avec les machines à souder par rapprochement, ou par bout, il s'agit de réunir bout à bout les deux pièces. Le mécanisme destiné à maintenir les pièces pendant l'opération est plus compliqué que dans les précédentes : il est formé de deux mâchoires en cuivre, qui tiennent lieu d'électrodes et entre lesquelles les deux pièces à souder sont pincées. Lorsque la température convenable est établie, les deux pièces sont fortement comprimées, au moyen d'un levier ou d'un volant ; pour les fortes sections, on peut avoir recours à l'emploi de la presse hydraulique. Sur la figure 306 est représentée une machine de cette catégorie, destinée à souder en particulier des barres, des tubes, des fers en T, ayant une section pouvant atteindre 700 mm² ; le refroidissement y est assuré par une circulation d'eau ; le serrage des pièces, par vis, et par levier à came et la compression, par un levier et un excentrique monté sur un roulement à billes. La puissance absorbée par cette machine est de 20 kw. Là encore, comme dans la catégorie précédente, La Soudure électrique construit une grande variété de machines différant les unes des autres par les formes des mâchoires et par la puissance pour laquelle elles sont établies, puissance variant de 1 à 200 kw. Comme application spéciale, notamment des machines de grande puissance, nous mentionnerons la soudure des bandages, pièces plates, etc. La machine est alors établie pour être installée dans une fosse de façon que les mâchoires soient au niveau du sol, ce qui facilite l'opération de mise en place des pièces ; pour le serrage et la compression on a recours, dans ce cas, à l'emploi d'une presse hydraulique.

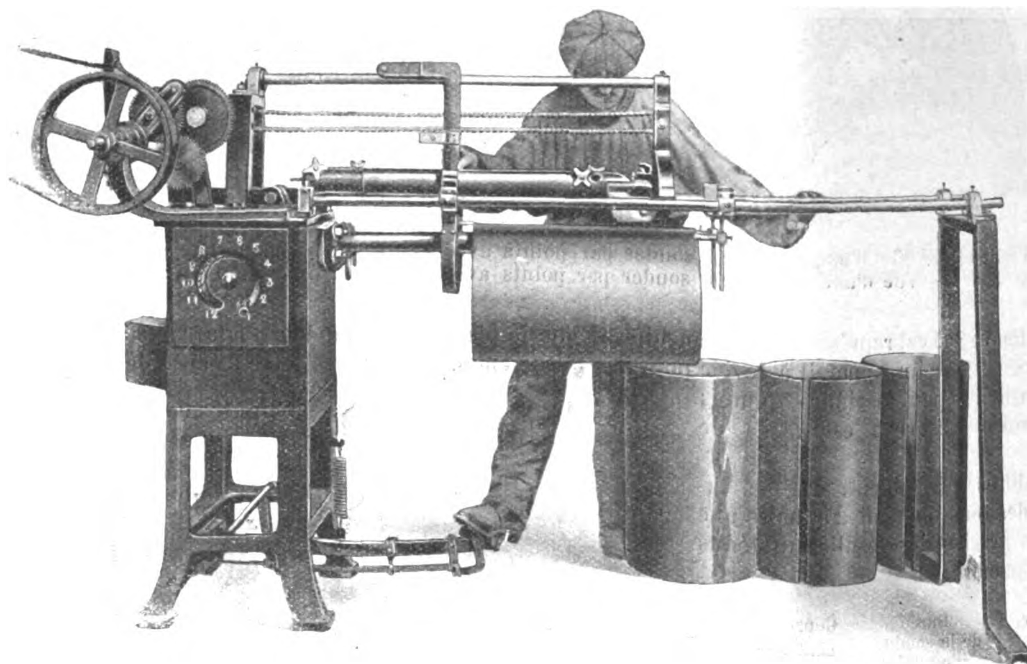


Fig. 307. — **Vue d'une machine à soudure continue** (La Soudure électrique).

Parmi les documents qu'a bien voulu nous communiquer La Soudure électrique, nous relevons quelques chiffres qui mettent en évidence les résultats obtenus avec ce matériel et que nous résumons dans le tableau ci-dessous :

Section des pièces soudées mm²	Puissance absorbée kw	Durée d'une soudure s	Consommation d'énergie par soudure kw-h
161	6	20	0,0334
483	13	35	0,126
967	29,5	44	0,360
1 612	38	63	0,665
2 580	56,3	80	1,250
3 870	69	98	1,875

Dans les machines à soudure continue, dont un modèle est représenté sur la figure 307, les électrodes sont remplacées par des galets dont le mouvement de rotation sur les pièces à souder assure la continuité de l'opération. Les galets peuvent être commandés à la main ou par un moteur.

Dans ce même stand étaient également exposées des machines à chauffer les rivets, dans lesquelles est appliqué le même procédé de chauffage que pour la soudure. Il suffit d'examiner la figure 308, sur laquelle est représentée une machine de ce modèle, pour se rendre compte du fonctionnement de ce dispositif. La machine comporte des mâchoires entre lesquelles sont placés les rivets à chauffer ; il est généralement prévu plusieurs

paires de mâchoires pour qu'il soit possible de chauffer plusieurs rivets en même temps. Ajoutons d'ailleurs que les jeux de mâchoires sont indépendants les uns des autres et que l'ordre dans lequel on les fait entrer en service peut être réglé d'une façon arbitraire par l'opérateur lui-même. En appuyant sur une pédale, on

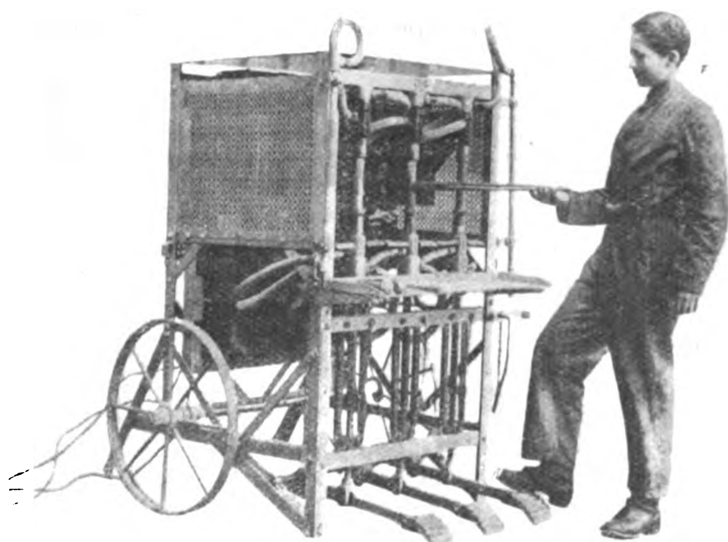


Fig. 308. — Vue d'une machine électrique à chauffer les rivets (La Soudure électrique).

écarte les mâchoires du jeu auquel correspond la pédale; on place le rivet entre ces mâchoires par lesquels il est maintenu aussitôt qu'on lâche la pédale. Le circuit étant en même temps fermé, le courant s'établit et produit l'échauffement voulu. Le refroidissement, dans les machines d'une certaine puissance, peut être assuré par une circulation d'eau. La consommation d'énergie est très faible, puisque l'on peut admettre 1 kw-h pour 3 kg de rivets.

Il y a donc dans les différents modèles de machines présentés par M. J.-E. Languepin, ou La Soudure électrique, une intéressante application industrielle du chauffage électrique : la simplicité de l'installation que nécessite l'emploi de ces machines, la facilité de leur manœuvre, les résultats très satisfaisants obtenus au point de vue de la consommation d'énergie, justifient le succès que remporte ce matériel dans les maisons de construction. Nous relevons, sur la liste des références qui nous a été communiquée, quelques noms au hasard, tels que les Etablissements Citroën, ceux des Phares Ducellier, les Etablissements Panhard et Levassor, la Compagnie générale d'Electricité, etc. Terminons en ajoutant qu'il était indiqué que ces appareils de fabrication française figurent à l'Exposition de Physique et de T. S. F.; mais qu'il nous soit toutefois permis d'exprimer un regret, celui de n'y avoir pas vu le matériel, que construisent également ces divers établissements, pour la soudure par l'arc électrique qui est à l'ordre du jour actuellement.

C'est dans le stand de MM. Cœuille et Cie que nous avons pu voir une application de l'arc électrique à la soudure; c'est là qu'étaient présentés le fer à souder et le thermo-cautère « Arcturus ». Ce fer, représenté sur la figure 309, est muni à son extrémité d'un tube en stéatite dans lequel peut coulisser la tige porte-charbon. Cette dernière est reliée à la pièce B, pièce isolante qui permet de commander le déplacement de la tige. L'arc électrique prend naissance entre le charbon, d'un diamètre de 5 mm, qui est l'anode, et le fer lui-même qui constitue la cathode. La tension aux bornes de l'appareil doit être de 40 v environ, en courant continu et de 75 v, en courant alternatif; si la tension dont on dispose est supérieure, il suffit d'intercaler en série une résistance réglable. L'intensité du courant absorbé est d'environ 5 A et la durée du charbon à ce régime est d'environ 8 heures. Les modèles de fers que construisent MM. Cœuille et Cie sont au nombre de sept, de poids et de formes différents. Le poids varie de 100 g à 1 000 g et ils peuvent être de forme droite ou en équerre. Le temps nécessaire pour élever la température du fer à une valeur convenable est de trois, cinq ou quinze minutes, suivant les dimensions du fer, pour l'aluminium, l'étain et le plomb.

Ajoutons que le même principe de chauffage est appliqué aux pointes chauffantes et aux marques à chaud.

IV. Produits électrométallurgiques et électrochimiques. — Il ne s'agit pas ici d'une nomenclature de tous les produits si variés de l'électrométallurgie qui ont été présentés à l'Exposition de Physique et de

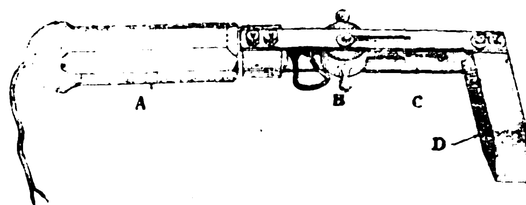


Fig. 309. — Vue d'un fer à souder, à arc électrique (MM. Cœuille et Cie).

A, Poignée; B, pièce mobile destinée à régler l'arc; C, tube dans lequel peut glisser la tige porte-charbon; D, fer à souder proprement dit.

T. S. F., mais il n'est que juste de mentionner les stands dans lesquels figuraient ces produits.

Nous rencontrons d'abord celui de la Compagnie universelle d'Acétylène et d'Electrométallurgie qui, fondée en 1898, possède d'importantes installations dans la vallée de la Romanche; l'énergie électrique est due à des chutes d'eau d'une puissance totale de 25 000 ch, dont 18 000 ch sont absorbés par ses usines.

Le courant adopté pour l'alimentation des fours est du courant monophasé, d'une fréquence de 25 p : s, et sous une tension de distribution de 8 000 v abaissée à 50 v aux bornes des fours eux-mêmes ; la puissance unitaire moyenne de ces appareils est de 2 000 ch. Parmi les produits exposés dans ce stand, dont la vue est représentée sur la figure 310, nous mentionnerons des échantillons de carbure de calcium, de ferro-silicium, de ferro-chrome, des alliages manganésés, et, d'une façon générale, tous les produits les plus divers de l'électrométallurgie. Si nous parlons de cette compagnie, c'est moins pour faire ressortir la grande variété des produits de sa fabrication que l'importance de ses installations, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par les quelques chiffres qui précèdent.

Le Comité électrométallurgique de France, l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, la

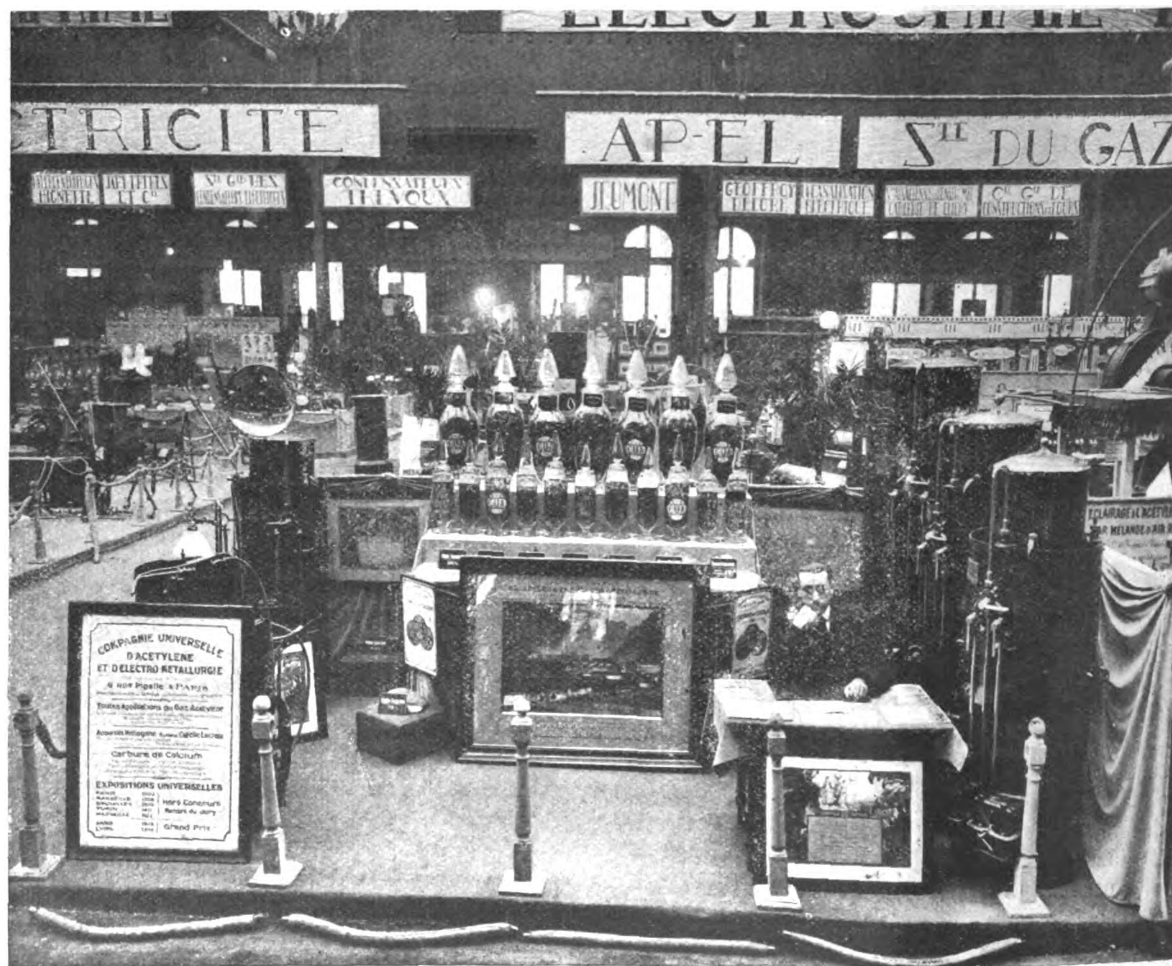


Fig. 310. — Vue du stand de la Compagnie universelle d'Acétylène et d'Electrométallurgie.

Société d'Electrochimie et d'Electrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine, ont également participé à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et y ont présenté, entre autres, différents produits.

Pour terminer nous citerons la Société industrielle des Produits électrochimiques, qui a pris, tout récemment, le nom de Société commerciale d'Applications chimiques et qui exposait un produit un peu spécial, le métaldéhyde, dit le « méta », préparé en vue d'applications pratiques comme alcool solidifié. Bien que l'électricité ne joue qu'un rôle secondaire dans sa préparation, nous en parlons ici à cause de l'intérêt que présente ce corps. Le métaldéhyde est un isomère de l'aldéhyde éthylique, et sa préparation comme combustible n'a été possible que depuis que celle de l'acétaldéhyde, en partant du carbure de calcium, est devenue une opération pour ainsi dire industrielle.

Nous ne pouvons entrer dans l'étude des détails de cette préparation qui nous entraînerait à des développements intéressant plutôt la chimie que l'électricité et sortant par conséquent du cadre de ce compte rendu. Nous dirons simplement que le métaldéhyde, ou, plus

simplement le « méta », se trouve dans le commerce sous forme de comprimés constituant un combustible dont les applications sont très nombreuses, et nous signalerons au lecteur qui désirerait une plus ample documentation sur la préparation et les propriétés de ce produit, l'étude si complète de M. Villers qui a paru dans « la Nature » (1).

V. Divers. — Si les procédés de chauffage électrique prennent un développement considérable dont l'exposé qui précède ne donne qu'une idée très incomplète, les applications industrielles du gaz n'en sont pas moins très prospères aussi. Sans pouvoir nous étendre ici sur cette question, nous croyons utile toutefois de renseigner le lecteur sur ce qui se fait dans ce domaine et d'attirer tout au moins son attention sur le stand de la Compagnie générale de Construction de Fours qui applique les procédés de la Surface Combustion C° (1) à la construction de fours au gaz intéressant l'industrie électrique, notamment destinés au recuit des tôles d'induits et de transformateurs; elle établit également sur ce même principe des fours de fusion pour divers métaux, des fours de verrerie spécialement appliqués à la fabrication des lampes à incandescence, des fours pour la cuisson d'électrodes de charbon pour lampes, piles, balais, etc.

(*A suivre.*)

A. Curchod,
Licencié ès sciences, Ingénieur E. S. E.

Travaux récents sur le retour du courant par la terre et les dispositifs de mise à la terre

Dans cette note, l'auteur donne un résumé critique d'un rapport présenté par M. Schiesser à l'Association suisse des Electriciens. Ce travail comprend des résultats d'essais intéressants sur la répartition du potentiel dans le sol et le fonctionnement des prises de terre en régime continu ainsi que des indications utiles sur l'ordre de grandeur de l'intensité du courant de court-circuit et des différences de potentiel qui en résultent. Il se termine par une discussion relative à l'emploi des canalisations de mise à la terre distinctes et fournit une statistique des accidents observés en Suisse.

Depuis la publication de son rapport sur les dispositifs de mise à la terre (2), l'auteur a eu connaissance d'un travail de M. Schiesser, ingénieur en chef de la Société Brown, Boveri, à Baden, présenté à l'Association suisse des Electriciens et publié en juillet-août 1923, dans le « Bulletin » de cette association (3).

Il paraît intéressant de le résumer ici.

D'autre part, le Verband deutscher Elektrotechniker a publié, en décembre 1922 (4), la formule de conseils pour la réalisation des dispositifs de mise à la terre dont nous avions indiqué les grandes lignes d'après le projet alors à l'étude (5).

Le rapport de M. Schiesser résume à la fois certains résultats obtenus ou exposés antérieurement par différents auteurs, et ceux qui découlent des essais poursuivis depuis quelques années à Baden, par la Société Brown, Boveri et avec la collaboration de MM. Roth et Courvoisier.

La sous-commission, constituée par la Commission de l'Association suisse des Electriciens (A. S. E.) ou Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S. E. V.) et des U. C. S. (Union des Centrales suisses) pour la révision des prescriptions fédérales, avait en effet décidé, sous la présidence de M. E. Payot, de soumettre à une revision complète la question de la mise à la terre des installations, et le rapport de M. Schiesser a pour but de servir d'introduction à la discussion.

Nous indiquerons, dans ce qui va suivre, les faits nouveaux apportés à l'étude de la question par ces travaux, en suivant, pour l'exposé, le même ordre que dans notre propre rapport de septembre 1923.

En débutant, M. Schiesser distingue, suivant les usages admis dans son pays, *la mise à la terre de protection* et la *mise à la terre d'exploitation.*

La première (2) a pour but d'empêcher, par une connexion directe et permanente à la terre, la mise accidentelle sous tension élevée d'éléments quelconques d'une installation qui se trouvent normalement sans tension (ou qui ne conduisent qu'un courant dit « faible » et sont normalement, pour cette raison, à un potentiel peu différent de celui du sol).

La mise à la terre de protection sert également à empêcher des différences de tension dangereuses entre objets susceptibles d'être touchés simultanément par une même personne.

La seconde (3) a pour but de mettre à la terre d'une manière, soit durable, soit momentanée, des éléments d'installation qui sont normalement sous tension afin d'empêcher la présence de surtensions dangereuses ou tout au moins de limiter ces surtensions (4).

(1) R. Villers; Un nouveau combustible : le charbon blanc ou « méta ». *La Nature*, 9 décembre 1922, p. 373-375.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 1er, 8 et 15 septembre 1923, t. xiv, p. 281-290, 311-323 et 359-369.

(3) M. Schiesser. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juillet et août 1923, t. xiv, p. 370-389 et 409-433.

(4) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 avril 1922, t. xliii p. 557-561.

(5) *Revue générale de l'Electricité*, 4 novembre 1922, t. xiv, p. 139 D.

(1) Henry Cassan : L'utilisation rationnelle des combustibles gazeux. Conférence faite devant la Société industrielle du Nord, le 20 mars 1923.

(2) En allemand : Schutzerdung.

(3) En allemand: Betriebserdung.

(4) Le tableau suivant donne la répartition des différents cas

L'auteur du rapport développe ensuite, sur la répartition des potentiels dans le sol, des considérations tout à fait analogues à celles que nous avons exposées [1], d'accord en cela avec les auteurs qui s'étaient occupés précédemment de la question.

I. Résultats d'essais sur la résistance des circuits de terre et la répartition du potentiel dans le sol. — M. Schiesser laisse de côté toute considération théorique et se borne à préciser les deux cas considérés dans notre rapport, savoir :

1° La diffusion de l'énergie dans le sol autour d'une électrode unique. Ceci correspond, en pratique, au cas du courant de capacité provoqué par un court-circuit unique à la terre (sur une seule phase d'une ligne aérienne, par exemple) ;

2° Le passage d'un courant circulant dans le sol entre deux électrodes par suite de la production d'un court-circuit double (lorsque, par exemple, deux phases sont mises simultanément à la terre) [2].

Après avoir indiqué les difficultés que l'on rencontre pour donner une définition précise de la résistance d'une électrode de mise à la terre, l'auteur du rapport la définit conventionnellement par le rapport $\frac{V}{I}$ (V étant la différence de potentiel entre cette électrode et un point quelconque A du sol situé à une très grande distance, que l'auteur fixe en pratique à au moins 20 m, et I étant, d'autre part, l'intensité du courant).

Si l'électrode est constituée par un feuillard enterré disposé suivant une courbe fermée, le point A est naturellement choisi à l'extérieur.

En réalité, comme nous l'avons montré, la distance fixée ainsi à 20 m devrait être proportionnelle à la racine carrée de la surface de l'électrode, du moins pour une électrode de forme suffisamment ramassée et, par suite, autre qu'un feuillard.

M. Schiesser donne ensuite quelques indications sur la valeur de la résistance *pratique* d'une électrode de terre enfouie dans différents terrains.

TABLEAU I.

NATURE DE L'ÉLECTRODE	SOL CAILLOUTEUX [1]	SOL ARGILEUX [2]
Plaque de cuivre de 700 mm × 700 mm, sur 1 mm	de 100 à 163 ohms	
Plaque de cuivre de 700 mm × 700 mm sur 1 mm, entourée de charbon de bois	de 154 à 264 ohms	de 10,6 à 16,6 ohms
Feuillard en cuivre 2 mm × 25 mm × 18,20 m, entouré d'humus	de 25 à 61 ohms	de 3,25 à 5 ohms
3 tuyaux en fer de 52 mm de diamètre, de 2 m de longueur, entièrement enfoncés dans le sol aux trois sommets d'un triangle équilatéral de 2 m de côté		de 4,5 à 7 ohms

(1) Kiesboden.
(2) Lehmboden.

D'après ces chiffres, pour une même surface, la résistance serait minimum dans le cas du feuillard ; ensuite, viendrait le cas des tuyaux et, enfin, celui de la plaque rectangulaire.

La résistivité des différents sols serait proportionnelle aux nombre suivants, en adoptant pour unité celle de l'argile :

Argile, 1 ; humus, 2 ; sable, 3 ; cailloux, 10 ; eau, toujours plus de 10.

Ces résultats concordent assez bien avec ceux publiés par nous d'après divers auteurs, mais les indications données ensuite relativement à l'influence de la surface ou du nombre des électrodes réunies en parallèle paraissent douteuses et nous ne les reproduisons pas, l'auteur du rapport se bornant à donner des résultats d'essais en contradiction avec la loi théorique de variation de la résistance en fonction de la surface, dont il ne fait d'ailleurs aucune mention.

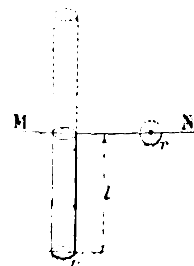


Fig. 1. — Tuyau vertical et gouttière demi-cylindrique.

Les considérations théoriques développées dans notre

de la pratique entre les deux catégories de mise à la terre ainsi envisagées.

Mise à la terre de protection.

1° Mise à la terre des bâtis et enveloppes de machines, appareils, etc.
2° Mise à la terre des enroulements secondaires des transformateurs de mesures.
3° Mise à la terre des ferrures d'isolateurs et des poteaux de ligne aérienne.
4° Mise à la terre passagère des canalisations aériennes en vue de réparations.

Mise à la terre d'exploitation.

1° Limiteurs de tension.
2° Mise à la terre du point neutre.
   a) haute tension : directement ou par l'intermédiaire d'une résistance ou d'une réactance.
   b) basse tension : directement ou par l'intermédiaire d'un dispositif à perforation ou d'un éclateur (En allemand : Durchschlagsicherung.)
3° Mise à la terre des voies ferrées.

Cette classification nous parait un peu arbitraire en ce qui concerne la seconde catégorie et nous croyons préférable de conserver la répartition donnée dans notre rapport. (*Revue générale de l'Électricité*, 1er septembre 1923, p. 282).

(1) *Revue générale de l'Électricité*, loc. cit., p. 289.

(2) Faute de mieux, on désigne ici par « électrodes » des objets conducteurs enfouis dans le sol qui ne sont pas toujours disposés intentionnellement pour y conduire le courant.

rapport [1] montrent que la résistance d'une prise de terre composée d'une gouttière demi-cylindrique de rayon r et de longueur l enterrée dans le sol comme ci-contre (fig. 1) ne doit différer que très peu de la résistance d'un tuyau de rayon r et de hauteur l enfoncé verticalement dans le sol (la capacité du conducteur complété par son image étant la même dans les deux cas). Donc, avec les hypothèses faites, la gouttière horizontale doit avoir la même résistance que le cylindre. Le cas du feuillard diffère peu de celui de la gouttière et,

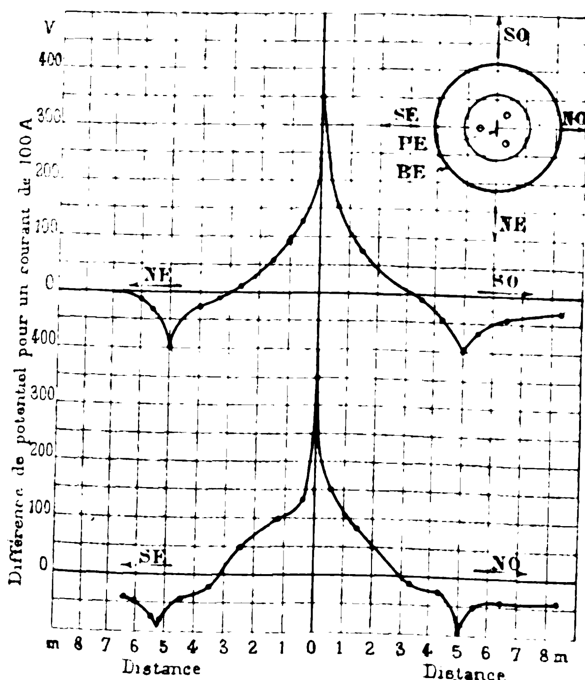


Fig. 1 *bis*. — Variation du potentiel dans le cas d'une plaque PE et d'un feuillard extérieur BE. Sol argileux, humide.

par suite, si les ingénieurs suisses ont trouvé une résistance moindre à surface égale, cela ne peut provenir que de différences accidentelles dans la résistivité du sol au cours des essais.

Les ingénieurs suisses ont repris les essais américains sur l'influence de la température et de l'humidité, mais sans apporter une contribution nouvelle à la question.

Par contre, des essais intéressants ont été exécutés pour déterminer la répartition de la tension à la surface du sol autour de chaque électrode (fig. 1 *bis* et 2).

On a employé à cet effet deux électrodes concentriques formées de feuillards enterrés chacun dans une fouille circulaire. A l'intérieur étaient placés 3 tuyaux verticaux disposés aux sommets d'un triangle équilatéral et, enfin, au centre même du triangle, une électrode unique en forme de plaque.

On a cherché quelle était la répartition du potentiel dans le sol dans les directions S.O.-N.E. et S.E.-N.O. à des distances échelonnées de 50 cm en 50 cm. On a utilisé, à cet effet, de petites électrodes accessoires en cuivre de 8 mm de diamètre enfoncées de 15 cm dans le sol.

La courbe de tension présente dans tous les cas l'allure théorique bien connue.

Dans presque tous les essais cités avec des électrodes de 1 m², 80 pour 100 au moins de la différence de potentiel totale se sont produits dans un rayon d'un mètre autour de l'électrode, dont les abords immédiats constituent ainsi, comme on le sait, un point dangereux pour le personnel.

En réalité, comme nous l'avons montré, le gradient du potentiel aux abords de l'électrode dépend de la résistivité du terrain, de la densité de courant dans le sol à la sortie de l'électrode et de la racine carrée de la surface de l'électrode à laquelle il est inversement proportionnel.

Il résulte des mesures faites sur les feuillards qu'il y a un grand intérêt à isoler, aux abords et à l'intérieur du sol, les

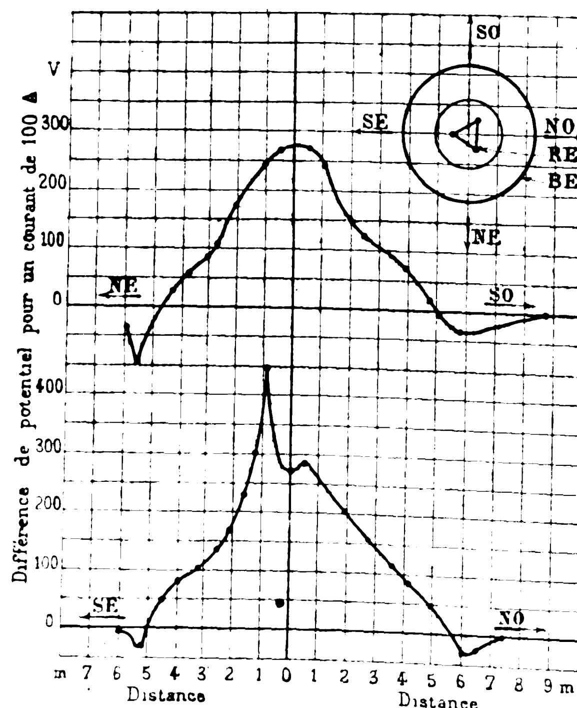


Fig. 2. — Variation du potentiel dans le cas de 3 tuyaux verticaux RE et du feuillard extérieur BE. Sol argileux, humide.

conducteurs qui aboutissent aux électrodes enterrées. On réduit ainsi la chute de tension à la surface du sol.

Au cours des mêmes essais, on a déterminé l'intensité du courant passant d'un pied à l'autre à travers le corps d'un homme [1] en fonction de la résistance du corps et de la pression des pieds sur le sol, pour un écartement de 0,80 m entre les pieds (fig. 3 et 4).

Déjà avec des électrodes conduisant au plus un courant de 100 A dans le sol, les différences de tension au voisinage même des électrodes sont assez grandes pour que l'intensité du courant qui passe ainsi à travers le corps dépasse 0,02 A, chiffre considéré comme le maximum admissible sans danger de lésions graves.

II. **Echauffement du sol en régime continu**. — Des essais ont été effectués pour déterminer la façon dont se comportent les électrodes en cas de fonctionnement continu. Comme la conductibilité calorifique du sol est très faible, les possibilités d'évacuation de la chaleur sont restreintes; l'eau est bientôt vaporisée autour de l'électrode, la résistance électrique s'accroît ainsi et, au bout d'un certain temps, on

(1) *Revue générale de l'Electricité*, loc. cit., p. 285.

(1) En allemand : Schrittstromstärke.

arrive à un isolement complet. On a poussé les essais au delà de ce point, car, dans les installations à 70 000 v ou 80 000 v,

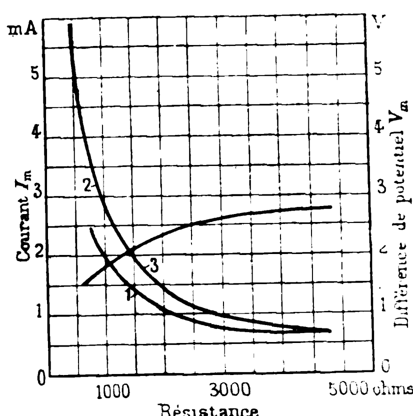


Fig. 3. — Différence de potentiel V_m entre les pieds et intensité du courant I_m dans le corps d'un homme pour différentes valeurs de la résistance du corps R_m mesurée d'un pied à l'autre. 1. Mesure de I_m en fonction de R_m ; 2. Valeurs théoriques de I_m en supposant que la répartition du potentiel dans le sol est indépendante de R_m ; 3. Valeur de V_m en fonction de R_m. (Suivant les essais, un courant de 100 ampères passait dans le sol en allant de la plaque centrale entourée de charbon vers le feuillard extérieur).

par exemple, où l'on emploie des bobines genre Petersen, il peut arriver qu'en cas d'un court-circuit unique les électrodes donnent passage à un courant subsistant pendant plusieurs

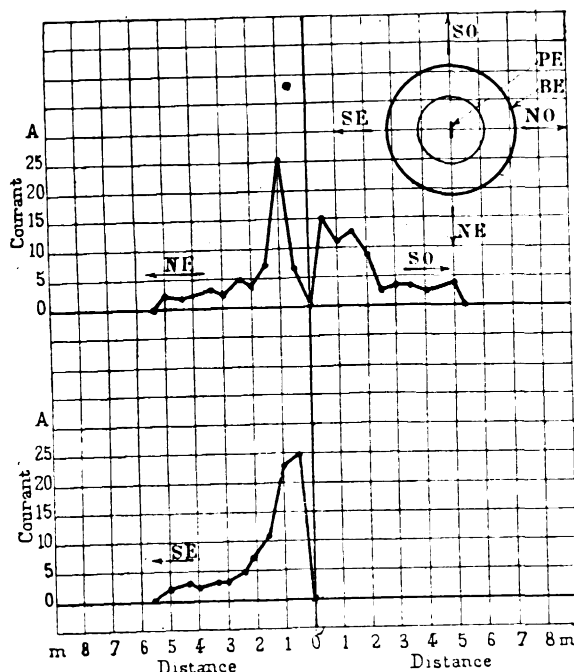


Fig. 4. — Intensité du courant dans le corps en admettant une résistance de 200 ohms mesurée entre les pieds. (Mêmes conditions d'essai que ci-dessus).

heures jusqu'à ce qu'un moment favorable permette de supprimer le défaut.

Les essais ont été effectués dans un sol argileux homogène avec des plaques de 1 m², savoir :

plaque directement dans l'argile;
plaque entourée de charbon de bois dans l'argile;
tuyaux;
feuillards.

Dans tous les cas, la seconde électrode était composée d'un feuillard de 1,7 m² de surface (2 × 25 mm et environ 32 m de longueur).

Les essais, effectués avec un courant alternatif dont l'intensité s'élevait au maximum à 500 A et des tensions allant jusqu'à 2 500 v, sont résumés dans la figure 5.

On voit combien rapide est la dessiccation du sol pour une densité de courant initiale de l'ordre de 3 à 5 A d : m² au contact de l'électrode et, dès que ce résultat est atteint, la résistance devient pratiquement infinie.

La quantité d'énergie dissipée jusqu'au moment où la résistance prend une valeur infinie, a atteint les valeurs suivantes, en kilowatts-heure par décimètre carré de surface totale d'électrode,

	hw-h
Plaques dans le sol argileux	0,38
Plaques entourées de charbon de bois dans le sol argileux	1,60
Tuyaux	2,86

Le feuillard a été chargé pendant 30 mn avec 460 A, la tension initiale étant de 700 v et la tension finale de 2 500 v, ce qui correspond, au total, à une quantité d'énergie absorbée de 1,97 kw-h par décimètre carré de surface totale. La résistance finale ne s'élève néanmoins qu'à 6,8 ohms, ce qui indique que la capacité de surcharge des électrodes en feuillards, s'est montrée très grande. L'emploi de charbon de bois a, d'autre part, augmenté notablement la capacité de surcharge des plaques.

Au bout d'un certain temps, on constate un bruit particulier et un grand dégagement de vapeur. La terre est rejetée en forme de taupinières. Plus l'électrode devient isolée, plus le bruit et le dégagement de vapeur s'accentuent et il se produit des arcs. Ces décharges se remarquent particulièrement entre la surface du sol et l'entrée de l'électrode. Des photographies jointes au mémoire donnent une idée du phénomène.

A la fin des recherches, on a retiré les électrodes pour examiner l'effet des arcs. Les plaques enfouies dans l'argile portaient de nombreux petits trous. Les plaques enfouies dans le charbon de bois montraient des corrosions encore plus accentuées et le fil d'amenée du courant était brûlé à la surface du sol.

Les tuyaux sont restés intacts. Les feuillards étaient brûlés dans le sol en plusieurs endroits.

M. Schiesser croit pouvoir conclure de ces essais que le débit maximum, admissible en service continu, d'une prise de terre est beaucoup plus élevé pour une surface de contact donnée s'il s'agit d'un feuillard que dans le cas d'une électrode de forme ramassée comme une plaque ou même un tuyau cylindrique.

Il semble que des essais plus complets seraient nécessaires pour permettre une conclusion précise à ce sujet. La question ne peut, en effet, être traitée utilement par le calcul. La conductivité du sol est de nature électrolytique et, par suite, intimement liée à la présence d'eau d'imbibition. Si la chaleur dégagée par le passage du courant produit une dessication du terrain non compensée par l'apport de nouvelles quantités d'eau provenant de la nappe, la résistance opposée au passage du courant va en croissant et atteint, plus ou moins rapidement, une valeur telle qu'on arrive bientôt à un isolement absolu de l'électrode. La possibilité de réaliser un fonctionnement continu de la prise de terre dépend donc de

l'afflux d'humidité réalisable dans chaque cas, d'après les conditions locales. On peut vérifier néanmoins, par un calcul simple, qu'à condition d'avoir une électrode de surface suffisante, il est théoriquement possible de limiter l'échauffement du terrain suffisamment pour qu'un régime continu soit réalisable.

Si l'on considère une électrode sphérique de rayon R et une couche de terrain comprise entre deux sphères concen-

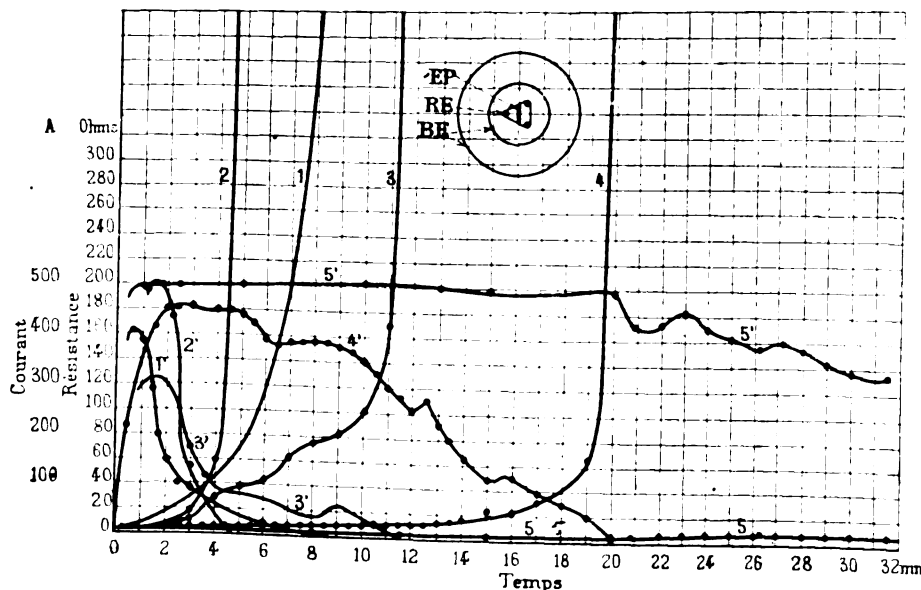


Fig. 5. — Essais de fonctionnement en régime continu (argile humide). EP, électrode en forme de plaque carrée; RE, trois tuyaux verticaux; BE, feuillards circulaires.
Nature des électrodes : I. Plaque centrale et feuillard extérieur. 1 résistance, 1' intensité du courant.
II. Plaque centrale et feuillard intérieur. 2 résistance, 2' intensité du courant.
III. 3 tuyaux et feuillard extérieur. 3 résistance, 3' intensité du courant.
IV. Plaque entourée de charbon de bois et feuillard extérieur. 4 résistance, 4' intensité du courant.
V. Feuillard intérieur et feuillard extérieur. 5 résistance, 5' intensité du courant.
Dans tous les cas, les électrodes étaient enfoncées dans un sol argileux humide.

triques à la première, infiniment voisines et de rayon x, il est facile de calculer la quantité de chaleur dégagée par seconde, dans cette couche de terrain, par un courant d'intensité I, sortant de l'électrode pour se diffuser symétriquement. (L'électrode sphérique étant supposée entourée par les couches du terrain, dans toutes les directions, jusqu'à une distance pouvant être considérée comme infiniment grande par rapport au rayon de cette électrode.) La quantité de chaleur dégagée dans le volume de terrain compris entre l'électrode et la couche sphérique de rayon x s'obtient par une intégration facile. D'autre part, si l'on suppose réalisé un régime stable, la chute de température produite par le passage de cette quantité de chaleur à travers la couche sphérique d'épaisseur dx est donnée par

$$d\theta = \frac{\rho I^2}{16 K \pi^2} \left(\frac{1}{R x^2} - \frac{1}{x^3} \right) dx,$$

en appelant K la conductibilité calorifique du terrain.

En intégrant, on trouve que la température dans la couche de rayon x est donnée par

$$\theta = \frac{\rho I^2}{16 K \pi^2} \left(\frac{1}{R x} - \frac{1}{2 x^2} \right).$$

On vérifie également que la température, supposée égale à zéro à une distance infinie, est maximum au contact de l'électrode et a pour valeur, en ce point,

$$\theta_{max} = \frac{\rho I^2}{32 K \pi^2 R^2} = \frac{\rho}{8 K \pi} \delta^2 s.$$

La figure 6 montre la variation de la température du sol en fonction de la distance à l'électrode.

Donc, dans le cas de la sphère, la température de régime au contact de l'électrode est proportionnelle à la surface de

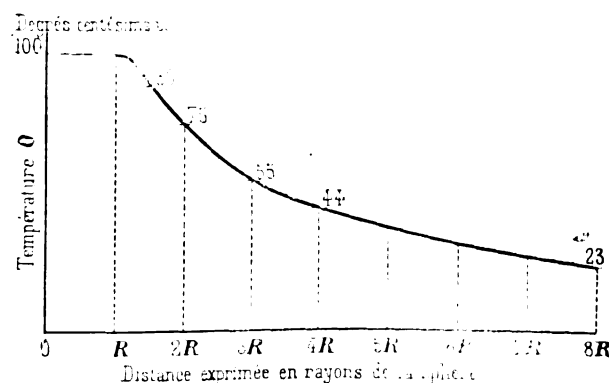


Fig. 6. — Répartition théorique de la température en régime continu autour d'une électrode sphérique dans un milieu indéfini.

cette électrode et au carré de la densité du courant qui en sort. A densité de courant égale, la température de régime augmente donc proportionnellement à la surface de l'électrode.

Si l'on remplace, dans cette formule, la résistivité élec-

trique et la conductibilité calorifique du terrain par leurs valeurs pratiques moyennes, on trouve qu'il est possible de limiter l'échauffement, au contact de l'électrode, de manière à rester bien au-dessous de 100°C, mais à condition de maintenir la densité du courant à une valeur très faible. Ce calcul néglige l'évacuation de la chaleur par évaporation de l'eau d'imbibition ainsi que l'effet de la capacité calorifique du terrain. Il est malheureusement difficile de soumettre au calcul le cas d'une électrode cylindrique et, par suite, de déterminer, dans le cas général, si le régime continu peut être réalisé plus facilement, comme le croit M. Schiesser, avec une électrode de grande longueur et de faible section transversale plutôt qu'avec une électrode de forme ramassée comme une plaque.

Le calcul ci-dessus néglige complètement le refroidissement par la surface du sol.

Il est possible que, dans le cas du feuillard, toujours voisin de cette surface, un certain refroidissement par la surface de ce dernier contribue à faciliter l'évacuation de la chaleur.

Mais ce qui résulte avec certitude du calcul sommaire ci-dessus, c'est l'intérêt que présente l'emploi d'électrodes multiples. On a déjà vu qu'au point de vue de la résistance d'une mise à la terre, pour une surface totale d'électrode donnée, il y a intérêt à employer plusieurs électrodes suffisamment écartées plutôt qu'une seule de même surface totale. Il en est de même en ce qui concerne la distance au centre de l'électrode d'une surface équipotentielle donnée correspondant, par exemple, à 50 pour 100 du potentiel de

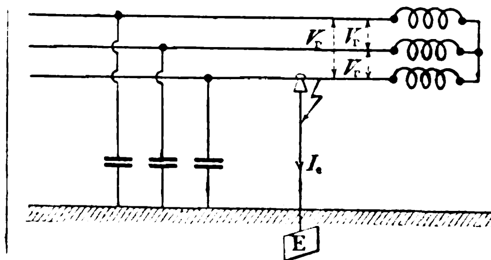


Fig. 7. — Court-circuit à la masse sur une seule phase.

l'électrode. Puisqu'il en est de même au point de vue de l'évacuation de la chaleur et, par suite, de la possibilité de réaliser un régime de fonctionnement continu, on ne devra pas hésiter, dans les applications où de grands débits peuvent être envisagés, à relier par un conducteur souterrain (de section suffisante pour limiter la chute de tension dans ce conducteur) un chapelet d'électrodes suffisamment écartées les unes des autres.

III. **Détermination de l'intensité du courant à dissiper dans le sol**. — 1. Cas des mises a la terre de protection. — Dans le cas d'un court-circuit sur un seul pôle (fig. 7), M. Schiesser reproduit, d'après Petersen [1], un tableau, traduit ici sous forme de courbes, donnant l'intensité du courant passant dans le sol à travers l'électrode en cas de mise à la terre d'une phase unique, suivant qu'il s'agit d'une ligne aérienne (fig. 8) ou d'un câble souterrain triphasé (fig. 9).

Les chiffres de ce tableau sont empiriques et ne représentent que des valeurs moyennes, tenant compte, dans un cas, de la capacité des isolateurs par une majoration arbitraire de l'intensité calculée et, dans l'autre cas, des données de construction ordinaires des câbles souterrains.

L'intensité du courant de court-circuit résultant ainsi de la

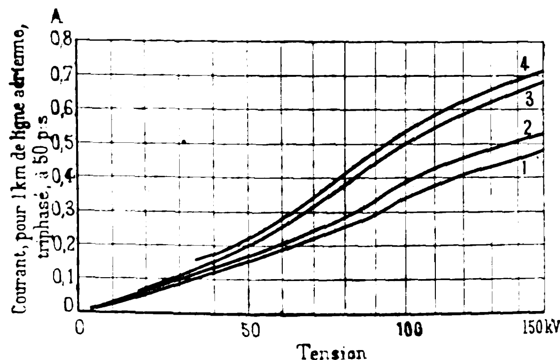


Fig. 8. — Intensité, en ampères, du courant de court-circuit, sur une phase unique mise à la terre, d'après Petersen. 1, ligne à 3 fils sans fil de terre; 2, ligne à 3 fils avec fil de terre; 3, ligne à 6 fils sans fil de terre; 4, ligne à 6 fils avec fil de terre.

mise à la terre d'une phase unique peut varier pratiquement entre quelques ampères et quelques centaines d'ampères; mais en général on obtient des intensités modérées faciles à

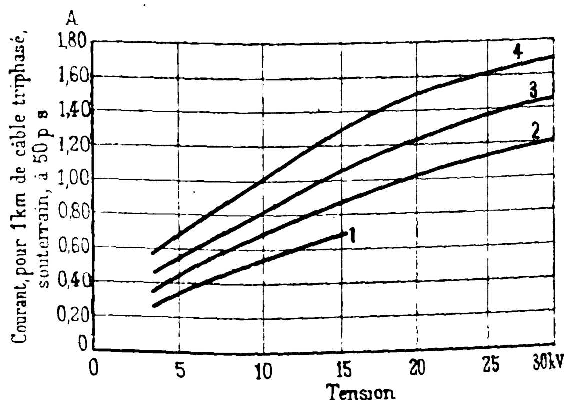


Fig. 9. — Intensité, en ampères, du courant de court-circuit sur une phase unique mise à la terre d'un câble triphasé souterrain, d'après Petersen. 1, conducteur de 25 mm de diamètre; 2, de 50 mm; 3, de 95 mm; 4, de 90 mm.

écouler en toute sécurité au moyen d'électrodes d'une dimension commode à réaliser [1].

Dans le cas d'un *court-circuit à la terre avec court-circuit simultané sur deux phases* (fig. 10), la résistance du circuit de terre composé des deux électrodes reliées par le sol intervient, comme nous l'avons indiqué, en même temps que l'impédance des canalisations, pour limiter l'intensité du courant de court-circuit. Mais, vu la tension et la puissance des sources d'énergie raccordées en pratique au réseau, l'intensité peut atteindre ici des valeurs très élevées. Par exemple, dans un réseau à 50 000 V alimenté par des

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1916, t. XXXVII, p. 515.

[1] Par exemple, l'auteur trouve, pour une ligne aérienne triphasée, les nombres suivants :
Ligne à 6 fils et fil de terre, longueur, 45 km, 5,3 A;
Ligne à 3 fils et fil de terre, longueur, 80 km, 13,6 A;
Ligne à 3 fils sans fil de terre, longueur, 30 km, 3,5 A.

machines de 200 000 kv-A au total et avec une impédance de 9,3 ohms, la résistance du circuit de terre étant de 20 ohms, on peut obtenir un courant de court-circuit de 1 600 A.

Un cas intermédiaire entre les deux précédents correspondrait à la mise à la terre d'une seule phase dans un

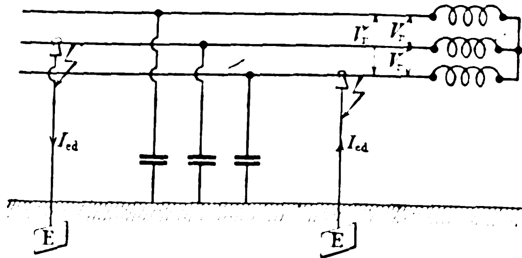


Fig. 10. — Court-circuit à la masse sur deux phases.

réseau dont le neutre est lui-même mis à la terre au travers d'une résistance ohmique ou d'une inductance (fig. 11). Dans ce cas, il y a addition géométrique du courant de court-circuit à la terre sur phase unique et du courant de court-circuit entre le conducteur neutre et la phase mise à la terre. L'intensité peut donc varier notablement suivant les cas, mais est toujours plus petite que dans le cas du

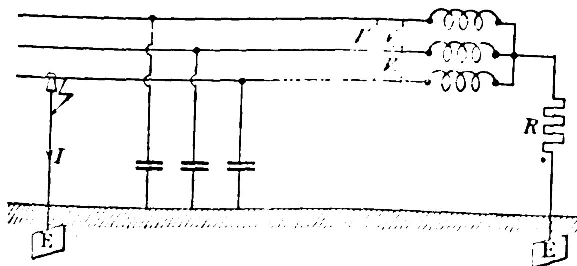


Fig. 11. — Court-circuit à la masse sur une phase, le neutre étant à la terre.

court-circuit sur deux phases dans un réseau sans mise à la terre du neutre.

Les bobines genre Petersen réduisent l'intensité du courant à la terre résultant d'une perforation sur une seule phase, mais ne limitent par le courant en cas de mise à la terre simultanée de deux phases.

Lorsque des courants de court-circuit de forte intensité circulent dans les canalisations, il peut en résulter des différences de tension de l'ordre de quelques milliers de volts, entre électrodes de mise à la terre.

Dans de grands réseaux à tensions modérées présentant une faible impédance de court-circuit relativement à la résistance totale du circuit de terre reliant les deux points avariés, la chute de tension entre ces dernières prises de terre peut atteindre au total une valeur voisine de la tension même du réseau.

Les courbes de la figure 12 empruntées à M. Schiesser donnent une idée de la valeur de la différence de potentiel (évaluée en centièmes de la tension du réseau) et de l'intensité du courant dans le sol (évaluée en centièmes de l'intensité du courant de court-circuit) et ceci en fonction du rapport de la résistance du circuit de terre à l'impédance des canalisations réunissant les deux points de mise à la terre.

La figure se rapporte au cas d'un court-circuit par claquage à la masse simultané sur deux phases (ligne triphasée).

L'auteur donne un exemple numérique se rapportant à une grande installation suisse à 50 000 v. En supposant l'accident assez éloigné de l'usine, l'impédance est 14 ohms et la résistance 20 ohms; on constate que la différence de

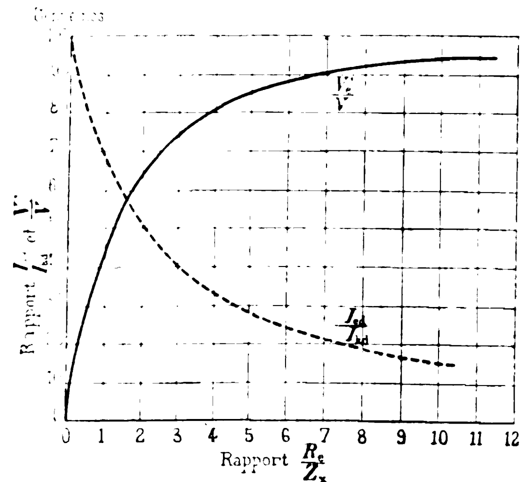


Fig. 12. — Différence de tension, en volts, entre les deux prises de terre pour 100 v. de tension composée et intensité du courant dans le sol, en ampères, pour 100 ampères dans le court-circuit, en fonction, du rapport de la résistance du circuit de terre à l'impédance du circuit, parcouru par le courant de court-circuit. V_e, différence de potentiel entre les deux points mis à la terre. V, tension composée du réseau; I_{ed}, courant dans le sol entre les deux courts-circuits; I_{kd}, courant de court-circuit à distance x; R_e, somme des deux résistances de terre; Z_x, impédance de court-circuit de la partie du réseau comprise entre les deux terres.

potentiel total entre les deux électrodes de mise à la terre peut atteindre la moitié de la tension composée du réseau (la chute de potentiel correspondant à chacune était ici 13 000 v) et que le courant de court-circuit peut s'élever à 1 300 A.

Ce qui précède se rapporte au cas où l'accident se produit loin des usines génératrices.

Si une mise à la terre simultanée par court-circuit de deux phases se produit dans ce même réseau à 3 km seulement d'une usine sur un réseau local à 10 000 v, l'intensité de court-circuit est de l'ordre de 400 à 500 A et la différence de potentiel entre les deux prises de terre est de l'ordre de 9 300 v, soit 4 600 v par électrode.

Dans ces différents cas, une protection complète du réseau par mise à la terre seulement ne peut être réalisée. *La meilleure protection consiste dans un degré de sécurité élevé de toute l'installation.*

Telle est la conclusion du rapporteur, conclusion qui concorde d'ailleurs avec les idées admises en France.

II. Fonctionnement des mises a la terre dites d'exploitation (1). — 1° *Le passage de la haute tension à la basse tension* peut se réaliser par suite d'un défaut d'isolement, d'une chute de câble de la haute sur la basse tension ou par un arc jaillissant entre un conducteur à haute tension et un conducteur à basse tension.

Un cas fréquent est celui de la perforation d'un transformateur.

(1) En allemand : Betriebserdung.

S'il se produit simplement un court-circuit entre la haute et la basse tension dans un transformateur abaisseur dont le neutre du secondaire est à la terre, le courant qui traverse la mise à la terre de ce transformateur correspond encore au courant de charge des phases non mises à la terre.

Si, en outre, il existe un court-circuit à la terre sur une des phases de la canalisation aérienne alimentant le transformateur, on arrive à un court-circuit direct entre phases par l'intermédiaire de la terre (fig. 13). Ce courant de court-

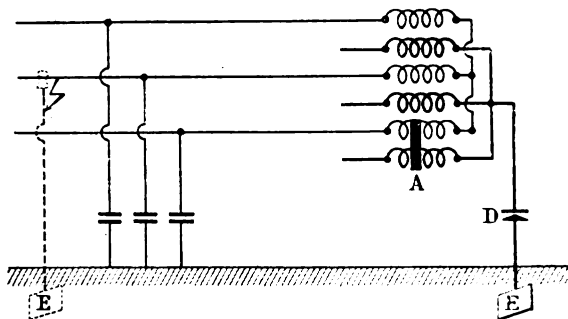


Fig. 13. — Perforation entre la haute et la basse tension d'un transformateur, accompagnée d'un court-circuit à la terre sur la haute tension.

circuit est limité, dans une certaine mesure, par la présence des spires des bobinages à basse et à haute tension qui sont encore en circuit dans la bobine avariée du transformateur. Le danger que présentent ces accidents est accru par ce fait que le courant peut souvent subsister pendant plusieurs heures à travers le défaut si le fusible ou le disjoncteur est réglé pour un débit trop intense.

M. Schiesser préconise la mise à la terre du neutre des réseaux secondaires à basse tension de préférence aux limiteurs de tension pour éviter les accidents résultant d'un claquage entre la haute et la basse tension.

Le courant qui, dans le cas de la figure 13, traverse la plaque de terre y produit une chute de tension. Si le produit de l'intensité du courant par la résistance de la prise de terre est élevé, la différence de tension entre le réseau de distribution à basse tension et la terre peut atteindre des valeurs beaucoup plus élevées que le potentiel normal de service. Le réseau de distribution est alors soumis à des conditions plus sévères que ses conditions normales de fonctionnement. Le courant cherche un trajet vers les points les moins bien isolés (par exemple, dans les écuries) et il peut se produire des incendies. Chaque année, de pareils accidents sont constatés en Suisse et l'on a parfois constaté cinq incendies simultanés, et même plus, sur le même réseau de distribution. Pour combattre ce grave danger, il faut réduire au minimum la résistance de la prise de terre et réduire également, autant que possible, le courant de court-circuit ; enfin, quand ce n'est pas possible, il faut calibrer soigneusement le fusible du transformateur intéressé. Le premier point n'est pas toujours facile à réaliser : il est en effet difficile de réduire la résistance au-dessous de 50 ohms pour une plaque d'un demi-mètre carré ; avec cette résistance, un courant de 10 à 20 A soumet le réseau de distribution à basse tension à des potentiels de 500 à 1 000 V qui sont très dangereux pour ce réseau.

Dans le cas d'un défaut sur un seul pôle d'après la figure 13, le courant de court-circuit à la terre dépasse rarement 2 A, vu le faible développement des réseaux de cette sorte, et l'accident n'est pas grave.

En cas d'accident sur deux phases d'après la figure 13, un courant de 10 à 20 A, admissible à la rigueur, est généralement atteint, mais pas toujours dépassé. Dans ce cas, la mise à la terre ne suffit pas comme sécurité et il faut y adjoindre, comme protection, un fusible soigneusement calibré.

A cause de la self-induction des spires non avariées, le courant de court-circuit (fig. 10 court-circuit sur deux pôles) est souvent limité pendant des heures à une intensité insuffisante pour faire fondre le fusible et ceci dure jusqu'à ce qu'il se produise un incendie ou tout autre accident. Il convient donc de protéger des installations de cette nature avec des fusibles fondant pour trois ou quatre fois la valeur du courant normal seulement.

Les sous-stations de transformation alimentant ainsi des réseaux à basse tension doivent être mises à la terre avec un soin tout particulier.

Dans le cas du fonctionnement d'un limiteur de tension [1], on peut calculer d'avance les intensités qui traverseront les prises de terre.

Lorsque les limiteurs possèdent des résistances de protection, celles-ci limitent l'intensité du courant qui pourra ne pas dépasser 20 à 30 A, ce qui est, comme on l'a vu, suffisant.

Lorsque le limiteur n'a pas de résistance de protection on ne peut déterminer que dans chaque cas particulier la valeur de l'intensité du courant.

Aucun accident relaté dans les archives de l'inspection suisse entre 1910 et 1922 n'a eu pour cause directe des installations de cet ordre.

On doit ranger aussi parmi les mises à la terre d'exploitation celles du conducteur de retour des installations de traction électrique. Ce qui se passe alors, en cas d'accident, peut être déterminé comme dans le cas d'une mise à la terre sur deux pôles d'une ligne triphasée.

IV. **Différences de potentiel admissibles au point de vue de la sécurité du personnel**. — M. Schiesser indique comme valeur limite du courant admissible à travers le corps humain les chiffres de Boruttau [2].

Si le courant passe de la tête aux pieds ou inversement, un courant de 0,02 A représente, d'après cet auteur, le maximum admissible. Une intensité de 0,05 A est déjà dangereuse et un courant de 0,1 A est sûrement mortel. Ces chiffres varient avec les individus. Selon Nixdorf [3], la résistance du corps humain mesurée, au moyen de courant continu, d'un bras à l'autre serait de 1 100 ohms ; d'une jambe à l'autre, de 1 400 ohms ; des deux mains aux deux pieds, de 350 ohms et, si l'on emploie du courant alternatif, les mains et les pieds étant plongés dans de l'eau salée, on trouve seulement 250 ohms de bras à bras et 350 ohms de jambe à jambe.

M. Schiesser, en employant des électrodes composées de fragments de tuyaux tenus dans les mains et des plaques de plomb posées sous les pieds, a trouvé de main à main 4 000 à 6 000 ohms, suivant que la peau est humide ou sèche. De la main droite au pied droit (peau sèche), 4 500 ohms ; entre les deux mains et les deux pieds (peau humide), 1 800 ohms ; de pied à pied (peau sèche), 2 300 ohms ; de pied à pied, avec chaussure à clous et peau humide, 6 500 ohms. Ces chiffres sont beaucoup plus élevés que ceux de Nixdorf.

Il résulterait des mesures de Nixdorf, qui paraissent avoir donné des chiffres trop bas, qu'une tension de 18 V serait

(1) Ueberspannungsableiter.
(2) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1918, t. XXXIX, p. 396.
(3) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1918, t. XXXIX, p. 139.

déjà dangereuse et qu'une tension de 35 v serait mortelle. L'expérience quotidienne montre combien ces tensions sont inférieures à celles qui peuvent être admises en réalité.

M. Schiesser, en relevant les rapports d'accidents de l'inspection suisse des installations à fort courant, a constaté que des accidents mortels sont fréquents avec des différences de tension de 150 v entre les mains et les pieds et que, d'après d'autres publications, la mort est parfois survenue pour une différence de potentiel de 60 v seulement. On devrait donc, selon l'auteur, limiter à 100 v, au grand maximum, la différence de tension admissible alors que les prescriptions suisses actuelles admettent jusqu'à 150 v. L'inspection suisse n'a relevé aucun accident dû au passage du courant d'un pied à l'autre.

L'auteur fait remarquer que la résistance d'une électrode peut être considérée comme très basse si elle ne dépasse pas 5 ohms et qu'une résistance d'un ohm ne peut être réalisée qu'avec des électrodes de très grande surface.

Un court-circuit double, avec fermeture par la terre, peut amener le passage de plusieurs centaines d'ampères à travers les électrodes, même dans un très petit réseau, de sorte que, même dans les cas les plus favorables, des différences de potentiel dangereuses entre la canalisation de mise à la terre et le sol peuvent ainsi se produire.

V. **Réalisation des installations de mise à la terre**. — Dans les grandes installations, le rapport préconise l'adoption d'une puissante *canalisation générale* de mise à la terre. Cette canalisation est reliée aux terres naturelles (réseaux de conduites d'eau, parties métalliques des bâtiments, tuyauteries diverses), et, d'autre part, à un certain nombre d'électrodes d'une surface suffisante, enfouies dans le sol pour constituer des terres artificielles. De la canalisation principale partent des dérivations reliées métalliquement aux éléments de la construction.

Dans les petites installations, on suit, autant que possible, le même principe, mais les canalisations peuvent être traitées plus simplement.

L'auteur du rapport émet plus loin l'avis que les branchements desservant les limiteurs de tension doivent se rendre directement à l'électrode de terre sans emprunter la canalisation générale indiquée ci-dessus. Le conducteur reliant ces limiteurs de tension à la plaque de terre doit être isolé et, s'il n'y a pas de résistance de protection, l'isolement doit correspondre à la pleine tension d'exploitation de la ligne protégée. S'il y a une résistance de protection, des isolateurs pour 500 v peuvent suffire, en général, pour supporter le fil de terre des limiteurs de tension. Ces derniers doivent être protégés de tout contact par une enveloppe isolante ou une protection convenable pour éviter tout accident de personnes.

Les canalisations reliant les électrodes de terre à la canalisation générale doivent être enterrées à au moins 1 m ou 1,50 m de profondeur, de manière à éviter des différences de tension dangereuses à la surface du sol.

Le tableau suivant donne, d'après M. Schiesser, les sections et diamètres nécessaires pour les conducteurs en cuivre tendus à l'air libre, suivant qu'on admet une élévation de température de 300 ou de 600°C, et ceci en fonction de l'intensité du courant de court-circuit et de sa durée.

Tableau II.

Échauffement en degrés centésimaux	Courant I_k en ampères	Section pour $t = 0,5$ s mm²	Section pour $t = 1$ s mm²	Section pour $t = 5$ s mm²	Diamètre d pour $t = 0,5$ s mm	Diamètre d pour $t = 1$ s mm	Diamètre d pour $t = 5$ s mm
300°	100 000	314	444	994	20	24	36
	50 000	157	222	497	14	17	25
	10 000	31	44	99	6,3	7,5	11,2
	5 000	(16)	(22)	50		—	8,0
	1 000	(3,2)	(4,4)	(10)	—	—	—
600°	100 000	222	314	702	17	20	30
	50 000	111	157	351	12	14	21
	10 000	(22)	31	70	—	6,3	9,5
	5 000	(11)	(16)	35	—	—	6,7

Il résulte de ce tableau que les sections nécessaires sont supérieures dans les grandes installations à ce qui est admis dans la réglementation suisse actuelle.

Dans les canalisations aériennes munies d'un fil de terre porté par les poteaux, ce fil de terre doit être relié au système général de mise à la terre dont il améliore considérablement la valeur.

On conseille d'adopter des tuyaux d'environ 2 m enfoncés verticalement à 2 m les uns des autres, leur extrémité supérieure étant enterrée à 50 cm au-dessous du niveau du sol. Si l'on emploie des plaques et des tuyaux, il est avantageux de rejoindre la nappe; si l'on emploie des feuillards, il suffit de les enterrer à 60 ou 90 cm. On recommande de les disposer en forme de cercle autour de l'usine génératrice, de la sous-station ou du poteau qu'ils desservent. Les électrodes artificielles doivent, en tout cas, être enterrées dans une couche d'humus d'au moins 50 cm dans tous les sens. Il n'est pas recommandé d'employer le charbon à cause des corrosions.

Le rapporteur ne conseille guère l'emploi du sel que si le terrain est peu conducteur (gravier) et ceci, à cause des corrosions. Dans des cas difficiles, on peut employer le dispositif de Vogel qui superpose deux électrodes circulaires, l'une à 20 ou 30 cm de profondeur et l'autre, à 1 ou 2 m.

Si l'on veut limiter à 100 v la différence de potentiel entre une électrode et un point quelconque susceptibles d'être touchés simultanément par un homme, on constate qu'il faudrait, dans le cas d'un feuillard, adopter une longueur de 75 m pour un courant de 100 A et augmenter cette longueur plus que proportionnellement à la valeur de l'intensité. On arrive ainsi à des impossibilités pratiques au delà d'une certaine valeur de l'intensité.

Le cas s'est présenté assez souvent que des sous-stations portées par des poteaux métalliques devenaient inacces-

sibles en cas d'accident, par suite de différences de potentiel exagérées dans le sol aux alentours. On peut y remédier en employant un feuillard disposé autour de la sous-station à une certaine distance, de telle sorte que, du côté de la porte, il soit enterré de 40 cm et à une distance de 50 à 80 cm en avant de celle-ci; enfin, en disposant une grille en fer sur le sol devant la porte.

Des accidents assez fréquents arrivent lorsque les agents manœuvrent des sectionneurs placés sur poteaux, malgré l'emploi de tiges de manœuvre isolantes. On recommande, pour éviter ces accidents, de disposer un feuillard tout autour du poteau, comme il vient d'être indiqué.

La mise à la terre des poteaux constitue un problème délicat. D'après le règlement suisse comme d'après le règlement allemand, les ferrures d'isolateurs portées par des poteaux en bois n'ont pas besoin d'être mises à la terre. M. Schiesser se prononce pour le maintien de cette manière de faire qui, d'après lui, n'a pas causé d'accidents. Mais le seul avantage qui en résulte est de retarder la mise hors service d'une ligne dont un isolateur est avarié. Ceci peut être commode pour certains exploitants, mais, par contre, on préfère souvent une disrupture franche qui permet au disjoncteur de fonctionner, le défaut étant ainsi localisé.

En France, il est de règle de ne pas utiliser l'isolement supplémentaire fourni par les poteaux en bois afin d'éviter les accidents de personnes pouvant se produire si l'on vient à toucher un poteau humide portant un isolateur avarié.

Pour les poteaux en fer, la mise à la terre est prescrite et, si tous les poteaux sont métalliques, un fil de fer superposé aux fils de ligne doit relier entre eux tous les poteaux et il doit être mis à la terre à chaque poteau : le principal avantage de ces fils de terre aériens résulte de l'amélioration de

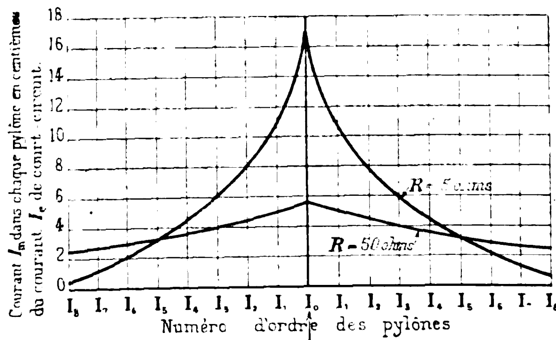


Fig. 14. — Répartition des courants de terre dans chaque pylone, tous les pylones étant mis à la terre, quand un court-circuit existe en I_0. Sur la figure I_c représente le courant de court-circuit.

la mise à la terre générale du système qui en résulte, surtout dans les installations à très haute tension.

On a vu combien intense est le courant qui peut circuler dans le sol en cas de court-circuit sur deux phases; ce courant de court-circuit est dérivé en partie par le fil de terre aérien.

La répartition du courant de terre entre les différents pylônes contigus résulte de la valeur relative de la résistance r du fil de terre aérien entre deux poteaux et de la résistance R de la mise à la terre de chaque poteau.

Nous avons indiqué (1), d'après Rudenberg, la manière de calculer cette répartition.

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 321.

M. Schiesser cite les exemples suivants :

Pour des poteaux distants de 200 m et un fil de terre de 50 mm² en fer, on a $r = 0{,}75$ ohm.

Suivant que R atteindra	5 ohms	50 ohms
la résistance résultante sera, si l'on met à la terre tous les poteaux,.	0,8 ohm	2,7 ohms
Si l'on ne mettait à la terre qu'un poteau sur deux, cette résistance s'élèverait à.........	1,15 ohm	3,75 ohms

Les figures 14 et 15 donnent la répartition des courants de terre dans chaque poteau et, par suite, celle de la chute de tension dans le sol aux abords, suivant que l'on met à la terre tous les poteaux ou seulement un poteau sur deux. On voit que, dans ces conditions, un courant de court-circuit de 2000 A ne donne que 320 A dans le poteau correspondant

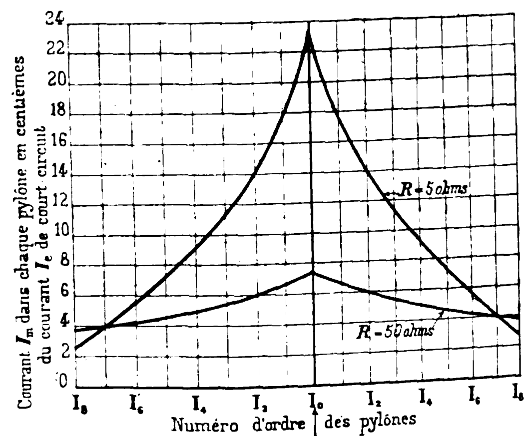


Fig. 15. — Répartition des courants de terre dans chaque pylone, les pylones étant mis à la terre de deux en deux, quand un court-circuit existe en I_0.

à l'accident et 240 dans les deux voisins. On voit qu'il est préférable de mettre à la terre tous les poteaux.

Il importe de ramener à 100 V au maximum les différences de tension qui se produisent aux abords immédiats de chaque pylône. On ne pourrait y arriver complètement que par le dispositif de la figure 16 qui est très coûteux et qui ne serait pas admis par les propriétaires du sol. Il n'est pas recommandable de disposer des feuillards rayonnants autour du mât, comme on l'a proposé quelquefois. M. Schiesser préconise l'installation de deux feuillards circulaires, le plus proche à 15 ou 20 cm de profondeur et à 30 cm de distance du poteau, le second à 40 cm de profondeur et à 60 ou 70 cm du poteau, les deux feuillards ayant un développement total d'au moins 15 m.

Les poteaux en tubes Mannessmann et fondation de béton doivent dépasser le niveau inférieur du béton pour former eux-mêmes électrodes.

Il est tout à fait illusoire de mettre à la terre les poteaux au moyen d'électrodes composées d'une simple plaque distante de quelques mètres du poteau, car la chute de tension totale entre le poteau et la terre subsiste.

L'auteur est complètement opposé à l'emploi de plaques et de tuyaux pour la mise à la terre de poteaux.

Les *poteaux en béton* constituent de mauvais conducteurs. Il est très difficile de mettre à la terre de pareils poteaux et l'on cite un cas mortel dans lequel les tiges de fer

d'armature du poteau avaient été cependant reliées à une plaque de terre.

La mise à la terre des *appareils mobiles* est également difficile ; il faut employer alors une terre excellente, de telle sorte qu'il n'y ait pas plus de 100 v de différence de potentiel possible, lorsque le courant atteint sa valeur maximum limitée par le fusible ou le disjoncteur voisin.

Il faut prendre des soins particuliers pour les conducteurs

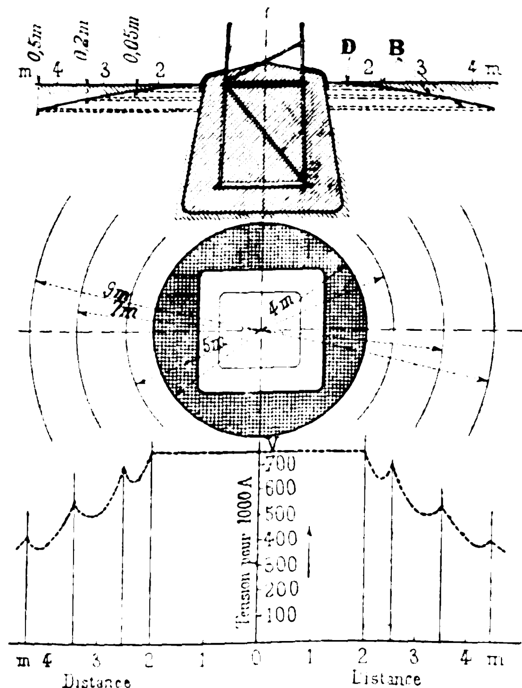


Fig. 16. — Disposition permettant d'abaisser à moins de 100 v les différences de potentiel aux abords immédiats d'un poteau. D, grillage ; B, feuillard.

servant aux *installations transportables* et particulièrement pour les prises de courant.

En ce qui concerne les chemins de fer électriques, M. Schiesser conclut comme il suit :

1° On conseille de relier les mises à la terre de protection à la voie. On peut y relier aussi les limiteurs de tension ;

2° Il n'est pas utile d'améliorer la mise à la terre d'une voie par des terres artificielles ;

3° Dans les stations génératrices de traction, la mise à la terre de protection ne doit pas être seulement réalisée par la voie, mais, à cause des travaux de réparation, il faut prévoir en outre une terre artificielle supplémentaire ;

4° Il y a lieu de s'abstenir de relier à la voie les installations appartenant à des tiers et il y a même lieu d'écarter, d'au moins 10 m des voies, les plaques de terre appartenant à des tiers ; il faudrait au moins écarter de 5 m les câbles qui croisent les voies ;

5° Il faut mettre directement à la terre les enveloppes de plomb des câbles ; l'emploi de résistances s'est toujours montré défavorable. Il faut mettre à la terre le plomb en le réunissant à la voie à chaque boîte de connexion.

Enfin, en ce qui concerne les chaudières électriques, si l'on suit les prescriptions du rapporteur concernant les installations en général, il n'y a rien à craindre, d'après lui, que la chaudière soit alimentée ou non par un transformateur spécial.

Sachant combien graves pourront être les conséquences de mauvaises mises à la terre, on voit qu'une surveillance continue des installations de mise à la terre est absolument nécessaire.

La résistance des électrodes doit être mesurée régulièrement, au moins tous les ans ou tous les deux ans, et il doit en être tenu un registre.

VI. **Dans quel cas doit-on réaliser des installations séparées de mise à la terre ?** — Nous avions posé cette question aux exploitants français qui ont reçu notre questionnaire, mais elle n'a pas été nettement éclairée par les réponses que nous avons reçues.

M. Schiesser consacre à son examen théorique une partie importante et intéressante du rapport soumis par lui à ses collègues suisses et conclut que, contrairement à l'opinion généralement admise, il y a lieu de n'établir normalement qu'une seule installation générale de mise à la terre pour la haute comme pour la basse tension et d'y relier, *mais par des canalisations maintenues distinctes jusqu'aux plaques de terre même*, aussi bien les mises à la terre de protection que celles des parafoudres, limiteurs de tension, etc., comme le montre la figure 17. Il indique toutefois qu'il est

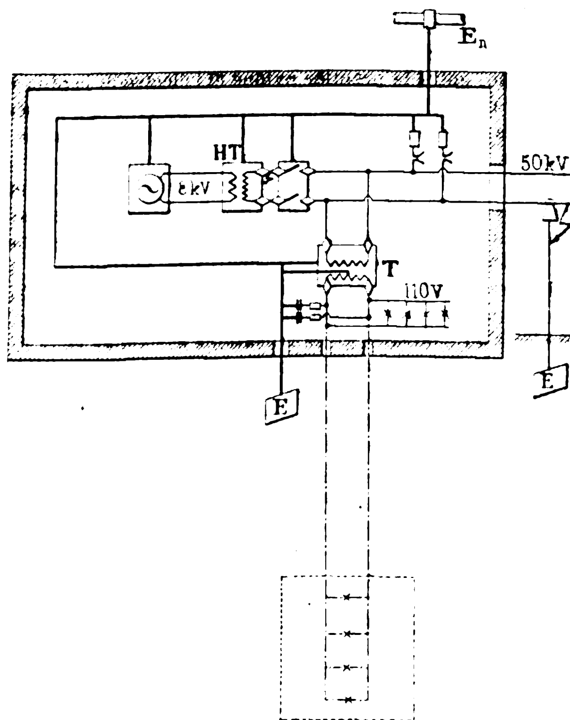


Fig. 17. — Mise à la terre unique d'une usine. HT, transformateur haute tension-haute tension ; T, transformateur haute tension-basse tension ; E_n, terre naturelle (canalisation d'eau) ; E, prise de terre artificielle.

nécessaire de réaliser une installation très soignée et de disposer des électrodes multiples.

Il est indiscutable qu'on doit relier à une même canalisation de terre tous les bâtis d'appareils à haute tension connectés entre eux et agir de même pour ceux à basse tension. D'autre part, si des bâtis d'appareils à haute tension et des bâtis d'appareils à basse tension sont voisins, il importe, pour la sécurité du personnel, de les relier à une même cana-

lisation de terre. Mais chaque fois que l'on relie ainsi entre eux des bâtis appartenant à des appareils fonctionnant sous des tensions très différentes, on court le risque, en cas de court-circuit, de voir les bâtis d'appareils à basse tension soumis à une tension plus élevée que celle des enroulements à basse tension eux-mêmes. Il faut alors avoir une installation largement dimensionnée et très robuste et des électrodes plongées dans la nappe de manière à pouvoir supporter un débit important sans s'isoler.

Chaque fois que les appareils à basse tension et les circuits de terre correspondants sont assez éloignés de ceux à haute tension, pour éviter sûrement au personnel tout danger de contact simultané, on aura, croyons-nous, intérêt, contrairement à l'avis exprimé par M. Schiesser, à réaliser des canalisations distinctes conduisant à des électrodes également distinctes.

On devra d'ailleurs se rappeler qu'une canalisation de terre est portée, dès qu'elle fonctionne, à un potentiel qui peut être relativement très élevé par rapport à celui du sol.

Ces canalisations doivent, par suite, être dirigées par des itinéraires éloignés de toute ferrure et protégées contre tout contact du personnel.

Le rapport recommande de relier le fil de terre des canalisations aériennes à la mise à la terre générale des bâtis afin, d'une part, de profiter de l'excellente mise à la terre que procurent les électrodes dont est muni chaque pylône et, d'autre part, d'éviter de grandes différences de potentiel dans le sol entre le premier pylône et l'électrode la plus voisine appartenant à la station. Nous croyons qu'il serait mieux de relier le fil de terre de chaque ligne aux bâtis des appareils fonctionnant à la tension de la ligne.

Toute canalisation en cours de réparation doit être mise à la terre pendant la durée du travail. S'il s'agit de canalisations intérieures, on les relie à la mise à la terre des bâtis. S'il s'agit de canalisations extérieures et surmontées d'un fil de terre, lesdites canalisations seront, comme leur fil de terre, reliées à la canalisation générale de terre des bâtis. S'il s'agit au contraire de canalisations aériennes sans fil de terre, on emploiera une électrode particulière, sinon la chute de tension dans les électrodes de mise à la terre de la station pourrait donner lieu à des accidents [1].

M. Schiesser examine ensuite s'il y a lieu de séparer les mises à la terre dites d'exploitation entre elles et de les maintenir également séparées des mises à la terre de protection.

Si une sous-station alimente un réseau à basse tension avec neutre à la terre et si cette mise à la terre est commune avec la mise à la terre de protection des bâtis de la station, en cas de perforation à la masse sur la haute tension, le neutre du réseau à basse tension se trouve porté à un potentiel correspondant à la chute de tension dans les électrodes de terre qui peut être très élevée. On y remédie en adoptant des terres séparées.

On arrive à une conclusion analogue dans le cas d'une ligne téléphonique sortant de la station. S'il y a une terre unique, le personnel ne courra aucun risque, mais les appareils téléphoniques recevront une tension trop élevée. Si l'on emploie deux terres distinctes, il faudra, par contre, isoler spécialement le personnel téléphoniste (tabourets, etc...)

Pour décider de ce que l'on doit faire dans le cas des parafoudres, M. Schiesser a exécuté une série d'essais au moyen d'un parafoudre à cornes (fig. 18, 18 a et 18 b) en mesurant

(1) Par exemple, si l'on touchait un poteau humide et un fil de ligne mis à la terre par la canalisation de terre de protection de la station.

la différence de tension entre différents points et entre ces points et l'électrode de terre.

On a fait varier la valeur R de la résistance d'amortissement. Des éclateurs, éclairés par une lampe à vapeur de mercure pour mieux déceler les petites décharges, étaient placés en I, II ou III.

L'étincelle jaillissant en F_e correspondait au fonctionnement d'un parafoudre avec résistance d'amortissement.

Le dispositif II (fig. 18) n'a pas donné de résultats notablement différents de ceux du dispositif I.

De même, la longueur de la canalisation a (fig. 18 a) n'a

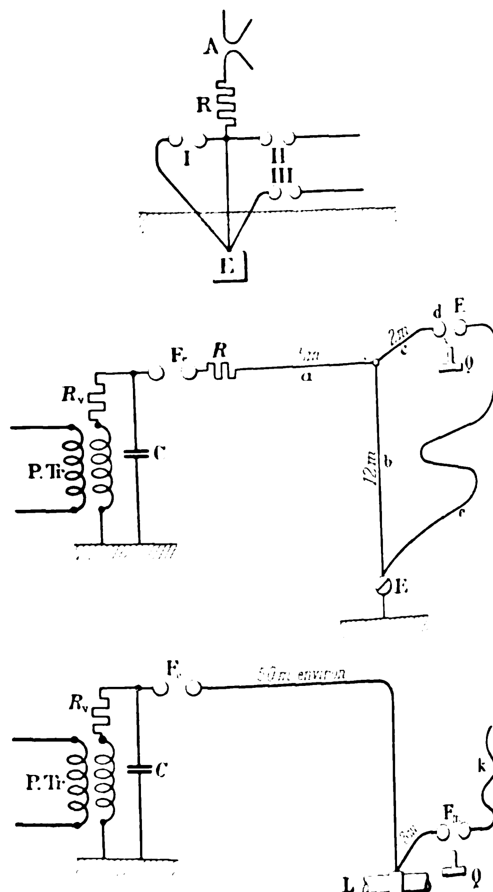


Fig. 18, 18 a et 18 b. — Essais de fonctionnement d'un parafoudre. PT_e, transformateur d'essai 500 150000 v; R_v, résistance liquide d'environ 100000 ohms; C, capacité de 0,6 10^{-6} farad; F_e, éclateur à boules de 126 mm; F_{II}, éclateur à boules de 62,5 mm de diamètre; R, rhéostat liquide réglable; Q, lampe à vapeur de mercure; E, prise de terre; L, conduite d'eau, e, ligne aérienne de 55 m environ; k, câble isolé au caoutchouc d'environ 15 m posé sur le sol ou fil aérien de 20 m.

pas eu d'influence sur la tension d'éclatement V en d F_e. Les mesures d'après le dispositif III (fig. 18) n'ont pu être faites qu'avec la valeur défavorable $R = 0$ parce que les tensions n'étaient pas bien mesurables pour des valeurs supérieures de R.

Les recherches ont montré ce qui suit (fig. 19) :

1° Pendant l'amorçage de l'arc d'un parafoudre, des différences de potentiel importantes par rapport à la terre peuvent se produire. Elles sont maximum pour $R = 0$ et peuvent rester dangereuses pour des valeurs de R jusqu'à 3 000 ohms;

2° Si les fils de terre de la mise à la terre d'exploitation relatifs à un parafoudre et les fils de terre de la mise à la terre de protection sont conduits séparément jusqu'à une électrode de terre commune, il n'y a pas de danger pendant l'amorçage de l'arc au parafoudre. Les ondes de surtension ne se répandent pas dans le réseau de mise à la terre de protection, même lorsque R est nulle.

M. Schiesser examine ensuite en détail ce qui se passe en cas de court-circuit dans différents cas de la pratique (sous-station de traction à courant alternatif, sous-station de transformation triphasée, etc...) Nous ne pouvons entrer dans le détail de ces différents cas et nous résumerons seulement ici la conclusion.

Le rapporteur conclut qu'à l'exception de la mise à la terre des canalisations aériennes qui ne sont pas surmontées d'un fil de terre et des canalisations aériennes en vue de travaux de réparation, il n'y a que des avantages à réunir toutes les

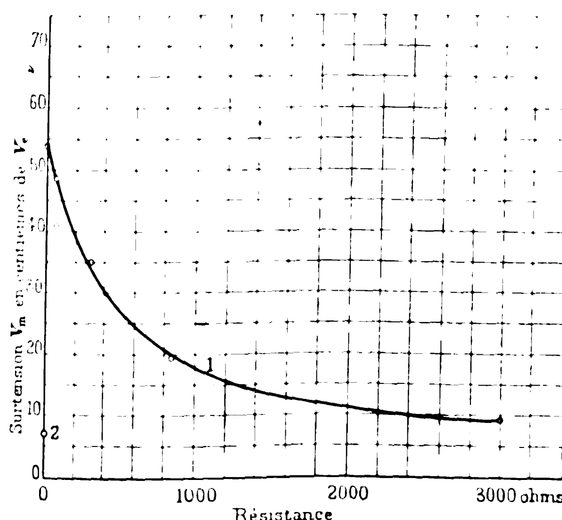


Fig. 19. — Propagation des ondes de surtension dans les canalisations des mises à la terre. 1° Surtension V_m en centièmes de V_e en fonction de R et C, d'après l'essai de la figure 18 a; 2° Surtension V_m en centièmes de V_e d'après l'essai de la figure 18 b; V_e était fixé à 150 kv; V_e comme V_m était mesuré au moyen des éclateurs F_e, F_m.

parties de l'installation à une installation commune de mise à la terre, à condition qu'elle soit spécialement bonne. Il importe, en tout cas, que les canalisations des mises à la terre d'exploitation et de protection soient conduites séparément jusqu'à l'électrode.

Le rapporteur ne se dissimule pas qu'il conclut ainsi d'une manière en désaccord avec la pratique suisse actuelle et qu'il importe de soumettre encore la question à des spécialistes compétents. De même, cette manière de faire est en contradiction avec les prescriptions de presque tous les pays européens; seule, la pratique américaine la plus récente paraît concorder avec les idées de l'auteur (National electrical Safety Code, art. 97 A).

Un cas de la pratique suisse paraît du reste confirmer l'opinion de l'auteur. Une grande usine génératrice, en exploitation depuis plusieurs années et d'où sortent des canalisations à 500, 8 000, 50 000 et 80 000 v, a été conduite à relier, à un système de mise à la terre commun, les sept électrodes de terre séparées prévues d'après les prescriptions réglementaires et n'a pas constaté qu'il en soit résulté le moindre inconvénient.

L'auteur conseille de réunir des renseignements à ce sujet, mais des renseignements très précis sur chaque cas sont indispensables si l'on veut pouvoir conclure.

Si l'on ne voulait pas suivre entièrement l'auteur en réunissant ainsi toutes les mises à la terre, il conseillerait la séparation suivante :

a) Pour les usines et les grosses sous-stations de transformateurs, sans réseau à basse tension sortant des bâtiments, réunir toutes les mises à la terre d'exploitation, comme de protection avec des canalisations distinctes se rendant à une électrode commune de faible résistance. N'employer d'électrodes distinctes qu'en cas de mise à la terre accidentelle des fils en vue d'un travail de réparation et si ces fils appartiennent à des lignes aériennes extérieures sans fil de terre au-dessus des poteaux;

b) Pour les petites sous-stations de transformation alimentant des réseaux à basse tension : réunion des mises à la terre de protection de la haute et de la basse tension et de la mise à la terre d'exploitation de la haute tension au moyen de canalisations de terre distinctes à une première série d'électrodes de terre et réunion de la mise à la terre d'exploitation de la basse tension à la deuxième série d'électrodes de terre.

La séparation dans le cas *b*) ne devrait être admise que si les deux électrodes de terre peuvent être à une distance suffisante l'une de l'autre et, pour l'électrode de la mise à la terre d'exploitation du côté à basse tension, une résistance maximum de deux à trois ohms devrait être fixée par les règlements ; c'est seulement ainsi que des accidents analogues à ceux cités par l'auteur et qui ont amené quinze cas de mort et d'incendie seront évités dans l'avenir.

Telles sont les conclusions du rapporteur sur ce point particulièrement controversé. Il nous a paru intéressant de les reproduire bien qu'elles soient en opposition au moins en partie avec les idées admises en France.

VII. **Statistique des accidents**. — L'inspection suisse a examiné cette question sur la base des statistiques des années 1910 à 1922 : 47 accidents ont pu être étudiés soigneusement.

Les résultats de l'enquête sont résumés dans des tableaux très intéressants que nous ne pouvons reproduire ici. Les accidents qui furent presque tous suivis de mort ou d'incendie, parfois les deux réunis, se groupent comme il suit :

24 accidents par passage de la haute à la basse tension;

12 accidents dans des installations transportables;

6 accidents par suite de défauts dans des interrupteurs sur poteaux;

3 accidents dépendant de la mise à la terre des poteaux;

2 divers.

a) *Passage de la haute à la basse tension.* — Sur les 24 cas de la première catégorie ci-dessus, les plaques de terre des mises à la terre d'exploitation et des mises à la terre de protection se trouvaient distinctes et séparées dans 5 cas.

Dans 11 cas, la canalisation de terre des parafoudres et celle des mises à la terre de protection étaient reliées entre elles.

Enfin, dans 8 cas, on n'a pu fixer ce qu'il en était à ce point de vue.

Dans 9 cas, le passage de la haute à la basse tension est résulté d'une perforation du transformateur ; dans 6 cas, d'une chute de fil et, dans 6 autres cas, d'une perforation des isolateurs.

Défalcation faite des cas douteux, on peut conclure que, dans 15 cas, on aurait obtenu de bons résultats en réduisant

la résistance des prises de terre par une canalisation générale reliant toutes les électrodes.

Dans 8 cas, il aurait été préférable d'avoir des terres séparées.

Il est à remarquer que, dans presque tous les cas, l'accident proprement dit a toujours été précédé de quelques petites irrégularités de fonctionnement.

b) *Installations transportables.* — Les 12 cas relatifs aux installations transportables apportent une contribution grave aux accidents constatés.

Sur 8 accidents dans les exploitations agricoles, 7 ont trouvé leur cause dans des prises de courant mal conçues (possibilité d'intervertir le fil de terre et le fil de ligne); dans 4 de ces 12 cas, le câble armé a été la cause indirecte de l'accident, ce qui résulte de ce qu'un seul défaut local le met sous tension dans toute sa longueur. Ces armures de câbles doivent être abandonnées ou recouvertes d'une couche isolante.

c) *Sectionneurs.* — Les 6 accidents dépendant de la mise à la terre de sectionneurs sur poteaux montrent clairement que, malgré tous les soins (tige isolée, double isolement), on n'obtient pas une protection suffisante.

Il faut absolument qu'au moment où l'on manœuvre le sectionneur il ne puisse y avoir aucune différence de tension entre les mains et les pieds de l'ouvrier.

Il est intéressant de remarquer que, jusqu'ici, aucun accident mortel ne parait s'être produit en Suisse par suite de différences de potentiel exagérées à la surface du sol, autour d'une prise de terre. Tous les accidents se sont produits pour un passage du courant des mains aux pieds; par contre, des chevaux et des bœufs ont souvent été tués par suite de différences de potentiel exagérées à la surface du sol.

VIII. **Conclusion.** — En résumé, le rapport de M. Schiesser apporte une contribution intéressante aux travaux antérieurs.

En particulier, les essais sur le fonctionnement des prises de terre en régime continu et la discussion des mesures à prendre en ce qui concerne l'interconnexion générale des prises de terre sont de nature à préciser ce que l'on savait déjà sur la question et à suggérer d'utiles réflexions.

Quant au règlement allemand récemment paru, il élucide un certain nombre de points restés en suspens dans le projet résumé dans notre étude.

La question des mises à la terre s'achemine ainsi vers le moment où un corps de doctrine unique sera admis dans les principaux pays.

L. Sekutowicz.

Revues, analyses et informations

Le diagramme du cercle du moteur asynchrone avec avanceur de phase [1].

L'auteur se propose d'établir le diagramme du cercle du moteur compensé en partant du diagramme du cercle du moteur non compensé et en ne faisant que des hypothèses très générales sur la grandeur et le déphasage de la tension produite dans le compensateur.

Il considère deux systèmes de compensateurs de phase : celui à autoexcitation dont le champ est produit par le courant de l'enroulement secondaire du moteur asynchrone et celui à excitation séparée dont le champ est déterminé par une des tensions aux bagues de l'avanceur de phase.

I. Avanceur de phase a autoexcitation. — La tension produite dans ce compensateur dépend du flux qui le balaie et de la vitesse relative de ce flux par rapport à l'enroulement. La vitesse de rotation par rapport aux balais fixes du champ tournant produit dans l'avanceur de phase par le courant rotorique du moteur asynchrone est proportionnelle à la fréquence de glissement du moteur principal : elle est donc en général très faible. La vitesse de rotation de l'enroulement est proportionnelle à la vitesse angulaire du moteur d'entrainement de l'avanceur de phase; comme cette vitesse est beaucoup plus élevée que celle du champ, on peut considérer comme constante la vitesse relative de l'enroulement par rapport au champ si la vitesse du moteur d'entrainement de l'avanceur de phase reste invariable. Dans ces conditions, la force électromotrice engendrée dans le compensateur ne dépend plus que du courant secondaire du moteur principal.

[1] T. Schmitz. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 30 décembre 1923, t. XLI, p. 745-747, 1800 mots, 5 fig. Une étude sur le même sujet a déjà été traitée dans la *Revue générale de l'Électricité*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 103 et suiv.

Le déphasage de la force électromotrice par rapport au champ est de 90°, en arrière, si la vitesse de rotation de l'avanceur de phase est inférieure à celle du champ tournant à la fréquence du glissement ou si l'avanceur de phase est entrainé dans le sens inverse de celui de la rotation du champ. A une vitesse supérieure à celle du synchronisme au point de vue du champ tournant, le déphasage est en avance. Comme le champ, abstraction faite de l'angle d'avance hystérétique, est en phase avec le courant, la force électromotrice est en avance de 90° sur ce courant. Quand on introduit dans le stator de l'avanceur de phase un enroulement en série avec celui du collecteur, une force électromotrice est induite par le champ. Par rotation des balais sur le collecteur, on peut donner à la tension du rotor tel déphasage que l'on voudra par rapport à la tension du stator et à la tension résultante dans l'avanceur de phase de ces deux tensions composantes un déphasage quelconque par rapport au courant, mais ce déphasage est, pour une position donnée des balais et pour une vitesse constante, fonction du courant. L'auteur montrera que la tension de compensation E_k déphasée de $\alpha°$ par rapport à J_2 est telle que $\frac{E_k}{J_2} = K$. K n'est pas en général une constante, mais un paramètre dont la valeur est fixée par la courbe de magnétisme de l'avanceur de phase.

Considérons le diagramme d'Heyland de la figure 1. On sait que BD représente le courant secondaire J_2. DC est proportionnel au flux utile secondaire Φ_2 et le lieu de D est un cercle dont BC est le diamètre. Dans un moteur avec compensateur, l'angle en D n'est plus droit, car J_2 n'est plus en phase avec la force électromotrice secondaire. Par l'introduction de la force électromotrice de compensation déphasée en avance de la force électromotrice du moteur, J_2 est en

avance par rapport à J_2. L'angle β est l'angle que font les flux résultants primaire et secondaire. Cet angle varie de 0 à 90° entre la marche à vide et le point de glissement infini. Pour le moteur compensé, il y a un régime de marche pour lequel β a la valeur de la figure 1 et on se propose de trouver l'extrémité du vecteur J'_2 dans ce cas. Le vecteur J'_2 représente aussi, en grandeur et en direction, le flux propre du secondaire; son extrémité se trouve donc sur le prolongement de DC. On peut considérer le diagramme de la figure 1 comme un diagramme des tensions dans lequel BD' est le vecteur de la chute de tension ohmique secondaire $J'_2 R_2$; il s'introduit là une certaine inexactitude, car on considère R_2 comme constant, ce qui n'est pas le cas par suite de la présence des résistances de contact des balais qui se trouvent dans le circuit secondaire.

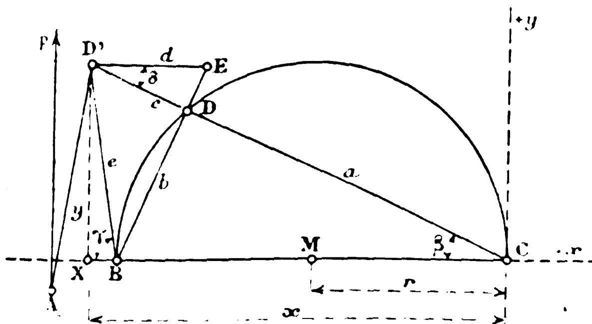


Fig. 1.

Dans la direction BD se place le vecteur de la tension de glissement $E_{2\sigma}$ et ces deux forces électromotrices doivent former avec le vecteur de la tension de compensation un triangle. Menons donc en D' une droite faisant un angle BD'E $= \alpha$ avec BD', α étant le déphasage de la tension de compensation par rapport au courant secondaire et prolongeons cette droite jusqu'à son intersection en E avec la droite qui joint B à D; alors D'E représente la tension de compensation qu'il faudra produire pour réaliser le régime représenté par le diagramme. L'échelle de la tension de compensation est donnée par l'égalité $\frac{\text{BD}}{\text{D'E}} = \frac{J_2 R_2}{E_k}$.

Comme il a été dit plus haut, E_k n'est fonction que de J'_2 pour une vitesse constante du compensateur.

Représentons cette relation par l'égalité $E_k = K.J'_2 R_2$, où on considère d'abord K comme constant. On peut alors écrire les équations des coordonnées du point D', en choisissant le point C comme origine

$$\sqrt{x^2 + y^2} = a + c, \quad a = 2r\cos\beta, \quad c = d\cos\delta,$$

$$\delta = \alpha + \beta - \gamma,$$

$$\sin\beta = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad \cos\beta = \frac{-x}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad \sin\gamma = \frac{y}{e},$$

$$\cos\gamma = \frac{-x}{e}, \quad \frac{d}{e} = K,$$

$\cos\delta = \cos\alpha\cos\beta\cos\gamma - \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma + \sin\alpha\cos\beta \sin\gamma + \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma$.

Après quelques transformations, on trouve

$$(x+r)^2 + \left(y + r.\frac{K.\sin\alpha}{1 - K.\cos\alpha}\right)^2 = \left(\sqrt{r^2 + \left(r.\frac{K.\sin\alpha}{1 - K\cos\alpha}\right)^2}\right)^2.$$

C'est l'équation d'un cercle dont le centre a pour coordonnées

$$x = -r \quad \text{et} \quad y = \frac{r.K.\sin\alpha}{1 - K.\cos\alpha}$$

et dont le rayon est

$$\sqrt{r^2 + \left(\frac{r.K.\sin\alpha}{1 - K.\cos\alpha}\right)^2}.$$

Une telle circonférence K' a été tracée dans la figure 2, où K représente le cercle du moteur non compensé. Les centres des cercles que l'on obtient pour les diverses valeurs de K et d sont sur la perpendiculaire à BC en M et ces cercles passent par B et C.

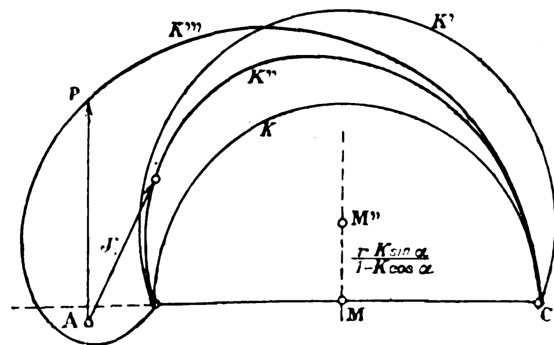


Fig. 2.

Nous avons jusqu'ici considéré K comme constant. Par suite de l'incurvation de la caractéristique magnétique du compensateur, K diminue quand J'_2 augmente. La figure 3 représente la variation du rapport $f = \frac{K\sin\alpha}{1 - K\cos\alpha}$ pour un angle BD'E $= \alpha$ de 30°. Cette fonction a une valeur infinie pour $K = 1,155$. Elle est positive pour les valeurs de K inférieures et négatives pour les valeurs supérieures à ce nombre. Une valeur négative de la fonction f indique que le centre du cercle est plus bas que pour le moteur non compensé. On obtient ainsi, pour l'extrémité du vecteur J'_1 ou J'_2, une courbe que l'on peut construire par points en prenant,

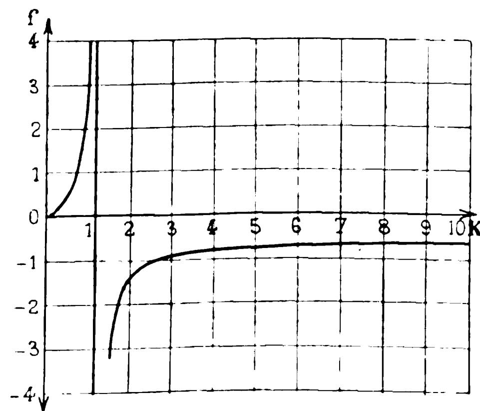


Fig. 3.

pour chaque valeur de J'_2, la valeur correspondante de K sur la courbe de magnétisme.

Dans la figure 2, les lieux K″ et K‴ ont été ainsi construits.

Pour une valeur constante de J'_2, K varie proportionnellement à la vitesse de l'avanceur de phase. On peut tracer, pour différentes valeurs de J'_2, les courbes correspondant à des vitesses variables et en tirer une courbe du facteur de puissance en fonction de la vitesse de l'avanceur et, par exemple, à charge constante du moteur.

Il faut mentionner aussi que, de même que dans la figure 1 le rapport $\frac{BD}{BC}$ est proportionnel au glissement, pour le moteur compensé, $\frac{BE}{D'C}$ est aussi proportionnel au glissement.

Si donc on connaît le glissement du moteur non compensé pour le régime correspondant au point D, on obtient le glissement du moteur compensé pour le régime du point D′ par la relation

$$\sigma' = \sigma \frac{CD.BE}{CD'.BD}.$$

II. Avanceur de phase a excitation séparée. — La tension de compensation est constante et si le compensateur est excité par le même réseau que celui qui alimente le moteur, cette tension a, pour une position donnée des balais, un déphasage donné par rapport à la tension du réseau. La déformation du diagramme par l'effet de la saturation est très faible, car le moteur ainsi que le compensateur travaillent à champ sensiblement constant.

La figure 4 représente en K′ un tel cercle, K étant le cercle du moteur non compensé. Les centres des cercles que

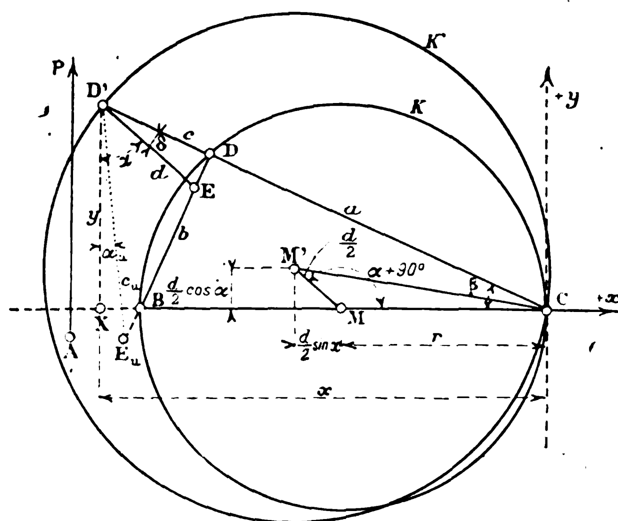


Fig. 4.

l'on obtient en faisant varier α, d restant constant, se trouvent sur une circonférence de centre M et de rayon $\frac{d}{2}$. Tous les cercles passent par C.

Pour l'avanceur de phase à excitation séparée, le glissement du moteur principal est donnée par la relation

$$\sigma' = \sigma \frac{CD.BE}{CD'.BD}.$$

Si E situé sur la droite BD vient au delà de B en E_u, par exemple, on a un glissement négatif et le moteur marche au-dessus du synchronisme.

Ceci peut se produire quand α est un angle très petit et d suffisamment grand.

La figure 5 représente une famille de cercles obtenus

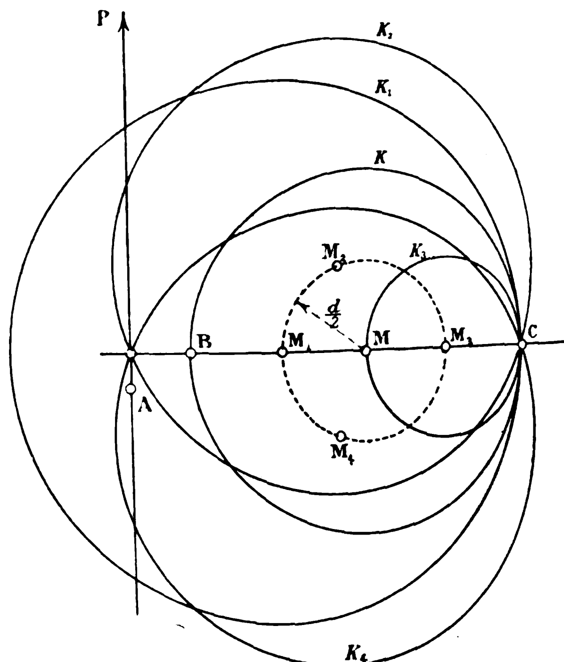


Fig. 5.

pour des valeurs différentes de α. Le cercle K_2, pour lequel le cos φ reste voisin de 1 dans de grandes limites de variation de la charge, présente les caractéristiques les plus favorables. Il est à remarquer que tous ces diagrammes sont basés sur l'hypothèse d'une force électromotrice primaire constante, ce qui suppose négligeable la chute ohmique primaire. Comme elle est généralement faible, les diagrammes représenteront les conditions de fonctionnement avec une exactitude suffisante. — F. K.

Moteurs à courant alternatif, sans collecteur, à vitesse variable [1].

Le courant alternatif polyphasé est appelé à être adopté universellement; un des obstacles qui s'opposent à son emploi exclusif est l'absence d'un moteur d'induction à vitesse variable, pouvant, de préférence, fonctionner directement branché sur un réseau à haute tension.

L'auteur analyse, dans son article, les diverses solutions proposées; les principes en sont déjà connus mais leur réalisation reste encore compliquée et, partant, d'un prix de revient assez élevé.

Conditions à remplir. — Un moteur à vitesse variable doit pouvoir répondre aux conditions suivantes :

1° Tourner à des vitesses variant du simple au double ou triple;

[1] F. Creedy. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, mars 1923, t. LXI, p. 309-337, 22 000 mots, 41 fig.

2° Tourner normalement pour quatre ou six vitesses intermédiaires ;

3° Avoir un bon rendement et une faible consommation de courant réactif ;

4° Le passage d'une vitesse à l'autre doit pouvoir être effectué en pleine charge sans à-coup. Le couple de démarrage doit, dans certains cas, être élevé ;

5° Le couple moteur doit, généralement, être constant autrement dit, la puissance doit être proportionnelle à la vitesse ;

6° Le prix de revient doit être bas et l'entretien aisé.

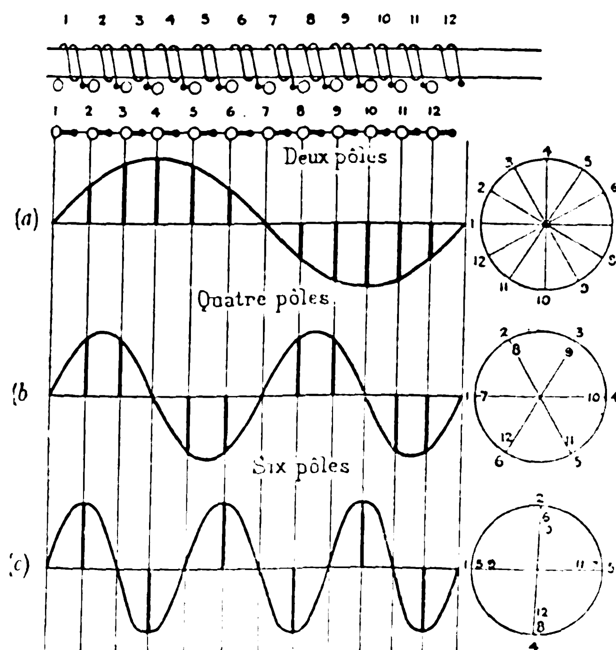


Fig. 1. — Schéma d'un stator à 12 sections avec les connexions permettant de porter le nombre de pôles à 2, 4 ou 6.

Moyens employés. — 1° Les moteurs à collecteurs, cités pour mémoire, ne sont employés que dans le cas où des vitesses constantes sont exigées, le réglage étant très sensible, et où la fréquence est basse ;

2° Il est préférable de recourir à des moteurs d'induction polyphasés dont la construction est plus simple et plus robuste. La variation de la vitesse de ces moteurs peut s'obtenir :

A) En faisant varier le nombre de pôles.

B) Par l'artifice du moteur cascade.

A. Variation du nombre de pôles. — La réalisation pratique de ce procédé est assez récente, bien que le principe en soit très simple. En effet, pour une fréquence de 50 p : s et pour des vitesses variant de 375 à 1 000 t : mn, six nombres de pôles donnent six vitesses différentes ; on peut facilement imaginer un induit bobiné en anneau sur lequel on ferait plusieurs prises, mais on voit immédiatement les inconvénients qui en entraveraient la réalisation :

1° Le tableau de commutateurs donnerait lieu à des manœuvres très compliquées ;

2° La différence de potentiel entre chaque extrémité de section étant constante, la puissance serait constante et le couple décroîtrait lorsque la vitesse augmenterait.

1. *Réalisation pratique.* — Cherchons à diminuer le nombre des bornes.

a) Prenons (fig. 1 et 2) un stator bobiné en anneau comprenant douze sections de deux spires chacune. Chaque entrée de section est indiquée par un cercle blanc et la sortie par un point. En employant treize phases et en faisant les connexions de la figure 2, on obtiendra :

a) Deux pôles,

b) Quatre pôles,

c) Six pôles,

au stator et les valeurs instantanées du courant dans chaque section sont portées sur les courbes de la figure 1.

Par l'emploi du convertisseur de phase, nous avons déjà diminué le nombre des bornes, mais il reste encore imposant (30 dans le cas de 6 pôles).

b) Considérons maintenant les sections 1 et 7, 2 et 8, etc., nous voyons qu'elles sont parcourues par des courants de phases opposées. Il suffira de les inverser et de les connecter en série pour diminuer de moitié le nombre des bornes.

c) Si toutes les sections sont montées en étoile, on portera à six le nombre des bornes nécessaires pour obtenir deux pôles.

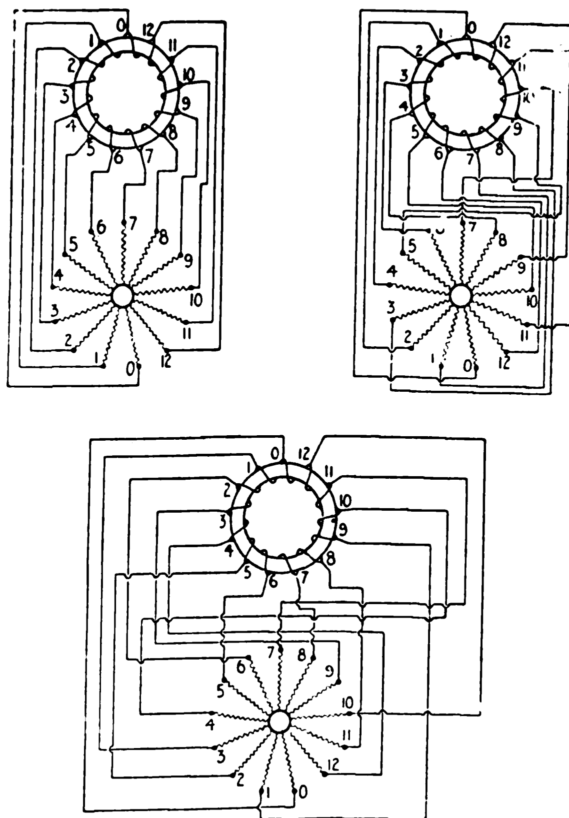


Fig. 2. — Schéma d'un enroulement en 13 sections avec les connexions permettant de faire varier le nombre de pôles.

d) Enfin, on trouva un bobinage tel que la force électromotrice dans chaque section ait quatre fois plus de phases que celle donnée aux bornes.

Soient 36 sections (fig. 3) ; 18 sont montées en triangle et 18 en étoile aux sommets des triangles. Une section montée en étoile fait suite à une section montée en triangle.

Dans les sections telles que, 36, 1, 2, l'entrée de 1 est une borne, la sortie est connectée à l'entrée de 2 et de 36, tandis que, dans le groupe suivant 2, 3, 4, c'est l'inverse.

Ce bobinage n'ayant que 18 bornes peut être employé

pour tous les nombres de pôles de 6 à 16 et, avec une petite modification de 20 à 26.

Si on ne désire que des nombres impairs de paires de pôles (1, 3, 5, 7, 11 et 13) 9 bornes seulement sont nécessaires.

2. *Le convertisseur de phases.* — L'auteur décrit un convertisseur de phases, appareil généralement nécessaire lorsque le nombre de phases de la source n'est pas supérieur à 3.

Si on limite les nombres de phases à obtenir à des multiples de 3, l'appareil ressemble à un transformateur triphasé ordinaire.

Il est intéressant de monter le convertisseur de phases comme un autotransformateur, on supprime l'enroulement

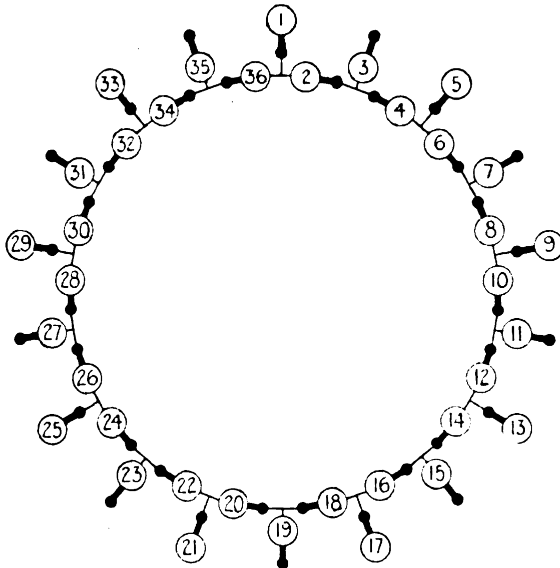


Fig. 3. — Anneau à 36 sections souvent utilisées avec 6 à 16 ou encore 20 à 26 pôles.

primaire et on diminue les pertes dans les proportions de 18 à 20 pour 100.

3. *Le combinateur.* — Une description complète des combinateurs est ensuite donnée. Leur construction varie évidemment avec le nombre de vitesses exigé.

Pour les distributions triphasées, la règle suivante peut être appliquée :

Le nombre de bornes d'un moteur triphasé à vitesse variable est égal à trois fois le nombre des vitesses à obtenir quand celui-ci ne dépasse pas six.

4. *Caractéristiques des moteurs.* — Les moteurs à cage d'écureuil peuvent être employés pour des puissances assez élevées. On peut en effet obtenir un courant de démarrage inférieur à deux fois le courant normal pour un couple de démarrage égal au couple de pleine charge.

Lorsqu'on passe d'une vitesse à une autre, il est préférable de placer une résistance sur le primaire ou, mieux encore, d'employer un autotransformateur surtout dans le cas des vitesses élevées.

Le rendement est approximativement le même pour toutes les vitesses, sauf pour les petites où il est légèrement plus faible, bien que ne devenant jamais inférieur à 5 pour 100 du maximum.

Le facteur de puissance varie plus, parce que le courant réactif reste le même pour toutes les vitesses, tandis que la puissance à fournir diminue en même temps que la vitesse. Dans les cas les plus défavorables, ces variations n'excèdent pas 10 pour 100.

B. Moteur en cascade. — Le principe des moteurs en cascade étendu à la conception d'un moteur à vitesse variable a déjà été décrit, nous ne ferons que le mentionner.

Le moteur en cascade permet d'obtenir, en plus des deux vitesses normales, une gamme de vitesses intermédiaires par l'emploi de résistances.

Voici ce qui a été réalisé :

Le moteur a un seul enroulement pour chacun des éléments, l'un étant branché à la source comme un enroulement primaire et l'autre à un démarreur dont la résistance est court-circuitée pour amener le moteur à la première vitesse.

Le passage de la première vitesse à la vitesse maximum se fait à l'aide de résistances insérées entre les bagues.

Jusqu'à présent, de tels moteurs n'étaient conçus que pour 12, 18, 24 pôles et seules deux vitesses étaient obtenues ; on augmenta ces limites :

a) En construisant des machines ayant un nombre de pôles quelconque pourvu qu'il soit supérieur à 6. Le nombre de bagues est donné par la règle suivante :

Si la vitesse maximum correspond à M pôles et la vitesse minimum à $M + N$ pôles, le nombre de bagues est

$$\frac{M + N}{\text{plus grand commun diviseur de } M \text{ et } N}.$$

b) En employant à la fois la mise en cascade et la variation du nombre des pôles, on peut obtenir des moteurs à trois vitesses et plus.

C'est ainsi qu'on a construit, pour des laminoirs, des moteurs à 187, 150 et 125 t : mn. Quatre vitesses ont été obtenues dans un autre moteur à savoir 750, 500, 375 et 300 t : mn.

C. Résultats — En résumé, les principaux types de moteurs d'induction à vitesse variable sont :

1° *Moteur à cage d'écureuil.* — On peut obtenir cinq vitesses différentes à l'aide d'un combinateur de type courant. Ses caractéristiques sont celles d'un moteur en cage d'écureuil mais dont le courant de démarrage n'excède pas le double du courant de charge normale pour un même couple.

2° *Moteur à bague.* — Il peut donner de deux à six vitesses différentes et peut démarrer avec un couple égal au double du couple de charge normale.

3° *Moteur en cascade à deux vitesses.* — Il peut démarrer avec un couple égal au double du couple de charge normale ; la vitesse inférieure est atteinte en court-circuitant des résistances et on passe à la vitesse supérieure en court-circuitant une résistance branchée entre les bagues. Le rapport entre ces deux vitesses peut être quelconque. Bien noter que le changement de vitesse s'opère sans ouvrir le circuit du stator.

4° *Moteur en cascade à plus de deux vitesses.* — On passe aux deux premières vitesses comme il est indiqué au paragraphe précédent, puis on fait varier le nombre de pôles du stator. — J. M.

Discussion sur les moteurs à courant alternatif à vitesse variable (1).

M. J.-W. Burr. — Pour faire varier la vitesse d'un moteur d'induction, il faut évidemment recourir au changement du nombre de pôles ou au changement de la fréquence.

(1) *Journal of the Institution of electrical Engineers*, septembre 1923, t. LXI, p. 960-964, 14 000 mots. — Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de Swansea du 7 mai 1923, du mémoire de M. Creedy analysé ci-dessus.

Mais la difficulté est d'éviter, en passant d'un régime à un autre par changement du nombre de pôles, de faire subir un choc mécanique au moteur et un choc électrique au réseau. Toutefois, il paraît résulter des observations de M. Creedy qu'on adoucit les passages de vitesses en changeant à la fois le nombre de pôles et la fréquence. Il est intéressant de voir que le rendement reste à peu près le même à toutes les vitesses. Mais la courbe du facteur de puissance ne monte pas aussi vite que la courbe du rendement, ce qui est dû, comme l'a dit l'auteur, à ce que le courant magnétisant reste le même à toutes les vitesses, tandis que la puissance fournie diminue en proportion de la réduction de vitesse. Est-il possible de diminuer le courant magnétisant à faible vitesse, de façon à améliorer le facteur de puissance ?

M. R.-G. Isaacs. — Ce sont les moteurs d'induction faiblement chargés qui donnent généralement lieu aux faibles facteurs de puissance ; dans bien des cas, les faibles charges coïncident avec une faible vitesse. Serait-il possible d'employer ce type de moteur en cascade en le faisant fonctionner comme moteur d'induction à pleine charge et pleine vitesse, et comme moteur synchrone à facteur de puissance unité aux vitesses réduites ? Si l'on reliait une petite machine à collecteur au moteur Creedy, on aurait un moteur à vitesse progressivement variable qui serait bien moins coûteux que le type Kramer ordinaire. Mais il faudrait, pour cela, que le réglage par les bagues collectrices pût se faire à toutes les vitesses. Est-ce réalisable ?

M. D. Jenkins. — Le moteur en question peut-il être appliqué au roulage dans les houillères ? La plupart des moteurs faisant ce service, étant installés au fond, doivent, ainsi que leur appareillage de manœuvre, satisfaire au Règlement des Mines, en particulier à la fameuse clause 132. La complication du combinateur et la multiplicité des connexions paraissent rendre la chose bien difficile. A la fréquence 50 p : s, qui est celle adoptée dans les houillères de Swansea, les vitesses synchrones disponibles sont 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500, 428, 375, etc., t : mn. Aux grandes vitesses, la différence entre les allures successives est donc très grande ; le moteur à vitesses multiples paraît donc devoir être utilisé surtout aux régimes lents, sinon la variation de vitesse ne serait possible qu'avec de fortes pertes rotoriques.

Le professeur F. Bacon demande si l'auteur croit que ses moteurs pourront être utilisés pour la traction électrique.

M. J.-C. Howell fait remarquer que le moteur le plus utile dans la région de Swansea serait celui dont la vitesse varierait automatiquement avec la charge. Celui de l'auteur n'a que six échelons différents de vitesse, et il faut un commutateur manœuvré à la main pour passer de l'un à l'autre, méthode qu'on ne pourrait employer commodément, par exemple, dans les laminoirs, avec de lourds volants pour passer les pointes de charge.

M. K.-B. Ashton. — Dans cette région, où le courant continu est si employé, la preuve est faite pour les industriels que les moteurs à courant continu sont au moins aussi robustes que les moteurs d'induction et que les collecteurs modernes ne donnent pas plus d'ennuis que les bagues. Dans le cas des laminoirs, on peut établir un moteur compound donnant, à pleine charge, la chute de vitesse de 10 pour 100 nécessaire pour bénéficier de l'effet du volant, et cela, par la caractéristique normale de la machine et sans emploi de combinateur automatique. Pour actionner les turbines et les pompes centrifuges, un moteur à courant continu a aussi le grand avantage de permettre le léger accroissement de vitesse nécessaire pour surmonter l'accroissement de frottement dû à l'obturation partielle des tuyaux par l'usage. C'est surtout l'ingénieur des réseaux de distribution qui est partisan du courant alternatif, mais les industriels ne seront pas tentés d'abandonner le courant continu tant qu'on n'aura pas établi un alternomoteur possédant les caractéristiques des machines série, shunt ou compound, à courant continu. Encore serait-il nécessaire d'obtenir le facteur de puissance unité, même avec de grands entrefers.

M.-C.-T. Allan. — Il est intéressant d'apprendre que ces moteurs donnent un facteur de puissance en avance aux faibles vitesses. Les moteurs à 25 p : s du type Creedy sont-ils beaucoup plus coûteux que les moteurs à 50 p : s ? Au sujet du roulage dans les mines, M. Allan tient à informer l'auteur que la puissance maximum des moteurs affectés à ce service n'est pas 50 ch, mais 300 ch et même plus. Pourrait-on employer de tels moteurs sans transformateurs sur des réseaux à 3000 v ? Ils auraient un grand domaine d'application si on pouvait les construire jusqu'à 300 ch. Une autre application pourrait être fournie par la traction des trains et des tramways. Quoiqu'on propose de normaliser l'électrification des chemins de fer en courant continu, il serait bon, avant de s'y décider, de faire des recherches avec des alternomoteurs d'induction à vitesse variable sans collecteurs.

Réponses de M. Creedy. — 1° *A M. Burr.* — Il existe deux méthodes en usage pour régler le taux d'accélération en passant d'une vitesse à la suivante dans les machines à cage d'écureuil : 1° l'emploi de résistances, pour les petits moteurs ; 2° l'emploi d'un auto-transformateur mis momentanément en circuit, pour les moteurs plus grands. Ces deux méthodes donnent un parfait réglage de l'accélération ; le passage des vitesses s'opère sans aucun choc mécanique. Quant au choc électrique, autrement dit surintensité, l'emploi des résistances donne lieu à des afflux de courants assez forts aux changements de vitesse. Mais, avec la méthode de l'auto-transformateur, le courant instantané, en pareil cas, ne dépasse pas le double du courant de pleine charge. Il est parfois possible de diminuer le courant magnétisant à faible vitesse, de façon à améliorer le facteur de puissance dans ces conditions.

2° *A M. Isaacs.* — Il est parfaitement possible d'utiliser le moteur du type en cascade en le faisant fonctionner comme moteur d'induction à pleine charge et pleine vitesse, et comme moteur synchrone, avec facteur de puissance unité, à vitesse réduite. Une machine de ce type a été commandée et est actuellement en construction. On peut opérer le réglage par les bagues sur quatre ou six vitesses et, par suite, on peut combiner le moteur avec une petite machine à collecteur pour franchir les intervalles.

3° *A M. Jenkins.* — On établit couramment des moteurs de ce type qui sont conformes au Règlement des Mines, en particulier à la clause 132. Pour ce qui est des vitesses disponibles, il est vrai que le moteur à vitesses multiples s'emploie surtout aux régimes lents et, sauf pour les faibles puissances, nous n'offrons pas souvent même la vitesse de 1500 t : mn. Pour les puissances jusqu'à 25 ch environ, la combinaison 1500-1000-750 t : mn est utile. Pour les puissances supérieures, on a rarement besoin d'une vitesse de plus de 1000 t : mn.

4° *Au professeur Bacon.* — Quelques-unes des commandes pour lesquelles on emploie ce moteur sont celles des machines-outils, ventilateurs, compresseurs, pompes, cabestans, treuils, machines pour la fabrication du ciment, calandres à caoutchouc, élévateurs de grains, tréfileries, laminoirs, machines d'imprimerie. Quant à la traction électrique, l'auteur n'en a pas parlé parce que la traction par courant alternatif est démodée en Angleterre actuellement. Il est cependant certain que le système à courant continu ne pourra plus faire de progrès importants, tandis que le système à courant alternatif est encore dans l'enfance. Plusieurs lignes de traction monophasées, employant des moteurs d'induction, sont déjà en exploitation et le trouble qu'elles apportaient aux circuits téléphoniques a été supprimé, grâce à la téléphonie par courants porteurs.

5° *A M. Howell.* — La solution du problème posé par M. Howell est un petit groupe à collecteur relié aux bagues du moteur d'induction principal et donnant lieu à une chute de vitesse qui permet de recueillir l'énergie du volant.

6° *A M. Ashton.* — Les industriels utilisant l'énergie électrique ont à considérer non seulement le prix du courant, qui doit être bien moindre en alternatif qu'en continu, mais aussi le prix des moteurs, qui est moindre pour le type d'induction que pour le type à courant continu. Le prix de l'alternateur à vitesse variable est plus élevé aujourd'hui que celui du moteur à courant continu correspondant, mais, si l'on compare deux installations complètes contenant chacune un grand nombre de moteurs, les uns à vitesse variable, mais la plupart à vitesse constante, on trouvera que l'installation à courant alternatif est bien moins coûteuse, car le prix plus élevé des machines à vitesse variable est absolument compensé par le prix plus bas des machines à vitesse constante.

7° *A M. Allan.* — On peut fournir des moteurs à 25 p : s de puissance moyenne, marchant à des vitesses de 750-500-375 t : mn, et des moteurs plus puissants disposant d'un plus grand nombre de vitesses, toutes assez faibles naturellement. On construit, depuis plusieurs années, des moteurs de traction avec alimentation à 3000 v ; il n'y a pas de difficulté à établir de tels moteurs d'une puissance de 300 ch. — P. L.

Voltmètre électrostatique avec condensateur à air complètement protégé (1).

Les voltmètres électrostatiques montés en série avec un condensateur pour étendre leur échelle de mesures exigent, ainsi qu'il a déjà été indiqué (2), une protection complète de toutes leurs parties métalliques. Cette protection formant écran ne doit être reliée ni à un pôle ni à un autre, de telle sorte que les lignes de force restent toujours constantes. Ce résultat a été obtenu d'une manière satisfaisante par le dispositif que représente la figure 1. L'écran est réalisé soit par un anneau métallique, soit par un grand miroir métallique de la manière indiquée par la figure 2 qui est la reproduction d'un voltmètre transportable destiné à mesurer des tensions comprises entre 75 kv et 150 kv. Si ces écrans n'étaient pas prévus, la capacité par rapport à la terre varierait avec la distance de corps conducteurs voisins mis à la terre, faisant ainsi varier la tension à laquelle est soumise l'appareil de mesure. La simplicité de ce dispositif est parfaite et son adaptation aux diverses étendues de mesures est très facile. Mais, dès que l'on ne dispose pas d'une mise à la terre, il faut recourir à une protection complète si l'on veut que les indications de l'appareil restent indépendantes de l'isolement des lignes sur lesquelles il est monté.



Fig. 1. — Voltmètre électrostatique avec condensateur à air protégé.

La construction d'un voltmètre statique servant à mesurer non pas la tension d'un conducteur par rapport à la terre, mais la différence de potentiel entre deux conducteurs qui ne sont mis à la terre ni l'un ni l'autre, a été résolue par l'auteur. Ce voltmètre est un condensateur complètement protégé, de forme et de grandeur acceptables, tout en employant l'air comme diélectrique. La figure 3 en montre le schéma et

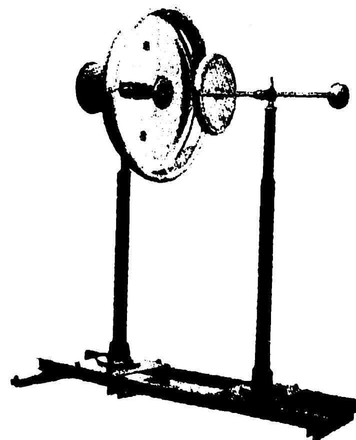


Fig. 2. — Voltmètre électrostatique avec condensateur à air protégé, type transportable pour des tensions atteignant 75 kv et 150 kv.

la figure 4 représente un appareil complet, consistant en un condensateur sur lequel est disposé l'appareil de mesure, avec le cadran enlevé. Le condensateur de forme cylindrique est complètement protégé par un écran également cylindrique qui l'entoure. Tous les isolants qui constituent des résistances mises en parallèle avec le condensateur ou l'ap-

(1) A. Imhof. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, février 1924, t. xv, p. 62-64, 1200 mots, 4 fig.

(2) *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, mai 1920, t. xi, p. 99. *Revue générale de l'Electricité*, 4 juin 1921, t. ix, p. 177 D.

pareil de mesure et qui doivent, vu la faible grandeur des capacités, être toujours en très bon état, sont complètement enfermés. On a attaché une importance particulière à cette disposition parce que les isolements sont réalisés le plus souvent avec de l'ébonite superficiellement paraffinée, qui grâce à ce traitement isole mieux à l'air humide que

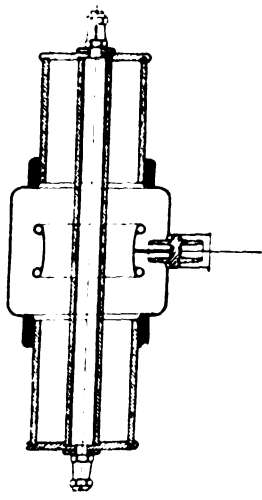


Fig. 3. — Coupe schématique du nouveau voltmètre.

l'ambre jaune, mais laisse pénétrer la poussière à cause du manque de dureté de la paraffine.

La rigidité diélectrique de ce condensateur à air peut être prévue suffisamment grande sans que l'on tienne compte des propriétés des ondes de surtension, en recouvrant de carton l'armature cylindrique intérieure. La rigidité diélectrique de ce carton est supérieure à celle du condensateur à air. La lame d'air est ainsi calculée suffisamment grande pour résister, même seule, à une tension supérieure à la

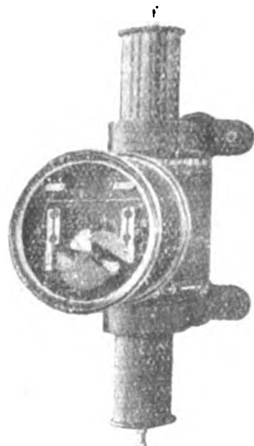


Fig. 4. — Vue du nouveau voltmètre, cadran enlevé.

tension d'épreuve et le carton n'est soumis à une contrainte qu'après que la lame d'air a été perforée. Les propriétés du condensateur à air sont ainsi conservées, car la chute de tension dans le diélectrique solide est bien inférieure à celle dans l'air. On jugeait autrefois que les voltmètres statiques constituaient sur le réseau des points faibles. Il ne doit plus en être ainsi maintenant, car l'attention que l'on a prêtée à la fabrication de ces appareils a permis d'arriver à une sécurité parfaite.

Comme la rigidité diélectrique de l'ensemble est donnée par le condensateur et non par l'appareil de mesure proprement dit, l'intensité du courant qui traverse ce dernier peut être choisie assez grande. Ainsi le voltmètre que représente la figure 4 possède un équipage de 2 g qui, pour dévier de 90°, reçoit un couple de 0,18 cm-g.

Il convient de mentionner une difficulté que l'on rencontre dans la fabrication de ces condensateurs à haute tension de faible capacité. L'armature annulaire n'est maintenue que par les barres elles-mêmes et n'est entourée que d'air. Il aurait été, au point de vue construction, beaucoup plus simple de faire le cylindre isolant d'une seule pièce et de l'entourer avec l'armature. Mais, alors, il aurait été presque impossible de conserver un isolement suffisant avec cette grande surface de contact et la capacité aurait varié beaucoup suivant l'humidité de l'air. Il a été observé avec ces condensateurs de faible capacité que ces insuffisances de l'isolement superficiel se traduisaient par une augmentation apparente de l'armature métallique du condensateur. Ces inconvénients sont surtout graves lorsque les isolements défectueux montés en parallèle avec les condensateurs déterminent des erreurs qui s'additionnent. — B. H.

Expériences sur le fonctionnement d'une bobine de mise à la terre de Petersen [1].

Une bobine de Petersen a été installée par la Alabama Power Co le 12 octobre 1921. Elle a toujours été en service depuis cette date. La ligne est triphasée à 44 000 v, 60 p : s et connectée en étoile ; la figure 1 en indique la disposition

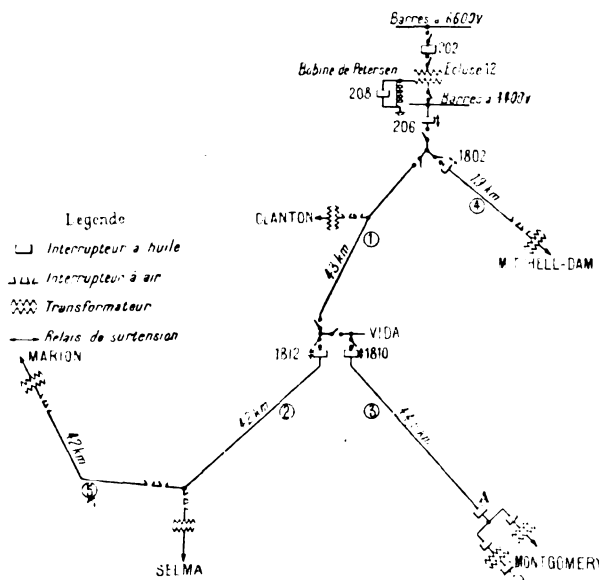


Fig. 1. — Plan général du réseau Lock 12-Vida, à 44 000 v de la Alabama Power C°

générale. Le pays est sujet à de fréquents orages et de grande violence. Les figures 2, 3, 4 indiquent la disposition des poteaux. Toutes les lignes, à l'exception de la ligne

[1] J.-M. Oliver et W.-W. Eberhardt. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, septembre 1923, t. XLII, p. 904-915, 7000 mots, 8 fig.

Lock 12-Mitchell-Dam, sont pourvues d'un fil de garde en acier de 10 mm de diamètre et à 7 brins toronnés qui est mis à la terre à chaque poteau. Les boulons des isolateurs ne sont pas mis à la terre, mais les armatures de chaque poteau sont connectées au fil de terre.

Sur la ligne Lock 12-Mitchell-Dam, il n'y a pas de fil de terre au sommet des poteaux, mais on en a mis un latéralement qui réunit les tiges des isolateurs. A Lock 12, il y a un transformateur de 9 000 kv-A, qui est constitué par trois transformateurs monophasés de 3 000 kv-A, connectés en triangle du côté à basse tension (6600 v) et en étoile du côté à haute tension (44 000 v). La bobine de Petersen est connectée entre le neutre de l'enroulement à 44 000 v et la terre.

Fig. 2, 3 et 4. — Types de pylones employés sur les lignes Lock 12 Vida 9, Vida-Montgomerie, Mitchell-Dam et Selma-Marion.

Cette bobine de Petersen est une bobine de réactance sans noyau, immergée dans l'huile et refroidie par de l'eau. Elle est calculée pour 795 kv-A à 26 540 v, 60 p : s, avec 55° C d'élévation de température. Sa réactance est réglable par prises multiples de 2015 ohms à 811 ohms. Le principe de la bobine de Petersen est d'avoir une réactance de self-induction en résonance, pour la fréquence fondamentale du système, avec la réactance et la capacité de la ligne par rapport à la terre. Naturellement, dès qu'on augmente les lignes en service, il faut ajuster la réactance de la bobine à une nouvelle valeur. On a prévu pour cela deux appareils de réglage qui permettent d'effectuer le changement en quelques minutes.

Les courts-circuits entre phases et les mises à la terre franche doivent être combattus par des relais de surcharge installés sur la ligne, puisque la bobine de Petersen ne fonctionne qu'en cas d'amorçage d'arc aux isolateurs. Dans l'installation de Lock 12, on a prévu un interrupteur à huile en série avec la bobine de réactance. Il est normalement ouvert, mais il se ferme automatiquement au cas où une des phases est mise à la terre. Ultérieurement, les relais de surcharge sur la ligne fonctionneront de la même façon que pour un système à mise à la terre normale et préviendront les perturbations.

Le système de contrôle schématisé en figure 5 est le suivant : un relais de surintensité, à temps limité, est placé dans le secondaire d'un transformateur de courant, dont le primaire est en série, avec la bobine de Petersen et la terre. Normalement. les effets de coups de foudre sont combattus par la bobine de Petersen dans un temps allant de 5 à 15 p : s. Donc, si le courant de la bobine de réactance dure plusieurs secondes, il est évident que le système ne fonctionne pas et c'est la meilleure preuve qu'il y a une terre franche sur la ligne. Au bout de deux secondes, les contacts du relais se fermeront en actionnant deux relais auxiliaires dont l'un ferme l'interrupteur de mise à la terre et l'autre fait tinter une sonnette d'alarme pour prévenir qu'il existe une perturbation sur la ligne. La fermeture de l'interrupteur de mise à la terre court-circuite la bobine de réactance et c'est alors le relais normal de surintensité qui entre en action. Pour remettre la bobine en service, il faut ouvrir l'interrupteur à la main. On a prévu un dispositif permanent d'enregistrement du courant de la bobine et de la tension indiquant si le dispositif de mise à la terre est ouvert ou fermé. Une table très complète en expose les résultats du 12 octobre 1921 au 1er mars 1923. Les courants enregistrés sont de l'ordre de 5 à 10 A, tandis que, pour les autres lignes en service, il atteint 22 A. On peut attribuer ces indications faibles : 1° au fait qu'il y a un retard dans l'action de la plume de l'ampèremètre, l'arc ayant été soufflé avant que la plume ait fait son office ; 2° à une terre résistante et non une terre franche provenant de ce que les supports des isolateurs ne sont pas mis à la terre.

Fig. 5. — Diagramme schématique des connexions d'une bobine de Petersen.

La valeur de la bobine de Petersen ne pourra être complètement mise en évidence que par la comparaison des interruptions enregistrées dans des conditions identiques, sur des lignes munies ou non de ce dispositif. Ainsi, pendant la période de janvier à septembre 1921, il y eut 43 interruptions dues à la foudre qui ont occasionné une mise hors de service de 230 mn. En 1922, après l'installation de la bobine, il n'y eut alors que 7 interruptions dues à la foudre, soit une réduction de 83,5 pour 100 et une mise hors de service de 14 mn seulement.

Comme conclusions fermes, on peut dire que :

a) Tous les supports des isolateurs doivent être mis à la terre pour assurer le meilleur fonctionnement de la bobine ;

b) Tous les appareils de couplage, à main et automatiques, ne doivent être actionnés que lorsque la bobine est mise hors de service ; c'est-à-dire lorsque le neutre est franchement mis à la terre ; *c*) La bobine n'est pas efficace pour la mise à la terre d'une phase. — C. F.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Revue générale de l'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 MAI 1924.

La situation financière de la société s'est maintenue satisfaisante durant l'exercice 1923.

La Revue a eu à déplorer la perte d'un des vice-présidents du Comité de Rédaction : M. Maurice Leblanc, membre de l'Institut, décédé subitement le 27 octobre 1923. Un des pionniers de la technique de l'électricité, collaborateur de Marcel Deprez dans ses mémorables expériences qui démontrèrent la possibilité pratique de la transmission électrique de l'énergie à grande distance, Maurice Leblanc s'était depuis longtemps acquis, par ses nombreuses inventions, une renommée universelle. Aussi, lorsque l'Académie des Sciences créa, en 1918, une nouvelle section, la Section des Sciences appliquées, en vue d'honorer les mérites des techniciens et de resserrer les liens entre la science pure et ses applications industrielles, son choix se porta-il immédiatement sur Maurice Leblanc pour occuper la première place de cette nouvelle section. A cette occasion, la « Revue générale de l'Electricité », dans son numéro du 30 novembre 1918, publia une notice énumérant les travaux de son éminent collaborateur et complétant une notice biographique parue antérieurement dans le numéro du 22 décembre 1917. Un rappel de ces travaux a été fait dans la notice nécrologique publiée dans le numéro du 3 novembre 1923.

Nous ne pouvons que répéter ce que nous avons dit dans les rapports précédents (1) en ce qui concerne l'activité de la Revue. Son importance s'est maintenue au niveau qu'elle avait atteint au cours des exercices précédents. Si l'on compare les nombres de pages contenues dans les 52 numéros hebdomadaires des années 1923 et 1922, on trouve

	1923	1922
Texte principal	2 208	2 016
Documentation	452	416
Bulletin R. G. E.	424	404
Union des Syndicats de l'Electricité..	140	128
Société hydrotechnique de France....	8	40
	3 232	3 004

Chaque numéro comprend donc environ 62 pages de texte, auxquelles s'ajoutent une moyenne de 82 pages d'annonces.

Dans le rapport concernant l'exercice précédent, nous vous informions que, pour répondre à de nombreuses demandes de nos lecteurs, nous nous étions préoccupés de faire établir des tables des matières parues dans les divers fascicules publiés dans les dix premiers volumes de notre Revue. Nous ajoutions que ce travail, extrêmement méticuleux, serait très probablement terminé avant la fin de l'exercice 1923.

Notre espoir ne s'est pas réalisé. L'établissement et le classement des dizaines de milliers de fiches que nécessitait ce travail, ont demandé beaucoup plus de temps que nous ne l'avions présumé. Nous comptons que le classement définitif sera bientôt achevé et que l'impression des tables sera faite avant la fin de l'année en cours.

Conformément au roulement établi entre les membres du Conseil d'administration, en conformité de l'article 19 des statuts, les pouvoirs de MM. Charles Duval, Emile Girardeau et Raynald Legouez viennent à expiration. Leurs pouvoirs sont renouvelés pour six ans.

Les recettes de l'exercice comprenant les recettes d'exploitation et les intérêts et divers, ont atteint 1 096 497,02 fr; les dépenses, y compris les frais généraux, se sont élevées à 1 027 754,67 fr. Le solde bénéficiaire de l'exercice ressort à la somme de 68 742,35 fr qui, ajouté au report de l'exercice précédent 1 754 fr, donne un disponible de 70 496,35 fr.

Ce solde est réparti ainsi : 5 pour 100 à la réserve légale, un dividende de 6 pour 100 aux 1 600 actions de 250 fr.

Il reste 43 059,25 fr sur lesquels il est prélevé pour tantièmes statutaires 20 pour 100 de 41 305,25 fr.

Le reste 34 798,20 fr se répartit de la façon suivante : un dividende supplémentaire de 2 pour 100 aux actions, 25 000 fr au fonds d'amortissement du capital.

Le report à nouveau est de 1 798,20 fr.

Le dividende de 8 pour 100 sera mis en paiement le 1er juillet 1924, sous déduction des impôts.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Apports, frais de constitution, frais de premier établissement	1 »
Mobilier, bibliothèque, ouvrages, éditions, collections et numéros	1 »
Papier en magasin	76 670,10
Portefeuille	687 230 »
Caisses, banques, chèques postaux, bons Défense nationale	150 679,95
Débiteurs divers	359 295,85
	1 273 877,90

Passif.

	fr
Capital	400 000 »
Réserve légale	3 385,53
Fonds d'amortissement du capital	26 500 »
Créditeurs divers	773 496,02
Profits et pertes :	
Report des exercices antérieurs	1 754 »
Bénéfice de l'exercice 1923	68 742,35
	1 273 877,90

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 29 mai 1923, t. XIII, p. 887.

Compagnie centrale d'Eclairage et de Transport de Force par l'Electricité (Compagnie d'Electricité de Limoges).

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 AVRIL 1924.

Durant l'exercice 1923, les recettes totales nettes d'éclairage et de force motrice pour Limoges, Brives, Lubersac et région de Saint-Yrieix, se sont élevées à 5555960,40 fr contre 4846845,65 fr en 1922.

Les dépenses afférentes à l'exploitation ont été, pour 1923, de 4331400,17 fr au lieu de 3698489,20 fr.

Indépendamment de ce que le nombre de kilowatts produits et vendus a été plus élevé que pour l'exercice précédent, l'accroissement des dépenses tient à ce que, en 1923, la consommation de charbon a dépassé sensiblement celle de 1922 par suite de la plus grande sécheresse de l'année dernière.

Le nombre des abonnés branchés sur le réseau, au 31 décembre 1923, est de : à Limoges, 7916; à Lubersac, 228; à Saint-Yrieix, 213.

Cette dernière station a été inaugurée seulement au cours du dernier exercice.

Le nombre des abonnés a augmenté de 1 243, dont 39 pour la force motrice et 1204 pour l'éclairage.

Le nombre des lampes installées dans les différents sièges de distribution était, au 31 décembre dernier, de 126869 lampes de diverses intensités représentant chacune une puissance moyenne de 40 w, soit ensemble une puissance de 5301 kw.

Le nombre total des moteurs, y compris la sous-station des tramways de Limoges, était de 1837 ce qui représente une puissance de 6969 kw, soit pour l'éclairage et la force motrice, une puissance de 12270 kw.

Pendant l'année 1923, la compagnie a continué d'étendre son réseau de canalisation à Limoges.

Il a été posé : 1,070 km de câble armé pour basse tension, à 3 conducteurs de 25, 50 et 100 mm² de section;

0,96 km de câble armé pour haute tension, à 3 conducteurs de 100 mm² de section;

6,8 km de canalisation aérienne.

Elle a, en outre, poursuivi l'entretien de la ligne de transmission du Saillant à Limoges, à 40000 v, et créé la ligne de transmission dérivée de la ligne principale du Saillant à Limoges, partant du poste de Coussac pour aboutir à Saint-Yrieix.

Au cours du dernier exercice, la compagnie a procédé à l'augmentation de son capital de 2850000 fr à cinq millions de francs. Elle a commencé à réaliser son programme de travaux.

Elle a en cours de montage ou d'exécution :

Un nouveau groupe turbo-alternateur de 6000 kw;

Un groupe de deux nouvelles chaudières « Babcock et Wilcox », chacune de 380 m² de surface de chauffe;

Une commutatrice destinée à remplacer l'ancienne batterie d'accumulateurs des tramways de Limoges;

Un groupe de 2400 ch pour l'usine du Saillant;

Le renforcement de ses différents groupes de transformateurs;

La création d'un nouveau parc à charbon à Limoges avec transport et distribution automatiques aux chaudières.

Toutes ces différentes installations seront terminées au cours de l'année 1924.

Les recettes totales pour l'éclairage et la force motrice se sont élevées, en 1923, à 5 555 960,40 auxquels il y a lieu d'ajouter pour recettes diverses 196374,62 fr, il faut en déduire pour les dépenses d'exploitation 4 331 400,17 fr.

Il reste 1420934,85 fr.

Les frais généraux se sont élevés à 145933,90 fr et les charges financières à 331816,21 fr.

Les bénéfices nets ont atteint 943184,74 fr.

Après déduction de 48655,40 fr pour remboursement des obligations amorties, il reste 894529,34 fr.

Il est prélevé : 5 pour 100 pour la réserve légale, un intérêt de 6 pour 100 aux actions, compte tenu des versements restant à faire sur les actions de l'émission 1923 non libérées; 32310 fr pour amortissement des actions.

Sur le surplus de 539619,38 fr, il est versé 250000 fr de provision pour renouvellement de matériel, 10 pour 100 du reste au Conseil et 4 pour 100 de dividende supplémentaire aux actions anciennes et nouvelles.

Le report à nouveau est de 60657,45 fr formant avec les reports antérieurs de 230943,46 fr un total de 291600,91 fr.

Le dividende de 10 fr par action de 100 fr, privilégiée ou ordinaire, est mis en paiement, sous déduction des impôts, depuis le 1er mai 1924, aux caisses du Crédit mobilier français, à raison de :

8,80 fr par action ordinaire ou privilégiée nominative, sur présentation des certificats;

8,257 fr par action privilégiée au porteur, contre remise du coupon n° 26;

8,25 fr par action ordinaire au porteur, contre remise du coupon n° 24;

4,84 fr par action non libérée, sur présentation des certificats.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Premier établissement	9 857 958,69
Compteurs	165 912,50
Titres en portefeuille	63 769,65
Marchandises en magasin	726 043,96
Débiteurs divers :	
Abonnés	1 037 088,95
Cautionnements, avances diverses et installations à rembourser	487 528,05
Caisses et banques	3 001 146,61
Impôts sur titres à recouvrer	54 428,16
Primes de remboursement sur obligations	2 041 700,90
Actionnaires	368 775 »
	17 804 352,47

Passif.

	fr
Capital	5 000 000 »
Obligations en circulation :	
6 pour 100	2 955 000 »
4 pour 100	1 329 000 »
3 pour 100	4 340 500 »
Réserve légale	285 000 »
Fonds d'amortissement des actions	378 077,63
Créditeurs divers	130 545,60
Fournisseurs	1 505 800,75
Obligations amorties et coupons échus non encore présentés	171 675,85
Provision pour entretien d'accumulateurs	140 070,65
Provision pour créances douteuses ou litigieuses	186 596,30
Comptes d'ordre	207 597,50
Profits et pertes :	
Exercice 1923	943 184,74
Report antérieur	230 943,46
	17 804 352,47

SECTION DE LÉGISLATION

La protection des dessins et modèles industriels

L'auteur expose avec précision à quelles conditions les dessins et modèles sont protégeables en France ; il indique, notamment, comment l'on doit définir ces deux termes.

La législation concernant les dessins et modèles est loin d'être commune à tous les pays modernes ; elle varie quant à la conception même du terme « dessins et modèles », et quant à la modalité de leur protection.

Certaines législations, assez nombreuses d'ailleurs, considèrent les dessins et modèles, soit comme de petits brevets, soit comme des œuvres artistiques et, selon la conception adoptée, leur consacrent les avantages des lois sur la propriété industrielle ou des lois sur la propriété artistique. Ces législations participent d'idées assez différentes de celles admises par la législation française, dont il importe de donner avec précision et clarté l'économie.

I. Considérations générales. — En France, la notion de « dessins et modèles » correspond à quelque chose de très net, que des lois spéciales régissent, sans ambiguïté possible, et que la jurisprudence a depuis longtemps consacré et précisé.

Elle se distingue de l'invention brevetable d'une façon telle, que ne peut être protégé comme dessin ou modèle un dispositif, objet ou produit, dont la forme est la conséquence nécessaire de l'application de l'invention ; dans ce cas, la revendication comme dessin ou modèle est l'objet d'une déchéance inévitable, et la loi sur les brevets est seule et exclusivement applicable. Le paragraphe 2 de l'article 2 de la loi du 14 juillet 1909 spécifie en effet que : « Même, si le même objet peut être considéré à la fois comme un dessin ou modèle nouveau, et comme une invention brevetable, et si les éléments constitutifs de la nouveauté du dessin ou du modèle sont inséparables de ceux de l'invention, ledit objet ne peut être protégé que conformément à la loi du 5 juillet 1844 ».

Elle se confond par ailleurs avec la propriété artistique proprement dite, « quel que soit le mérite ou la destination » de l'objet (loi du 11 mars 1902, complétive et interprétative de la loi générale sur la propriété littéraire et artistique de 1793) du fait du rejet par le législateur et la jurisprudence de la conception tendant à distinguer l'art pur et l'art appliqué à l'industrie ou au commerce.

Cette conception aboutit à l'application cumulative, dans tous les cas, disent certains auteurs, que nous approuvons, des deux lois (loi générale sur la propriété artistique de 1793, complétée en 1902, et loi spéciale sur les dessins et modèles de 1909) ou tout au moins, disent d'autres auteurs, dans la majorité des cas.

Ainsi, que l'on admette soit l'assimilation complète et absolue, soit l'assimilation dans la plupart des cas, les dessins et modèles sont protégés en France par au moins une loi spéciale (celle de 1909) indépendamment des inventions, dont la nature est toute différente, et des marques de fabrique ou de commerce, dont la nature est également différente (bien qu'un objet par sa forme même ou son aspect puisse donner lieu à un dépôt de marque).

II. Définition et portée de la législation. — Comment définir les dessins ou modèles ?

L'article 2 de la loi de 1909 comporte dans son paragraphe 1er cette définition : « tout dessin nouveau, toute forme plastique nouvelle, tout objet industriel, qui se différencie de ses similaires, soit par une configuration distincte et reconnaissable lui conférant un caractère de nouveauté, soit par un ou plusieurs effets extérieurs lui donnant une physionomie propre et nouvelle ».

Dans son remarquable rapport sur le projet, devenu la loi de 1909, M. Prache rappelait très complètement en quoi consistait la notion de dessin ou modèle.

Il déclarait qu'en droit industriel on considérait comme dessin « toute disposition, généralement quelconque, de lignes ou de couleurs », tout effet figuratif obtenu par des combinaisons de tissage, de couture, d'impression, de teinture, etc... ; il reproduisait la définition de Pouillet : « Par ce mot dessin, il faut entendre non pas une composition ayant un sens déterminé, mais tout effet d'ornementation destiné à donner à un objet quelconque un cachet de nouveauté et une individualité propre, que cet effet d'ailleurs résulte d'un ensemble de lignes, ou seulement d'une opposition de couleurs, ou de toute autre combinaison, même sans régularité. Par exemple, celui qui a eu le premier l'idée de projeter en quelque sorte au hasard, et sans obéir à un dessin arrêté à l'avance, de la couleur sur une étoffe pour obtenir ce qu'on appelle en fabrique un effet de granité, celui-là a fait un véritable dessin de fabrique ».

Le modèle est la configuration même d'un objet ; il est formé par les lignes, les contours et les surfaces qui

dessinent et encadrent cet objet dans l'espace et qui lui assurent une physionomie propre; en d'autres termes le modèle est un dessin en relief.

Le rapporteur fait remarquer encore que, comme les œuvres des écrivains, des peintres, des sculpteurs, des architectes, en un mot de ceux qui sont considérés comme producteurs d'œuvres de l'esprit, d'œuvres proprement artistiques selon la terminologie courante, les créateurs de modèles ou de dessins, si modestes soient-ils, du moment qu'ils sont nouveaux et constituent un élément de forme ou de figuration (modèle ou dessin) sont des productions de l'intelligence, et comme telles doivent être protégées.

Et il rappelle la résolution votée en 1878, lors de l'Exposition universelle, par le Congrès international de la Propriété industrielle, et qui était la suivante : « les droits des inventeurs et des auteurs industriels sur les œuvres ou des fabricants sur leurs marques est un droit de propriété. La loi civile ne les crée pas; elle ne fait que les réglementer ».

Il rappelle enfin (car ses citations sont trop nombreuses pour les énumérer ici, et c'est regrettable) que l'Association française pour la protection de la Propriété industrielle, recherchant une définition aussi claire et générale que possible, avait adopté le texte suivant : « Sera considérée comme dessin ou modèle de fabrique toute création donnant à un objet industriel quelconque, par son aspect, un cachet de nouveauté qui le distingue des objets similaires ».

Si, d'autre part, on consulte les travaux préparatoires de la loi de 1902 et les revendications des industries intéressées à l'extension de l'interprétation de la loi générale sur la propriété artistique (loi de 1793) on y voit revenir comme un leit motiv les revendications suivantes, qui peuvent être ainsi synthétisées : « constitue un dessin ou modèle, protégeable par la loi, toute création de l'aspect (dessin ou forme) si modeste soit-elle, quelque doive être son application, du moment qu'elle est le résultat d'un travail personnel, d'un effort, si minime soit-il, de l'esprit, du moment que cette création est une création, c'est-à-dire que telle que présentée, même banale ou très voisine de la nature ou du domaine public, elle n'a pas été encore identiquement réalisée »; « il ne faut pas que les tribunaux soient appelés à apprécier la valeur artistique d'un objet, d'une œuvre, et puissent refuser le bénéfice de la protection sous le prétexte que l'œuvre n'a pas une valeur esthétique suffisante; car il n'y a pas de choses plus ou moins artistiques, il n'y a que des formes par le dessin, la couleur ou le relief, si viles soient, le cas échéant, leurs applications, qui sont le résultat d'un effort personnel et créateur et cela suffit ».

Et quand la loi de 1902 fut votée, Pouillet constatait que le législateur avait résisté à « ce penchant inconscient qui attache au mot artistique le sens de beau, d'exquis, de parfait, jugeant d'après l'effet et non d'après la cause ».

III. **Conditions de la protection**. — On voit d'après ces considérations ce que signifie exactement en droit français l'expression « dessin et modèle », combien est vaste et complète l'étendue de la protection, qui leur est accordée.

Les dessins et modèles sont en effet tout autre chose qu'un objet artistique, au sens habituel du mot : ils sont toute chose tant soit peu nouvelle, caractérisée par son aspect, que celui-ci provienne d'un dessin proprement dit, d'une combinaison de lignes ou de couleurs, de sa forme, de son contour. C'est non seulement une figure, un dessin quelconque, c'est aussi une disposition apparente, même étrangère à l'art du dessin, dont le but est d'orner, de décorer un objet, de varier son aspect, et par là de lui donner une physionomie particulière qui en fasse une « nouveauté commerciale », si banale soit-elle en elle-même, et si dépourvue soit-elle de goût artistique.

Donc deux conditions essentielles, nécessaires, mais suffisantes : nouveauté et aspect pris en lui-même.

La nouveauté peut être réduite à très peu de chose, il suffit qu'elle existe.

Le mérite peut être insignifiant; il suffit qu'il soit appréciable au seul point de vue du travail personnel.

La destination est indifférente; puisque l'objet obtenu, qui peut d'ailleurs être en lui-même fort beau, peut demeurer un original, une œuvre vraiment artistique au sens général de ce qualificatif, employé comme ornement à titre d'œuvre d'art, ou appliqué au plus banal, au plus prosaïque des emplois et multiplié à l'infini.

C'est ainsi que l'on considère comme un modèle susceptible d'engendrer un droit privatif, tout objet quelconque, qui se présente sous une silhouette nouvelle, ou qui simplement porte sur sa surface une décoration, si simple soit-elle, si banale soit-elle, lui donnant un caractère d'originalité, que cette forme ou cette ornementation rudimentaire ou complexe relèvent ou non des arts du dessin ou de la sculpture industrielle.

Et consacrant cette conception, la jurisprudence a protégé des caractères d'imprimerie, des tables scolaires, des pieds de poêles, des buanderies, et d'une façon générale les objets les plus courants : robinets, articles de bureau, fers à repasser, bâtis de machines, etc.

Enfin la législation française des dessins et modèles se base pour accorder la protection sur le principe de la création, indépendamment de l'accomplissement de toute formalité administrative, qui ne constitue, quand elle se manifeste (et elle n'est pas toujours nécessaire) que la déclaration du droit, en vue d'établir la preuve, de consacrer la revendication de la propriété.

La loi de 1793-1902 n'exige de dépôt que pour les œuvres imprimées, gravées, ou reproduites par la photographie ou des procédés analogues, et ce dépôt peut être fait à n'importe quel moment; il n'est indispensable qu'antérieurement à une revendication judiciaire ou pour justifier de la date de la priorité, qui peut être faite par toute preuve du droit commun.

La loi de 1909 n'exige le dépôt qu'à un moment quelconque, à titre purement déclaratif, alors qu'une exploitation antérieure a pu se produire et l'appropriation remonte au premier usage, à la création même, laquelle peut être établie par n'importe quel moyen; toutefois le bénéfice de la loi ne peut être revendiqué qu'à partir du dépôt (antérieurement il ne pourrait être invoqué que le bénéfice de la loi de 1793-1902) et après sa publication; mais il doit être observé que même les faits antérieurs à la publicité du dépôt peuvent être poursuivis et réprimés, si le propriétaire du modèle contrefait établit la mauvaise foi du contrefacteur, tandis que cette mauvaise foi est présumée dès la publicité du dépôt.

Cette importance capitale de la preuve de la création, et le caractère purement déclaratif du dépôt, a poussé le législateur français à attacher son effort à perfectionner et à étendre les moyens de preuve de la date certaine de la création, et c'est ainsi qu'est née l'enveloppe perforée Soleau, si ingénieuse, moyen de preuve officieux et cependant sûr et indiscutable, qui peut précéder le dépôt de la loi de 1909, le rendre souvent inutile, qui tend à le rendre inutile dans l'avenir.

Bien que ce soit en vertu de l'article 4 de la loi de 1909 qu'ait été pris l'arrêté instituant l'enveloppe Soleau, rivale et future remplaçante du dépôt prévu par la loi de 1909 (lorsque la loi unique sur la propriété artistique et les dessins et modèles, appliqués ou non à l'industrie, envisagée en France depuis longtemps déjà, aura vu le jour), il n'y a pas antinomie entre cette institution libérale extrême et le maintien du dépôt, exigé par la loi de 1909.

Celle-ci, tout au moins dans ses prescriptions concernant l'accomplissement de certaines formalités administratives, ne devait avoir dans l'esprit des initiateurs, ou de certains d'eux pour le moins, qu'un caractère provisoire, en attendant l'unification projetée.

On voulait supprimer la loi formaliste et désuète de 1806, qui conditionnait la protection à un dépôt préalable, et qui fut abrogée à la suite des dommages causés aux créateurs de dessins et modèles, qui avaient l'imprudence de divulguer ceux-ci avant d'opérer l'enregistrement.

Or, un certain nombre de groupements industriels ne consentaient à son remplacement que si une loi spéciale s'y substituait, car ils craignaient, en présence de quelques interprétations restrictives de tribunaux, que la loi de 1793-1902 n'assurât pas une protection à toutes leurs créations à destination industrielle. Ils ne concevaient pas alors ce que la jurisprudence actuelle considère désormais comme un principe bien établi.

Telle est l'économie de la législation française sur les dessins et modèles, envisagée dans ce qu'elle a de plus particulier et, il faut bien le dire, de libéral, de grand et généreux.

FERNAND-JACQ,
Docteur en Droit, avocat à la Cour de Paris, secrétaire de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté du Conseil de Préfecture de la Seine considérant comme non assujetties aux impôts sur le revenu les plus-values des fonds de commerce.

Le « Bulletin quotidien » de la Société d'Études et d'Informations économiques publie, dans son numéro du 14 mai 1924, la note suivante [1] :

Par un arrêté du 24 mars 1924, que publie le « Recueil hebdomadaire de Jurisprudence Dalloz » (nº 18 du 8 mai 1924), le Conseil de Préfecture de la Seine a jugé que la plus-value résultant de la vente d'un fonds de commerce n'est pas assujettie ni à l'impôt général sur le revenu, ni à l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux. Cette décision résout, dans un sens favorable aux industriels et aux commerçants, une longue controverse élevée entre eux et l'Administration. Elle est très importante; car si on la rapproche d'un précédent arrêt du Conseil d'État (28 janvier 1921), qui a décidé que les lots que reçoivent les porteurs d'obligations à lots ne doivent pas entrer dans la détermination du revenu imposable, elle parait indiquer très nettement la tendance actuelle de la jurisprudence administrative.

En l'espèce, un ouvrier boulanger ayant créé en juillet 1919 un fonds de boulangerie, le vendait au mois de juin 1921 pour le prix de 130 000 fr. L'Administration des Contributions directes évalua à 100 000 fr le bénéfice réalisé sur cette vente et prétendit soumettre ladite somme, répartie sur les trois années d'exploitation, à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et à l'impôt général sur le revenu. L'intéressé se pourvut devant le Conseil de Préfecture de la Seine qui vient de faire droit à sa requête.

L'arrêté en question, qui se trouve très solidement motivé, peut être résumé de la façon suivante :

La loi du 15 juillet 1914, qui a institué l'impôt général sur le revenu, et celle du 31 juillet 1917, relative à l'impôt sur les diverses catégories de revenus, n'ont établi ces impôts que sur les revenus dont les contribuables ont disposé au cours de l'année ayant précédé celle de l'imposition et qui proviennent soit du capital, soit du travail. En conséquence, les prescriptions desdites lois ne sont applicables ni aux capitaux et propriétés appartenant aux contribuables, ni aux profits, avantages divers et enrichissements par eux obtenus ou réalisés si ces profits, avantages ou enrichissements n'ont pas le caractère de revenus.

Or, l'augmentation de valeur d'un fonds de commerce a

[1] Rappelons à ce propos l'article intitulé « La plus-value des éléments de l'actif au point de vue fiscal » de M. P. BOUGAULT, publié dans la *Revue générale de l'Électricité*, 10 mai 1923, t. XV, p. 861-863.

le caractère d'un accroissement de capital et non point d'un revenu. Il en résulte que cet accroissement de capital, réalisé par la vente du fonds, ne saurait être soumis aux charges dont la loi frappe exclusivement les revenus.

L'un des principaux arguments invoqués par l'Administration des Contributions directes à l'appui de la thèse était fondé sur ce fait que les lois de 1914 et de 1917, ainsi que les décrets d'application, visent concurremment les revenus et les bénéfices réalisés par les contribuables et elle en déduisait que ces deux sources de profits devaient dans tous les cas être soumises à l'impôt. Avec raison, dans l'arrêté précité, le Conseil de Préfecture de la Seine remarque que, lorsque le législateur emploie, dans les textes cités, le mot « bénéfices », il n'entend en réalité désigner par ce terme « que les revenus proprement dits de certaines exploitations, professions ou occupations, lesquels sont dépourvus d'une dénomination spécifique, à la différence des revenus procurés par les emplois publics, par les emplois privés ou par certaines professions libérales, lesquels sont respectivement dénommés : traitements, salaires et honoraires ».

L'Administration soutenait également que, la plus-value perçue à l'occasion de la cession d'un fonds de commerce constituant un élément imposable à la contribution sur les bénéfices de guerre, elle devait, par analogie, l'être également à la taxe sur les revenus. Mais il ne faut pas oublier que la contribution sur les bénéfices de guerre est un impôt spécial et exceptionnel, entièrement distinct de l'impôt général et des impôts cédulaires sur les revenus annuels et que la législation qui la régit, tant par son objet que par les principes dont elle s'inspire, et par ses textes mêmes, est différente de celle qui est contenue dans les lois de 1914 et de 1917.

Toutefois, il importe de remarquer que, dans la décision que nous signalons, le Conseil a raison de bien limiter son interprétation au cas où la vente elle-même ne représente pas pour celui qui la fait l'exercice d'une industrie particulière, consistant en achats de fonds suivis de reventes. Alors, en effet, le bénéfice réalisé sur ladite cession deviendrait le produit d'une profession commerciale et, comme tel, serait incontestablement soumis aux impôts sur le revenu.

Arrêt de la Cour de Cassation concernant les délais de prévenance de cessation de travail.

Cet arrêt, rendu le 24 mars 1924 par la Chambre civile de la Cour de Cassation, décide que l'employeur doit considérer comme tenant lieu du préavis prévu par un règlement d'atelier la menace de grève qui lui a été notifiée et qui s'est réalisée après un laps de temps supérieur à celui fixé par le règlement pour la notification du préavis. Voici le texte de cet arrêt :

La Cour,

Sur le moyen unique, envisagé dans sa première branche :

Attendu que la société avait engagé J... et les autres défendeurs pour travailler dans son usine de L...; qu'aux termes du règlement d'atelier, l'engagement ne pouvait être rompu par la société ou par ses ouvriers qu'après un préavis réciproque donné un mois à l'avance.

Attendu que les vingt-cinq défendeurs, qui avaient formé un syndicat ouvrier, se sont mis en grève le 3 janvier 1921, à la suite du renvoi de C..., secrétaire du syndicat; que le directeur de l'usine, agissant au nom de la société, les a fait citer devant le juge de paix du canton du nord de Fougères, statuant en matière prud'homale; qu'il demandait leur condamnation solidaire au paiement de la somme de 12500 fr à titre de dommages-intérêts, en réparation du préjudice causé à la société par l'abandon du travail; que la sentence du juge de paix et, sur appel, le jugement attaqué ont déclaré cette action mal fondée;

Attendu qu'il résulte des motifs de la sentence, adoptés par le jugement et des motifs du jugement, que les ouvriers affiliés au syndicat se sont réunis le 14 novembre 1920, ont décidé de se mettre en grève, si C... était renvoyé et ont désigné trois délégués pour notifier leur résolution à la direction de l'usine; que les trois délégués ont été reçus, le 26 novembre par le directeur et l'ont avisé de cette résolution, mais n'ont pu obtenir le retrait de la mesure concernant C...; qu'ils ont rendu compte de l'accomplissement de leur mission à une réunion du 5 décembre;

Attendu, d'après le pourvoi, que le jugement attaqué aurait violé les articles 1134 et 1780 du Code civil en considérant comme un préavis une menace de grève, qui ne pouvait avoir ce caractère, parce qu'elle n'émanait pas des ouvriers eux-mêmes et qu'elle était conditionnelle et non pour une date déterminée;

Mais attendu, d'une part, que les trois délégués agissaient comme mandataires de tous les membres du syndicat ouvrier; qu'ainsi la société a bien reçu, en la personne de son directeur et au nom des 25 défendeurs qui composaient le syndicat, le préavis prescrit par le règlement ci-dessus relaté; que, d'autre part, ce préavis a été donné pour une date déterminée, puisque la grève était fixée au jour du départ de C..., qui était congédié pour le 31 décembre 1920; d'où il suit que J... et autres ont régulièrement usé de leur droit de résiliation du contrat de travail, et que la décision attaquée est légalement justifiée; qu'il est, dès lors, sans intérêt d'examiner les autres branches du moyen;

Par ces moyens, rejette.

Ainsi donc la grève, qui, d'après la jurisprudence, entraîne la résiliation du contrat de louage de services, ne peut toutefois donner lieu à une action en dommages-intérêts pour rupture de contrat lorsque les délais de prévenance ont été observés.

Jugement du Tribunal de Commerce de la Seine concernant les syndicats formés en vue de l'émission d'actions.

Ce jugement, en date du 23 janvier 1924 et que signale le « Recueil hebdomadaire de Jurisprudence Dalloz » du 8 mai, p. 346, reconnaît que les syndicats financiers constitués dans le but de procéder à l'émission des actions des sociétés anonymes sont, en principe, licites, mais que, s'ils ont pour objet d'accaparer la totalité des titres émis à l'effet de créer un cours factice et de leur donner une valeur majorée et non régularisée par des transactions normales, ils doivent être annulés comme ayant une cause illicite (art. 1108 et 1172 du Code civil).

La nullité du syndicat doit être prononcée à la demande de l'adhérent qui n'a accepté d'en faire partie que dans l'ignorance de ce but illicite et qui est victime d'un vol (art. 1116 du Code civil). Cet adhérent est, par voie de conséquence, en droit de réclamer la restitution des sommes par lui versées en entrant dans ledit syndicat.

8e Année — Tome XV — N° 22 — 31 Mai 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 181 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 22. 31 MAI 1924.

Excursion de la Société des Ingénieurs civils de France dans les régions du Nord. — L'excursion annuelle organisée par la Société des Ingénieurs civils de France, qui avait eu lieu l'an dernier en Belgique [1], se déroulera, cette année, dans les départements de l'Oise, du Nord et du Pas-de-Calais, du lundi 30 juin au samedi 5 juillet.

Le centre de rayonnement de l'excursion a été fixé à Lille, où les excursionnistes, partis de Paris le lundi à 7 heures, arriveront pour le dîner après avoir visité, dans la matinée, l'importante glacerie construite récemment par la Compagnie de Saint-Gobain, à Chantereine, aux environs de Compiègne, et, dans l'après-midi, les installations de la Compagnie du Chemin de fer du Nord à La Délivrance.

Le mardi sera entièrement consacré à la visite des Mines de Lens (installations de la fosse n° 11 et de l'usine électrique de la fosse n° 10) ; une conférence de M. Cuvelette sur l'industrie minière est prévue au cours de cette visite. Le lendemain, visite des Mines de Béthune. Dans la journée de jeudi, les excursionnistes seront reçus, dans la matinée, par les Établissements Thibergen frères, à Tourcoing (peignage, filature et tissage), et, dans l'après-midi, par la Compagnie de Fives-Lille (ateliers de modelage et de fonderie, de forges et d'estampage, d'usinage et de montage). Le vendredi, ils visiteront les ateliers de la Société d'Escaut et Meuse, près de Valenciennes, puis les nouvelles installations de Blanc-Misseron des Ateliers du Nord de la France pour la construction des locomotives et du matériel de chemins de fer.

La dernière journée, le samedi 5 juillet, sera consacrée à Dunkerque, où la Compagnie du Chemin de fer du Nord et la Chambre de Commerce feront visiter leurs récentes installations.

[1] *Revue générale de l'Électricité*, 14 juillet 1923, t. XIV, p. 41-42.

Bibliographie : Quelques réflexions sur la relativité, par P. WORMS DE ROMILLY, avec une préface de M. Lecornu, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique [1]. — L'auteur n'a d'autre but, en écrivant le présent travail, que de préciser les idées sur la théorie de la relativité et ses premiers développements.

Dans la première partie, il indique quelques formules auxquelles on a été conduit pour interpréter certains phénomènes, sans en donner l'établissement rigoureux, afin de pouvoir comparer les valeurs numériques fournies par la théorie à celles qui correspondent à l'expérience.

Dans la seconde partie, il cherche à donner une idée du calcul des tenseurs et à montrer comment on les utilise pour

[1] Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 59 pages, édité par la librairie scientifique J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne, à Paris. Prix : broché, 6 fr.

trouver des relations qui ne changent pas de forme pour une transformation ponctuelle des variables.

Il applique ensuite ce calcul tensoriel à quelques cas, pour bien faire saisir comment il doit être utilisé et pour déterminer dans quelle mesure les résultats obtenus peuvent donner d'une loi de la nature, une représentation satisfaisant au principe de la relativité.

La dernière partie formule les conclusions de l'auteur sur différents points de la théorie d'Einstein. — Y. G.

Bibliographie : Etude mécanique et usinage des machines électriques, par H. de Pistoye [1]. — Ce nouveau volume que l'Encyclopédie d'Electricité industrielle, dirigée par M. A. Blondel, vient de faire paraitre, constitue un ouvrage particulièrement intéressant pour tous les ingénieurs et constructeurs électriciens ; car l'auteur y a rassemblé tous les documents parus jusqu'à ce jour concernant la construction des machines tant au point de vue mécanique qu'électrique, et il y a joint un grand nombre de détails d'atelier concernant l'exécution des machines électriques.

Quelques extraits de la préface, nous ferons connaitre exactement le but poursuivi par l'auteur :

« Le sujet de cet ouvrage est l'étude mécanique des machines électriques tournantes telle qu'elle est faite dans les bureaux de dessin et leur exécution dans les ateliers.

» Dans la première partie, nous étudions d'abord les efforts qui agissent sur les machines électriques, action magnétique, effet des courroies, effet de la force centrifuge..... l'étude des parties tournantes en commençant par les arbres et paliers qui en sont l'élément essentiel, les rotors de différents types de machines électriques ....., machine à courant continu ou moteurs asynchrones.

» Un chapitre est consacré aux organes spéciaux, tels que collecteurs, bagues de prise de courant ; dans un autre, on s'occupe plus spécialement de l'étude mécanique des stators.

» Le sujet traité dans la première partie de ce volume n'a fait jusqu'à présent l'objet que d'un très petit nombre d'études d'ensemble. Les dessinateurs qui voulaient se documenter sur la construction des machines électriques étaient obligés de se reporter à des articles épars dans les revues techniques et à plusieurs ouvrages de mécanique ou de résistance des matériaux. Encore certains travaux n'étaient-ils nulle part traités de façon complète ; aussi avons-nous donné les démonstrations des principales formules ou méthodes de calcul relatives aux vitesses critiques des arbres, aux volants et à la flexion des grandes carcasses.

» Dans la seconde partie, nous examinons l'usinage des machines électriques dans les ateliers ; travail des tôles, bobinages, exécution des collecteurs, usinage mécanique proprement dit, étuvage et imprégnation. L'exécution des arbres, croisillons, bâtis, etc., étant en somme une question de mécanique générale, nous nous contentons d'indiquer les particularités relatives à l'usinage de ces pièces, sans étudier celui-ci dans son ensemble.

» Un chapitre spécial est consacré à l'équilibrage des rotors qui prend actuellement de plus en plus d'importance. »

Ce livre qui vient combler une lacune de notre littérature technique a sa place indiquée sur la table de tous les ingénieurs ou dessinateurs qui s'occupent de construction. Tous les calculs mécaniques qui doivent être connus dans les bureaux d'étude y sont exposés et traités par des procédés précis (vitesse critique, étude des paliers, calcul des jantes).

Nous compléterons ces quelques indications en rappelant que l'auteur a visité un grand nombre d'ateliers pour se documenter sur les méthodes de travail adoptées pour l'usinage des divers organes des machines et leur montage ; cette partie de son ouvrage est illustrée de nombreuses photographies de machines-outils, telles que presses encocheuses, cisailles, machines à rectifier les collecteurs, machines à repasser et comprimer les sections, tours à bobiner, dévidoirs, enrubanneuses, installations d'imprégnation, etc., qui nous donnent une idée très exacte de ce qu'est la vie d'une usine moderne de construction électrique.

Si quelque lecteur est désireux d'approfondir particulièrement une question déterminée, il trouvera, à la fin de chaque chapitre, un index bibliographique des principaux travaux, se rapportant aux sujets qui y sont traités.

En résumé, nous pouvons dire que cet ouvrage fait honneur à la littérature technique française. — B. C.

[1] Un volume, format 15,5 cm × 23,5 cm, de 839 pages avec 80? figures dans le texte, édité par J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, à Paris (VIe). Prix : relié, 80 fr ; broché, 70 fr.

Bibliographie : Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1924 [1]. — Comme ses devanciers, l'Annuaire pour l'an 1924 est toujours divisé en cinq chapitres principaux relatifs au Calendrier, à la Terre, à l'Astronomie, aux Poids et Mesures et aux Données physiques et chimiques.

Nous rappelons qu'on y a reproduit des études intéressantes concernant les constellations, les spectres stellaires et leur classification, mais surtout une notice du lieutenant de vaisseau Tillier, ancien chef du Transit de la Compagnie universelle du Canal de Suez, sur le tonnage des navires.

Il y a deux notices biographiques nouvelles : Abraham Bréguet, par Emile Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et Louis Favé, ingénieur hydrographe en chef de la Marine, par E. Fichot, ingénieur hydrographe en chef de la Marine et deux notices scientifiques : Le problème de l'heure, son évolution et son état actuel, par G. Bigourdan, membre de l'Institut ; Les distances des étoiles et l'œuvre scientifique de Copernic, par Hamy, membre de l'Institut.

Après la liste donnant la composition du Bureau des Longitudes, on trouvera trois tables des matières contenues non seulement dans l'annuaire pour 1924, mais encore dans les annuaires pour 1917, 1918, 1920, 1921, 1922 et 1923.

Dans la première table, les renseignements de l'annuaire pour 1924 sont groupés par chapitres et par articles principaux ; la seconde table rappelle, dans l'ordre des chapitres, les principaux articles contenus dans les annuaires des années 1917 à 1923 et non reproduits en 1924. Enfin, la troisième table indique, par ordre alphabétique, la plupart des renseignements donnés par les annuaires de 1917 à 1924 en renvoyant au volume qui les contient. Malgré l'abondance des matières, il est ainsi facile de retrouver le renseignement que l'on cherche.

En résumé, les éditeurs ne reculent devant aucun sacrifice pour maintenir leur annuaire au courant des dernières découvertes de la science, néanmoins sans en augmenter le prix. — B. C.

[1] Un volume, format 14 cm × 10 cm, de XII-658 + 161 pages, avec 5 cartes célestes en couleurs, 3 cartes magnétiques de la France, 3 cartes magnétiques de l'Afrique du Nord et 3 planches de spectres, édité par la librairie Gauthiers-Villard et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris (VIe). Prix : relié, 8.50 fr ; broché, 6 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Prédétermination des surtensions par les harmoniques de saturation des transformateurs

La tendance certaine, qu'ont les constructeurs à adopter des valeurs d'induction maximum de plus en plus élevées dans le fer des transformateurs immergés, n'est pas sans inconvénients divers. Parmi ceux-ci, la production d'harmoniques qui peuvent devenir dangereux doit retenir l'attention des exploitants : il serait, en effet, bien inutile de continuer à imposer de sévères exigences aux alternateurs, si l'on devait, par ailleurs, tolérer l'emploi d'appareils pouvant réduire à néant les précautions prises pour éviter la production d'harmoniques. Les auteurs proposent ici une méthode de prédétermination de ces harmoniques de saturation dont l'adoption permettra de rechercher où il faut s'arrêter dans cette voie.

I. **Introduction.** — Depuis que la pratique de l'immersion des transformateurs dans l'huile s'est développée, les constructeurs ont profité du refroidissement énergique ainsi obtenu pour augmenter progressivement l'induction maximum à laquelle est soumis le fer de ces transformateurs par les variations de flux dues au fonctionnement normal.

On peut se demander d'abord, ainsi que l'a fait M. Darrieus [1], si, au point de vue simplement économique, on n'est pas allé déjà trop loin dans cette voie, et la réponse est affirmative : l'augmentation de dépense d'énergie résultant de l'augmentation des pertes dans le fer est maintenant, pour beaucoup de transformateurs, très supérieure, *de beaucoup supérieure*, à l'économie d'intérêt et d'amortissement que l'on fait sur le capital engagé dans le transformateur.

Mais ceci a bien d'autres inconvénients : un premier, assez connu maintenant, est celui de provoquer des surintensités considérables lorsque l'on met le primaire d'un transformateur, sans précautions spéciales, en dérivation sur le réseau de distribution à tension constante. M. Bunet [2] a particulièrement étudié ces surintensités, que l'on peut éviter d'ailleurs, ainsi que leurs conséquences, par l'adoption de quelques précautions.

Un second inconvénient, moins connu, résulte de la production d'harmoniques par le processus suivant : la tension appliquée au primaire d'un transformateur étant supposée sinusoïdale, si le fer est très saturé quand l'induction passe par sa valeur maximum, le courant magnétisant n'est pas sinusoïdal, loin de là : au terme fondamental s'ajoutent de nombreux et importants harmoniques ; si le transformateur n'avait pas de fuites, ni de résistances, la tension secondaire ne contiendrait pas d'harmoniques ; mais, grâce surtout aux fuites magnétiques, la tension secondaire contient des harmoniques, résultant du produit de la réactance de fuites par les harmoniques du courant magnétisant, qui ont finalement le même effet que s'ils étaient produits par l'alternateur. Pour certaines valeurs de la capacité branchée sur le secondaire, l'un ou l'autre de ces harmoniques peut entrer en résonance, ce qui donne lieu, alors, à un fort courant harmonique et à une surtension par amplification de cet harmonique de tension.

Fort heureusement, cette saturation magnétique a pour effet de limiter elle-même la surtension produite, puisqu'alors de grandes variations de courant ne peuvent produire que des variations d'induction beaucoup moindres que lorsque le fer n'est pas saturé. La saturation magnétique agit donc là comme une arme à deux tranchants ; elle a une influence heureuse en limitant les surtensions, de quelque nature qu'elles soient d'ailleurs, mais elle en provoque elle-même.

II. **Exposé de la méthode.** — Comment finalement ces deux influences contraires se composent-elles quand on augmente progressivement la saturation magnétique ? C'est ce que nous nous sommes proposé d'établir par l'étude qui suit, faite dans un cas précis correspondant à une réalité.

Ce cas est celui d'un gros transformateur élévateur alimenté par un alternateur du même ordre de grandeur, dénué d'harmoniques. Dans la self-inductance des fuites du primaire du transformateur, il faut évidemment inclure l'inductance des fuites totales de l'alternateur ramenées dans l'induit.

Ceci supposé, il est très facile de déterminer les harmoniques que contiendra la tension secondaire du transformateur, celui-ci étant à vide, quand on con-

[1] Ceci résulte d'une étude faite par M. Darrieus, dont ce dernier nous a donné connaissance et qui paraîtra prochainement dans la *Revue générale de l'Électricité*.

[2] P. Bunet. *Les transformateurs*. Encyclopédie Baillière-Blondel. Voir aussi *Revue générale de l'Électricité*, 16 février 1924, t. XV, p. 242.

nait le cycle d'hystérésis du noyau de tôles du transformateur pour une induction maximum envisagée. Il suffit de tracer la courbe du courant magnétisant, de l'analyser et de multiplier chaque terme par $\nu\omega\mathcal{L}_1$, où $\mathcal{L}_1$ est la self-inductance totale des fuites du primaire, calculée comme il est dit ci-dessus; ω, la pulsation fondamentale et ν, le rang de l'harmonique dans la série de Fourier, pour avoir l'harmonique de tension au primaire, lequel, multiplié par le rapport des nombres de spires secondaire et primaire donne l'harmonique de tension au secondaire.

Notons, d'ailleurs, en passant qu'il n'est pas nécessaire de faire un cycle d'hystérésis pour chacune des inductions maxima que l'on veut envisager et que l'on peut très bien se contenter de la courbe du magnétisme, abstraction faite de l'hystérésis. C'est ce que nous avons fait. Avec une dizaine de valeurs de l'induction maximum, on n'a ainsi qu'une dizaine de courbes du courant magnétisant à analyser et cette opération s'exécute encore *relativement* vite.

Il n'en est pas de même pour la recherche des harmoniques en résonance parfaite : il ne suffit pas, évidemment, de multiplier chacun des harmoniques de tension trouvés à vide par le facteur de surtension pour chaque fréquence, celui-ci étant supposé connu, car la saturation vient changer ce facteur de surtension. Il faut rechercher de nouveau chacun des harmoniques de tension dans ces conditions, en supposant connue la résistance au primaire et au secondaire pour chacune des fréquences à considérer, ce qui n'est pas une mince besogne.

Il faut d'abord imaginer une méthode : voici celle que nous avons employée, le secondaire étant considéré complètement dénué de charge. Appelons :

Φ, le flux instantané, commun au primaire et au secondaire et qui comprend le flux dans le fer et le flux dans l'air, s'il y a lieu d'en tenir compte ;

n_1 et n_2, les nombres de spires, primaire et secondaire;

R_1 et R_2, les résistances ;

i_1 et i_2, les courants instantanés ;

u_1 et u_2, les tensions instantanées entre bornes ;

$\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$, les self-inductances de fuites. $\mathcal{L}_1$ comprendra, comme on l'a déjà dit, l'inductance des fuites de l'alternateur, si u_1 est la tension intérieure de celui-ci;

C, la capacité branchée au secondaire.

On a évidemment

$$n_1\Phi + \mathcal{L}_1 i_1 + R_1\int i_1\,dt = \int u_1\,dt, \qquad (1)$$

$$n_2\Phi + \mathcal{L}_2 i_2 + R_2\int i_2\,dt = -\int u_2\,dt = -\frac{1}{C}\int\int i_2\,dt. \qquad (2)$$

Comme nous l'avons indiqué, nous remplaçons la courbe du cycle d'hystérésis par une courbe moyenne entre les deux parties de la boucle. Cela ne nous empêchera pas de tenir compte des pertes par hystérésis, et même de celles par courants de Foucault, qui limitent les surtensions, en augmentant convenablement les résistances ohmiques des enroulements pour chacune des fréquences.

La courbe du flux commun Φ en fonction des ampères-tours $n_1 i_1 + n_2 i_2$ nous est alors connue ; elle commence par une partie rectiligne et, s'il n'y avait pas saturation, on aurait

$$n_1 i_1 + n_2 i_2 = \frac{n_1 n_2 \Phi}{M},$$

où M est le coefficient de mutuelle induction des deux enroulements. Cela résulte directement de la définition du coefficient de mutuelle induction.

A cause de la saturation, il faudra écrire (v. fig. 2)

$$n_1 i_1 + n_2 i_2 = \frac{n_1 n_2 \Phi}{M} + \mathfrak{A}, \qquad (3)$$

$\mathfrak{A}$ étant un nombre d'ampères-tours, fonction du flux, et qui n'existe qu'autant qu'il y a saturation. Au-dessous de la saturation, $\mathfrak{A} = 0$, et l'on doit retrouver les relations classiques des transformateurs.

En tirant Φ de (3) et le remplaçant dans (1) et (2), on a deux nouvelles équations, entre lesquelles on peut éliminer i_1. Si l'on remarque que l'on a, en outre,

$$\mathcal{L}_1 + \frac{n_1}{n_2}M = L_1 \quad \text{et} \quad \mathcal{L}_2 + \frac{n_2}{n_1}M = L_2,$$

où L_1 et L_2 ont le sens ordinaire des coefficients de self-induction, c'est-à-dire sont les coefficients totaux de self-induction en dessous de la saturation, on arrive à l'expression

$$\left(L_2 - \frac{M^2}{L_1}\right) i_2 + \frac{1}{C}\int\int i_2\,dt + R_2\int i_2\,dt - \frac{M}{L_1}R_1\int i_1\,dt = -\frac{M}{L_1}\int u_1\,dt + \frac{\mathcal{L}_1}{L_1}\frac{M}{n_1}\mathfrak{A}, \qquad (4)$$

dans laquelle i_1 n'a pas été remplacé, nous allons voir pourquoi.

Cette expression, qui est *rigoureuse*, montre que la saturation n'a en somme pour effet que d'introduire une force électromotrice qui agit de la même manière que si elle était dans l'alternateur : elle est, dans le secondaire, $\frac{M}{L_1}\frac{\mathcal{L}_1}{n_1}\frac{d\mathfrak{A}}{dt}$, alors que la force électromotrice de l'alternateur ramenée au secondaire est $\frac{M}{L_1}u_1$. Elle montre encore que c'est toujours l'inductance des fuites totales ramenées au secondaire, $N_2 = L_2 - \frac{M^2}{L_1}$, qui donne la résonance, comme lorsqu'il n'y a pas de saturation.

Il y a, en réalité, encore un petit changement par le

terme en $R_1 \int i_1 \, dt$, car i_1, déduit de (3) contient $\mathcal{A}$

$$i_1 = -\frac{n_2}{n_1} i_2 + \frac{n_2 \Phi}{M} + \frac{\mathcal{A}}{n_1}.$$

Pour tenir compte de cela, nous avons deux moyens :

1° Nous pouvons supposer que i_1 est grand vis-à-vis du courant d'excitation

$$\left(\frac{n_2 \Phi}{M} + \frac{\mathcal{A}}{n_1}\right),$$

même lorsqu'il y a saturation, et alors l'équation (4) devient

$$N_2 i_2 + \frac{1}{C} \int \int i_2 \, dt + \left(R_2 + R_1 \frac{n_2^2}{n_1^2}\right) \int i_2 \, dt$$
$$= -\frac{M}{L_1} \left[\int u_1 \, dt - \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \mathcal{A}\right], \qquad (5)$$

dont le premier membre est celui d'un circuit résonant ordinaire, en prenant comme résistance

$$R = R_2 + R_1 \frac{n_2^2}{n_1^2},$$

c'est-à-dire la résistance totale ordinaire ramenée au secondaire. En adoptant cette résistance, nous péchons par excès puisque i_1 est en réalité plus petit, numériquement, que la valeur admise ainsi : la résistance, comptée de cette façon, constitue une limite supérieure.

2° Nous pouvons, au contraire, supposer R_1 nul, ce qui nous donnera une limite inférieure de la résistance, avec l'équation

$$N_2 i_2 + \frac{1}{C} \int \int i_2 \, dt + R_2 \int i_2 \, dt$$
$$= -\frac{M}{L_1} \left[\int u_1 \, dt - \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \mathcal{A}\right]. \qquad (6)$$

On pourra donc faire les calculs avec R, puis avec R_2 comme résistance du circuit résonant. Dans l'exemple choisi, qui correspond à une réalité, la différence entre les résultats obtenus de ces deux manières était insignifiante.

u_1 étant supposé sans harmoniques, c'est uniquement $\frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \mathcal{A}$ qui en contient, avec un terme fondamental qui sera généralement petit devant $\int u_1 \, dt$.

Supposons alors l'harmonique de rang ν en résonance exacte.

Le terme fondamental de i_2 sera sensiblement

$$\frac{U_1 \frac{M}{L_1}}{\frac{1}{\omega C} - \omega N_2}, \text{ en valeur efficace,} \qquad (8)$$

U_1 étant la valeur efficace de u_1 ; car, d'une part, la résistance, pour le terme fondamental, sera négligeable devant $\left(\frac{1}{\omega C} - \omega N_2\right)$, et, d'autre part, le terme fondamental de tension venant de $\mathcal{A}$, savoir $\frac{M}{L_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \frac{d\mathcal{A}}{dt}$ (pour $\nu = 1$) sera probablement négligeable devant $U_1 \frac{M}{L_1}$. Ceci se vérifie dans l'exemple qui suivra.

Le terme de rang ν de i_2 est aussi facile à trouver, puisqu'il est en résonance. Si $\mathcal{A}_\nu$ est la valeur efficace de l'harmonique de $\mathcal{A}$ de rang ν, le terme de rang ν de i_2 a pour valeur

$$\frac{M}{L_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \omega \nu \frac{\mathcal{A}_\nu}{\rho}, \qquad (9)$$

ρ étant égal, soit à R, soit à R_2 comme nous l'avons dit plus haut.

Quant aux autres harmoniques de i_2, on peut évidemment les négliger, parce que le dénominateur contenant $\left(\nu \omega N_2 - \frac{1}{\nu \omega C}\right)$, en quadrature avec ρ est beaucoup plus grand que ρ.

On peut donc admettre, pour la recherche, qu'il n'y a dans i_2 qu'un terme fondamental dont la valeur (8) est connue et l'harmonique résonant, dont la valeur ne nous est pas connue parce que nous ne connaissons pas $\mathcal{A}_\nu$ de la formule (9).

On ne peut procéder que par approximations successives, de la façon suivante :

En se donnant une valeur de U_1, on calcule le terme fondamental de i_2 d'après (8). On donne à l'harmonique ν de i_2 une première valeur supposée et de la formule (2), dans laquelle on s'est ainsi donné i_2, on tire Φ en fonction de t ; de là, on passe aisément à la courbe de $\mathcal{A}$ en fonction de t qu'on analyse pour en déduire le terme $\mathcal{A}_\nu$ de rang ν, lequel, remplacé dans la formule (9) fournit une valeur du terme de rang ν de i_2 plus voisine de la réalité. On recommencera encore l'opération avec cette nouvelle valeur, puis avec une troisième, une quatrième, etc., jusqu'à ce que la différence entre deux valeurs successives trouvées soit négligeable. On cherchera alors quel est l'ordre de grandeur du terme fondamental de $\frac{M}{L_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \frac{d\mathcal{A}}{dt}$, pour voir s'il y a lieu de modifier l'expression (8) du courant à la fréquence fondamentale ; dans l'affirmative, on recommencera avec cette modification.

Enfin, comme les expressions (5) et (6) ne sont qu'approchées, il sera prudent de chercher aussi l'ordre de grandeur des deux termes

$$\frac{R_1 n_2}{M} \int \Phi \, dt \quad \text{et} \quad \frac{R_1}{n_1} \int \mathcal{A} \, dt,$$

pour voir s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer l'équation

suivante, plus rigoureuse que (5) et (6),

$$\mathcal{N}_2 i_2 + \frac{1}{C}\int\int i_2 \,\mathrm{d}t + \left(R_2 + R_1 \frac{n_2^2}{n_1^2}\right)\int i_2 \,\mathrm{d}t$$
$$= -\frac{M}{L_1}\left[\int u_1 \,\mathrm{d}t - \frac{\mathcal{L}_1}{n_1}\mathcal{A}\right.$$
$$\left. - \frac{R_1 n_2}{M}\int \Phi \,\mathrm{d}t - \frac{R_1}{n_1}\int \mathcal{A}\,\mathrm{d}t\right]. \qquad (7)$$

Tout ce travail n'est pas difficile; il est seulement très long et il ne faut pas se tromper.

Avant de passer à un exemple d'application, nous dirons quelques mots des précautions à prendre pour calculer aussi exactement que possible les diverses grandeurs figurant dans les formules.

Pour déterminer $\mathcal{A}$, il ne faut pas se contenter d'un calcul fait sur le noyau, en partant de courbes d'hystérésis ou de magnétisme relevées sur des tôles identiques à celles employées pour réaliser le noyau. Les joints ont, par leur réluctance, une très grande importance et il est prudent de relever la courbe de magnétisme sur le noyau même, en ordre de marche.

Les selfs-inductances de fuite, $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$, peuvent être obtenues par le calcul aidé de l'expérience. Elles diminuent un peu quand la fréquence augmente. Comme $\mathcal{L}_1$ doit comprendre l'inductance des fuites de l'alternateur, sa détermination par le calcul est assez laborieuse; on peut faire appel, en partie, à l'expérience, ainsi que le font les constructeurs de turboalternateurs qui veulent évaluer la valeur du courant de court-circuit instantané. La partie de $\mathcal{L}_1$ et la totalité de $\mathcal{L}_2$, afférentes au seul transformateur, combinées ensemble au secondaire ou au primaire, donnent l'inductance des fuites totales de cet appareil, inductance qui peut être relevée expérimentalement par un essai de marche permanente en court-circuit.

On peut donc arriver à se faire une idée assez exacte des valeurs de $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$, ou de celle de $\mathcal{N}_2$, disons à 10 pour 100 près pour fixer les idées.

C'est à peu près avec la même approximation que l'on peut calculer les valeurs de R_1 et de R_2 correspondant aux divers rangs des harmoniques. Il faut d'abord tenir compte de l'augmentation de résistance ohmique des enroulements (alternateur, primaire et secondaire du transformateur) due à l'effet Kelvin et à la création de courants de Foucault dans les pièces voisines de ces enroulements. Il faut aussi introduire dans les valeurs de ces résistances l'influence des pertes par hystérésis et courants de Foucault dans les tôles de l'alternateur et du transformateur. C'est un travail très laborieux, mais que l'on peut faire aboutir avec quelque patience.

Pour comprendre comment l'on peut mener ce calcul, commençons par faire abstraction de la répartition non uniforme du flux dans chaque tôle, qui résulte de la présence des courants de Foucault. Si la perte par hystérésis était rigoureusement proportionnelle au carré de l'induction maximum, la résistance fictive correspondante serait indépendante du courant qui développe le flux, tout au moins au-dessous de la saturation, comme la résistance fictive qui correspond aux courants de Foucault. On a cru pendant longtemps que la perte par hystérésis était proportionnelle à la puissance 1,6 de l'induction; mais, d'après quelques praticiens de la construction électrique, ce qui se passe est en réalité bien plus complexe et il paraît que l'ensemble des pertes dans le fer varie parfois suivant une puissance de l'induction maximum supérieure à 2. Il nous semble que l'on peut mettre tout le monde d'accord, pour des problèmes très spéciaux comme celui-ci, en prenant la puissance 2 qui a l'avantage de donner une résistance fictive indépendante du courant au-dessous de la saturation.

Mais, comme ici il s'agit justement de saturation, il faut chercher la résistande fictive de part et d'autre des inductions autour desquelles les harmoniques donnent des variations. Puis il faut tenir compte de ce que le flux n'est pas uniformément réparti dans chaque tôle, à cause de la présence des courants de Foucault. On peut le faire en partant des formules données par l'un de nous (1) dans une étude de 1905, qui aboutit aux formules suivantes :

Si $\mathcal{B}_1$ est l'induction maximum uniforme quand l'influence des courants de Foucault est négligeable, l'induction maximum $\mathcal{B}_m$ est donnée par l'expression

$$\mathcal{B}_m^2 = \mathcal{B}_1^2 \frac{(2bh)^2}{2}\frac{\cosh 2bh + \cos 2bh}{\cosh 2bh - \cos 2bh},$$

où $2h$ est l'épaisseur de la tôle; $b = \sqrt{2\pi\mu c\omega}$, avec $\pi = 3{,}14$, μ étant la perméabilité et c. la conductivité de la tôle.

Avec des hypothèses très simples, ou avec les formules exactes de répartition du flux, on peut ainsi calculer la perte par hystérésis. La perte par courants de Foucault est donnée par

$$P_F = P_1\left(\frac{F}{50}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{\Phi_m}{\Phi_1}\right)^2 k\,\frac{\sinh 2bh - \sin 2bh}{\cosh 2bh - \cos 2bh},$$

où P_1 est la perte à 50 p : s pour un flux Φ_1;

F, la fréquence envisagée;

Φ_m, le flux que l'on a;

k, un coefficient qui dépend de la nature de l'appareil (circuit magnétique fermé ou ouvert) et que l'on détermine facilement par les pertes connues en basse fréquence.

Evidemment, on n'obtient pas des résultats d'une grande précision; mais, fort heureusement, les résistances fictives correspondant à ces pertes dans le fer ne deviennent de la même importance que les résistances proprement dites que pour les harmoniques de

(1) P. Boucherot; Sur la résistance fictive et la diminution de self-induction créées par les courants de Foucault. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, avril 1905, 2e série, t. v, p. 335.

rang très élevé ; dans les exemples que nous donnerons dans la suite, les résistances fictives correspondant aux pertes totales dans le fer restent inférieures à la moitié des résistances proprement dites, en sorte que l'erreur faite sur ces résistances fictives n'entache pas beaucoup le résultat final, certainement.

Mais tous ces calculs prennent beaucoup de temps.

III. **Exemple d'application.** — Nous appliquerons les considérations théoriques précédentes à l'étude d'un cas précis, correspondant à une installation existante dont le schéma est le suivant :

Un turboalternateur triphasé de 45000 kv-A, 6000 v, 50 p : s, est relié à un réseau de câbles à haute tension supposé à vide, à travers un groupe de trois transformateurs monophasés (fig. 1).

Ces transformateurs, dont les primaires sont couplés en triangle et les secondaires en étoile, ont chacun un

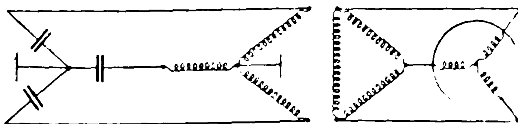


Fig. 1. — Schéma d'un turboalternateur alimentant un réseau de câbles à vide à travers un groupe de trois transformateurs monophasés.

rapport de transformation égal à 6,33, et sont capables de développer chacun une puissance apparente de 15000 kv-A.

Étant donné ce mode de couplage, nous conduirons le calcul en étudiant un transformateur simple, pris séparément, ce qui nous amène à introduire dans les équations du primaire le triple de l'inductance, ainsi d'ailleurs que le triple de la résistance par phase de l'alternateur. Il suffit, pour vérifier cette affirmation, de développer les puissances actives et réactives en jeu.

Le calcul nous fournira donc la tension étoilée au secondaire ; nous en tirerons, par une simple construction graphique, la tension composée.

Le transformateur possède 98 spires au primaire et 620 au secondaire.

L'inductance des fuites totales par phase de la génératrice, étant voisine de 0,67 millihenry et celle du primaire du transformateur de 0,12 millihenry, la self-inductance de fuites à compter au primaire sera

$$\mathcal{L}_1 = 0,00212 \text{ henry.}$$

La self-inductance de fuites du secondaire est

$$\mathcal{L}_2 = 0,021 \text{ henry.}$$

La figure 2 représente la courbe du flux commun aux deux enroulements primaire et secondaire en fonction des ampères-tours totaux.

La partie droite de cette caractéristique conduit aux valeurs suivantes :

Coefficient de mutuelle inductance, $M = 31$ henrys ;
Coefficient de self-inductance primaire,

$$L_1 = 4,902 \text{ henrys ;}$$

Coefficient de self-inductance secondaire,

$$L_2 = 196,2 \text{ henrys.}$$

Enfin, l'inductance des fuites totales qui donne la résonance, comptée du côté de la haute tension, est

$$N_2 = 0,106 \text{ henry,}$$

calculée, pour plus de certitude, à partir de $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$.

En toute rigueur, il faudrait tenir compte de la variation de cette self-inductance avec la fréquence (surtout

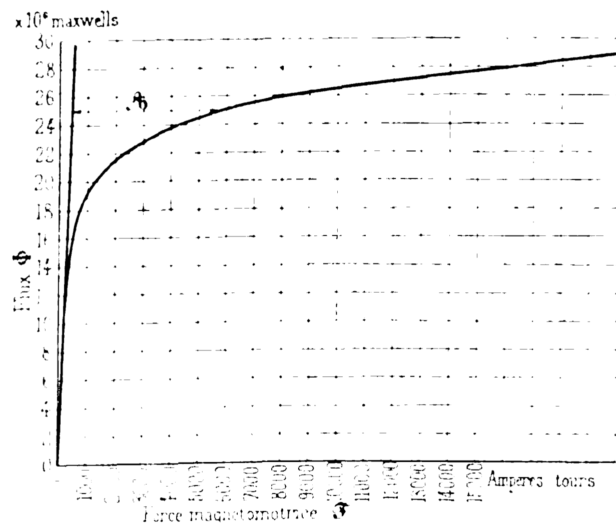


Fig. 2. — Courbe du flux commun aux enroulements primaires et secondaires.

pour l'alternateur), mais nous ne nous occuperons ici que des harmoniques inférieurs et la correction que nous apporterions de ce côté serait négligeable vu l'approximation que nous recherchons.

Secondaire a vide. — Ceci posé, nous calculerons l'amplitude des harmoniques 5 et 7 engendrés par la saturation, en supposant d'abord le secondaire à vide.

Dans ce cas très simple, on peut négliger les résistances, et les équations (1) et (2) deviennent

$$n_1 \Phi + \mathcal{L}_1 i_1 = \int u_1 \, dt,$$

$$n_2 \Phi = -\int u_2 \, dt,$$

et, comme u_1 est sinusoïdal par hypothèse, l'amplitude du terme de rang ν de u_2 aura pour expression

$$(u_2)_\nu = \frac{n_2}{n_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \nu\omega (n_1 i_1)_\nu,$$

$(n_1 i_1)$ étant l'amplitude de l'harmonique de rang ν de la courbe des ampères-tours en fonction du temps.

En passant aux valeurs numériques, on aura, pour les harmoniques 5 et 7,

$$(u_2)_5 = 0{,}215\,(n_1 i_1)_5,$$

$$(u_2)_7 = 0{,}30\,(n_1 i_1)_7.$$

Supposons, à titre d'exemple, une tension primaire efficace de 6 000 v; le flux total, à chaque instant, (c'est-à-dire le flux commun tel qu'il est tracé en figure 2, majoré du flux de fuites $\mathcal{L}_1 i_1$) a pour valeur maximum $27{,}4 \times 10^6$ maxwells, ce qui correspond à une induction maximum dans le fer de 15 000 C. G. S.

En divisant la demi-période en 18 coordonnées équidistantes, on trouve les valeurs suivantes :

Tableau I.

ωt	FLUX	AMPÈRES-TOURS
0	0	0
10	4 740	100
20	9 350	200
30	13 700	300
40	17 600	650
50	20 900	1 550
60	23 600	3 700
70	25 700	7 100
80	26 900	10 300
90	27 400	12 000

En décomposant la courbe des ampères-tours en série de Fourier, on trouve

$$(n_1 i_1)_5 = 1\,530 \text{ ampères-tours},$$

$$(n_1 i_1)_7 = -\,390 \text{ ampères-tours};$$

d'où

$$(u_2)_5 = 329 \text{ v},$$

soit 0,61 pour 100 du terme fondamental et

$$(u_2)_7 = -\,117 \text{ v},$$

soit 0,22 pour 100 du terme fondamental

En calculant ces harmoniques pour différentes valeurs de la saturation, on obtient les courbes de la figure 3. Elles montrent que l'amplitude de l'harmonique 5 croît rapidement au delà de l'induction maximum de 15 000 C. G. S.; elle atteint 1 650 v, soit 2,5 pour 100 du terme fondamental lorsque la force électromotrice primaire efficace est de 7 500 v (et l'induction voisine de 18 750 C. G. S.) et décroît ensuite. L'amplitude de l'harmonique 7 suit une loi plus compliquée.

Secondaire branché sur des cables a vide. — Nous supposerons maintenant que le transformateur est branché sur des câbles à vide, et nous étudierons ce que devient l'harmonique 5 au secondaire dans le cas de la résonance.

Celle-ci se produira lorsque la capacité du câble sera

$$C = \frac{1}{\mathcal{N}_2 \nu^2 \omega^2} = 3{,}81 \text{ microfarads},$$

ce qui correspond, dans le cas de l'installation envisagée, à une longueur de câble d'environ 19 km.

L'amplitude du terme fondamental, tirée de l'expression (8) sera

$$A = 66{,}5 \text{ A}.$$

Il nous faut alors rechercher les valeurs de la résistance fictive du circuit pour le terme fondamental et pour la fréquence 250 p : s.

Pour le terme fondamental, nous adopterons les valeurs tirées des essais normaux effectués sur les

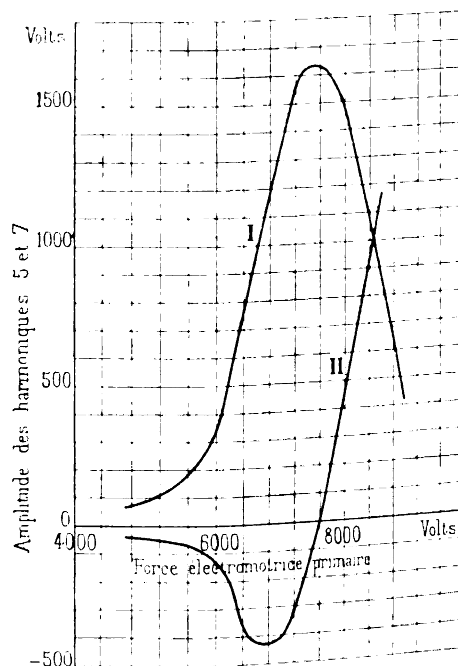


Fig. 3. — Courbes montrant les variations de l'amplitude des harmoniques 5 et 7 pour différentes saturations (transformateur à vide).

appareils et, pour l'harmonique 5, nous utiliserons les formules déjà citées. Nous négligerons les pertes dans le cuivre et dans le diélectrique du câble, car elles sont très faibles vis-à-vis des pertes dans l'alternateur et dans le transformateur. Nous verrons d'ailleurs plus loin qu'une erreur notable commise sur l'évaluation

des résistances n'a que fort peu d'influence sur les résultats du calcul. Nous aurons ainsi

	FRÉQUENCE 50 p : s	FRÉQUENCE 250 p : s
Alternateur (fer et cuivre)	0.006	0.009
Transformateur (cuivre B. T.) ..	0.006	0.008
Transformateur (fer)	0.0025	0,005
Transformateur (cuivre H. T.) ..	0.25	0, 30
R_1	0.0145	0,022
R_2	0.25	0.30
$R_2 + R_1 \frac{n_2^2}{n_1^2}$	0,83	1.18

Nous pouvons maintenant calculer le flux Φ à partir des équations (1) et (2).

En mettant i_2 sous la forme

$$i_2 = A \sin \omega t + B \sin 5 \omega t + B' \cos 5 \omega t,$$

nous aurons

$$\Phi = \frac{1}{n_2}\left[\left(\frac{1}{C\omega^2} - \mathcal{L}_2\right) A \sin \omega t + \frac{R_2 A}{\omega} \cos \omega t\right.$$

$$+ \left(\frac{1}{25 C \omega^2} - \mathcal{L}_2\right)(B \sin 5 \omega t + B' \cos 5 \omega t)$$

$$\left. + \frac{R_2}{5 \omega}(B \cos 5 \omega t - B' \sin 5 \omega t)\right].$$

En remplaçant les facteurs par leurs valeurs numériques, il vient

$$\Phi = 10^{-4} [42,6 A \sin \omega t + 0,013 A \cos \omega t$$

$$+ 1,38 (B \sin 5 \omega t + B' \cos 5 \omega t)$$

$$+ 0,0028 (B \cos 5 \omega t - B' \sin 5 \omega t).$$

On remarque déjà que les termes contenant des résistances sont ici négligeables.

Après une série de tâtonnements, nous essaierons les valeurs

$$B = - 116, \qquad B' = 30,$$

A étant égal, comme nous l'avons vu, à 66,5.

Nous aurons alors

$$\Phi = 10^{-4} [2 840 \sin \omega t - 160 \sin 5 \omega t + 41 \cos 5 \omega t].$$

Nous diviserons la demi-période en douze parties équidistantes ; nous calculerons Φ pour chacune de ces valeurs et le graphique de la figure 2 nous fournira la courbe de $\mathcal{A}$ en fonction du temps (Tableau II).

En décomposant $\mathcal{A}$ en série de Fourier, nous trouverons

$$\mathcal{A} = 7 900 \sin \omega t + 205 \cos \omega t + 155 \sin 5 \omega t + 625 \cos 5 \omega t.$$

Pour le terme fondamental, l'expression

$$\frac{M}{L_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \frac{d\mathcal{A}}{dt},$$

TABLEAU II.

ωt	$2 840 \sin \omega t$	$- 160 \sin 5 \omega t$	$41 \cos 5 \omega t$	Φ	$\mathcal{A}$
0	0	0	+ 41	41	0
15	730	— 154	+ 11	587	0
30	1 420	80	— 35	1 305	50
45	2 000	+ 112	— 29	2 083	1 250
60	2 465	+ 138	+ 20	2 623	8 500
75	2 730	— 41	+ 39	2 728	12 450
90	2 840	— 160	0	2 680	10 650
105	2 730	— 41	— 39	2 650	9 500
120	2 465	+ 138	— 20	2 583	7 160
135	2 000	+ 112	+ 29	2 141	1 500
150	1 420	— 80	+ 35	1 375	80
165	730	— 154	11	565	0
180	0	0	— 41	— 41	0

donne $339 \cos \omega t - 8,8 \sin \omega t$ que l'on peut bien négliger vis-à-vis de

$$\frac{M}{L_1} \mathcal{C}_1 = 53 600 \cos \omega t,$$

ce qui justifie la valeur de A que nous avons admise.

D'autre part, les termes harmoniques 5 de

$$\frac{R_1}{M} n_2 \int \Phi \, dt \quad \text{et} \quad \frac{R_1}{n_1} \int \mathcal{A} \, dt,$$

donnent, respectivement

$$10^{-7} (41,5 \cos 5 \omega t + 9,3 \sin 5 \omega t),$$

et

$$10^{-4} (- 0,22 \cos 5 \omega t + 0,80 \sin 5 \omega t).$$

et peuvent être négligés vis-à-vis du terme harmonique 5 de

$$\frac{\mathcal{L}_1}{n_1} \mathcal{A},$$

qui vaut

$$10^{-4} (43,7 \sin 5 \omega t + 135 \cos 5 \omega t).$$

On doit donc avoir, pour l'harmonique 5 (équation 7 simplifiée),

$$\left(R_2 + \frac{n_2^2}{n_1^2} R_1\right)\left[- \frac{B}{5 \omega} \cos 5 \omega t + \frac{B'}{5 \omega} \sin 5 \omega t\right]$$

$$= \frac{M}{L_1} \frac{\mathcal{L}_1}{n_1} [155 \sin 5 \omega t + 625 \cos \omega t],$$

c'est-à-dire

$$B = - 0,181 \times 625 = 113,$$

$$B' = 0,181 \times 155 = 28.$$

Ce qui est bien *l'ordre de grandeur* des termes que nous nous sommes fixés à l'avance.

En nous fixant à l'avance $B = 115$ et $B' = 30$, nous aurions trouvé $B = 112$ et $B' = 34$.

En nous fixant $B = 115$ et $B' = 32$, nous aurions abouti à $B = 121$ et $B' = 35$.

Nous conserverons donc ces valeurs pour le courant secondaire : elles conduisent, pour la tension étoilée

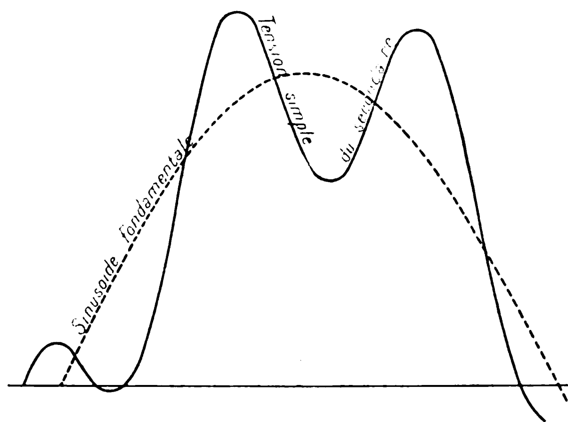


Fig. 4. — Courbe de la tension étoilée secondaire dans le cas de la résonance. La force électromotrice primaire est égale à 6 000 volts efficaces.

secondaire (à un changement d'origine près), à l'expression

$$u_2 = 53\,600 \sin \omega t - 19\,400 \sin 5\omega t + 5\,020 \cos 5\omega t,$$

que l'on peut encore écrire

$$u_2 = 53\,600 \sin \omega t - 20\,000 \sin (5\omega t - \varphi),$$

avec $\operatorname{tg} \varphi = 0{,}26$.

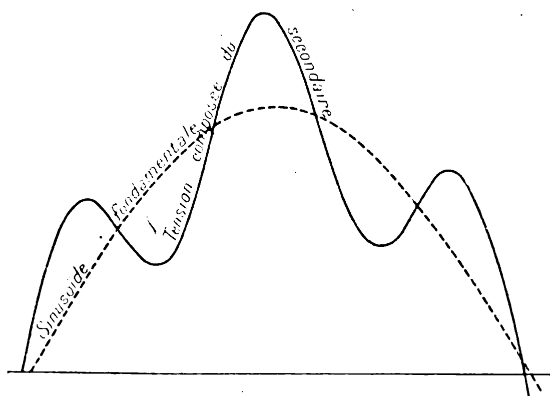


Fig. 5. — Courbe de la tension composée secondaire dans le cas de la résonance. La force électromotrice primaire est égale à 6 000 volts efficaces.

La courbe de la tension étoilée aura l'aspect de la figure 4 et de la tension composée, celui de la figure 5. La figure 6 représente la courbe du flux Φ en fonction du temps.

Influence de la résistance fictive. — Il est intéressant d'étudier ce que devient l'harmonique 5 pour cette même force électromotrice primaire efficace (6 000 v) et toujours dans le cas de la résonance exacte lorsque la résistance du circuit varie.

Un cas particulièrement intéressant, au point de vue théorique, est celui qui correspond à une résistance nulle ; sa recherche est, d'ailleurs, relativement

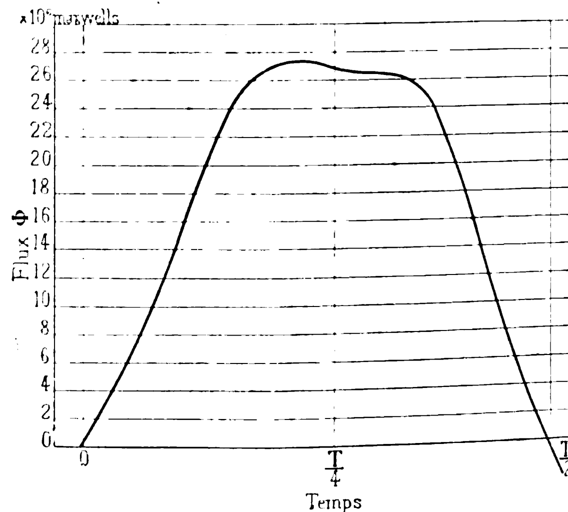


Fig. 6. — Courbe de la variation du flux dans le fer en fonction du temps, pendant une demi-période. La force électromotrice primaire efficace est égale à 6 000 volts.

aisée : il faut que B et B' soient tels que les termes harmoniques 5 de $\mathfrak{A}$ soient nuls. On voit déjà, à priori, que B' doit être nul, et on trouve que i_2 doit répondre à l'égalité

$$i_2' = 66{,}5 \sin \omega t - 127 \sin 5\omega t ;$$

d'où l'on tire la valeur de la tension étoilée secondaire (à un changement d'origine près)

$$u_2' = 53\,600 \sin \omega t - 21\,300 \sin 5\omega t.$$

Nous avons recherché la solution du problème dans le cas où la résistance du circuit varierait de 1,18 à 3 ohms, ce qui nous a permis de dresser la courbe de la figure 7 qui met en évidence la faible influence de la résistance sur l'amplitude de l'harmonique.

Nous n'avons pas poussé jusqu'au bout la recherche en deçà et au delà du point de résonance exacte, parce qu'elle conduit à des calculs par trop laborieux. Néanmoins, les résultats trouvés à propos de la résistance montrent, à eux seuls, que la courbe de la tension (harmonique 5), en fonction de la capacité doit être assez aplatie, beaucoup moins aiguë, dans tous les cas, que la courbe de résonance proprement dite du même circuit dénué de noyau magnétique saturé.

Influence de la saturation. — Nous avons aussi recherché ce que devient la courbe de tension lorsque la saturation du noyau varie, la résistance étant toujours supposée égale à 1,18 ohm et la condition de réso-

nance, réalisée. Ceci revient à reprendre les calculs précédents en changeant simplement la force électromotrice primaire : ce sont les résultats de ces calculs

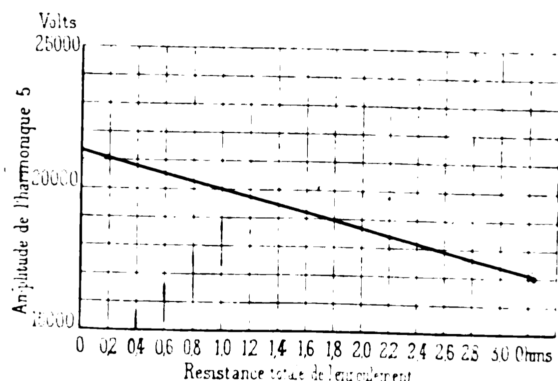


Fig. 7. — Courbe de la variation de l'amplitude de l'harmonique 5 en fonction de la résistance totale ramenée à la haute tension, dans le cas de la résonance. La force électromotrice primaire efficace est égale à 6 000 volts.

que traduit la courbe de la figure 8, où l'amplitude portée en ordonnée est la résultante

$$\frac{1}{5C\omega}\sqrt{B^2 + B'^2},$$

des termes en sinus et cosinus de l'harmonique 5.

On voit que, si la force électromotrice primaire augmente, l'amplitude de l'harmonique 5 commence par croître, passe par un maximum, puis décroît, tout comme dans le cas envisagé plus haut avec le secon-

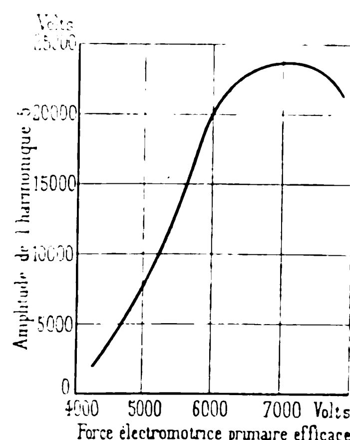


Fig. 8. — Courbe de la variation de l'amplitude de l'harmonique 5 en fonction de la saturation ou de la tension primaire, dans le cas de la résonance.

daire du transformateur à vide. La comparaison des figures 3 et 8 montre, toutefois, que le maximum n'a pas lieu dans les deux cas pour la même valeur de la saturation.

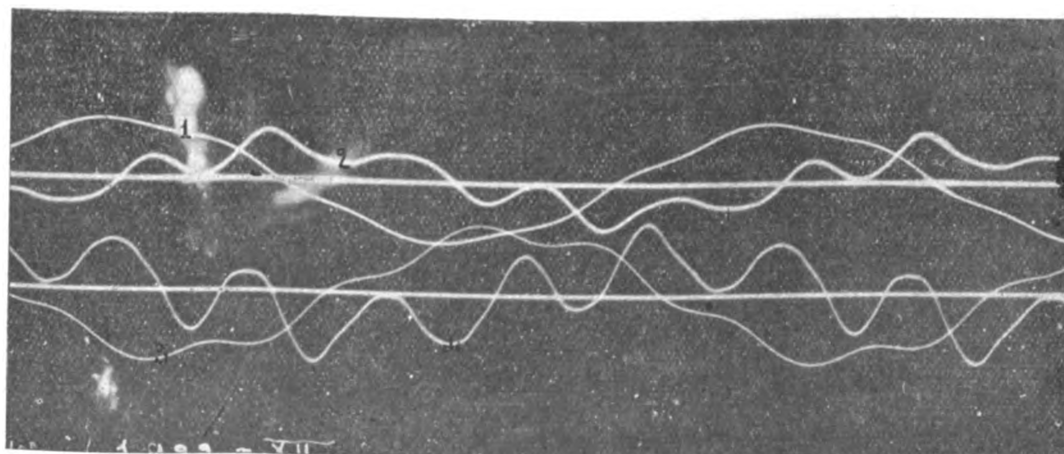


Fig. 9. — Oscillogramme relevé du côté de la tension secondaire de l'installation, celle-ci fonctionnant à vide.

Les calculs mettent en évidence un autre fait fort important :

Lorsque la saturation augmente, il devient de plus en plus difficile de trouver la solution précise du problème, car, à une petite variation apportée au couple des valeurs supposées B et B', correspond une variation de plus en plus grande des harmoniques de $\mathcal{A}$.

Comme, d'autre part, les termes harmoniques 5 de $\mathcal{A}$, soit $\mathcal{A}_5$ et $\mathcal{A}'_5$ doivent être reliés à B et B' par la double identité

$$B = -\frac{\frac{M}{L_1}\frac{\mathcal{L}_1}{n_1}}{\rho}\mathcal{A}_5,$$

$$B' = \frac{\frac{M}{L_1}\frac{\mathcal{L}_1}{n_1}}{\rho}\mathcal{A}'_5,$$

où ρ est la valeur de la résistance que l'on peut prendre comme variable, la remarque précédente revient à celle-ci :

Lorsque la saturation augmente, une petite variation de B et B' conduit à une variation de plus en plus grande de ρ.

Autrement dit : *lorsque la saturation augmente, l'amplitude de l'harmonique dépend de moins en moins de la résistance en jeu.*

Et, comme corollaire, *l'acuité de la résonance diminue quand la saturation augmente*, c'est-à-dire que la probabilité des accidents par résonance augmente beaucoup avec la saturation [1].

Oscillogrammes. — Nous avons pu relever directement quelques oscillogrammes de la tension secondaire au moment où l'installation fonctionnait à vide. La figure 9 reproduit l'un d'eux.

Les courbes 1 et 2, qui représentent, respectivement, la tension composée secondaire et le courant de capacité, ont été photographiées au moment où la tension primaire était d'environ 5500 v efficaces.

Les courbes 3 et 4, qui représentent, respectivement, les mêmes grandeurs ont été relevées dans les mêmes conditions d'expérience, mais au moment où la tension primaire était égale à 6000 v.

Bien entendu, la condition de résonance n'était pas exactement réalisée, ni dans un cas, ni dans l'autre.

P. Boucherot et Jean Fallou.

Revues, analyses et informations

L'effet pelliculaire dans les conducteurs placés dans des encoches [2].

Les conditions indiquées par Arnold pour le calcul du flux de self-induction entrant dans un conducteur conduisent à l'équation suivante

$$\frac{d^2\mathcal{H}}{dx^2} = \frac{\mu}{\rho}\frac{d}{dt}\mathcal{H}, \qquad (1)$$

dont il faut trouver la solution. Si maintenant nous considérons le même conducteur dans une encoche, il sera nécessaire de calculer le flux produit par les $(m-1)$ conducteurs pré-

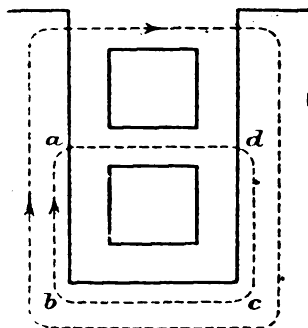


Fig. 1.

cédents pour déterminer la valeur de $\mathcal{H}$ au bord inférieur du $m^{ième}$ conducteur. La force magnétomotrice nécessaire pour produire un champ $\mathcal{H}$ à travers l'encoche dans la direction a d (fig. 1) dépend seulement de la longueur a d ; si donc on pose

$$I = \delta \sin pt, \qquad (2)$$

comme valeur du courant dans l'un quelconque des conduc-

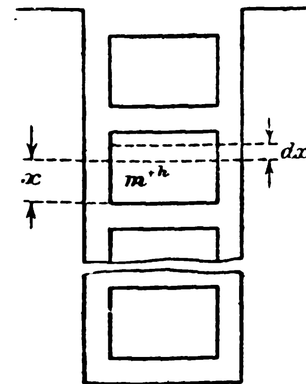


Fig. 2.

teurs, le champ magnétique $\mathcal{H}$, pour $x = 0$ et pour le $m^{ième}$ conducteur, sera égal à

$$\mathcal{H}_0 w = (m-1)\,\delta \sin pt. \qquad (3)$$

L'épaisseur d'un conducteur étant l et sa largeur rw, la densité de courant pour le conducteur entier sera

$$\Delta \sin pt = \frac{\delta}{rwl}\sin pt. \qquad (4)$$

Ecrivant l'équation (1) sous la forme symbolique, il vient

$$\frac{d}{dt} = t_1 = pj. \qquad (5)$$

et

$$\frac{d^2\mathcal{H}}{dx^2} = \frac{p\mu}{\rho}j\mathcal{H} = q^2\mathcal{H}. \qquad (6)$$

(1) Cette augmentation de la probabilité des accidents par résonance est une conséquence générale de la présence du fer dans les appareils ; l'un de nous l'a déjà mise en évidence dans diverses études sur la ferro-résonance (voir en particulier P. Boucherot ; Surtensions par câbles armés. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mai 1920, t. VII, p. 675-689).

(2) A. Press. *Electrician*, 4 et 18 janvier 1924, t. XCII, p. 4-5 et 73-75, 2 400 mots, 3 fig.

en posant

$$q^2 = \frac{p\mu}{\rho}. \qquad (7)$$

La solution de l'équation symbolique ci-dessus est

$$\mathcal{H} = Ae^{-qx} + Be^{qx}, \qquad (8)$$

les constantes A et B étant déterminées par les conditions aux limites; pour $x = 0$, on a

$$\mathcal{H}_0 = (m-1)\frac{\delta}{w}\sin pt = A + B, \qquad (9)$$

et, pour $x = l$, on a

$$\mathcal{H}_l = m\frac{\delta}{w}\sin pt = Ae^{-ql} + Be^{ql}. \qquad (10)$$

Des équations (9) et (10) on peut déduire une valeur convenable de A et de B en fonction du temps. D'après Field, on peut poser

$$\frac{1}{l}\int_0^l J\,\mathrm{d}x = \Delta \sin pt,$$

avec

$$J = -\frac{\mathrm{d}\mathcal{H}}{\mathrm{d}x}. \qquad (11)$$

d'où

$$\Delta \sin pt = \frac{1}{l}\int_0^l \left(-\frac{\mathrm{d}\mathcal{H}}{\mathrm{d}x}\,\mathrm{d}x\right) = \frac{1}{l}\Big|\mathcal{H}\Big|_0^l. \qquad (12)$$

Les valeurs correctes de A et B sont

$$A = \frac{(m-1)e^{ql} - m}{2\sinh ql}\,rl\,\Delta\sin pt,$$

et

$$B = \frac{m - (m-1)e^{-ql}}{2\sinh ql}\,rl\,\Delta\sin pt. \qquad (13)$$

En désignant par ρ' la résistivité vraie du conducteur; par E, la force électromotrice par centimètre (fig. 3); par I, le courant;

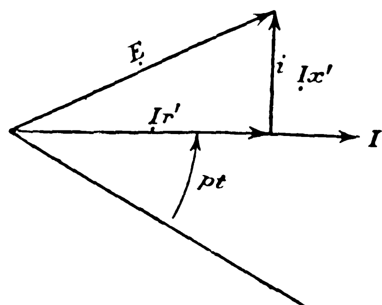


Fig. 3.

par r', la résistance effective et x', la réactance effective et en posant $pt = \frac{\pi}{2}$, on a

$$\frac{\delta}{rwl}\rho' = \Delta_s\rho = \Delta\rho'; \qquad (14)$$

dans cette expression Δ_s est l'amplitude de J au bord du conducteur. En tenant compte des résistivités relatives, le facteur K sera défini par la relation

$$K = \frac{\rho'}{\rho} = \frac{\Delta_s}{\Delta}. \qquad (15)$$

On a encore

$$J = q(Ae^{-qx} - Be^{qx}). \qquad (16)$$

pour $x = l$, on a

$$J_s = q(Ae^{-ql} - Be^{ql}); \qquad (17)$$

en introduisant les valeurs de A et de B données par (13), on a

$$J_s = \frac{ql}{\sinh ql}[(m-1) - m\cosh ql]\,r\Delta\sin pt; \qquad (18)$$

de l'équation (7) on tire

$$q = \sqrt{\frac{p\mu}{\rho}}\,(1+j) = \pm a(1+j), \qquad (19)$$

et, en prenant la valeur négative de q,

$$\frac{1}{\sinh ql} = \frac{2\sinh a(1-j)l}{\cosh 2al - \cos 2al} = \frac{2}{ch_2 - c_2}(sh\,c - j\,ch\,s); \qquad (20)$$

on a simplifié ces expressions en posant

$$sh = \sinh x \qquad sh_2 = \sinh 2x$$
$$s = \sin x \qquad s_2 = \sin 2x,$$

on a donc

$$\frac{(m-1)ql}{\sinh ql} = -\frac{2(m-1)al}{ch_2 - c_2}[(sh.c + ch.s) + j(sh.c - ch.s)]$$

$$\mathrm{cotgh}\, ql = \frac{\sinh 2al - j\sin 2al}{\cosh 2al - \cos 2al}$$

$$mql.\mathrm{cotgh}\, ql = -\frac{mal[(sh_2 + s_2) + j(sh_2 - s_2)]}{ch_2 - c_2}. \qquad (21)$$

Pour trouver Δ_s, il suffit d'étudier les termes réels de J_s; ainsi on a

$$\Delta_s = \frac{alr\Delta}{ch_2 - c_2}[m(sh_2 + s_2) - 2(m-1)(sh.c + ch.s)] = \frac{J_s}{pt} = \frac{\pi}{2}; \qquad (22)$$

en divisant par Δ, le facteur de résistance pour le même conducteur devient

$$K_m = \frac{ral}{ch_2 - c_2}[m(sh_2 + s_2) - 2(m-1)(sh.c + ch.s)], \qquad (23)$$

ou, en transformant,

$$\frac{K_m}{ral} = \frac{2(m-1)(sh - s)}{ch + c} + \frac{sh_2 + s_2}{ch_2 - c_2}.$$

Comme suite à cet article du professeur A. Press, M. A.-B. Field, en une lettre parue le 18 janvier 1924 dans « Electrician », a signalé quelques erreurs; en particulier, l'équation (11) doit s'écrire

$$rJ = +\frac{\mathrm{d}\mathcal{H}}{\mathrm{d}x} \text{ (et non avec le signe } -\text{)},$$

de sorte que l'équation (12) devient

$$\Delta\sin pt = \frac{1}{rl}(\mathcal{H}_l - \mathcal{H}_0);$$

les conclusions ne changent pas et les divergences constatées entre les études des deux auteurs ont plutôt pour cause la manière différente d'exprimer les phénomènes. — E. B.

Les propriétés capillaires et photoélectriques du mercure [1].

Si la réalité des propriétés capillaires des corps est indiscutable, l'origine de ces propriétés est incertaine. L'ancienne théorie de Laplace et de Gauss qui attribuait ces propriétés à l'affinité, sans toutefois définir cette affinité, a été remplacée dernièrement par une théorie nouvelle qui attribue ces propriétés superficielles à la couche double électrique qui constitue la surface de tout corps.

On savait que la tension superficielle du mercure dans le vide avait une valeur de 436 dynes par centimètre, et que, dans les gaz, cette tension commençait par avoir une valeur plus grande que dans le vide, pour décroître ensuite jusqu'à la valeur dans le vide. On expliquait cette variation par l'adsorption du gaz à la surface du mercure, adsorption qui semble confirmée par l'existence d'une forme plus avancée qui est l'occlusion et par la forme extrême qui est la dissolution.

D'autre part, les phénomènes électrocapillaires découverts par Lippmann ont donné la première indication d'une relation entre les propriétés capillaires et les propriétés électriques du mercure.

L'étude des propriétés capillaires du mercure a été complétée par l'auteur de cette communication.

La valeur de la tension superficielle du mercure dans le vide a été déterminée par la méthode de la large goutte. Elle a été trouvée égale à 436,3 dynes : cm.

Dans les gaz, les valeurs de cette tension superficielle ont été trouvées plus grandes que dans le vide. Le résultat de l'action des gaz est un décroissement de cette valeur, qui arrive à 400 dynes : cm environ après 24 heures dans tous les gaz. Une méthode cinématographique a permis de déterminer la valeur initiale de la tension superficielle du mercure dans des gaz divers. Dans presque tous les cas cette valeur initiale dépasse 500 dynes : cm.

La pression du gaz a une importance évidente sur la marche des variations de la tension superficielle. Lorsque la surface du mercure prend naissance dans le vide, et qu'elle est mise ensuite en contact avec un gaz, la valeur de la tension superficielle décroît au-dessous de la valeur 436,3 dynes : cm, qui correspond au vide, et d'autant plus vite que la pression est plus grande.

Lorsque, au contraire, la surface prend naissance dans le gaz, la valeur initiale de la tension superficielle est plus grande que dans le vide et d'autant plus grande que la pression du gaz est plus grande. Elle décroît ensuite, comme dans le cas précédent, atteint la valeur 436,3 après une heure environ, pour la pression de 760 mm de mercure, après quelques minutes seulement, pour la pression de 1 mm et tend, après vingt-quatre heures de contact, vers la même valeur limite que dans le premier cas (400 dynes : cm environ).

La présence d'un gaz a aussi une action sur la vitesse initiale maximum des électrons photoélectriques. On sait que cette vitesse initiale est liée au potentiel critique (potentiel positif qui arrête complètement l'émission photoélectrique) par la relation :

$$v = 5{,}95.10^7\sqrt{P}.$$

En mesurant ces potentiels critiques pour une surface fraîche de mercure et pour une surface qui est restée pendant vingt-quatre heures en contact avec un gaz on trouve que dans le dernier cas le potentiel critique est beaucoup plus petit que dans le premier, ce qui veut dire que la vitesse initiale maximum des électrons photoélectriques diminue lorsque le mercure a subi l'action d'un gaz. Cette variation est fonction de la nature du gaz.

Une dernière série d'expériences a été consacrée à la recherche de l'action de l'émission photoélectrique sur la tension superficielle.

Lorsqu'on soumet une surface de mercure, préparée dans le vide, à l'action des rayons ultra-violets, en provoquant ainsi une émission d'électrons, on observe qu'après quinze minutes d'émission, la valeur de la tension superficielle a diminué.

La théorie de Frankel, qui attribue les propriétés capillaires des corps à la double couche électrique superficielle, c'est-à-dire au champ créé par les électrons et les noyaux des atomes superficiels, ainsi que la théorie de Langmuir qui attribue la même origine aux propriétés capillaires, et introduit en plus l'hypothèse d'une orientation et d'un arrangement caractéristique des molécules, ou des atomes superficiels, permettent d'expliquer tous ces résultats, d'une façon assez satisfaisante.

Ce qui semble indiscutable, c'est que les charges électriques superficielles interviennent dans une large mesure dans la formation d'un champ superficiel dont le résultat est la tension superficielle. L'intensité de ce champ dépend des conditions dans lesquelles il prend naissance, mais une fois établi il n'est modifié que très difficilement par l'intervention de l'action d'un gaz. Cette action résulte de l'adsorption du gaz à la surface, c'est-à-dire de l'attachement des molécules du gaz aux molécules du liquide. Dans ce phénomène il n'y a pas d'échange d'électrons entre les molécules du gaz et les molécules du liquide.

C'est la couche du gaz adsorbé qui réduit la vitesse initiale des électrons photoélectriques. Cette couche de gaz ne dépasse jamais l'épaisseur de la molécule.

Enfin l'émission d'électrons prive la couche superficielle d'une partie de son énergie, ce qui fait diminuer la tension superficielle. On peut calculer cette diminution en se servant de formules déduites de la théorie de Frenkel et on trouve que ces valeurs calculées sont assez concordantes avec les valeurs déterminées expérimentalement.

Il semble donc bien, conclut l'auteur, que les propriétés capillaires du mercure ont une origine électrique et que l'adhésion prévue dans la théorie classique de Laplace n'est pas autre chose que le champ électrique dû aux charges électriques superficielles.

(1) Popesco (Jean). Communication faite à la séance du 21 mars 1924 de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, mars 1924, n° 199, p. 46-48.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XVII. — Instruments de mesure.

Les instruments de mesures constituaient nécessairement un des éléments les plus importants de l'Exposition de Physique et de T. S. F. Dans ce chapitre, l'auteur établit une distinction entre les appareils et dispositifs destinés à mesurer des grandeurs électriques et ceux qui permettent la détermination de grandeurs thermiques et mécaniques et dans lesquels l'électricité n'intervient que comme agent auxiliaire. Un certain nombre de constructeurs ont présenté des instruments de chacune de ces catégories, tels que les Ateliers J. Carpentier, la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd, et le Matériel électrique de contrôle et industriel. Parmi les instruments destinés aux mesures de grandeurs électriques sont mentionnés, en outre, ceux des Etablissements Chauvin et Arnoux, de l'Association des Ouvriers en Instruments de précision, de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz, de la Société des Etablissements Ducretet et des Etablissements Poulenc. Des appareils de création récente ont été exposés par leurs inventeurs, tels que le wattmètre de M. H. Chaumat, l'électromètre de M. F. Michaud, les électromètres de M. B. Szilard dans le stand du Laboratoire de Recherches, le condensateur variable de M. Barengolz, l'oscillographe de M. A. Blondel, celui de M. Dubois et l'hystérésigraphe de M. Lapp, ces trois derniers appareils faisant l'objet d'un paragaphe spécial. Dans celui relatif aux compteurs d'énergie électrique est mentionnée, outre la compagnie précitée, la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils. Les instruments de mesures des grandeurs thermiques dont il est question dans ce chapitre sont, en particulier, la bombe calorimétrique et le télescope pyrométrique de M. Ch. Féry, le régulateur automatique de tempéreture de M. Verney, et, dans ceux destinés aux mesures de vitesses, les appareils de M. A. Guillet, dans le stand de la Société des Etablissements Henry-Lepaute, les dispositifs de M. de Watteville, ceux exposés par M. L. Doignon, ingénieur-constructeur et par MM. Zivy et Cie.

Nous abordons, dans ce chapitre, l'examen d'un matériel touchant peut-être plus à la physique proprement dite que celui qui a fait l'objet des chapitres précédents, en ce sens qu'il intéresse tout particulièrement les laboratoires. Aussi ne sera-t-on pas surpris du grand nombre de constructeurs et d'inventeurs qui ont tenu à contribuer au succès de l'Exposition de Physique et de T. S. F., en y présentant les modèles de leur fabrication et de leur création, modèles les plus récents, répondant aux besoins actuels de la technique et de la science.

Empressons-nous d'ajouter que la technique n'intervient pas ici seulement pour bénéficier des travaux effectués dans l'intérêt des laboratoires, mais qu'elle joue un rôle actif dans les progrès réalisés dans ce domaine. En effet, ici, plus peut-être qu'ailleurs, une collaboration étroite s'impose entre le savant, qui énonce le principe, l'ingénieur, qui en conçoit la réalisation pratique, et l'ouvrier, qui exécute à son tour ce qu'a conçu l'ingénieur. Il ne suffit pas qu'un appareil de mesures soit basé sur un principe exact et que sa conception soit heureuse, il faut encore et il importe même que la construction en soit irréprochable. Or, M. G. Kimpflin écrit, à ce propos, dans un numéro de la « Journée industrielle », paru au moment de l'Exposition de Physique et de T. S. F. : « L'essor de l'industrie française de précision a trouvé dans cette manifestation l'occasion de s'affirmer d'une façon éclatante », ce qui l'amène à parler de l'Association des Ouvriers en Instruments de précision, que nous aurons à mentionner dans ce chapitre, et de l'Institut d'Optique théorique et appliquée auquel nous ne pouvons que faire allusion ici, pour ne pas sortir du cadre de ce compte rendu.

S'il y a lieu d'insister sur les précautions prises pour réaliser des instruments toujours plus précis, nous aurons également à mentionner un certain nombre d'appareils récents : les uns constituent par leur conception un perfectionnement des appareils existants, d'autres ont été créés pour répondre à des besoins nouveaux, soit qu'il s'agisse de mesurer des grandeurs dont les valeurs dépassent la limite, inférieure ou supérieure, pour laquelle sont prévus les anciens modèles, soit que les grandeurs considérées ne présentent quelque intérêt pratique que depuis quelques années ; et nous plaçons dans cette dernière catégorie les compteurs

(1) Voir les chapitres I à XII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19 et 26 avril, 3, 10, 17 et 24 mai 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799, 831-847, 881-894 et 937-949.

qui enregistrent l'énergie réactive et les appareils de mesures des grandeurs électriques dans le cas des courants à haute fréquence.

A côté des instruments de mesure des grandeurs électriques proprement dites et des dispositifs adoptés pour ces mesures, nous aurons à mentionner ceux dans lesquels l'électricité intervient comme agent actif, et qui permettent de mesurer des grandeurs thermiques, ou des grandeurs mécaniques, telles que des vitesses. Enfin, il nous semble utile de signaler quelques appareils qui, tout en sortant du cadre de ce compte rendu, n'en présentent pas moins un grand intérêt pour les électriciens appelés à s'en servir constamment.

I. Galvanomètres et appareils qui en dérivent. Electromètres. Dispositifs de mesure des résistances, coefficients d'induction et capacités. — Au début de tous les ouvrages et de tous les cours qui traitent de ces mesures, on consacre un chapitre au galvanomètre Deprez-d'Arsonval qui joue dans ce domaine sensiblement le même rôle que l'anneau Gramme dans celui des machines électriques. Afin de nous conformer à la règle, parfaitement logique d'ailleurs, étant donné le rôle important de cet appareil dans ce domaine, nous saisirons cette occasion pour mentionner les deux anciens modèles de ce galvanomètre qui figuraient dans le stand de l'Exposition rétrospective. Le premier date de 1881 [1] et constitue un perfectionnement du premier galvanomètre de Marcel Deprez, perfectionnement proposé par M. d'Arsonval ; le cadre est maintenu par deux couteaux dirigés sur un axe de rotation qui est horizontal.

Le deuxième modèle est celui d'un galvanomètre d'Arsonval à grande déviation datant de 1882 qui devait conduire en 1900 à l'appareil connu sous le nom de galvanomètre Meylan-d'Arsonval.

En ce qui concerne les appareils de construction moderne, nous allons en voir un certain nombre de modèles présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Puisque les principes n'ont pu en être modifiés, de quelle nature sont donc les progrès réalisés ? Quel est le problème qui se présente au créateur et au constructeur de ces instruments ? Le plus important est d'établir des appareils de haute précision, dans lesquels toutes les causes d'erreur soient sinon éliminées, au moins aussi réduites que possible ; le but est relativement facile à atteindre lorsqu'il s'agit de dispositifs destinés à des laboratoires, à la manipulation desquels l'opérateur apportera tous les soins voulus ; mais lorsqu'il s'agit d'appareils dits industriels, le problème est très délicat ; car, à la précision, doivent s'ajouter, comme qualités essentielles, la simplicité de la manœuvre et la robustesse de l'appareil, conditions souvent contradictoires. La solution qui demande le moindre effort est celle qui consiste à établir deux modèles nettement différents : celui des appareils dits de précision

[1] Marcel Deprez. *La Lumière électrique*. 7 septembre 1881, t. IV, p. 309-310.

et celui des appareils dits industriels. Mais le constructeur a à cœur d'atténuer cette distinction ; il tient au moins à ce que les instruments de la seconde catégorie donnent des indications avec une précision qui se rapproche le plus possible de celle des appareils destinés aux laboratoires ; dans l'industrie, d'ailleurs, les exigences augmentent à ce point de vue et les constructeurs ne sont qu'encouragés dans leurs recherches. Ce sont les résultats de ces efforts qui ont été mis en évidence dans les divers stands que nous allons mentionner.

De plus, des problèmes nouveaux ont surgi ces dernières années et cela nous amènera à nous occuper des solutions proposées qui présentent une certaine actualité. C'est notamment dans les mesures des courants à haute fréquence que nous rencontrerons des dispositifs de création récente ; aussi avons-nous cru devoir traiter à part ce qui concerne les appareils de cette catégorie. Mais nous verrons déjà, dans les dispositifs non spécialement destinés à ces mesures, l'influence de ce problème.

Dans le stand des Etablissements Chauvin et Arnoux, nous remarquons, à côté des ampèremètres, voltmètres et wattmètres, dont les modèles sont bien connus des électriciens, un certain nombre d'appareils nouveaux, tels que le pont de Sauty à lecture directe. Dans cet appareil, sont groupés les dispositifs nécessaires à la mesure des capacités par la méthode qu'indique son nom, et ceci dans des limites très étendues, de 10^{-5} à 100 μF. Il est facilement transportable et la manipulation en est fort simple. Sa présence à l'Exposition de Physique et de T. S. F. nous montre une des préoccupations actuelles des constructeurs à laquelle nous venons de faire allusion : celle d'imaginer des instruments réellement pratiques pour la mesure de la capacité, grandeur dont on se souciait relativement peu, il y a quelques années, si ce n'est en télégraphie, en téléphonie et dans les laboratoires, mais qui joue un rôle important depuis que les transmissions d'énergie à longue distance sont envisagés et que la radiotéléphonie a suscité l'intérêt du public. Aussi croyons-nous devoir mentionner tout spécialement le dispositif dont nous venons de parler.

Nous pourrons faire la même remarque à propos des nouveaux modèles de phasemètres et de fréquencemètres qu'ont présentés ces établissements.

Ces deux appareils font partie aujourd'hui de ce que l'on pourrait appeler l'équipement normal, destiné au contrôle, des usines génératrices de quelque importance. Ce qui caractérise les modèles présentés, c'est d'avoir plusieurs sensibilités.

En ce qui concerne les phasemètres, ils sont prévus pour pouvoir fonctionner sous des tensions variant dans de grandes limites, grâce au fait que les coefficients de self-induction de leurs enroulements sont sensiblement proportionnels à l'intensité du courant. Leur couple moteur est de l'ordre de 1,3 g-cm ; la réalisation d'un couple élevé a permis aux Etablissements Chauvin et Arnoux de créer un phasemètre enregistreur.

Nous remarquons encore, parmi les appareils d'usage courant, l'ohmmètre, dit universel, avec lequel on peut mesurer des résistances comprises entre 5 ohms et 500 mégohms; cet appareil, à lecture directe, est une application de la méthode dite du voltmètre pour les mesures des résistances d'isolement. La source d'énergie électrique est une magnéto qui fait partie de l'appareil.

Nous terminons ici cette nomenclature, très incomplète, des divers modèles qu'ont présentés ces établissements, nous réservant de parler plus loin des instruments de mesures des courants à haute fréquence.

C'est la visite du stand de l'Association des Ouvriers en Instruments de précision qui nous a suggéré les quelques réflexions développées au début de ce chapitre sur le rôle particulièrement important de l'ouvrier dans cette branche de l'industrie. Les résultats obtenus par ce groupement de spécialistes, qui aiment leur métier et qui cherchent à le faire apprécier des jeunes en les initiant, dans leur école d'apprentissage, aux secrets de leur art, méritent d'être mentionnés à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F. Il n'est pas en effet de physicien ni d'ingénieur qui ignore combien sont précieux les ouvriers adroits; leur collaboration est utile et même indispensable. Les divers modèles d'appareils qu'a présentés cette Association sont de création toute récente, puisqu'elle nous écrivait, au moment de l'Exposition, qu'elle ne comptait pas accepter d'ordres commerciaux avant d'avoir terminé toute une série de types d'appareils, c'est-à-dire vers la fin du printemps prochain (autrement dit, à l'époque où paraîtront ces lignes).

Mentionnons d'abord le galvanomètre, représenté sur la figure 311, du système d'Arsonval, à cadre démontable: C'est là une particularité intéressante de cette construction que l'on retrouve sur tous les appareils à équipage mobile; la manœuvre du démontage est remarquablement simple, ainsi d'ailleurs que celle de la mise en place de l'organe mobile, dont le centrage ne nécessite aucune précaution spéciale, car il est assuré en quelque sorte automatiquement. Le galvanomètre en question est à double enroulement, l'un à grande résistance, et l'autre à résistance très faible. Le premier est relié au circuit par les fils de suspension et de torsion, comme dans les modèles connus, tandis qu'il est prévu, pour l'alimentation du deuxième, de petits rubans d'argent de très faible épaisseur, soudés aux deux extrémités de la bobine, et qui restent flottants de façon à n'avoir aucune action mécanique sur l'équipage.

Avec un fil de suspension de 0,1 mm de diamètre, la constante de l'appareil, avec l'enroulement en fil fin, est égal à 205×10^{-11}, pour une déviation de 1 mm, observée à une distance de 1 m. Ce chiffre est garanti par le constructeur, mais est pratiquement dépassé et atteint la valeur de 229×10^{-11}, dans les appareils réalisés actuellement. Pour les mesures en balistique, l'Association des Ouvriers en Instruments de précision construit des galvanomètres à deux aimants en opposition.

A côté de ces modèles de galvanomètres figuraient des boîtes de résistance que nous mentionnons ici pour parler du mode d'enroulement des bobines qui les constituent, mode d'enroulement étudié en vue de réduire au minimum le coefficient d'autoinduction et la capacité du circuit. On sait que le procédé qui permet de rendre insensible l'autoinduction dans une bobine consiste à la prévoir à deux enroulements en série superposés et de sens inverses; mais ce système présente une certaine capacité qu'Armagnat a diminuée en répartissant les conducteurs correspondant à une résistance donnée sur plusieurs bobines, au lieu d'une seule bobine; plus le nombre de bobines est grand, plus la capacité du

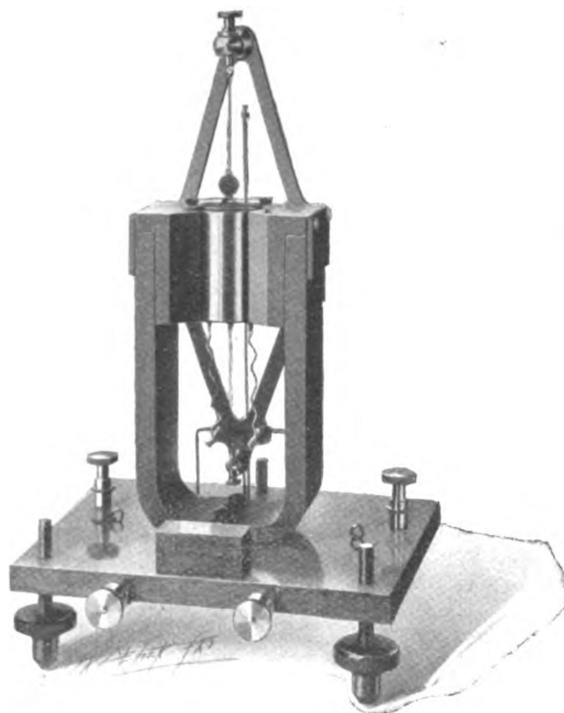


Fig. 311. — Vue du galvanomètre à cadre mobile et facilement démontable, à double enroulement (Association des Ouvriers en Instruments de précision).

système est faible. C'est une application de ce procédé que M. E. Vigneron a mise au point pour les appareils que construit l'Association des Ouvriers en Instruments de précision. Les fils qui constituent les résistances sont enroulés sur un carton de papier bakélisé de forme carrée, d'une épaisseur de 1,25 mm, et de 8 cm de côté. Sur deux côtés opposés sont prévues un certain nombre d'encoches destinées à recevoir le fil; à chaque bobine élémentaire correspond un jeu de deux encoches de part et d'autre. L'enroulement de chacune de ces bobines est effectué de façon que, sur chaque face du carton, il y ait deux couches superposées de conducteur, et le sens de leur enroulement est tel que les conducteurs des deux couches soient parcourus par un courant de sens inverse, suivant le principe rappelé plus haut. L'intérêt de cette application, c'est de permettre la réalisation

d'un très grand nombre de bobines (qui ne dépend que de celui des encoches du carton tenant lieu de support au conducteur, quinze, par exemple, sur les modèles de carton généralement employés), d'où résulte une réduction de la capacité du système.

La somme des résistances des boîtes que construit l'Association des Ouvriers en Instruments de précision est en général de 41 110 mégohms.

Sur la figure 312 est représenté le potentiomètre

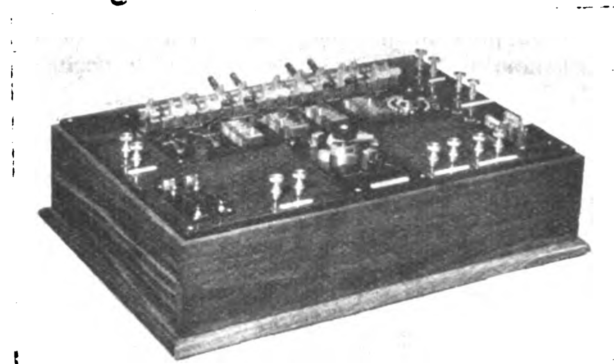


Fig. 312. — Vue extérieure du potentiomètre (Association des Ouvriers en Instruments de précision).

exposé dans ce stand; le dispositif adopté, dans l'application de la méthode de Poggendorf, est celui de Bouty. Les deux boîtes jumelées se présentent sous l'aspect de deux rangées de plots parallèles, séparées par des petits inverseurs, au moyen desquels on met en circuit la résistance d'une des rangées en court-circuitant la résistance correspondante de l'autre. Ce dispositif permet d'effectuer des mesures de 0,0001 v à 750 v.

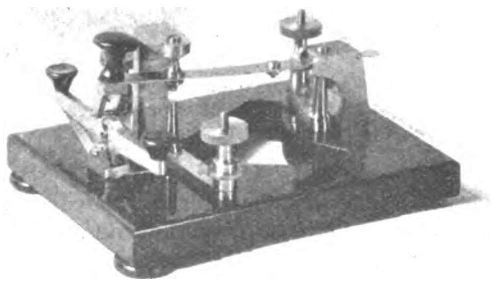


Fig. 313. — Vue d'une clef de Sabine (Association des Ouvriers en Instruments de précision).

Ce même appareil peut être transformé en un pont de Wheatstone par la manœuvre d'un commutateur qui permet de faire de chacune des deux boîtes jumelées une branche du pont.

Nous devons mentionner encore, parmi tous les appareils qu'a exposés cette association, le nouveau modèle de clef de Sabine qui offre cette particularité d'être facile à nettoyer. Comme on peut le voir sur la figure 313, elle présente un aspect nouveau et original.

D'une façon générale, nous ne pourrions assez insister sur les soins apportés, dans les ateliers de l'Association des Ouvriers en Instruments de précision, à la fabrication des appareils construits par elle, et ceci, jusque dans les détails des pièces en apparence les moins importants.

Une visite de ce stand laissait l'impression d'un travail bien compris et achevé suivant les règles de l'art.

La Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz a exposé, outre une grande diversité de modèles de compteurs, dont nous parlerons ultérieurement, un certain nombre d'appareils; nous mentionnerons notamment le henrymètre, représenté sur la figure 314, permettant la mesure rapide des coefficients de self-induction; le capacimètre, pour pour la mesure des capacités, et le tellurohmmètre, destiné à la mesure de résistances de terre. L'aspect



Fig. 314. — Vue extérieure d'un henrymètre (Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz).

extérieur de ces deux derniers appareils est le même que celui du premier. Ils comportent chacun une magnéto à courant alternatif, avec un redresseur de courant, et un voltmètre à courant continu. Dans le henrymètre et le capacimètre sont prévues, respectivement, une bobine d'autoinduction et une capacité étalon; la méthode de mesure est une méthode dite de comparaison ; les appareils sont à lecture directe. La position des coquilles de redressement du courant est telle que la différence de potentiel mesurée est proportionnelle à la réactance du circuit étudié. Le tellurohmmètre est, comme celui que nous avons mentionné plus haut, une application de la méthode du voltmètre pour la mesure des réactances d'isolement; mais le courant qui parcourt le circuit dont on mesure la résistance est un courant alternatif, ce qui évite les phénomènes d'électrolyse et ce courant n'est redresé que pour la mesure elle-même.

Cette Compagnie a également exposé un modèle d'enregistreur à coordonnées rectilignes et à déroulement continu.

Bien qu'il ne s'agisse pas exactement d'instruments de mesures proprement dits, nous pouvons mentionner les divers modèles de relais que l'on remarquait dans ce même stand ; ils se rapprochent des appareils qui nous occupent par la précision exigée dans leur fonctionnement. Le relais instantané, dit extra-rapide et extra-sensible, est basé sur le principe des appareils électromagnétiques ; sa consommation est de 0,02 w et il fonctionne en un temps de l'ordre de 0,02 s.

Un deuxième modèle de relais (fig. 315) est celui à

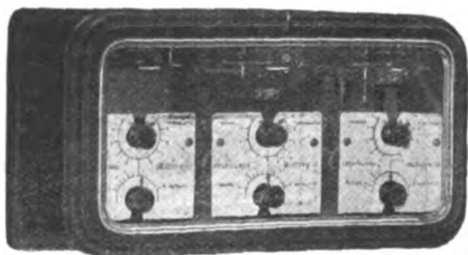


Fig. 315. — Vue d'un relais à maximum d'intensité sélectif (Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz).

maximum d'intensité, sélectif (¹) ; c'est un relais d'induction dans lequel l'effort antagoniste est dû à un ressort ; la forme du disque est convenablement prévue pour éviter tout frottement dès que le courant a atteint la valeur pour laquelle l'appareil doit fonctionner.

Avant de quitter ce stand, signalons encore les transformateurs d'intensité et de tension pour des tensions s'élevant jusqu'à 75 000 v, les transformateurs compoundés, pour les mesures d'intensité du courant, de puissance et d'énergie.

A propos de transformateurs destinés aux mesures, nous mentionnerons également ceux exposés par les Ateliers de Constructions électriques de Boulogne-sur-Seine.

Pour en revenir aux instruments de mesures proprement dits, nous remarquons dans le stand de la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd une grande variété de modèles parmi lesquels doivent être mentionnés, en particulier, les galvanomètres et les appareils qui en dérivent, du système « unipivot ». On se rend compte du principe de ce mécanisme en examinant la figure 316 ; l'équipage mobile est supporté à son centre de gravité par une seule pointe reposant sur une chape. Le couple directeur est dû à un ressort à boudin, dont l'extrémité inférieure est fixée au cadre mobile et qui a, en même temps, pour effet de maintenir vertical l'axe de suspension.

Pour la déviation totale, le couple développé est 10^4 fois plus petit que dans le cas d'un appareil à deux pivots. Pour une résistance de l'enroulement de 1 000 mégohms, cette déviation totale correspond à un courant d'intensité égale à 24 μA. Ajoutons que cette

(¹) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. chapitre VI. Appareillage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 23 février 1924, t. XV, p. 298.

disposition est aussi bien adoptée pour les appareils électrodynamiques que pour ceux à aimant.

Nous devons mentionner aussi le galvanomètre du système Cambridge-Ayrton-Mather, dont la bobine mobile de forme allongée est enfermée dans un tube étanche aux poussières et le voltmètre électrostatique du système Ayrton-Mather.

Pour les mesures à effectuer dans les laboratoires de chimie, on remarquait, dans ce même stand, le potentiomètre de précision. Le galvanomètre de cet appareil est précisément celui dont nous venons de parler.

Deux modèles d'électroscope étaient également présentés : le micro-électroscope inclinable, du système Wilson, dans lequel on fait varier la sensibilité en changeant l'inclinaison de la feuille d'or par rapport à une plaque fixe chargée d'électricité, et l'électroscope Dolezalek, à quadrants suspendus par un fil de quartz.

Nous mentionnerons encore l'appareil de Campbell avec un étalon variable d'induction mutuelle pour la mesure, par comparaison, des coefficients d'autoinduction, des coefficients d'induction mutuelle et des capacités, particulièrement intéressant pour ses applications à la radiotélégraphie. Dans le même ordre d'idées, il faut signaler ici l'étalon de capacité.

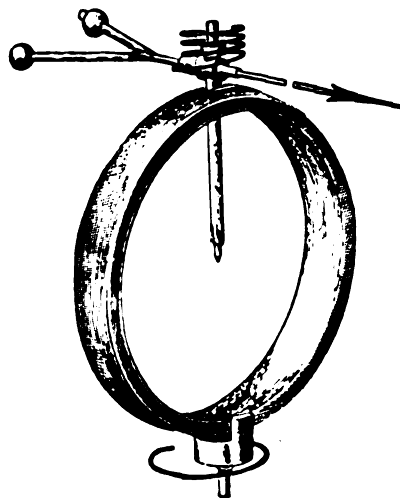


Fig. 316. — Vue schématique des galvanomètres système « unipivot » (Cambridge and Paul Instrument Co Ltd).

Pour en rester toujours à l'examen des instruments de mesures d'intérêt général, nous remarquons dans le stand du Matériel électrique de Contrôle industriel, dont la vue est représentée sur la figure 317, le voltmètre ferrodynamique du système Weston à quatre sensibilités, correspondant aux maxima de 1, 5, 25 et 125 v.

Nous insistons sur la première de ces sensibilités, d'un grand intérêt dans les applications de ce voltmètre dans le cas des courants alternatifs, qui permet de mesurer des différences de potentiel de l'ordre de 0,1 v avec une très grande précision.

Le phase-anglemètre du système Weston donne, en

degrés, la différence de phase entre l'intensité du courant qui parcourt un des enroulements et la différence de potentiel appliquée aux bornes du second enroulement.

Nous mentionnerons aussi le potentiomètre du système Leeds et Northrup, permettant de mesurer des différences de potentiel de 10^{-6} à 1 600 v ; les dispositions sont prises dans la construction pour éviter les résistances de contact dans le circuit du potentiomètre même. On peut se servir de cet appareil pour la mesure

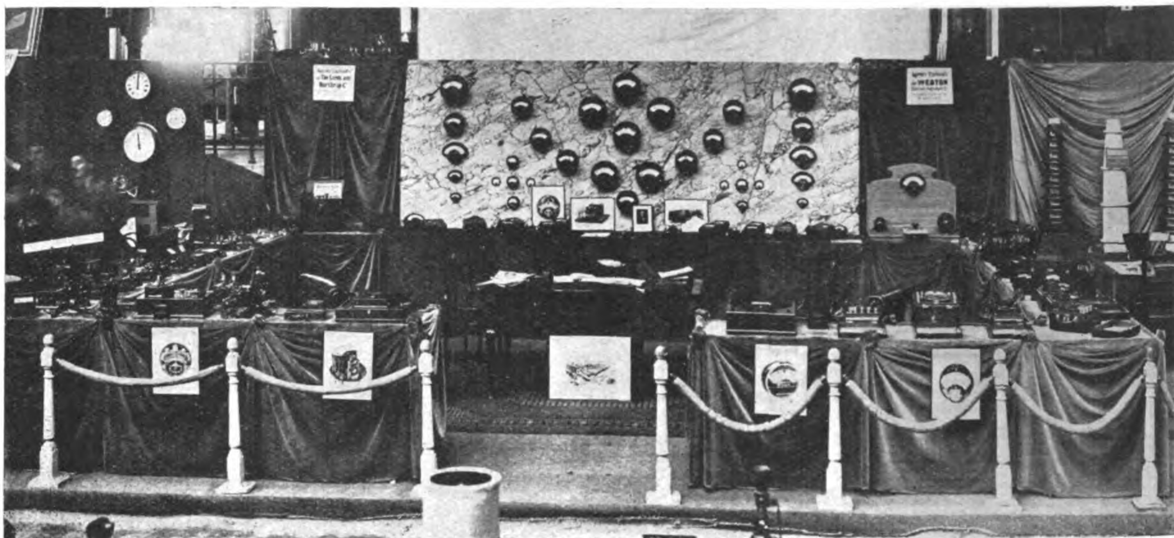


Fig. 317. — Vue du Stand du Matériel électrique de contrôle et industriel.

des intensités de courant, et, étant donné les limites étendues dans lesquelles varie la sensibilité du dispositif, ce même appareil s'applique aussi bien aux mesures à effectuer dans les laboratoires de chimie, pour le dosage des ions, par exemple, qu'à des mesures industrielles, pour des intensités de courant pouvant s'élever jusqu'à 6 000 A.

Pour les mesures des capacités, le Matériel électrique de contrôle et industriel présente un microfaradmètre du système Weston, appareil à lecture directe et dont la manipulation est fort simple, puisqu'il suffit de le relier, d'une part, à une source à courant alternatif et, d'autre part, à la capacité à mesurer. Il convient à toutes les fréquences comprises entre 50 et 500 p : s.

Dans le stand des Ateliers J. Carpentier étaient exposés, entre autres, un certain nombre de voltmètres électrostatiques, qui constituent une application de l'électromètre sphérique de Lippmann. Un de ces modèles est représenté sur la figure 318 ; il est établi pour mesurer des tensions jusqu'à 40 000 v ; il y avait un deuxième modèle, basé sur le même principe et permettant de mesurer jusqu'à 250 000 v.

Un autre type de voltmètre est celui à quadrants, appareil portatif, à lecture directe, muni d'un amortisseur magnétique.

Nous devons mentionner aussi la boîte de contrôle électromagnétique comprenant un ampèremètre qui permet de mesurer des intensités de courant de 0,5 à 300 A et un voltmètre pouvant fonctionner en ampèremètre, pour des mesures d'intensités de courant inférieures à 5 A (1). Pour réduire la constante de temps du circuit formé par le shunt et la bobine de l'ampèremètre, dans le cas des intensités de courant élevées, les Ateliers J. Carpentier montent en série, avec l'en-

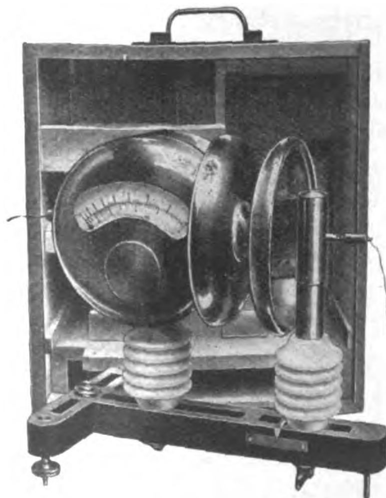


Fig. 318. — Vue extérieure du voltmètre électrostatique (Ateliers J. Carpentier).

roulement de l'appareil, une résistance plus grande que la résistance propre de l'enroulement, ce qui conduit,

(1) L. Joly. Appareils électromagnétiques J. Carpentier à sensibilité multiple. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, juin 1921, t. 1 (4e série), p. 267. *Revue générale de l'Electricité*, 11 juin 1921, t. IX, p. 833.

bien entendu, à n'admettre sur le shunt que des bobines prévues pour des intensités relativement élevées de l'ordre de 10 A.

Cette boîte fonctionne aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu, les indications étant sensiblement les mêmes, tant que la fréquence du courant alternatif est comprise entre 16 et 50 p : s.

Parmi les appareils enregistreurs, nous avons remarqué l'enregistreur à avance synchronisée et à vitesse variable du papier. L'entraînement du tambour sur lequel est enroulé le papier est assuré par un électroaimant. Il est prévu, à cet effet, un commutateur-distributeur à combinaison, formé d'un disque qui porte un certain nombre de plots. Ce disque tourne à la vitesse de synchronisme et chacun des plots, appartenant à des circuits d'électroaimants d'enregistreurs, ferme périodiquement le circuit respectif auquel il correspond. Ainsi se trouve supprimé le mouvement d'horlogerie dont on se sert ordinairement pour actionner les enregistreurs. Ajoutons que ces appareils sont munis d'un dispositif de contrôle de temps, constitué par un petit stylet; ce dernier est commandé par un électroaimant dont le circuit est également fermé à intervalles de temps réguliers.

Dans l'enregistreur à étincelles, représenté sur la figure 319, l'entraînement du papier est assuré par un petit moteur, ce qui permet de faire varier la vitesse du papier de 0,5 à 20 mm : s. Le stylet inscripteur de l'appareil comporte une double pointe métallique et se déplace entre deux pièces, métalliques aussi ; il est relié au secondaire d'une bobine d'induction, de telle façon que l'étincelle jaillisse, d'une part, entre la première pièce métallique et une des pointes et, d'autre part, entre la pièce sur laquelle se déplace le stylet et l'autre pointe. L'inscription s'effectue par perforation du papier. L'instrument est prévu pour être monté avec un équipage voltmétrique, ampèremétrique ou encore wattmétrique.



Fig. 319. — Vue de l'enregistreur à étincelles (Ateliers J. Carpentier).

Nous devons mentionner ici un certain nombre d'appareils présentés par leur créateur dans le stand réservé à la Société française de Physique et dans celui de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

Dans le premier, M. H. Chaumat présentait un wattmètre étalon reproduit sur la figure 320. Le circuit à fil fin est suspendu à un fil de torsion attaché à deux points fixes, au-dessus et au-dessous du socle. Dans la position d'équilibre, les plans d'enroulement de chacun des circuits à fil fin et à gros fil sont rectangulaires et cette position relative est repérée au moyen de deux index en regard. Lorsque l'appareil est en service, l'organe mobile dévie; on fait alors tourner le circuit à gros fil de façon à ramener la coïncidence des deux index. L'angle ainsi décrit est égal à l'angle de torsion ; il est donc rigoureusement proportionnel à la puissance et le coefficient de proportionnalité est une constante absolue du wattmètre. L'étendue de lecture que l'on obtient avec ce dispositif dépasse celle à laquelle on est habitué dans les appareils de cette catégorie : elle peut être en effet d'une circonférence entière.

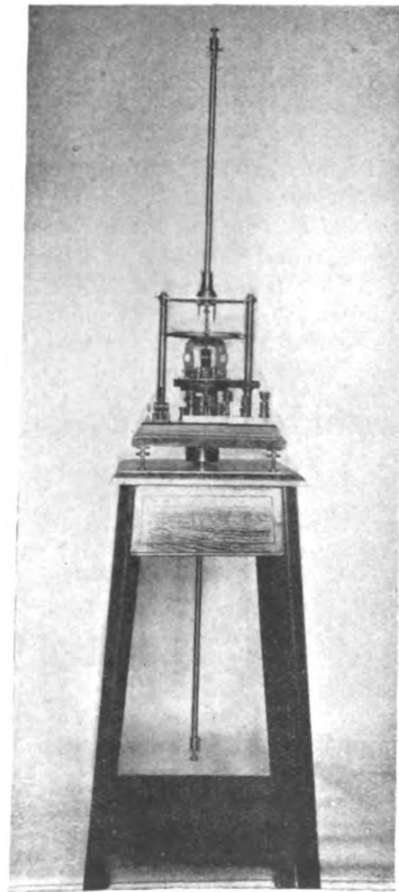


Fig. 320. — Vue du wattmètre de M. H. Chaumat.

M. Chaumat s'est particulièrement attaché à l'étude de la question des mesures des puissances en courant alternatif, dans le cas de très faibles facteurs de puissance. On connaît les difficultés que l'on rencontre dans des mesures de ce genre, difficultés résultant de la réactance d'induction du circuit de la bobine à fil fin. Si φ représente le déphasage du courant dans ce cir-

cuit par rapport à la différence de potentiel aux bornes de l'appareil d'utilisation et Φ, le déphasage du courant dans le circuit d'utilisation par rapport à cette même différence de potentiel, le facteur de correction par lequel il faut multiplier les indications du wattmètre pour connaître la puissance vraie est

$$\frac{1 + \operatorname{tang}^2\varphi}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\Phi},$$

qu'on peut, en général, simplifier, en remarquant que $\operatorname{tang}^2\varphi$ est négligeable par rapport à 1 ; il devient alors

$$\frac{1}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\Phi}.$$

Or, pour éliminer ce facteur, M. Chaumat a adopté, pour le wattmètre exposé, une disposition spéciale qui a été décrite dans une note présentée à l'Académie des Sciences (1) et dans un article publié dans la « Revue générale de l'Electricité » (2). Les circuits à gros fil et à fil fin sont formés chacun de deux enroulements identiques. Au moyen de commutateurs appropriés, les enroulements de même nom peuvent être reliés en série ou en parallèle ; il est prévu, de plus, sur le circuit à fil fin, des résistances additionnelles telles que la résistance totale de ce circuit reste constante, quelle que soit la position du commutateur. On fait une première mesure de la puissance, les deux enroulements du circuit à fil fin étant en parallèle, ceux du circuit à gros fil en série, et on lit P_1, de sorte que la puissance vraie P_v est

$$P_v = \frac{P_1}{1 + \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\Phi}.$$

Dans une deuxième mesure, les deux enroulements du circuit à fil fin sont en série, et ceux du circuit à gros fil, en parallèle, de telle sorte que, si la puissance lue est P_2, la puissance vraie est

$$P_v = \frac{P_2}{1 + 4 \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\Phi};$$

d'où la formule, dans laquelle le facteur de correction est éliminé,

$$P_v = \frac{4P_1 - P_2}{3}.$$

On remarquera que l'autoinduction des circuits à fil fin n'intervient plus dans les résultats des mesures : cette cause d'erreur est donc complètement déterminée.

Le modèle exposé, qui a été spécialement étudié pour des laboratoires d'étalonnage, est 15 fois plus sensible que le plus sensible des wattmètres de précision de Siemens.

Ajoutons que le dispositif de proportionnalité employé dans cet appareil est applicable à tous les appareils électromagnétiques à cadre mobile.

(1) H. Chaumat ; *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 10 avril 1922, t. CLXXIV, p. 1007.

(2) H. Chaumat. Sur l'emploi des wattmètres en courants alternatifs dans le cas de très faibles facteurs de puissance. *Revue générale de l'Electricité*, 27 mai 1922, t. XI, p. 774-777.

Dans ce même stand était exposé un électromètre créé par M. Félix Michaud. Dans cet instrument, les forces électriques utilisées pour la mesure de la différence de potentiel sont, non plus celles appliquées aux armatures du condensateur que constitue tout électromètre, mais au diélectique. Partant du principe suivant lequel un condensateur tend toujours à augmenter sa capacité (1), M. Michaud charge deux lames conductrices parallèles, partiellement immergées dans un liquide isolant ; les pressions qui prennent naissance pour augmenter la capacité de ce condensateur ont pour effet de chasser l'air dont la constante diélectrique est plus faible que celle du liquide ; ce qui se traduit par un déplacement ascensionnel du liquide entre les deux armatures. L'électromètre ainsi conçu et représenté sur la figure 321 est cylindrique et vertical ; l'armature

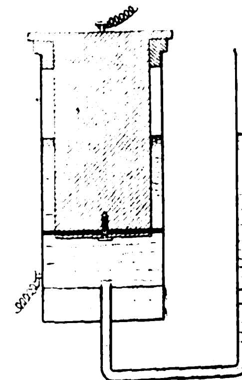


Fig. 321. — Vue schématique de l'électromètre de M. F. Michaud.

intérieure est isolée de l'armature extérieure, en haut, par une bague d'ébonite et, en bas, par un disque de mica. La dénivellation est mesurée sur un tube de verre placé latéralement et la différence de potentiel V correspondante est donnée par la formule

$$V = \sqrt{\frac{4\pi (R^2 - r^2) h \delta g}{\varepsilon - 1}} \log_e \frac{r}{R} \text{ U.E.S.},$$

où R et r sont les rayons des deux armatures ; h, la dénivellation mesurée ; ε, la constante diélectrique du liquide ; δ, sa densité ; g l'accélération due à la pesanteur.

Lorsque l'intervalle entre les armatures est de 1 cm, on peut mesurer, avec l'appareil exposé, des différences de potentiel comprises entre 5 000 et 25 000 v ; les dénivellations moyennes sont de l'ordre du centimètre.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXXIII, p. 1163.

On pourrait mesurer avec un intervalle de quelques centièmes de millimètres des différences de potentiel de quelques dizaines de volts.

Comme autre type d'électromètres, nous mentionnerons l'électromètre capillaire présenté par les Etablissements Poulenc frères.

Dans le stand du Laboratoire de Recherches étaient exposés un certain nombre d'électromètres du système Szilard — qui ont fait l'objet de plusieurs notes à l'Académie des Sciences (1) et d'une communication à la Société française de Physique, dans sa séance du 6 juillet 1923 (2). M. Szilard a perfectionné les organes de l'électromètre

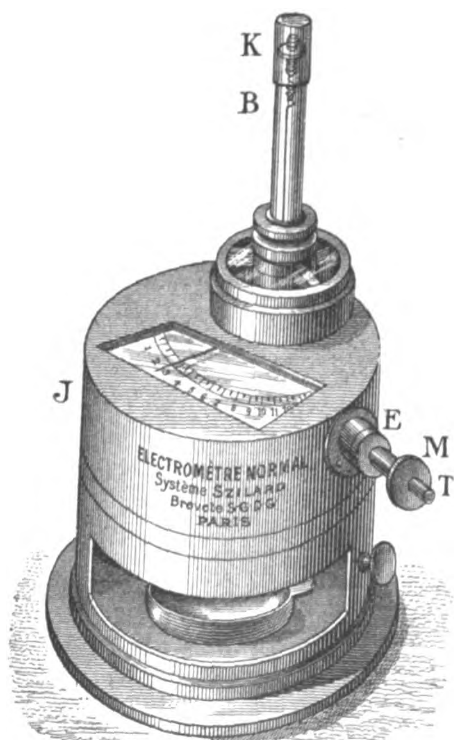


Fig. 322. — Vue d'un électromètre système Szilard (Laboratoire de Recherches).

Kelvin, dans leur forme et leur fonction, pour obtenir une sensibilité qui n'a jamais été atteinte avec des appareils de ce genre. Il remplace, à cet effet, les deux secteurs de cercle mobiles du modèle primitif par un seul secteur qui se termine en une longue pointe; après avoir étudié les dimensions de cette pointe, le mode de suspension, il a réalisé des appareils dont l'équipage mobile ne pèse pas 15 mg, et qui décèle des courants dont l'intensité est de 10^{-12} A, et même 10^{-14} A. Parmi les divers modèles, mentionnons le télévoltmètre qui permet la mesure à distance, sans fil de connexion, de tensions élevées ou d'une électrisation quelconque produite loin de l'appareil. Ce résultat est obtenu par l'action du champ électrique mesuré sur une substance riche en rayons β ou γ, placée près de l'appareil et reliée au quadrant de l'électromètre. Grâce à leur extrême sensibilité, ces instruments peuvent être appliqués à toutes les mesures de radioactivité, de rayons X, de courants d'ionisation, etc. Sur la figure 322 est représenté un de ces modèles, transportable et avec lequel on peut déceler des intensités de courant de l'ordre de 10^{-14} A.

M. Barengolz présentait, dans le stand de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, un condensateur à capacité variable prévu pour tenir lieu de condensateur étalon (fig. 323). Le créateur de cet appareil a cherché à réaliser un condensateur à air dont la capacité varie avec une très grande régularité; il a résolu le problème en adoptant

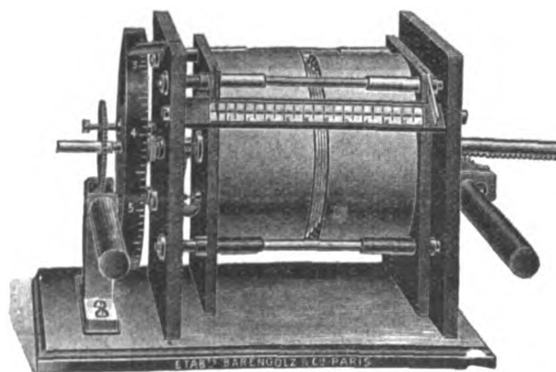


Fig. 323. — Vue du condensateur à capacité réglable de M. Barengolz.

le principe des armatures cylindriques. Chacune d'elles est formée d'un groupe de cylindres ayant une base commune et plane; elle constitue un bloc dans lequel la position respective des éléments est invariable. Les diamètres sont calculés de façon que, lorsque les armatures sont engagées l'une dans l'autre, une épaisseur uniforme d'air existe entre les cylindres successifs. Tous les soins sont apportés pour assurer le centrage parfait de chacun des éléments par rapport à l'axe du système. Grâce au principe adopté et à cette construction soignée, la courbe d'étalonnage exprimant la capacité en fonction du déplacement des armatures est, dès l'origine, rigoureusement une droite.

Le dispositif adopté pour permettre le déplacement relatif des deux armatures mérite d'être signalé. Mobiles toutes les deux, elles sont susceptibles de glisser parallèlement à l'axe le long de quatre tiges calibrées. Le déplacement relatif est assuré par un mécanisme spécial; il est plus ou moins lent suivant le rôle que doit remplir le condensateur.

(1) *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 19 et 26 juin 1922, t. CLXXIV, p. 1618 et 1695.

(2) B. Szilard; Nouveaux électromètres à grande sensibilité. *Bulletin de la Société française de Physique*, n° 190, 6 juillet 1923. Analysé dans la *Revue générale de l'Electricité*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 774.

A ce propos, M. Barengolz a établi trois types d'appareils, les condensateurs destinés aux mesures, ceux qui serviront à l'émission et, enfin, à la réception, en radiotélégraphie. Dans les appareils des deux premières catégories, il est prévu trois réglages différents : le réglage rapide s'obtient au moyen d'une crémaillère, qui agit sur l'armature de droite et deux autres réglages plus lents pour lesquels il est prévu un double système de vis micrométriques qui provoque le déplacement de l'armature de gauche.

Dans les condensateurs destinés aux mesures, les organes de déplacement des armatures sont complètement séparés de ceux qui servent à évaluer ces déplacements et qui comprennent une règle mobile et un disque gradué.

On conçoit aisément la possibilité de construire des condensateurs, basés sur ce principe, présentant des capacités d'ordres de grandeur très différents; il suffit, en effet, pour augmenter la capacité, d'augmenter la longueur, le nombre et le diamètre des éléments, tout en maintenant une distance convenable entre eux. Ajoutons que les deux armatures étant entièrement espacées



Fig. 324. — Vue du stand de la Société des Etablissements Ducretet.

et leurs supports éloignés, les lignes de fuite sont très longues, d'où résulte une très grande résistance aux courants de fuite. De plus, la capacité résiduelle est presque nulle.

En résumé, ce dispositif, remarquable par la simplicité de sa construction et par la facilité de la manœuvre, est certainement appelé à faire partie de l'équipement de la plupart des laboratoires où la question de la mesure des capacités se présente tous les jours plus fréquemment, sans parler de ses applications à la radiotélégraphie. L'intérêt avec lequel les physiciens français et étrangers ont observé le petit appareil exposé suffit à mettre en évidence son heureuse conception et sa réalisation soignée.

Nous ne pouvons pas terminer cet exposé relatif aux instruments de mesures des grandeurs électriques et aborder l'examen de quelques appareils présentant un caractère spécial, sans mentionner le stand de la Société des Etablissements Ducretet, dont la vue est représentée sur la figure 324. Sa place à côté de celui réservé à la Société française de Physique était tout indiquée. On y voyait réunis les appareils classiques de mesures et de démonstration dont la nomenclature et la description nous obligeraient à développer ici un cours complet de mesures électriques.

Instruments spécialement destinés aux mesures en courants a haute fréquence. — Les dispositifs employés pour

la mesure des grandeurs électriques dans le cas du courant continu et même des courants alternatifs à basse fréquence ne s'appliquent plus, sans modification préalable, lorsque les fréquences des courants mis en jeu deviennent élevées. Dans les circuits inductifs, la réactance d'induction devient trop importante pour qu'il n'en soit pas tenu compte et, dans tous les circuits, inductifs ou non, la résistance n'a plus la propriété, si utile en tant de circonstances, d'être constante; elle varie avec la fréquence des courants [1]. Enfin, la capacité du système intervient également. Il ne peut donc être question de se servir, sans appareil intermédiaire, des galvanomètres et des appareils qui en dérivent, car il faut éviter à tout prix que l'instrument de mesure proprement dit soit parcouru par le courant à haute fréquence.

Une solution déjà proposée par Duddell en 1889 et réalisée dans son galvanomètre consiste à utiliser les propriétés des couples thermoélectriques, provoqués par le courant à mesurer. Nous la voyons réalisée dans le modèle d'ampèremètre pour courants à haute fréquence exposé par les Etablissements Chauvin et Arnoux. L'ampèremètre proprement dit est du type connu, à cadre mobile; il ne se distingue en rien des autres appareils de cette catégorie que construit cette maison. Mais tout l'intérêt de la nouvelle création réside dans la source de la force électromotrice aux bornes de laquelle est monté l'appareil. Ce dispositif, qui a été présenté à la Société des Amis de la Télégraphie sans Fil dans sa séance du 27 novembre 1923 [2], a l'apparence d'un shunt. Il est constitué par deux plots massifs reliés entre eux par une bande mince de constantan ; elle comporte en son milieu une languette qui lui est perpendiculaire et qui est assez longue pour que son extrémité conserve la température du milieu ambiant. Sur la bande même, d'une part, et à l'extrémité de la languette, d'autre part, sont soudés des fils de cuivre qui sont reliés à leur tour à l'ampèremètre. On remarque que la soudure chaude du couple est constituée par la résistance chauffante elle-même ; cette solution a pour effet de remédier aux inconvénients de celle qui consiste à chauffer le point de soudure par une résistance auxiliaire, et d'assurer, en particulier, l'instantanéité des déviations de l'organe mobile.

Nous trouvons également un ampèremètre à couple thermoélectrique du système Duddell dans le stand de la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd. Cette compagnie présentait également des couples thermoélectriques dans le vide, définis par leur résistance et destinés à être montés aux bornes d'un galvanomètre à aimant permanent.

Une autre solution adoptée pour mesurer des courants à haute fréquence consiste à transformer ces courants en un courant plus facile à mesurer, en courant redressé, par exemple. Elle était représentée, dans ce même stand, par le voltmètre thermoionique du système Moullin. Le courant à haute fréquence est redressé au moyen d'une lampe à trois électrodes et d'un condensateur. L'instrument de mesures proprement dit est du système « unipivot » que nous avons déjà décrit. On peut se servir de ce dispositif pour la mesure des intensités du courant, des coefficients de self-induction et d'induction mutuelle et du facteur de puissance des condensateurs.

Nous retrouvons des instruments à couple thermoélectrique dans le stand du Matériel électrique de contrôle et industriel; ces appareils sont du système Weston ; comme dans le premier type que nous avons décrit plus haut, la résistance chauffante y constitue la soudure chaude. L'exactitude de ces appareils en courant alternatif est de 0,5 pour 100, pour des fréquences s'élevant jusqu'à 3000 p : s.

Les Ateliers J. Carpentier présentaient également un ampèremètre thermique à double amplification, permettant de mesurer des intensités de courant de 0,5 à 4 A, un voltmètre amplificateur dans lequel le courant mesuré est en réalité un courant redressé, comme dans l'appareil du même genre décrit plus haut; mais le courant à haute fréquence est encore amplifié avant d'être redressé. Cet appareil, représenté sur la figure 325, a fait l'objet d'une communication à la Société française des Electriciens [1].

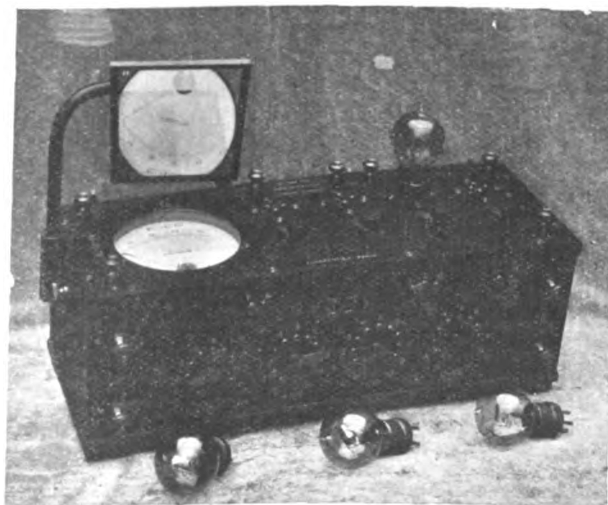


Fig. 325. — Vue du voltmètre amplificateur (Ateliers J. Carpentier).

Dans ce même stand, on remarquait des dispositifs utilisés en téléphonométrie, tels qu'une ligne étalon

(1) R. Mesny; Etude sur les résistances à haute fréquence. *L'Onde électrique*, mars et avril 1922, t. I, p. 160-173 et 231-245.

(2) L. Pillier; Nouvel ampèremètre à haute tension à thermoélément. *L'Onde électrique*, janvier 1924, t. III, p. 5-11.

(1) *Bulletin de la Société française des Electriciens*, janvier 1920, t. X, 3e série, p. 9-24.

de 31 miles, subdivisée en huit parties, qui correspondent respectivement à 10-10-5-2-2, 1-0,5-0,5 miles; chacune d'elles, sauf les deux dernières, est encore subdivisée en plusieurs éléments ayant au plus 2 miles. Chaque élément est constitué par quatre résistances égales montées par deux en série, avec chaque ligne, aller et retour, et le point de jonction en série est relié à une armature d'un condensateur. La résistance de chaque élément est de 4×22 ohms par mile, et sa capacité, de 0,108 μF. Ce dispositif est représenté sur la figure 326.

Nous pouvons faire rentrer dans la catégorie des instruments ou dispositifs de mesures des courants à haute fréquence, les oscillateurs et générateurs de courants ondulés, qui servent, les premiers, d'appareils étalons dans l'étalonnage des ondemètres ou contrôleurs d'ondes, et les seconds, de véritables générateurs dans les mesures téléphonométriques. Les Ateliers J. Carpentier présentaient un modèle de ces deux types d'instruments. Le premier est le multivibrateur de M. Abraham, qui a fait l'objet d'une note présentée à l'Académie des Sciences [1]. Comme le fait ressortir son auteur, il importe de réaliser un oscillateur très riche en harmoniques, permettant de passer sans intermédiaire d'une fréquence musicale aux fréquences adoptées en radiotélégraphie. Dans le dispositif exposé, les fréquences s'échelonnent de 600 à 40000 p : s. Cet appareil est constitué par un groupe de deux lampes convenablement couplées par des capacités et par des résistances. Les fréquences fondamentales peuvent être réglées dans les limites indiquées ci-dessus en choisissant convenablement celles des capacités qui sont en service et leur mode de couplage.

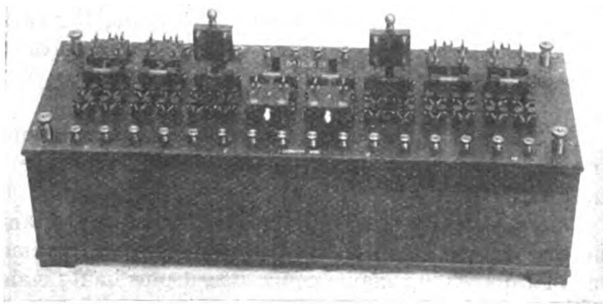


Fig. 326. — Vue de la ligne étalon de 31 miles (Ateliers J. Carpentier).

Le deuxième appareil, le générateur de courants ondulés, est prévu pour produire un courant à haute fréquence exempt d'harmoniques, contrairement à ce qui est demandé à l'oscillateur. Dans le modèle présenté par les Ateliers J. Carpentier, ce résultat est obtenu par un circuit comprenant un circuit inductif à coefficient de self-induction variable, en résonance avec un condensateur de capacité fixe et monté sur le circuit grille-plaque de deux lampes à trois électrodes. La fréquence est variable de 500 à 2000 p: s.

(1) H. Abraham et E. Bloch; Sur la mesure en valeur absolue des périodes et des oscillations électriques de haute fréquence. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXVIII, p. 1105-1108. *Revue générale de l'Électricité*, 14 juin 1919, t. V, p. 855-856.

Nous trouvons une disposition du même genre dans l'oscillateur présenté par la Société Le Matériel téléphonique [1].

Dans cette catégorie d'appareils rentre aussi le générateur à diapason entretenu par une lampe à trois électrodes, exposé par la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd. L'organe essentiel de ce dispositif est un diapason fixé entre la pièce polaire d'un aimant permanent en fer à cheval; les pièces polaires portent chacune un enroulement dont l'un est relié au circuit de la grille d'une lampe à trois électrodes, et l'autre, au circuit de la plaque. Cet appareil, générateur de courants ondulés, était destiné primitivement à l'étude du pouvoir amplificateur des lampes à trois électrodes; il donne aussi de bons résultats dans d'autres applications, telles que le repérage du temps dans les enregistrements photographiques de l'oscillographe, par exemple.

Nous n'insisterons pas davantage sur les divers instruments et dispositifs de mesures destinés à la détermination des principales grandeurs électriques. Ce que nous avons cherché à faire ressortir dans cet exposé, c'est la grande diversité de modèles, qui diffèrent par des détails de construction, plus que par leurs principes en nombre d'ailleurs relativement restreint. Il est toutefois intéressant de constater tout le parti que l'on peut tirer de ces quelques principes ; quelle que soit la nature du problème qui se présente, on trouve une solution dans l'application judicieuse et convenablement choisie de l'un ou l'autre des phénomènes électriques. Pour fixer les idées sur les progrès réalisés dans ce domaine depuis le premier galvanomètre d'Arsonval, qui, comme nous l'avons dit, date de 1879, résumons ce qui précède en faisant remarquer qu'à côté des appareils qui permettent de mesurer des intensités de courant de l'ordre de 6000 à 10000 A, il y avait à l'Exposition de Physique et de T. S. F., des instruments qui décèlent des intensités de courant de l'ordre de 10^{-14} A ; les limites dans lesquelles sont comprises les valeurs mesurables des autres grandeurs électriques sont évidemment aussi étendues que ces dernières, puisqu'en définitive, la plupart des mesures se ramènent à celles d'une intensité de courant ou d'une quantité d'électricité. Ces chiffres définissent bien l'état actuel non seulement de cette branche de l'industrie en particulier, mais celui de la physique en général et de la technique.

(1) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Chapitre XII. Téléphonie. *Revue générale de l'Électricité*, 26 avril 1924, t. XV, p. 740.

II. **Compteurs d'énergie électrique.** — Ici se présente un problème un peu différent de ceux qui nous ont occupés jusqu'ici : il s'agit de mesurer une grandeur résultant du produit de deux grandeurs absolument indépendantes l'une de l'autre. Malgré sa complexité, il est résolu depuis de nombreuses années, ainsi qu'en témoignaient, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., le compteur horaire de Xavier Garnot dans le stand de l'exposition rétrospective et les watt-heuremètres Brillié, dans celui de la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils.

Le premier ne servait qu'à enregistrer la durée de fonctionnement du circuit sur lequel il est monté ; le modèle exposé est prévu pour cinq circuits, c'est-à-dire qu'il comporte cinq roues et cinq électroaimants. Les roues sont toutes commandées par un mouvement d'horlogerie; tant qu'un circuit n'est parcouru par aucun courant, la roue correspondante est bloquée par l'électroaimant, qui ne la libère que lorsque le circuit est en charge. Ce mouvement uniforme de la roue est enregistré par une minuterie. Cet appareil est donc encore très rudimentaire. Dans les appareils Brillié, nous trouvons déjà le principe des compteurs modernes ; ils sont toutefois plus compliqués, en ce sens qu'ils comportent un organe intermédiaire entre le wattmètre proprement dit et la minuterie. Dans un premier modèle, c'est l'aiguille qui fait tourner la minuterie, tandis que le ressort de torsion est armé progressivement jusqu'à ce que sa tension fasse équilibre à l'action des bobines du wattmètre ; à ce moment l'enregistrement cesse. Dans un autre modèle, la minuterie est commandée par un moteur dont la vitesse est proportionnelle à la puissance, proportionnalité assurée au moyen de résistances intercalées dans son circuit par le wattmètre. On connait les modifications apportées à ces premiers dispositifs et la constitution des modèles définitivement adoptés, aujourd'hui. Le point qui attire notre attention est la solution du problème très actuel de l'enregistrement de l'énergie réactive.

Dans les dispositifs exposés par la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils, le résultat est obtenu en provoquant une différence de phase entre les deux flux, que l'on appelle, pour abréger, flux tension et flux intensité, égale à $\pi-\varphi$, si φ est celle qui existe entre la tension et l'intensité du courant dans le circuit extérieur; dans ces conditions, en effet, les indications du compteur sont bien proportionnelles à $UI \sin \varphi$. Le flux courant est déphasé en arrière d'un angle θ_1 par rapport au courant, à l'aide d'un enroulement de quelques spires en fil émaillé fermé sur lui même, placé à l'intérieur de la bobine à gros fil, autour du fer correspondant. D'autre part, sur le circuit qui crée le flux tension est intercalée une résistance non inductive qui provoque un déphasage en avant, d'un angle θ_2, du flux tension, par rapport à sa phase sans la résistance. Si la somme arithmétique des angles θ_1 et θ_2 qui mesurent ces différences de phase est égale à $\frac{\pi}{2}$ et si l'on a soin d'inverser les sens des connexions du circuit en dérivation, la condition indiquée est bien satisfaite.

Afin d'éviter l'emploi de deux compteurs distincts, l'un, d'énergie réelle et l'autre, d'énergie réactive, la Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils a établi un dispositif qui comporte ces deux appareils, et de plus une troisième minuterie M_3 (fig. 327). La liaison mécanique de ces deux compteurs à l'aide d'un système d'engrenages différentiel permet ainsi l'enregistrement de la grandeur $K_1 \int UI \cos \varphi \, dt + K_2 \int UI \sin \varphi \, dt$, les coefficients K_1 et K_2 étant dans un rapport qui dépend de celui des engrenages ; il est fixé d'après le mode de tarification adopté [1].

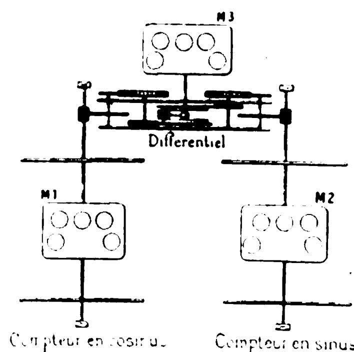


Fig. 327. — Vue schématique de la liaison mécanique du compteur « triplex » (Compagnie continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils).

Dans le stand de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz figurait un compteur d'énergie réactive, du système Iliovici, pour les réseaux triphasés ; il donne des résultats aussi exacts sur les réseaux non équilibrés que sur ceux qui sont équilibrés. Ce compteur peut être combiné avec un compteur d'énergie réelle suivant un dispositif analogue à celui qui vient d'être décrit.

Nous mentionnerons encore, dans ce même stand, un appareil muni de quatre minuteries : les deux premières enregistrent l'énergie réelle et l'énergie réactive; la troisième, la différence entre l'énergie réelle et les trois quarts de la seconde, si cette différence est positive, et la quatrième, la même différence, lorsqu'elle est négative. Cet appareil est représenté sur la figure 328. Cette compagnie a exposé également des compteurs à double tarification et des compteurs enregistreurs des pointes.

Comme autre stand dans lequel étaient exposés des compteurs d'énergie, nous mentionnerons celui de la Société générale d'Electrométrie.

[1] Voir à ce sujet : P. Bargeton et V. Genkin; Tarification d'énergie électrique en fonction du facteur de puissance de l'installation de l'abonné. *Revue générale de l'Electricité*, 18 décembre 1920, t. VIII, p. 863.

III. **Oscillographes. Hystérésigraphe.** — C'est en 1893 que M. A. Blondel présenta à l'Académie des Sciences [1] le premier appareil auquel il donna le nom d'oscillographe. Jusqu'alors, on avait cherché à appliquer à l'étude des oscillations des courants le galvanomètre d'Arsonval ; des tentatives avaient été entreprises dans ce sens par Eric Gérard et par M. d'Arsonval

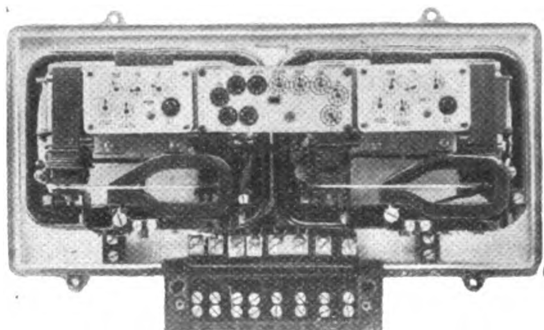


Fig. 328. — Vue extérieure du compteur à quatre minuteries (Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz).

lui-même ; M. Blondel résume dans la première note relative à cette question les conditions, bien connues aujourd'hui, auxquelles doit satisfaire l'équipage mobile d'un tel dispositif. Après avoir pris successivement comme organe mobile, un cadre, une plaque vibrante, un barreau mobile, M. Blondel s'arrête à cette dernière solution adoptée depuis d'une façon définitive. Le barreau employé a une largeur de 2 à 3 mm et une épaisseur un peu inférieure à celle des pièces polaires entre lesquelles il est placé. Le mode de suspension fait aussi l'objet d'une étude approfondie : avec un ressort ou une suspension bifilaire élastique, le nombre des vibrations du barreau mobile qui rentre dans la constitution du premier appareil est de 2 000 à 3 000 par seconde, ce qui conduit à une période d'oscillation propre du système notablement inférieure à celle des grandeurs à mesurer à l'époque, condition essentielle pour assurer un fonctionnement satisfaisant de l'instrument. Une autre difficulté est celle de l'amortissement qui doit être aussi voisin que possible de l'apériodicité critique lorsque les oscillations étudiées sont discontinues. M. Blondel rejette comme insuffisant l'amortissement électromagnétique et a recours à l'amortissement par des liquides de viscosité croissante, tel que le baume résineux. L'appareil ainsi conçu, construit il y a trente ans, était à l'Exposition de Physique et de T. S. F. A côté de ce premier dispositif figuraient des pièces de modèles plus récents que M. Blondel n'a cessé de perfectionner ; c'est ainsi que l'on y voyait l'équipage de bandes magnétiques vibrantes, datant de 1900, un oscillographe triple bifilaire de la même époque, le grand équipage bifilaire de 1910.

[1] A. Blondel ; Oscillographes : nouveaux appareils pour l'étude des oscillations lentes. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*. t. LXVI, p. 502-506.

Ces perfectionnements ont notamment pour but de diminuer la période d'oscillation propre : les fréquences atteintes dans les appareils de construction moderne atteignent jusqu'à 12 000 p : s pour le type bifilaire, et 40 000 p : s pour le type à fer doux, avec amortissement critique par bain d'huile.

Enfin, les résultats des travaux de M. Blondel sur

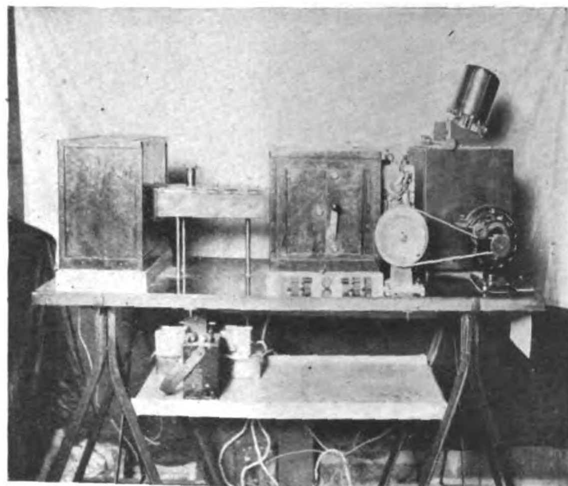


Fig. 329. — Vue de l'ensemble du nouvel oscillographe de M. A. Blondel.

cette question des oscillographes sont en quelque sorte réunis dans l'appareil de création toute récente, construit pour l'Ecole supérieure d'Electricité, présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et à la Société française de Physique même, dans une séance postérieure à l'Exposition.

Ce nouvel appareil comprend le galvanomètre, un synchronoscope, un interrupteur de lumière, un dérouleur, le système optique et une lampe à arc (qui peut être remplacée par une lampe à incandescence). Le tout est contenu dans une boîte métallique dont la partie supérieure peut être enlevée pour les vérifications et les réglages. La figure 329 donne une vue de l'ensemble. Sur la figure 330 est représenté le plan du

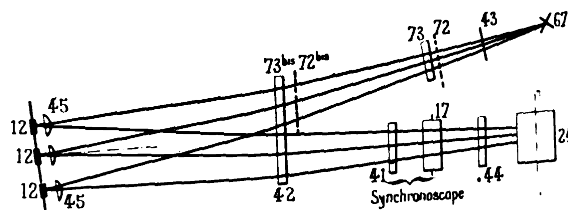


Fig. 330. — Plan du parcours des rayons lumineux dans l'oscillographe de M. Blondel.

parcours des rayons lumineux. Le galvanomètre, en 12, comporte trois équipages bifilaires, à miroir oscillant, renfermés chacun dans sa boîte à huile. Les pièces figurées en 41, 42, 43, 72, 72 bis, 73, 73 bis et 44 cons-

tituent le système optique. En 17 se trouve le synchronoscope qui comporte un miroir et est commandé par un moteur synchrone et en 24, l'enregistreur dérouleur. A ce propos, il importe de signaler une des particularités de ce nouveau dispositif : c'est qu'il permet d'enregistrer les courbes sur une glace plane ou sur une pellicule dont on peut dérouler une longueur quelconque. En 67 est figurée la lampe à arc, du type à charbons obliques dont le rapprochement est assuré automatiquement.

La place nous manque ici pour décrire les détails de la construction de ce nouvel appareil que les futurs élèves de l'Ecole supérieure d'Electricité auront l'occasion d'étudier de très près et qui, croyons-nous savoir, sera présenté prochainement par M. Blondel lui-même aux lecteurs de la « Revue générale de l'Electricité ». Nous ne pouvons quitter ce sujet sans citer le nom de M. Delagrange, le constructeur auquel M. Blondel confie, depuis de nombreuses années, l'exécution de ses conceptions.

Dans le stand de la Marine nationale était exposé l'oscillographe dû à M. R. Dubois. Dans ce dispositif, le créateur ne craint pas d'adopter un équipage mobile de moment d'inertie relativement élevé. Mais à l'augmentation du moment d'inertie doit correspondre une augmentation du couple antagoniste. Cette condition est réalisée en plaçant la palette de fer doux, aimantée sous l'action du champ magnétique dû au courant à étudier, dans un champ magnétique continu très intense de 10000 gauss, par exemple, et l'appareil ainsi conçu devient un appareil industriel très robuste, permettant d'enregistrer des courants de très faible intensité à des fréquences de 2000 p : s et présentant un réel intérêt dans ses applications aux mesures de radiotélégraphie et de microphonie.

Nous devons mentionner aussi l'oscillographe cathodique sytème Western Electric exposé par la Société Le Matériel téléphonique [1]. Cet appareil. décrit dans un récent article paru dans la « Revue générale de l'Electricité » [2], est basé sur le même principe que le tube de Braun.

A la catégorie des oscillographes électromagnétiques se rattache l'hystérésigraphe présenté dans le stand de la Société française de Physique par M. Lapp. Cet appareil est destiné à mettre en évidence le phénomène de la viscosité magnétique de substances à haute perméabilité placées dans des champs faibles. Un des effets de ce phénomène est de transformer complètement le cycle hystérétique qui s'élargit et prend la forme des cycles des substances dures, quand la variation d'aimantation est rapide, ainsi que l'a fait ressortir M. Lapp dans une étude très documentée publiée dans le « Journal de Physique » [1]. L'hystérésigraphe présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F., comporte deux équipages mobiles, satisfaisant chacun aux conditions habituelles de l'oscillographe, que nous avons rappelées plus haut. Il importe que les périodes propres de deux équipages soient identiques. L'un d'eux oscille autour d'un axe vertical et correspond à l'intensité du champ magnétique ; l'axe de rotation du deuxième, qui mesure l'induction, est horizontal.

L'appareil est établi pour les basses fréquences et peut donc être appliqué sans modification aux fréquences industrielles. Il fonctionnait, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., en appareil de projection et l'on pouvait y voir une série de photographies montrant les cycles lents et les cycles instantanés.

IV. **Instruments destinés aux mesures des grandeurs thermiques.** — Dans un très grand nombre d'appareils de cette catégorie, interviennent des phénomènes électriques, et c'est à ce titre que nous croyons devoir en parler ici.

Les phénomènes dont on tire parti pour mesurer les grandeurs thermiques sont soit la variation de la résistance électrique d'un conducteur en fonction de la température, soit l'existence de couples thermoélectriques, dont la force électromotrice dépend aussi de la température. Bien que le principe de ces appareils soit connu depuis de nombreuses années, il nous semble utile de rappeler, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., ce qui a été fait dans ce domaine et les perfectionnements réalisés.

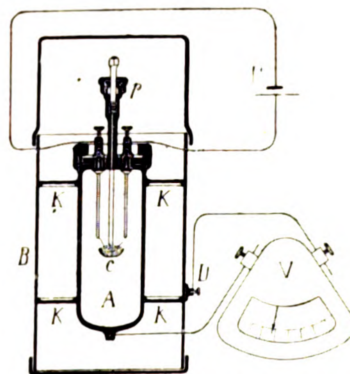


Fig. 331. — Vue schématique de la bombe calorimétrique thermoélectrique de M. Ch. Féry (M. Ch. Beaudoin, constructeur).

A, cylindre d'acier ; B, enceinte protectrice en cuivre ; K, disque en constantan ; p, pointeau destiné au réglage de l'admission d'oxygène ; V, voltmètre.

Nous remarquons d'abord, dans le stand de M. Ch. Beaudouin, constructeur, la bombe calorimétrique thermoélectrique de M. Ch. Féry. En 1907 déjà,

[1] L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., chapitre XII. Téléphonie. *Revue générale de l'Electricité*, 26 avril 1924. t. XV, p. 740.

[2] E.-M. Deloraine ; Oscillographe à rayons cathodiques à basse tension. *Revue générale de l'Electricité*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 323-330.

[1] Ch. Lapp ; Viscosité magnétique. *Journal de Physique*, octobre 1923, t. IV, 6e série, p. 348-369.

M. Féry présentait, à la Société technique du gaz, un calorimètre enregistreur à gaz ; l'appareil exposé date de 1912. Ce dispositif, dont la figure 331 donne la vue schématique, est formé d'un cylindre d'acier A, revêtu à l'extérieur d'une chemise en cuivre rouge, et qui constitue la bombe même à l'intérieur de laquelle est placé le combustible à essayer. Le corps de la bombe repose sur un disque en constantan K, le tout étant entouré d'une enveloppe plus grande qui tient lieu d'enceinte protectrice B. La soudure chaude est réalisée au contact de la bombe même et du disque en constantan, tandis que l'enveloppe extérieure en D et le même disque constituent la soudure froide. La force électromotrice résultant des différences de température est mesurée au moyen d'un millivoltmètre V, qui peut être gradué en calories.

Dans le stand réservé au Laboratoire de Métallurgie figurait un pyromètre thermoélectrique, également créé par M. Ch. Féry et spécialement destiné à la mesure de la température des fours. Ce dispositif, représenté sur la figure 332, est établi pour concentrer la

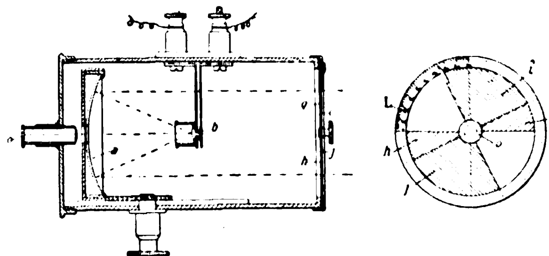


Fig. 332. — Vue schématique du télescope pyrométrique de M. Ch. Féry (Laboratoire de Métallurgie).

a, miroir ; b, couple thermoélectrique ; o, oculaire ; g, l, diaphragme fixe ; i, j, diaphragme mobile.

radiation du four par un miroir a sur un élément thermoélectrique b, relié à un millivoltmètre. Le télescope (c'est le nom donné à l'appareil) est muni d'un diaphragme à papillon qui permet d'occulter radialement une partie des rayons calorifiques. En faisant varier l'ouverture du diaphragme, on modifie la sensibilité de l'instrument ; à cet effet, le voltmètre est muni de plusieurs échelles, l'une correspondant à l'ouverture totale du diaphragme pour les températures comprises entre 400° et 1600°C ; les autres, à ouverture partielle, pour des températures pouvant s'élever jusqu'à 3 500°C. On remarquera également que le télescope comporte un oculaire o permettant la mise au point de l'appareil ; il suffit pour cela de viser un regard percé dans le four et d'amener l'image de ce regard sur la soudure du couple. Les indications du voltmètre sont indépendantes de sa distance à la source de chaleur.

Ce même dispositif, que construit la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz, figurait aussi dans le stand des Ateliers J. Carpentier, avec une grande variété d'autres modèles de thermomètres et de pyromètres. Nous mentionnerons notamment les thermomètres basés sur la variation de la résistance électrique d'un fil, qui constituent une application du principe du logomètre et qui peuvent être prévus soit comme appareils portatifs, soit comme thermomètres de tableaux ; dans cette même catégorie, rentrent les thermomètres enregistreurs. Parmi les pyromètres signalons, outre celui indiqué plus haut, le pyromètre à suspension, à couple thermoélectrique, le pyromètre Carpentier, du même genre que celui de M. Ch. Féry.

Il y avait également un certain nombre de pyromètres dans le stand de la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd, les uns à couple thermoélectrique, les autres basés sur un principe différent et dans lequel l'électricité n'intervient que comme agent très secondaire ; il s'agit des pyromètres optiques. La mesure de la température se ramène à la comparaison de l'éclat de la source étudiée et d'une lampe étalon.

Dans ce même stand, on pouvait remarquer un appareil destiné au dosage de l'acide carbonique des gaz de combustion, du système Cambridge. Ce dispositif met en évidence la variation de la conductibilité calorifique des gaz. Il est constitué par deux spirales de platine, placées chacune dans un logement aménagé dans un bloc de cuivre ; l'un de ces logements est accessible à l'air, et l'autre, au gaz que l'on veut étudier. Les deux spirales forment les deux branches d'un pont de Wheatstone. Lorsqu'elles sont parcourues par un courant, elles s'échauffent, mais n'atteignent pas la même température, à cause de la différence de la conductibilité calorifique des milieux dans lesquels elles sont placées ; cette différence de température donne lieu à une différence des résistances des deux branches du pont, que l'on peut mesurer par la déviation du galvanomètre. Ce dernier est à lecture directe.

Nous rappelons ici le régulateur automatique de température, déjà décrit dans un chapitre précédent [1] et qui rentre aussi bien dans la catégorie des instruments de mesures, étant donnée sa précision, que dans les dispositifs de réglage.

On pouvait remarquer un appareil de ce même genre dans le stand des Ateliers J. Carpentier.

De plus, ainsi que nous l'avons indiqué dans le chapitre précité, M. Verney a exposé dans le stand du laboratoire de Métallurgie un modèle de ces régulateurs créé par lui ; nous comptions pouvoir en parler ici, mais malheureusement, M. Verney nous fait savoir qu'il se propose d'en faire l'objet d'une note pour l'Académie des Sciences, à laquelle est réservée la priorité des communications qui lui sont présentées. Il ne nous est donc possible que de renvoyer le lecteur à un

(1) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Chapitre III. Appareillage électrique. *Revue générale de l'Électricité*, 23 février 1924, t. xv, p. 301-302.

prochain numéro des comptes rendus de cette académie, dans lequel paraîtra la note en question.

V. **Instruments destinés à la mesure de grandeurs mécaniques.** — Dans ce domaine encore, l'électricité intervient ; son rôle est peut-être plus effacé dans certains dispositifs que nous allons mentionner, mais il n'en existe pas moins et il n'est que juste d'en parler ici. La grandeur mécanique, ou plus exactement cinématique, que permettent de mesurer

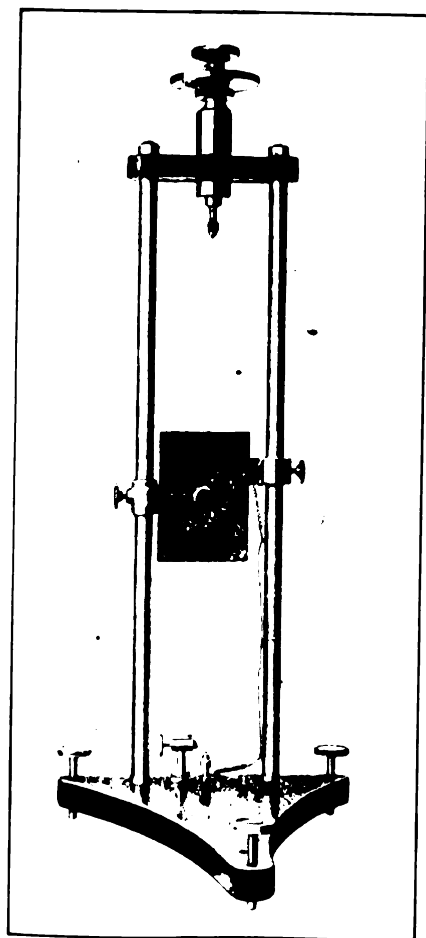


Fig. 333. — Vue du stroboscope à corde de M. A. Guillet (Société des Etablissements Henry-Lepaute).

les appareils qui vont nous occuper est la vitesse dans des mouvements les plus divers.

Tout d'abord, nous remarquons, dans le stand de la Société des Etablissements Henry-Lepaute, une récente création de M. A. Guillet, le stroboscope à corde. Cet appareil, représenté sur la figure 333, est constitué par une corde vibrante dont le mouvement est entretenu par un électroaimant ; celui-ci est alimenté par une batterie de piles, et c'est la corde elle-même qui assure périodiquement la fermeture et la rupture du circuit. A la partie supérieure de l'appareil, on voit sur la figure la vis de réglage qui permet de faire varier la fréquence de vibration de la corde ; cette vis est munie d'une large tête graduée, une fois pour toutes, de telle sorte qu'on lit directement la fréquence correspondant à chaque position de la vis, ou à chaque valeur déterminée de la tension. Au milieu de la corde est prévu un dispositif permettant l'observation du corps dont on compare le mouvement à celui de la corde. Pour la mesure de la fréquence, ou de la vitesse, on peut régler la tension de la corde, soit pour obtenir le synchronisme des deux mouvements comparés, soit pour réaliser une différence des fréquences, différence d'un ordre de grandeur facilement appréciable. Ce dernier procédé est tout indiqué pour l'étude des mouvements très rapides. En ce qui concerne les applications de ce dispositif, d'ailleurs faciles à présumer, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à l'article de M. A. Bertrand, récemment paru dans la « Revue générale de l'Electricité » ([1]).

Parmi les autres créations de M. A. Guillet que l'on pouvait voir en fonctionnement à l'Exposition de Physique et de T. S. F., nous mentionnerons l'électro-

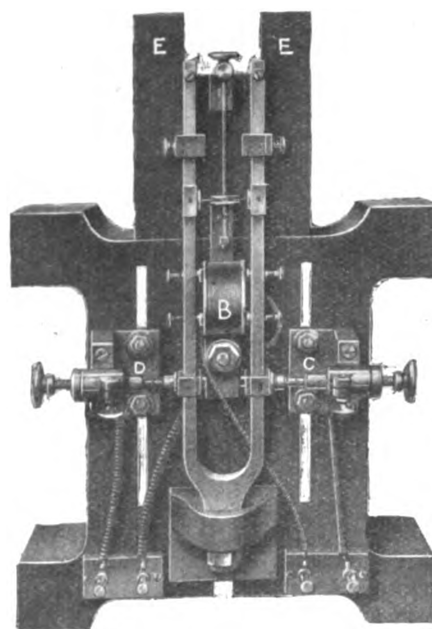


Fig. 334. — Vue de l'électrodiapason de M. A. Guillet (Société des Etablissements Henry-Lepaute).

diapason (fig. 334), employé en particulier à la répartition périodique et simultanée, en divers lieux, d'une suite déterminée d'opérations ([2]), le moteur chronomé-

([1]) A. Bertrand ; Stroboscope à corde vibrante pour l'étude des pièces vibrantes. *Revue générale de l'Electricité*, 10 mai 1924, t. xv, p. 848-850.

([2]) A. Guillet ; Synchronisation de mouvements circulaires. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 22 octobre 1923, t. clxxvii, p. 741-44. *Revue générale de l'Electricité*, 17 novembre 1923, t. xiv, p. 735-736.

trique (fig. 335), dont l'organe essentiel est précisément l'électrodiapason, et le comparateur de marche, qui est une application de ce moteur à la mesure des décalages dans le mouvement d'appareils à fonctionnement périodique.

Nous trouvons encore une application de l'électrodiapason dans le dispositif présenté par M. C. de Watteville, dans le stand réservé à la Société française de Physique, et qui est destiné à mesurer la vitesse de combustion des poudres [1].

Dans ce même ordre d'idées, M. L. Doignon, ingénieur-constructeur, présentait dans son stand [2] un chronographe de précision du système Le Boulangé-Bréger, destiné à l'étude des vitesses des projectiles.

Pour la mesure des vitesses d'un ordre de grandeur moins élevé, correspondant à celui des machines, nous mentionnerons le tachymètre à magnéto du système Weston que présentait le Matériel électrique de Contrôle et industriel. La mesure de la vitesse se ramène à celle de la force électromotrice développée par la magnéto, et lue sur un voltmètre ; celui-ci est gradué en tours par minute.

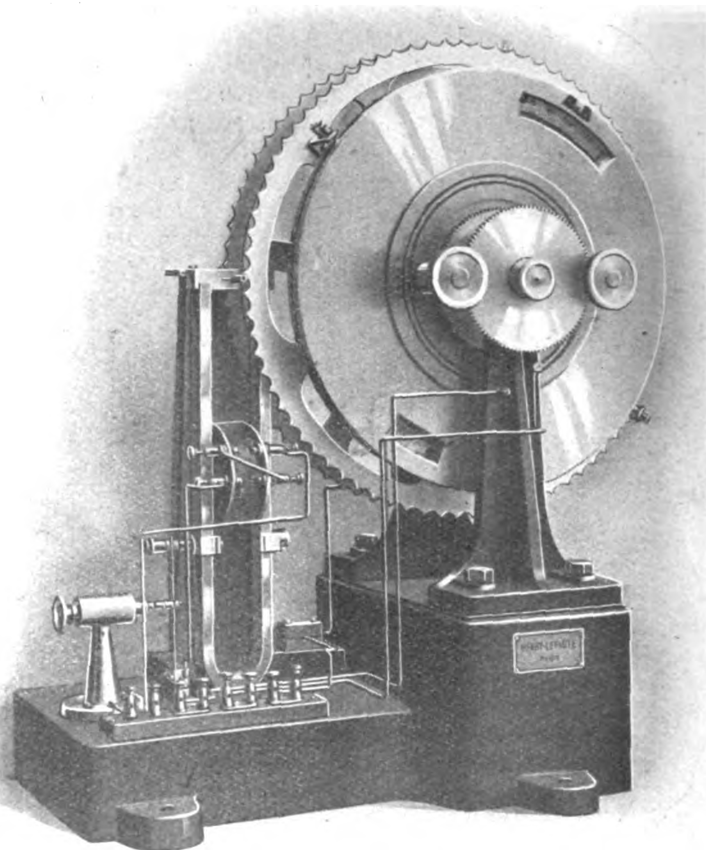


Fig. 335. — Vue du moteur chronométrique de M. A. Guillet (Société des Etablissements Henry-Lepaute).

Puisque nous parlons de tachymètres, nous ne pouvons pas passer sous silence les appareils de cette catégorie que présentaient MM. Zivy et Cie. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une application de l'électricité, on connaît le rôle important de ces appareils sur toutes les plates-formes d'essais et dans les ateliers de bobinage. Parmi les divers modèles exposés dans ce stand (fig. 336), nous mentionnerons, outre le compteur universel du système Hasler, bien connu des électriciens, le tachygraphe portatif, système Jaquet, qui enregistre les variations de vitesse les plus faibles, de l'ordre de 1 à 2 pour 100 de la vitesse normale, dans des temps très courts. Ce résultat est obtenu grâce à une grande sensibilité de l'appareil et à la rapidité du mouvement du papier, dont la vitesse est de 1 cm : s. On pouvait voir, dans ce même stand, des compteurs spéciaux pour bobinage à une grande vitesse, pouvant atteindre 10 000 t : mn et enregistrant jusqu'à 1 000 000 tours.

En résumé, l'Exposition de Physique et de T. S. F. a permis de constater les perfectionnements appréciables apportés aux premiers modèles d'instruments de mesures, dont les plus importants ont été créés durant les cinquante premières années de la Société française de Physique ; elle nous a montré, de plus, le parti que l'on a déjà su tirer des découvertes plus récentes, pour améliorer les moyens d'investigation et de recherche. Comme la science aborde de plus en plus l'étude des phénomènes qui ne nous sont pas directement perceptibles, les dispositifs nous permettant de les déceler et de les comparer deviennent chaque jour plus indispensables. Aussi les progrès réalisés dans la conception et la construction des instruments de mesure contribuent-ils largement au développement de nos connaissances et méritent-ils d'être relevés. En présence des résultats mis en évidence d'une façon si éclatante au Grand Palais, les

(1) Ch. de Watteville : Sur quelques déterminations de durées très courtes. *Journal de Physique*, mars 1919, 5e série, t. IX, p. 91-95.

(2) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Chapitre IX : Télégraphie. *Revue générale de l'Electricité*, 19 avril 1924, t. XV, p. 678.

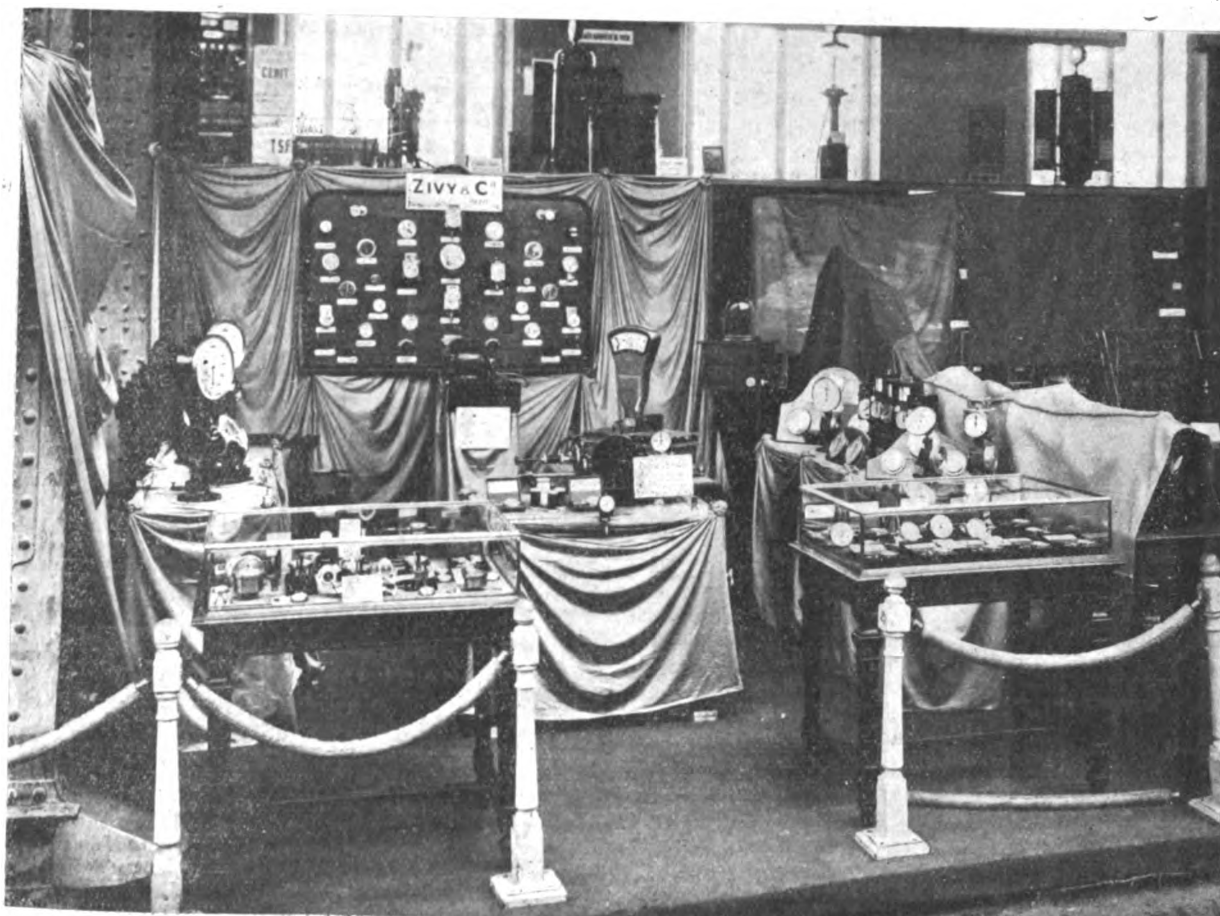


Fig. 336. — Vue du stand de MM. *Zivy* et Cie.

inventeurs et les constructeurs ne peuvent qu'être encouragés à poursuivre le but qu'ils se proposent et qui se résume en ces termes : toujours plus de précision, toujours plus de simplicité dans les appareils conçus et toujours plus de soin dans leur exécution. Telle est l'impression que laissait une visite dans les divers stands mentionnés dans ce chapitre : impression de satisfaction devant les résultats obtenus et qui permettent d'espérer l'extension du champ des phénomènes explorés.

(*A suivre.*)

A. CURCHOD,
Licencié èssciences, ingénieur E. S. E.

Calcul rapide de la tension de court-circuit d'un transformateur

L'auteur montre, dans cette note, que l'on peut calculer la tension de court-circuit d'un transformateur avec seulement deux valeurs de la chute de tension sous deux facteurs de puissance différents.

I. **Démonstration**. — Soit un transformateur dans lequel a est la chute de tension sous un déphasage φ_1 et b, la chute de tension sous un déphasage φ_2. Il suffit, pour obtenir graphiquement la tension de court-circuit, de mener les perpendiculaires m et n dont le point d'intersection G fournit la valeur cherchée c (fig. 1).

La tension trouvée par ce procédé ne diffère de la tension de court-circuit du diagramme de Kapp que d'un infiniment petit d'ordre supérieur, $\varphi_{cc} - \varphi_1$ et $\varphi_2 - \varphi_{cc}$ étant des infiniments petits principaux.

Si, en effet, on prolonge l'hypothénuse AC (fig. 2) du triangle fondamental, on forme avec l'horizontale un angle φ_{cc}.

On considère alors la tension secondaire u sous deux déphasages différant de φ_{cc} de $+\alpha$ et $-\alpha$. On prolonge les vecteurs u et la tension primaire U (réduite au secondaire) ; on fixe les points L et M. Les perpendiculaires élevées en L et M donnent le point K.

71 p

Dans le triangle KLC, on a

$$KC = \frac{U - u}{\cos\alpha}.$$

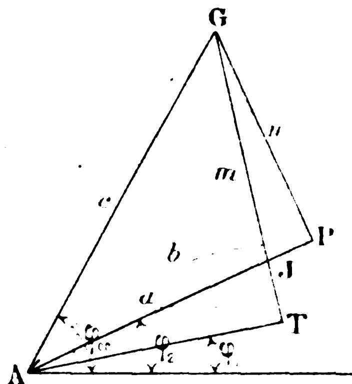


Fig. 1. — Construction graphique donnant le triangle fondamental de Kapp quand on connaît deux valeurs de la chute de tension.

Dans le triangle ACQ, on a

$$AC = u\cos(\pi - \alpha) + \sqrt{U^2 - u^2\sin^2(\pi - \alpha)}$$
$$= -u\cos\alpha + \sqrt{U^2 - u^2\sin^2\alpha}.$$

Comme nous prenons KC au lieu de AC, tout se réduit à chercher ce que devient la différence KC-AC ou

$$\frac{\dfrac{U-u}{\cos\alpha} - \left[-u\cos\alpha + \sqrt{U^2 - u^2\sin^2\alpha}\right]}{\alpha^m},$$

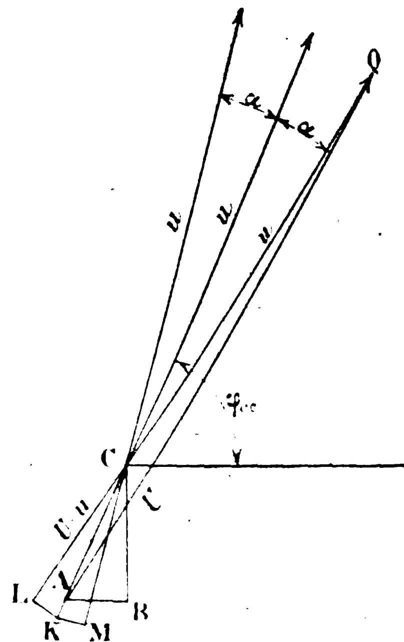


Fig. 2. — Construction graphique donnant une valeur approchée de l'hypothénuse du triangle de Kapp.

ce qui amène à chercher la $m^{ième}$ dérivée du numérateur qui ne s'annule pas pour $\alpha = 0$; on trouve

$$\frac{\dfrac{U-u}{\cos\alpha} + u\cos\alpha - \sqrt{U^2 - u^2\sin^2\alpha}}{\alpha^2}$$

$$= \frac{\dfrac{(U-u)\cos^2\alpha + 2(U-u)\sin^2\alpha}{\cos^3\alpha} - u\cos\alpha + \dfrac{4u^2.\sqrt{U^2 - u^2\sin^2\alpha}.\cos 2\alpha + \dfrac{u^4\sin^2 2\alpha}{\sqrt{U^2 - u^2\sin^2\alpha}}}{4(U^2 - u^2\sin^2\alpha)}}{2} = \frac{U}{2} - u + \frac{u^2}{2U}.$$

Ainsi la différence entre la tension de court-circuit qu'on peut appeler approchée et celle de Kapp est un infiniment petit du second ordre par rapport à α.

On trouve aisément une formule de calcul remplaçant la construction graphique de la figure 1. On a

$$AJ = \frac{a}{\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}; \quad JP = b - \frac{a}{\cos(\varphi_2 - \varphi_1)};$$

$$GJ = \frac{b\cos(\varphi_2 - \varphi_1) - a}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}; \quad JT = a\frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}.$$

D'où

$$\overline{AG}^2 = a^2 + \left[\frac{b\cos(\varphi_2 - \varphi_1) - a}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} + a\frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}\right]^2$$
$$= a^2 + \left[\frac{b - a\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}\right]^2.$$

En particulier, si $\varphi_1 = 0$, l'expression se réduit à

$$AG = \sqrt{a^2 + \left(\frac{b - a\cos\varphi}{\sin\varphi}\right)^2}.$$

II. **Application numérique.** — Soit un transformateur abaisseur de 2 000 kv-A, 30 000/5 250 v, 50 p : s, dont l'enroulement primaire a 864 spires et l'enroulement secondaire, 156 spires.

1° Méthode de Kapp. — Pour le transformateur ci-dessus, le côté $I_2\left(\frac{r_1}{m^2} + r_2\right)$ du triangle fondamental correspondait à 24,1 v; le côté $I_2\left(\frac{l_1}{m^2} + l_2\right)\omega$, à 216 v. L'hypothénuse $\frac{U'_1}{m}$ valait donc 217,3 v.

Calculons maintenant deux valeurs de la chute de tension sous deux facteurs de puissance, soit $\cos\varphi_1 = 0{,}55$ pour $\varphi_1 = 56°38'$ et $\cos\varphi_2 = 0{,}74$ pour $\varphi_2 = 42°16'$.

En exagérant le triangle de Kapp, on a la figure 3.

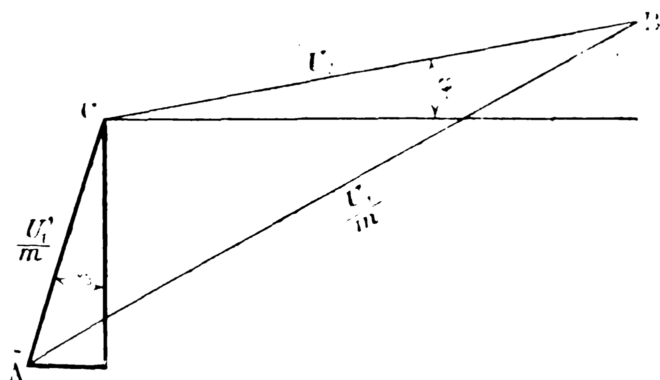


Fig. 3. — Application du calcul approché du triangle de Kapp à un exemple numérique.

ce qui permet d'effectuer les opérations successives suivantes :

Premier cas : $\varphi = 56°38'$. — En représentant par A l'angle CAB, on a $A + B = 27°6'$ et

$$\operatorname{tg} \frac{A - B}{2} = \frac{U_2 - \frac{U_1}{m}}{U_2 + \frac{U_1}{m}} \cot. \frac{C}{2}.$$

On déduit de cette dernière relation $A - B = 25°$; d'où

$$A = 26°3', \quad B = 1°3'.$$

$$\frac{U_1}{m} = 5\,250 \frac{\sin 152°54'}{\sin 26°3'} = 5\,444{,}25 \text{ v}.$$

D'où une chute de tension de 194,25 v.

Deuxième cas : $\varphi = 42°16'$. — De la même façon, on a

$$A = 39°56', \quad B = 1°32',$$

$$\frac{U_1}{m} = 5\,250 \frac{\sin 138°32'}{\sin 39°56'} = 5\,412{,}75 \text{ v}.$$

D'où une chute de tension de 162,65 v.

2° Méthode approchée. — Appliquons, pour les deux valeurs de la chute de tension ci-dessus, la formule précédemment établie (fig. 1)

$$\sqrt{a^2 + \left[\frac{b - a\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}\right]^2}.$$

Il vient

$$\sqrt{162{,}75^2 + \left[\frac{194{,}25 - 162{,}75\cos(56°38' - 42°16')}{\sin(56°38' - 42°16')}\right]^2} = 219{,}5 \text{ v},$$

nombre qui, comparé avec le résultat de Kapp, 217,3 v, donne un écart relatif d'environ 1 pour 100.

On voit, par suite, l'intérêt que présente cette méthode qui permet d'obtenir la tension de court-circuit avec les seuls éléments puisés dans les tarifs de transformateurs édités par les constructeurs. Ces derniers ont, en effet, l'habitude de réserver 2 colonnes aux chutes de tensions sous 2 facteurs de puissance différents. S'il fallait, par contre, faire emploi de la méthode de Kapp, on devrait nécessairement consulter le service technique de chaque constructeur.

E. Jerphagnon,
Ingénieur aux Établissements Proux,
Poitiers.

Essais d'interrupteurs à mécanismes d'horlogerie

Rapport de l'Union des Syndicats de l'Électricité

Ces essais ont été effectués au Laboratoire central d'Électricité et à l'École d'Horlogerie de Paris sur la demande de la Cinquième Commission (chauffage électrique) de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Leur objet était de s'assurer que les interrupteurs automatiques commandés par mécanismes d'horlogerie actuellement sur le marché ont un fonctionnement suffisamment sûr pour pouvoir être employés en toute sécurité chez les abonnés des entreprises de distribution d'énergie électrique désirant installer des appareils de chauffage à accumulation de chaleur mis en service exclusivement pendant les heures de faible charge. Ainsi qu'on le verra par la lecture du rapport ci-dessous, établi par la Cinquième Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, les appareils essayés ont donné satisfaction tant au point de vue de la bonne conservation des contacts de fermeture et d'ouverture du circuit qu'à celui de la résistance à l'usure. Seule la régularité de marche du mécanisme d'horlogerie laisse à désirer pour quelques-uns de ces appareils, mais il paraît facile de remédier à ce défaut en réalisant quelques modifications de détail suggérées par l'École d'Horlogerie de Paris.

I. **Introduction.** — En raison des difficultés momentanées qu'éprouvent la plupart des distributeurs d'énergie électrique à fournir, au moment de la pointe, les quantités d'énergie qui sont nécessaires aux appareils de chauffage électrique au fur et à mesure que l'usage de ces appareils se développe, c'est la multiplication des appareils à accumulation de chaleur que l'Union est amenée à recommander en premier lieu.

L'application de ce système permettrait de consentir des tarifs réduits pour la vente du courant, à condition qu'on soit en possession d'appareils *interrupteurs* pouvant automatiquement couper et remettre le courant à des heures déterminées.

La question s'est donc posée de savoir si les appareils que l'industrie est actuellement en mesure de fournir présentent les garanties de bon fonctionnement et de durée nécessaires, et la 5e Commission a été amenée à procéder à des essais de divers appareils qui ont eu lieu au Laboratoire central d'Electricité et à l'Ecole d'Horlogerie de Paris. Les appareils devaient être essayés :

1° Au point de vue de leur bon fonctionnement et notamment de la bonne conservation des contacts de fermeture et d'ouverture du circuit ;

2° Au point de vue de la régularité de marche et de la résistance à l'usure.

Les divers constructeurs d'interrupteurs ont été invités à remettre au Laboratoire des exemplaires de leurs appareils et à en vérifier eux-mêmes l'installation sur place.

Si tous n'ont pas répondu à cette invitation, le nombre d'appareils remis (21 interrupteurs et 4 relais) s'est trouvé néanmoins suffisant pour permettre une comparaison instructive.

II. **Essais effectués par le Laboratoire central d'Electricité.** — Comme il était à prévoir que certains interrupteurs pourraient fournir une marche de plusieurs années, on ne pouvait songer à entreprendre l'essai pur et simple avec la périodicité normale (c'est-à-dire quotidienne ou biquotidienne) de l'appareil. La commission a donc demandé aux constructeurs d'accélérer un au moins des exemplaires remis, de telle façon que les essais puissent se faire dans un délai acceptable.

Ce mode d'essai est d'ailleurs défavorable à l'interrupteur. Bien qu'avec la fréquence employée (variant de 12 s à 2 mn), les contacts n'aient pas chauffé d'une façon appréciable, l'ensemble du mécanisme tournait à une vitesse pour laquelle il n'était pas prévu, et certains enroulements (tels que ceux des remontages électriques), destinés à une marche essentiellement intermittente, ont reçu le courant d'une façon pour ainsi dire permanente.

Néanmoins, la plupart des constructeurs ont accepté de remettre des appareils accélérés.

Nous verrons plus loin que certains de ces appareils ont fourni un nombre d'interruptions correspondant à plus de dix ans de marche avec des contacts restés en très bon état. Il a donc paru que la continuation des essais jusqu'à destruction risquerait de les prolonger fort longtemps et que cette première série d'expériences fournissait un enseignement pratique déjà très suffisant pour le but que la commission avait en vue.

Dans les essais de contacts, la charge était constituée par des lampes. Pour réduire la dépense de courant, elle était coupée aussi vite que l'appareil le permettait (la durée de l'émission était de 5 à 7 secondes).

Les appareils à remontage électrique ont fonctionné d'une façon pour ainsi dire continue. Les appareils à remontage à main subissaient au contraire un temps d'arrêt à chaque remontage. Un voltmètre ou un ampèremètre enregistreur, intercalé dans le circuit, permettait de déterminer la période des fermetures et ruptures.

Lorsqu'un appareil pouvait fonctionner indifféremment sur courant continu et sur courant alternatif, on choisissait les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire le courant continu. Lorsqu'il existait deux exemplaires, l'un était essayé avec le courant continu, l'autre avec le courant alternatif.

Voici quelques détails sur les appareils essayés [1].

Appareils A. — Trois appareils ont été remis, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Puissance : 110 volts × 10 ampères ;
Remontage à main :
Contact à mâchoires, unipolaire.

Deux appareils ont été accélérés et essayés, l'un avec le courant continu, l'autre avec le courant alternatif.

Le premier de ces appareils (courant continu) a fourni 3 182 interruptions, c'est-à-dire l'équivalent de plus de 8 ans et demi de marche à raison d'une interruption par jour. L'appareil est resté en état de fonctionnement, bien que ses contacts aient été détériorés par un incident d'ordre mécanique : desserrage d'un petit écrou de fixation des mâchoires qui a donné un contact à la masse. Après resserrage, l'appareil a repris sa marche sans aucune réparation.

Le second appareil a eu son ressort cassé après 1 335 interruptions. Les contacts sont en très bon état.

Appareils B. — Deux appareils ont été remis, avec les caractéristiques suivantes :

Puissance : 250 volts × 25 ampères ;
Remontage à main ;
Contact unipolaire à 2 ruptures sur le mercure.

Le constructeur n'ayant pas remis d'appareil accéléré, il a été impossible de faire l'essai des contacts.

Appareils C. — Trois appareils ont été remis, dont un accéléré, avec les caractéristiques suivantes :

Remontage à main ;
Contact unipolaire à 2 ruptures sur le mercure.
Le ressort s'est cassé au début et n'a pu être essayé.

Appareils D. — Un appareil accéléré a été remis, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Puissance : 110 volts × 30 ampères ;
Remontage à la main ;
Contact unipolaire à 2 ruptures.

L'appareil a fourni 1 380 interruptions, après quoi les contacts étaient encore bons.

Tel qu'il était au début, l'appareil devrait avoir ses contacts visités et nettoyés au moins tous les trois mois.

Appareils E. — Deux appareils, dont un accéléré, ont été remis, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Puissance : 110 volts × 15 ampères ;
Remontage par trembleur synchrone, commandé par la détente du ressort (ne fonctionne que sur le courant alternatif) ;
Contacts par une sorte de contrôleur bipolaire à deux ruptures par pôle.

L'appareil accéléré a fourni 6 398 interruptions sans incident et reste en état de fonctionner.

Appareils F. — Quatre appareils, que nous désignerons par les nos I, II, III, IV, ont été remis :

Deux sont à remontage électrique par disque tournant et ne fonctionnent par suite que sur le courant alternatif : le n° I (accéléré) coupe directement par un interrupteur à mâchoires unipolaires et à un seul contact (110 volts, 7,5 ampères) ; le n° II (triphasé) coupe par un interrupteur à

[1] Nous désignons par une lettre chacun des constructeurs, l'ordre étant quelconque.

mâchoires à 2 contacts par pôle (220 volts, 3 × 30 ampères).

Deux sont à remontage à main : le n° III pour courant continu (accéléré), à coupure unipolaire par un seul contact (110 volts, 7,5 ampères); le n° IV (triphasé), dans lequel l'horloge n'intervient que pour mettre le courant sur un servo-moteur à disque tournant commandant l'interrupteur, qui est à deux contacts par pôle (220 volts, 3 × 30 ampères).

Dans l'un de ces appareils, le courant est fermé à la main, le mécanisme horaire n'intervenant que pour le déclenchement. La fermeture ne peut en conséquence avoir lieu qu'entre les heures prévues pour l'émission.

L'appareil n° III a été essayé et a fourni 3 689 interruptions sans incident : l'appareil reste en état de fonctionner.

Appareils G. — Six appareils, à 220 volts, dont un triphasé (3 × 30 ampères) ont été remis.

Deux sont à remontage à la main et quatre, à remontage par petit moteur à collecteur, allant indifféremment sur courant continu ou sur courant alternatif.

Les essais de rupture ont eu lieu sur trois appareils (que nous désignons par les numéros V, VI et VII) :

V. — Un appareil à contact unipolaire à balai, remonté à la main (essayé sur courant alternatif);

VI. — Un appareil à contact unipolaire à mâchoires, remonté électriquement (essayé sur courant alternatif);

VII. — Un appareil à contact unipolaire à mâchoires, remonté électriquement (essayé sur courant continu).

L'appareil n° V a fourni 3 196 interruptions de courant à 10 A sans incident et reste en état de fonctionner.

L'appareil n° VI a fourni 1 740 interruptions de courant à 10 A après lesquelles les contacts sont restés en bon état, mais le moteur de remontage tourne sans que le ressort s'arme.

L'appareil n° VII a fourni 3 798 interruptions : après 2 400 interruptions, le moteur de remontage a grippé; il a suffi d'ajouter un petit tampon graisseur pour que l'appareil continue sans incident. L'interrupteur travaillait sur un relais, c'est-à-dire avec une très faible intensité.

En dehors de ces interrupteurs horaires, deux constructeurs nous ont remis des relais.

Appareils H. — Un premier constructeur nous a remis un relais (110 V, 10 A) qui, commandé par l'appareil G n° VII, a fourni 3 798 interruptions sans aucun incident.

Appareils I. — Un deuxième constructeur nous a remis trois modèles différents de relais :

L'un à un seul électroaimant : une émission de courant enclenche l'appareil; l'émission suivante, par le même fil, le déclenche (ce relais n'a pas été essayé).

L'autre à deux électroaimants (un pour l'enclenchement et un pour le déclenchement). L'une des bobines de cet appareil a été mise hors service par échauffement anormal, qui ne se serait vraisemblablement pas produit si l'appareil avait fonctionné avec sa fréquence habituelle.

Le troisième à enclenchement et déclenchement par le même fil, mais par deux électroaimants différents. Cet appareil fonctionne toujours après 3 196 interruptions.

Conclusion. — La conclusion à tirer de ces essais est qu'il existe des appareils qui répondent bien au but qu'on se propose, c'est-à-dire capables de fermer ou d'ouvrir à des heures déterminées un circuit à 110 ou 220 V, jusqu'à une quinzaine d'ampères, soit directement, soit par l'intermédiaire de relais, ces appareils pouvant fonctionner, sans autre soin qu'un entretien peu dispendieux, une dizaine d'années (et probablement davantage), à raison d'une émission par jour.

A une ou deux exceptions près, les incidents survenus paraissent inhérents, non pas au système lui-même, mais à une petite imperfection de l'exemplaire essayé.

Essais complémentaires. — Essais de court-circuit. — Le Laboratoire central d'Electricité a procédé en outre à des essais destinés à renseigner la Commission sur la résistance mécanique des appareils lorsqu'un court-circuit se produit sur le circuit qu'ils commandent.

A cet effet, les appareils étaient alimentés à la tension alternative de 110 V (valeur efficace) et de fréquence 42 p : s, fournie par un transformateur de 10 kV-A. Au circuit commandé par l'interrupteur était substitué un interrupteur muni d'un fusible calibré, fondant instantanément pour une intensité de 25 A lorsque l'interrupteur était fermé.

Tous les appareils ont été soumis à cet essai. Deux seulement, dont les interrupteurs très faibles sont destinés à couper le circuit de commande de relais, ont été mis hors de service.

III. Essais effectués par l'Ecole d'Horlogerie. —

Les essais ont porté :

1° Sur la valeur du mouvement au point de vue de la régularité et des effets de changement de température [1];

2° Sur la construction des mécanismes d'horlogerie ;

3° Sur les différents systèmes de fermeture des circuits.

Dans ce qui suit, on désigne par « écart de compensation », l'influence de température, et par « écart de marche », la différence qui résulte, en dehors des variations de température, des diverses causes d'irrégularité (différence de tension des ressorts, frottements, etc...)

Les écarts de compensation sont donnés pour une différence de température d'environ 20 degrés centésimaux et pour une durée de 24 heures, sauf indication contraire.

Les écarts de marche sont donnés pour des périodes indiquées dans chaque cas.

Résultats des essais. — Voici les résultats des essais :

Appareils A. — Remontage tous les quinze jours.

Ecart de compensation, trois minutes d'avance.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	1	minute
2e	id.	id.	1	id.
3e	id.	id.	0	id.

Appareils B. — Remontage tous les mois.

1er appareil : Ecart de compensation, deux minutes de retard.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	avance	12	minutes
2e	id.	id.	11	id.
3e	id.	id.	6	id.
4e	id.	id.	7	id.

2e appareil : Compensation bonne.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	avance	6	minutes
2e	id.	id.	9	id.
3e	id.	id.	8	id.
4e	id.	id.	8	id.

[1] Les appareils ont été soumis à des écarts de température de 20° C.

Appareils C. — Remontage tous les quinze jours. Le ressort d'encliquetage devrait être mieux fixé.

1er appareil : Mauvaise compensation, retard de plus de deux minutes par jour sous l'effet de la chaleur.

Marche irrégulière :

1re	semaine,	retard	19	minutes
2e	id.	id.	8	id.
3e	id.	id.	14	id.
4e	id.	id.	21	id.

2e appareil : Ecart de compensation, avance de quarante-cinq secondes.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	0	minute
2e	id.	id.	1	id.
3e	id.	id.	0	id.
4e	id.	id.	1	id.

Appareils F. — 1er appareil : remontage chaque mois.

Ecart de compensation, retard deux minutes.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	5	minutes
2e	id.	id.	1	id.
3e	id.	id.	2	id.
4e	id.	id.	1	id.

2e appareil : remontage électrique.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	7	minutes
2e	id.	id.	8	id.
3e	id.	id.	7	id.

3e appareil : remontage électrique.

Ecart de compensation, retard deux minutes.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	0	minute
2e	id.	id.	1/2	id.
3e	id.	id.	2	id.
4e	id.	id.	1,1/2	id.

Appareils G. — 1er appareil : remontage électrique, compensation assez bonne, retard inférieur à trente secondes par jour.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	3	minutes
2e	id.	id.	3,1/2	id.
3e	id.	id.	3	id.
4e	id.	id.	3	id.

2e appareil : remontage à la main, marche un mois. Compensation très bonne, écart inférieur à vingt secondes par semaine.

Ecarts de marche :

1re	semaine,	retard	13	minutes
2e	id.	id	12,1/2	id.
3e	id.	id.	9	id.
4e	id.	id.	8	id.

3e appareil : remontage électrique (balancier circulaire).

Compensation très bonne, écart inférieur à cinq secondes par jour.

Ecarts de marche.

1re	semaine,	retard	8	minutes
2e	id.	id.	10	id.
3e	id.	id.	8	id.

Conclusion. — Dans l'ensemble, les appareils sont bien conçus, robustes et capables d'assurer un travail sérieux.

Cependant, le moyen de réglage des mouvements laisse à désirer, aucun mobile à grande vitesse n'étant accessible.

La compensation est souvent défectueuse. Enfin, divers détails constructifs sont susceptibles de perfectionnements.

C'est ainsi que l'axe du balancier devrait toujours être vertical ; en effet, lorsque l'axe est placé horizontalement, le défaut d'équilibrage du balancier augmente encore le défaut d'isochronisme des oscillations.

L'Ecole d'Horlogerie a suggéré quelques modifications de détail dont les constructeurs pourront faire leur profit.

IV. **Conclusion générale**. — Les résultats résumés ci-dessus montrent que les constructeurs sont à même de fournir aux secteurs de distribution d'énergie électrique des appareils interrupteurs horaires d'un fonctionnement sûr.

Rien n'empêche donc les secteurs d'installer chez leurs abonnés des appareils de chauffage par l'électricité à accumulation de chaleur utilisant le courant de nuit.

La certitude que l'interrupteur horaire empêchera les abonnés de mettre leurs appareils en circuit à d'autres moments que pendant les heures de nuit fixées d'avance, permet d'envisager pour l'avenir des réductions de tarifs qui rendront le chauffage électrique véritablement avantageux.

Revues, analyses et informations

Instructions pour l'étude de la fibre vulcanisée destinée aux usages électrotechniques (1)

La fibre vulcanisée est employée en quantité considérable par les constructeurs électriciens, mais la demande de l'industrie électrique ne représente qu'une faible fraction de la production totale de cette matière. On a donc reconnu le besoin de distinguer, parmi les divers produits désignés sous ce nom, ceux qui conviennent aux applications électriques et ceux qui leur sont impropres.

(1) *Journal of the Institution of electrical Engineers*, septembre 1923, t. LXI, p. 951-981, 9 000 mots, 15 fig.

Les essais décrits ici sont recommandés pour l'étude complète de cette classe de matériaux, mais certains d'entre eux sont trop compliqués pour servir d'essais de réception.

I. **Introduction**. — Le nom de fibre a été jusqu'ici employé pour désigner une très nombreuse classe de substances qui sont fabriquées de manière semblable, mais diffèrent par la qualité. Ces produits se vendent sous différents noms, dont en voici quelques-uns :

Fibre dure ;

Fibre vulcanisée ;

Leatheroid ;

Isolant Peerless;
Isolant Delaware;
Isolant Diamond;
Fibre végétale;
Fibre rouge; etc.

Comme les matières premières employées sont similaires et les procédés de manufacture identiques, il a été décidé de considérer ces produits comme compris dans la définition de la fibre vulcanisée donnée dans la Section II.

La fibre vulcanisée peut s'obtenir dans les catégories suivantes :

Catégorie A. — Fibre vulcanisée de la meilleure qualité, expurgée de sels minéraux, faite de matières premières sélectionnées ayant de bonnes caractéristiques électriques et mécaniques. Cette catégorie comprend les produits suivants :

Fibre grise (gris naturel, non décolorée);
Fibres rouge et noire de la meilleure qualité;
Leatheroïd.

Catégorie B. — Fibre vulcanisée de qualité ordinaire ayant d'assez bonnes caractéristiques mécaniques. Cette catégorie comprend la plus grande partie des fibres vulcanisées colorées.

Catégorie C. — C'est une classe de fibres vulcanisées fabriquées spécialement pour faire des malles et des récipients divers; elles sont impropres aux usages électrotechniques.

Il a été décidé que la portée de cette spécification serait limitée à la catégorie A.

Matières premières employées dans la fabrication de la fibre vulcanisée. — *Papier.* — Le papier employé pour la fabrication de la fibre vulcanisée de qualité supérieure est fait, en général, de chiffons de coton très usagés. Le coton neuf ne donne pas une qualité aussi bonne.

Solution de chlorure de zinc (« *Acide* »). — La solution employée pour dissoudre la surface du papier avant de le transformer en fibre est en général une solution de chlorure de zinc, quoique d'autres solutions aient été proposées. Les fabricants de fibre vulcanisée appellent cette solution « l'acide », d'où l'idée fort répandue que la fibre vulcanisée est sujette à contenir de l'acide, tandis qu'en réalité elle est très légèrement alcaline.

Matière colorante. — Il faut, si possible, éviter l'emploi de matière colorante dans la fabrication de la fibre vulcanisée pour usages électrotechniques; aussi la fibre de couleur naturelle est-elle la meilleure pour cette destination. Il existe cependant des fibres vulcanisées noires de bonne qualité, et, dans ce cas, on n'emploie pas de teintures pour colorer le papier, mais les chiffons dont on l'extrait sont des doublures italiennes et des bas de coton noirs très usagés et ayant subi de nombreux lavages. La fibre vulcanisée rouge est colorée par l'oxyde de fer ou par des couleurs d'aniline. Ces deux teintures ont un léger effet de détérioration sur le produit.

Procédés de fabrication. — *Planches.* — On fait passer le papier dans un bain contenant la solution de chlorure de zinc, maintenue à une température de 40°C environ et à la densité 1,8. Du bain, le papier passe sur un grand cylindre chauffé sur lequel il s'enroule jusqu'à ce que l'épaisseur nécessaire soit obtenue. On fend alors le rouleau pour faire tomber le papier qui prend la forme d'une feuille plate. Ces feuilles passent à travers une série de cuves contenant des solutions de chlorure de zinc de moins en moins concentrées et, finalement, la fibre vulcanisée est immergée dans l'eau pure. Ce lavage dure de six jours à douze mois suivant l'épaisseur des feuilles. On laisse ensuite sécher celles-ci à une température de 40° à 60° C. Enfin, la planche est calandrée, pressée, et est alors prête pour la vente.

Tiges. — On fabrique les tiges en passant au tour des barres carrées sciées dans les planches.

Tubes. — On fabrique les tubes en enroulant du papier de coton, traité par le chlorure de zinc, sur un mandrin, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur voulue. Puis le tube est détaché du mandrin, lavé et séché.

Composition chimique de la fibre vulcanisée. — La composition chimique de la fibre vulcanisée est la suivante :

Amyloïde (cellulose transformée), en centièmes.	93	à	85
Humidité, en centièmes	6,4	à	12
Sels insolubles de Sn, Si, Al, Fe, Zn, Ca, Mg, en centièmes	0,6	à	3
	100		100

Maturation de la fibre vulcanisée. — De nombreux essais effectués par l'Association ont fait ressortir l'importance d'une maturation soignée et prolongée de la fibre. Il est très difficile de mesurer son effet exact, mais on fait en ce moment des recherches sur ce point.

Magasinage de la fibre vulcanisée. — Un soigneux magasinage de la fibre vulcanisée est d'importance capitale. Les stocks de cette matière doivent être conservés dans une atmosphère dont la température est légèrement supérieure à celle de la température intérieure ordinaire et dont l'humidité est de 60 à 65 pour 100. Les planches doivent être placées debout sur leurs tranches et convenablement séparées.

II. Définition. — a) *Définition de la fibre vulcanisée.* — Le terme « fibre vulcanisée » désigne toutes les matières, y compris le leatheroïd, qui sont faites de couches superposées de papier traité chimiquement (ordinairement par le chlorure de zinc) de façon que les feuillets soient virtuellement détruits et qu'une masse homogène de cellulose transformée soit obtenue.

b) *Définition de la fibre vulcanisée pour usages électrotechniques.* — Pour les usages de cette spécification, on ne reconnait qu'une catégorie de fibre vulcanisée, qui est :

La fibre vulcanisée de la meilleure qualité, purifiée de sels minéraux, faite de matières premières choisies et ayant de bonnes caractéristiques électriques et mécaniques.

Note. — On reconnait qu'il existe d'autres catégories de fibres vulcanisées, mais elles sont considérées comme en dehors de la portée de cette spécification.

c) *Terminologie.* — I) Le terme « longitudinal » indique la direction parallèle à celle où la matière s'est déplacée pendant sa fabrication.

II) Le terme « transversal » indique la direction normale à la direction I, ci-dessus.

III) Le terme « perpendiculaire » indique la direction normale à la surface de la matière.

Note. — Quand la matière est faite de couches superposées ayant leurs « grains » à angle droit l'un de l'autre, il n'y a pas de direction longitudinale ou transversale.

III. Méthodes d'essai. — 1. Préparation des éprouvettes pour l'essai. — Avant d'exécuter les essais spécifiés dans les clauses 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 19 et 20, les éprouvettes seront séchées à une température de 75 à 80°C pendant dix-huit à vingt-quatre heures, et l'essai sera effectué dès que la température de l'éprouvette sera tombée à 20°C (± 5°C).

La préparation des spécimens pour l'essai de rigidité diélectrique, clause 10, se fera comme il est spécifié dans la publication technique Ref. A/S 2, Instructions pour déterminer la rigidité diélectrique des matières isolantes fibreuses [1].

2. Détermination de l'épaisseur. — L'éprouvette sera préparée conformément à la clause 1 avant la mesure de l'épaisseur.

a) *Planches*. — Les mesures d'épaisseur se feront au moyen d'un micromètre approprié en dix points également espacés autour des bords de la planche. Les valeurs maximum, minimum et moyenne de l'épaisseur seront indiquées.

b) *Tiges et tubes*. — Le diamètre de la tige et, dans le cas d'un tube, les diamètres intérieur et extérieur seront mesurés à chaque extrémité. On fera deux mesures de diamètre à angle droit dans chaque cas au moyen d'un micromètre approprié.

Les valeurs maximum, minimum et moyenne du diamètre de la tige et des diamètres du tube seront indiquées.

3. Détermination de la densité. — L'éprouvette sera préparée conformément à la clause 1 avant la détermination de la densité.

a) *Planches*. — On emploiera une éprouvette de 1,5 pouce carré (967 mm²) pour déterminer la densité de la matière.

La surface de l'éprouvette sera calculée d'après la moyenne de dix mesures de longueur et de largeur respectivement prises à des points également espacés le long de deux bords à angle droit. L'épaisseur sera déterminée par dix mesures faites avec un micromètre approprié et également espacées autour des côtés de la planche, et on prendra la valeur moyenne pour calculer le volume de l'éprouvette.

On prendra les précautions ordinaires dans la pesée de l'éprouvette et le poids sera pris au milligramme près dans chaque cas.

La densité sera exprimée en grammes : centimètre cube.

Note. — Dans les essais de réception des livraisons en gros, on trouvera souvent préférable de peser et mesurer les planches entières telles qu'on les reçoit. Cet essai permet de vérifier rapidement la densité de la fibre vulcanisée sans couper la planche, et on doit l'effectuer avant de découper des éprouvettes pour d'autres essais.

b) *Tiges et tubes*. — Les dimensions d'une tige ou d'un tube longs de 1,5 pouce (38 mm) seront déterminées au moyen d'un micromètre ou par une autre méthode appropriée.

Le diamètre de la tige et, dans le cas d'un tube, les diamètres intérieur et extérieur seront mesurés à chaque extrémité et au centre. On prendra deux mesures de diamètre à angle droit dans chaque cas. La longueur de l'éprouvette sera déterminée par quatre mesures à intervalles égaux autour de la circonférence des bouts et, dans le cas d'une tige, on fera une cinquième mesure de longueur sur l'axe. Le volume de l'éprouvette sera calculé d'après la valeur moyenne obtenue dans chaque cas.

On observera les précautions ordinaires dans la pesée de l'éprouvette, et le poids sera pris au milligramme près dans chaque cas.

La densité sera exprimée en grammes : centimètre cube.

4. Résistance a la traction, allongement et contraction plastique sous charge permanente. — L'éprouvette sera préparée conformément à la clause 1 avant l'exécution des essais de résistance à la traction et d'allongement.

a) *Planches*. — La forme et les dimensions de l'éprouvette pour l'essai d'une planche seront celles qu'indique la figure 1. L'épaisseur du barreau essayé sera l'épaisseur de la matière.

I) On essaiera l'éprouvette dans les sens longitudinal et transversal pour déterminer la résistance maximum à la traction et l'allongement sur une longueur de 3 pouces (76,2 mm).

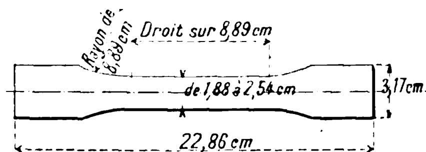


Fig. 1. — Éprouvette pour les essais de résistance à la traction et d'allongement sur les planches.

On augmentera la charge progressivement avec une vitesse telle que la rupture se produise environ deux minutes après la première application de la charge.

La résistance maximum à la traction sera exprimée en livres par pouce carré [2]. L'allongement sera exprimé en taux pour 100 de la longueur primitive.

II) On essaiera l'éprouvette pour déterminer l'allongement sur une longueur de 3 pouces (7,2 cm) quand on la soumet en permanence à une charge d'une valeur égale au tiers de la charge de rupture, déterminée par l'essai I ci-dessus. On maintiendra la charge jusqu'à ce que l'accroissement de la contrainte cesse.

b) *Tiges*. — La forme et les dimensions de l'éprouvette pour l'essai d'une tige seront celles que représente la figure 2.

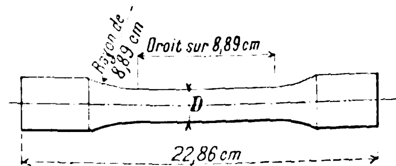


Fig. 2. — Éprouvette pour les essais de résistance à la traction et d'allongement sur les tiges.

Le diamètre réduit *D* sera les 75 pour 100 du diamètre entier de la tige.

Les éprouvettes seront essayées comme il est spécifié dans a), I) et II) ci-dessus.

c) *Tubes*. — Les dimensions du tube pour l'essai seront 9 pouces (228 mm) de longueur, 1 pouce (25,4 mm) de diamètre intérieur et 1,5 pouce (38 mm) de diamètre extérieur.

Les éprouvettes sont essayées comme il est spécifié dans a), I) et II) ci-dessus.

Un mandrin de serrage commode pour maintenir le tube dans la machine d'essais est représenté figure 3.

5. Résistance a la compression et contraction plastique sous charge permanente. — a) *Planches*. — I) L'éprouvette sera préparée conformément à la clause 1 avant l'exécution de l'essai de résistance à la compression.

Les dimensions de l'éprouvette pour l'essai seront celles

[1] Voir *Journal of the Institution of electrical Engineers*, 1922, t. LX, p. 794.

[2] Une livre par pouce carré vaut 0,0704 kg : cm².

d'un cube de 1 pouce (1), l'éprouvette étant formée, si c'est nécessaire, de plusieurs couches de matière. Les couches seront scellées ensemble par l'application d'une charge initiale de 300 livres par pouce carré (2), et la première mesure de la longueur de l'éprouvette sera prise sans cette charge, qui sera comprise dans la charge notée dans chaque cas.

On fera alors une série d'essais à une température de 15° C à 25° C par l'application de charges croissantes de 1 500 livres par pouce carré (3) dont chacune sera maintenue pendant une minute, et la contraction de l'éprouvette sera mesurée à la fin de chaque période. On continuera les essais jusqu'à ce que l'éprouvette se soit contractée de 10 pour 100 de sa longueur primitive, ou que la charge ait atteint environ 6 tonnes par pouce carré (4).

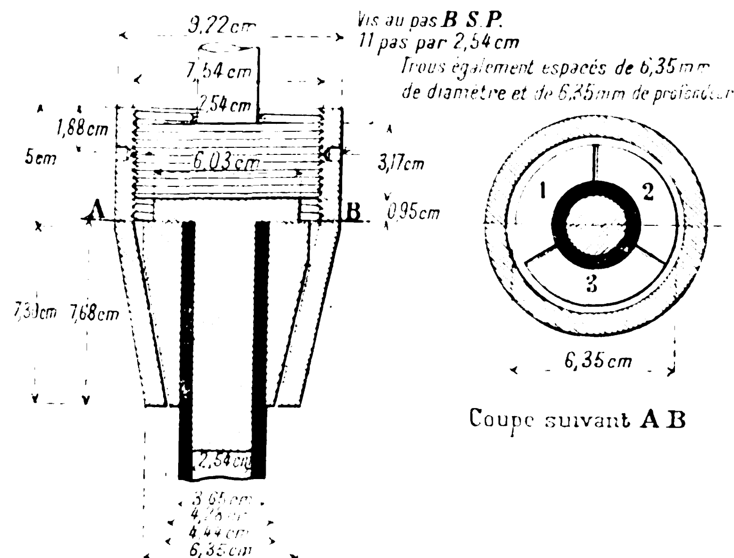


Fig. 3. — Forme de mandrin employée pour maintenir les tubes sur la machine d'épreuve dans les essais de résistance à la traction et d'allongement.

II) Une éprouvette semblable à celle qui est décrite ci-dessus I) sera chauffée dans l'air à une température de 90° C à 95° C pendant vingt-quatre heures, puis essayée à une température de 90° C à 95° C. Le scellement de l'éprouvette, l'application des charges, la mesure des contractions et la suite de l'essai se feront comme il est spécifié ci-dessus I).

III) Une éprouvette semblable à celle qui est décrite ci-dessus I) sera immergée dans de l'huile à transformateurs conforme à la « British Standard Spécification » n° 148, pour l'huile légère, à une température de 90° C à 95° C pendant vingt-quatre heures, et essayée ensuite à une température de 90° C à 95° C. Le scellement de l'éprouvette, l'application des charges, la mesure des contractions et la suite de l'essai se feront comme il est spécifié ci-dessus I).

IV) Une éprouvette semblable à celle décrite ci-dessus I) sera chauffée dans l'air à une température de 90° C à 95° C pendant vingt-quatre heures et ensuite soumise, de façon permanente, à une température de 90° C à 95° C, à une charge égale au tiers de la charge maximum appliquée dans l'essai spécifié en II) ci-dessus. On maintiendra la charge jusqu'à ce que l'accroissement de la contrainte cesse. On mesurera la contraction par intervalles et on construira une courbe montrant le rapport entre la contraction et la durée d'application de la charge.

V) Quand l'épaisseur de la matière sera de 3/8 de pouce (9,5 mm) ou au-dessus, on l'essaiera aussi à une température de 15° C à 25° C pour sa résistance à la compression dans le sens longitudinal.

L'éprouvette sera préparée conformément à la clause 1 avant l'exécution de l'essai de compression.

Les dimensions de l'éprouvette seront 2 pouces (50,8 mm) dans le sens longitudinal et de 1 pouce (25,4 mm) dans le sens transversal de la feuille, la charge étant appliquée sur les bords distants de 2 pouces de l'éprouvette.

On accroîtra graduellement la charge au taux de 1 500 livres par pouce carré par minute jusqu'à la rupture de l'éprouvette. On notera la charge de rupture et la durée de l'essai.

VI) On chauffera dans l'air à une température de 90° C à 95° C, pendant vingt-quatre heures, une éprouvette semblable à celle qui est décrite ci-dessus V) et on l'essaiera alors à une température de 90° C à 95° C. L'application de la charge et la suite de l'essai se feront comme il est spécifié ci-dessus V).

b) *Tiges.* — La forme de l'éprouvette sera cylindrique; sa longueur sera égale à son diamètre. Les faces terminales seront exactement planes, normales à l'axe et parallèles.

On appliquera une charge initiale de 300 livres par pouce carré et la première mesure de la longueur de l'éprouvette se fera sous cette charge, qui sera comprise dans la charge notée dans chaque cas.

On essaiera les éprouvettes comme il est spécifié dans a), I), II), III) et IV) ci-dessus.

c) *Tubes.* — La forme de l'éprouvette sera un tube dont l'épaisseur de paroi ne sera pas inférieure à 1/8 de pouce (3,17 mm) et dont la longueur sera égale au diamètre extérieur du tube. Les faces terminales de l'éprouvette seront exactement planes, normales à l'axe et parallèles.

On appliquera une charge initiale de 300 livres par pouce carré, calculée sur la section transversale de la matière, et la première mesure de la longueur de l'éprouvette sera prise sous cette charge, qui sera comprise dans la charge notée dans chaque cas.

On essaiera les éprouvettes comme il est spécifié dans a), I), II), III) et IV) ci-dessus.

6. Résistance au cisaillement ou au déchirage. — On préparera les éprouvettes conformément à la clause 1 avant de procéder à l'essai de résistance au cisaillement ou au déchirage.

a) *Planches.*

I) *Résistance au cisaillement.* — Les matériaux d'une épaisseur de plus de 1/32 de pouce (0,79 mm) jusques et y compris 1/8 de pouce (3,17 mm) seront essayés pour déterminer la force nécessaire pour poinçonner un trou de 1/2 pouce (12,7 mm de diamètre).

On réalisera un jeu négligeable entre le poinçon et la matrice en ajustant le premier au moyen de la seconde.

La pression nécessaire pour poinçonner le trou sera exprimée en livres par pouce carré (1).

(1) Cube de 2,54 cm de côté = 16,58 cm³.
(2) 21 kg : cm².
(3) 105 kg : cm².
(4) Environ 950 kg : cm².

(1) Dans une future édition de cette spécification, il est probable que l'effort de cisaillement sera substitué à la pression nécessaire pour le poinçonnage du trou.

Pour les matériaux ayant plus de 1/8 de pouce d'épaisseur, on procédera comme il suit :

Une éprouvette, longue de 5 pouces (127 mm) et large de 2,5 pouces (63,5 mm) sera fixée dans une mâchoire d'essais de cisaillement de façon que les deux bouts de l'éprouvette soient cisaillés simultanément. La pression nécessaire pour produire le cisaillement sera calculée sur l'aire totale des sections cisaillées et sera exprimée en livres par pouce carré.

La figure 4 représente une forme convenable de mâchoire pour l'essai de cisaillement.

II) *Résistance au déchirage.* — Les matériaux ayant une épaisseur jusques et y compris 1/32 de pouce (0,79 mm) seront essayés pour leur résisiance au déchirage de la manière suivante :

Fig. 4. — Forme de mâchoire pour l'essai de cisaillement sur les planches.

L'éprouvette sera un carré de 6 pouces (152,4 mm) de côté.

La résistance au déchirage sera la charge nécessaire pour déchirer l'éprouvette à partir d'un trou de 3/32 de pouce (2,38 mm de diamètre poinçonné dans la feuille. La position du trou et l'application de la charge sont indiquées par la figure 5.

On fera trois essais de déchirage longitudinaux et trois transversaux sur chaque matière essayée.

La charge nécessaire pour déchirer l'éprouvette sera exprimée en livres (453 g).

b) *Tiges.* — Une éprouvette longue de 5 pouces (127 mm) et du diamètre de la tige sera fixée dans une machine à essais de cisaillement de façon que les deux bouts de l'éprouvette soient cisaillés simultanément. La pression nécessaire pour produire le cisaillement sera calculée sur l'aire totale des sections cisaillées et sera exprimée en livres par pouce carré.

7. Cohésion entre feuilles (Essai de fendage). — Les éprouvettes seront préparées conformément à la clause 1 avant l'exécution des essais de cohésion entre feuilles.

a) *Planches.* — On essaiera la cohésion entre feuilles par la méthode suivante :

I) Les dimensions de l'éprouvette seront les suivantes :

Largeur, 1 pouce (25,5 mm).

Épaisseur, épaisseur de la matière.

Longueur, quatre fois l'épaisseur plus 0,5 pouce.

L'éprouvette sera placée sur des supports en V écartés d'une distance égale à quatre fois l'épaisseur de la matière essayée. On appliquera une charge au centre de l'éprouvette et on l'augmentera jusqu'à la rupture. On notera la charge nécessaire pour produire la rupture et la nature de la fracture.

II) On essaiera une éprouvette carrée de 2 pouces de côté pour se rendre compte s'il est possible de fendre la matière parallèlement aux feuilles quand une fente a été amorcée à un angle par l'insertion d'un couteau.

Fig. 5. — Appareil pour la mesure de la résistance au déchirage.

b) *Tiges.* — On fera l'essai comme il a été indiqué pour les plaques, sauf que la tige sera d'une longueur égale à trois fois son diamètre, plus 0,5 pouce (12,5 mm) et sera supportée par des blocs en V espacés d'une distance égale à trois fois le diamètre de la tige. La tige sera placée de façon que la charge soit appliquée normalement aux feuilles qui la composent.

c) *Tubes.* — On coupera une éprouvette de tube d'une longueur égale à son diamètre extérieur et on la soumettra à une charge d'écrasement perpendiculaire à l'axe du tube. On notera la charge nécessaire pour produire la rupture de la pièce et la nature de la fracture.

8. Essai de flexion. — On préparera l'éprouvette conformément à la clause 1 avant de procéder à l'essai de flexion.

a) *Planches.* — L'essai de flexion des matériaux se fera par la méthode de la pièce encastrée à une extrémité, de la manière suivante :

La disposition de l'essai sera conforme aux figures 6 et 7.

L'éprouvette sera solidement fixée dans des mâchoires et

l'étrier et le plateau de balance, placés dans la position qu'indique la figure 7. On fixera un micromètre au-dessus de l'étrier. Le circuit électrique sera tel que le représente la figure 7. On tournera la vis du micromètre jusqu'à ce

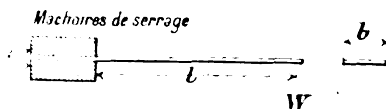


Fig. 6. — Dispositif d'essai de flexion.

que le circuit se ferme (le voltmètre l'indiquera) et on lira alors l'indication du micromètre.

On appliquera la charge par petits accroissements égaux et on mesurera immédiatement les accroissements de flexion correspondants. On appliquera chaque accroissement de charge aussitôt qu'on aura lu la flexion due à l'accroissement précédent. On ne fera de lectures que pour

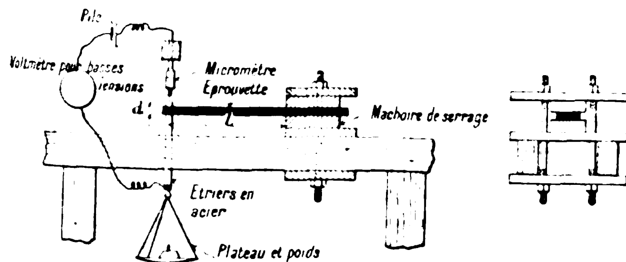


Fig. 7. — Disposition de l'essai de flexion pour les planches.

l'étendue dans laquelle l'accroissement de flexion est proportionnel à l'accroissement de charge.

Les dimensions de l'éprouvette seront les suivantes :

Pour les éprouvettes ne dépassant pas 1/16 pouce (1,59 mm) d'épaisseur :

Longueur libre de la pièce encastrée, 2 pouces (50,8 mm) ;

Largeur libre de la pièce encastrée, 3/4 pouce (19 mm) ;

L'accroissement de flexion ne devra pas dépasser 0,010 pouce (0,254 mm).

Pour les éprouvettes dépassant 1/16 pouce (1,59 mm) d'épaisseur, la longueur libre de la pièce encastrée sera de 3 à 9 pouces (76,2 à 228,6 mm) selon la rigidité de la matière ;

La largeur de l'éprouvette sera un cinquième de la longueur libre ;

L'accroissement de flexion ne devra pas dépasser 0,015 pouce (0,38 mm).

Le module d'Young, E, sera calculé par la formule suivante :

$$E = \frac{4 W L^3}{B D^3 Y},$$

où W est l'accroissement moyen de la charge, en livres ;

L, la longueur libre, en pouces ;

B, la largeur, en pouces ;

D, l'épaisseur de l'éprouvette, en pouces ;

Y, l'accroissement moyen de la flexion, en pouces.

Après avoir mesuré l'accroissement final de flexion comme il est dit ci-dessus, on n'enlèvera pas la charge. On mesurera à nouveau l'accroissement de flexion après 1 minute, 10 minutes, 1 heure et 18 heures.

Après l'essai de 18 heures, on fera des essais avec des charges égales respectivement à 0,66 fois et 1,5 fois la charge employée dans l'essai de 18 heures sur la même éprouvette, et les accroissements de flexion seront mesurés comme dans l'essai de longue durée.

Note. — La figure 8 représente une forme appropriée de balance sur couteau pour l'essai de flexion.

b) *Tiges.* — On essaiera les tiges à la flexion par la méthode de la pièce encastrée à une extrémité, de la manière suivante :

La disposition de l'essai sera semblable à celle qu'indique la figure 7 ;

La tige sera droite et de diamètre uniforme. On fera les

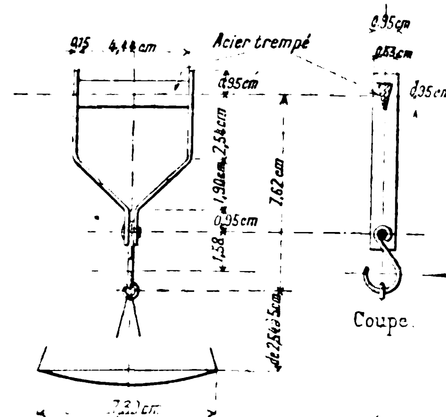


Fig. 8. — Forme de balance à couteaux pour l'essai de flexion.

essais dans des sens respectivement parallèle et perpendiculaire aux feuillets ;

L'éprouvette sera solidement encastrée sur une longueur d'au moins quatre fois son diamètre, et l'étrier et le plateau de la balance, placés dans la même position que pour l'essai des planches.

Les dimensions de la mâchoire encastrant l'éprouvette seront celles que représente la figure 9, et les deux moitiés

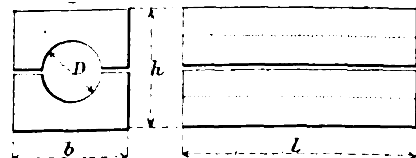


Fig. 9. — Forme de mâchoire pour maintenir la tige dans l'essai de flexion

seront séparées par des feuilles de métal d'une épaisseur à peu près égale à un huitième du diamètre de l'éprouvette ;

D, diamètre de l'éprouvette, en pouces ;

b, au moins $2D$ (et non inférieur à 1 pouce pour les petites éprouvettes ;

h, $2D$ (environ) ;

l, au moins $4D$.

Note. — La figure 8 représente une forme appropriée de balance sur couteau pour l'essai de pièces encastrées à une extrémité.

On fera l'essai suivant sur la partie libre de la pièce :

On fixera un micromètre au dessus de l'étrier. Le circuit électrique sera tel que le représente la figure 7. On tour-

nera la vis du micromètre jusqu'à ce que le voltmètre indique que le circuit est fermé, et on lira alors l'indication du micromètre.

On appliquera la charge par petits accroissements égaux et on mesurera immédiatement les accroissements de flexion correspondants. On appliquera chaque accroissement de charge aussitôt qu'on aura lu la flexion due à l'accroissement précédent. On ne fera de lectures que pour l'étendue dans laquelle l'accroissement de charge est proportionnel à l'accroissement de flexion.

Le module d'Young, E, sera calculé d'après la formule suivante :

$$E = \frac{64\, WL^3}{3\pi D^4 Y},$$

où W est l'accroissement moyen de la charge, en livres ;
L, la longueur libre de la pièce, en pouces ;
D, le diamètre de l'éprouvette, en pouces ;
Y, l'accroissement moyen de la flexion, en pouces.

Après avoir mesuré l'accroissement final de flexion comme il est dit ci-dessus, on n'enlèvera pas la charge. On mesurera à nouveau l'accroissement de flexion après 1 minute, 10 minutes, 1 heure et 18 heures.

Après l'essai de 18 heures, on fera des essais avec des charges égales respectivement à 0,66 fois et 1,5 fois la charge employée dans l'essai de 18 heures sur la même éprouvette, et les accroissements de flexion seront mesurés comme dans l'essai de longue durée.

c) *Tubes*. — On installera un tube de 3 pouces (76,2 mm) de longueur, de 2 pouces (50,8 mm) de diamètre intérieur et de 2,25 pouces (57,15 mm) de diamètre extérieur dans une machine à essais de compression comme le montre la figure 10.

On appliquera la charge au sommet de l'éprouvette, et à mi-distance entre les deux bouts, au moyen d'un plongeur

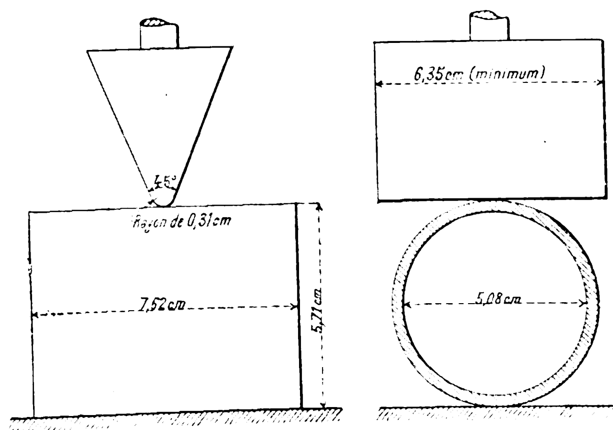


Fig. 10. — Disposition de l'essai de flexion pour les tubes.

en forme de coin d'au moins 2,5 pouces (63,5 mm) de largeur, dont le bord inférieur sera arrondi à un rayon de 0,125 pouce (3,17 mm). L'angle du coin sera d'environ 45° et son axe sera normal à l'axe du tube, comme le montre la figure 10. On augmentera la charge par paliers, et on fera un nombre suffisant de mesures de la charge et du déplacement du plongeur, jusqu'à la charge de rupture, pour pouvoir construire une courbe des contraintes.

9. Flexibilité (essai de pliage) pour les matériaux ayant jusqu'à 0,125 pouce [1] d'épaisseur. — Les essais de flexibilité se feront sur les matériaux en feuilles de la manière suivante :

a) *Après préparation (avant chauffage)*. — On préparera l'éprouvette conformément à la clause 1 avant de procéder à l'essai de flexibilité.

On pliera une éprouvette de chaque épaisseur jusques et y compris 0,125 pouce, dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, sur un angle de 180°, et on notera l'effet produit.

b) *Après chauffage*. — On chauffera une éprouvette de chaque épaisseur jusques et y compris 0,125 pouce pendant 48 heures à une température de 105°C à 110°C et on la laissera se refroidir jusqu'à une température de 20°C (± 5°C). On la pliera alors dans le sens longitudinal et dans le sens transversal sur un angle de 180° et on notera l'effet produit.

c) *Après chauffage dans l'huile*. — L'éprouvette sera chauffée dans de l'huile à transformateurs, conforme à la British Standard Specification n° 148 pour huiles légères, pendant 48 heures, à une température de 115°C à 120°C et sera ensuite pliée dans le sens longitudinal et dans le sens transversal sur un angle de 180° ; on notera l'effet produit. L'auteur donne dans des tableaux les valeurs fixées pour ces trois cas.

10. Rigidité diélectrique. — La rigidité diélectrique se déterminera comme il est spécifié dans la publication technique Ref A/S 2, instructions pour la détermination de la rigidité diélectrique des matières isolantes fibreuses.

Note. — La fibre vulcanisée ne doit pas être regardée comme un bon isolant quand elle est employée dans les endroits humides et, en tout cas, ne doit pas être soumise à une contrainte électrostatique permanente de plus de 25 v par mil [1] (10 000 v : cm), même dans les endroits secs.

Dans un essai de réception, la rigidité diélectrique sera mesurée à une température de 90°C après que l'éprouvette aura été soumise à une humidité atmosphérique de 75 pour 100, à une température de 15°C à 25°C, pendant 18 à 24 heures.

La méthode d'essai sera conforme aux dispositions de la publication technique Ref A S 2.

L'essai pourra se faire dans l'huile quand le rapport de l'épaisseur aux autres dimensions sera tel que l'éprouvette ne puisse être facilement perforée dans l'air.

Note. — L'humidité relative spécifiée pourra être obtenue

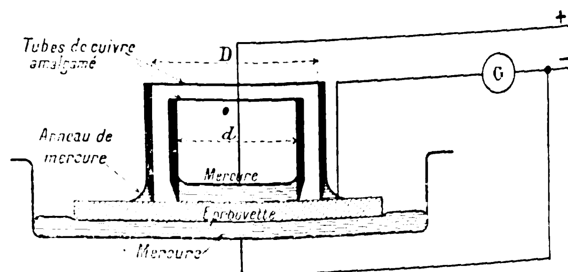


Fig. 11. — Schéma du dispositif pour l'essai de résistivité volumique.

par l'emploi d'une solution d'acide sulfurique dans l'eau, d'une densité égale à 1,223.

11. Résistivité. — a) *Planches*. — Une éprouvette de 4 pouces (101,6 mm) de diamètre sera disposée pour l'essai comme le représente la figure 11. On mesurera la résistance

[1] 3,17 mm.

[1] Mil, millième de pouce, 0,025 mm.

à la fin de chaque minute pendant une période d'électrisation de 10 minutes sous une différence de potentiel de 500 v. La résistivité sera exprimée en mégohms-centimètre, et on construira une courbe représentant la relation entre la résistivité et le temps.

L'éprouvette sera essayée sous les conditions spécifiées en c).

Note. — La figure 12 indique les dimensions d'un dispositif approprié (1).

b) *Tubes.* — Le tube, après fermeture d'un de ses bouts, sera rempli de mercure et on enroulera sur sa surface extérieure une feuille de clinquant qui sera maintenue par un fil métallique de 10 mils (0,25 mm) de diamètre, enroulé en

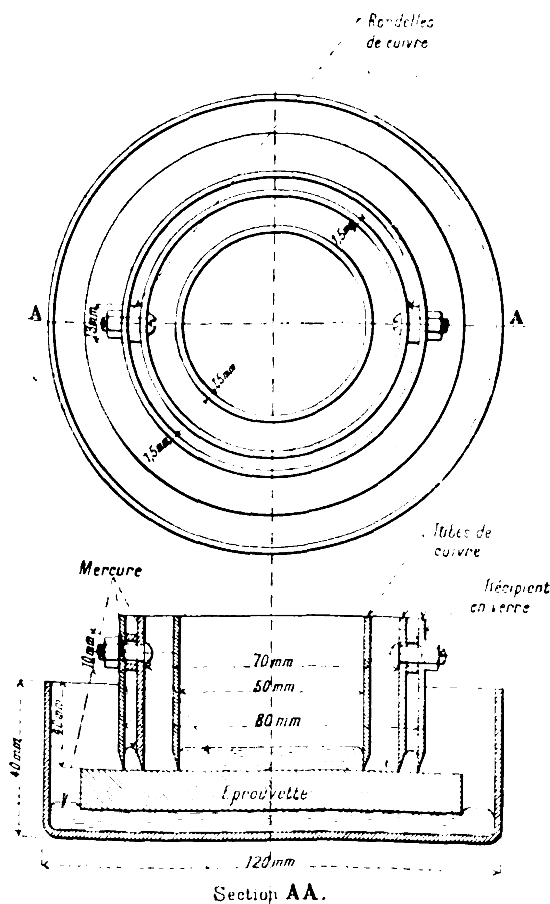


Fig. 12. — Dispositif pour les essais de résistivité volumique et de résistivité superficielle. (Bureau of Standards). Toutes les dimensions sont exprimées en millimètres.

spires serrées sur toute la longueur de la feuille de clinquant. La surface du clinquant sera égale à celle de l'électrode intérieure employée dans l'essai de résistivité d'une feuille. Un anneau de garde en fil sera fixé autour du tube de chaque côté de la feuille de clinquant.

La résistance sera mesurée et la résistivité sera exprimée comme il est spécifié en a).

(1) Cette même méthode est décrite dans un article de Harwey L. Curtis, publié dans *Scientific Papers of The Bureau of Standards*, et analysé dans la *R. G. E.*, 30 juillet 1921, t. x, p. 159-162 et 6 août 1921, t. x, p. 190-194).

L'éprouvette sera essayée dans les conditions spécifiées en c).

Si L est la longueur du clinquant, en centimètres ;

r_1, le rayon intérieur du tube, en centimètres ;

r_2, le rayon extérieur du tube, en centimètres ;

R, la résistance mesurée, en mégohms ;

ρ, la résistivité, en mégohms-centimètre,

on a

$$\rho = \frac{2\pi R L}{\log_e \frac{r_2}{r_1}}.$$

c) *Conditions d'essai.* — La matière sera essayée dans les conditions suivantes :

i) Après que l'éprouvette aura été préparée conformément à la clause I.

ii) Après que l'éprouvette aura été chauffée pendant 24 heures à une température de 105°C à 10°C, la résistance étant mesurée à la haute température. On portera les électrodes à la haute température avant de mesurer la résistance.

iii) Après que l'éprouvette aura été soumise à une humidité atmosphérique d'au moins 95 pour 100, à une température de 15°C à 25°C pendant 18 à 24 heures, la résistance étant mesurée pendant que l'éprouvette se trouve dans l'atmosphère spécifiée.

iv) Après que l'éprouvette aura été soumise à une humidité atmosphérique d'au moins 90 pour 100 à une température de 45°C à 50°C pendant 18 à 24 heures, la résistance étant mesurée pendant que l'éprouvette se trouve dans l'atmosphère spécifiée. On portera les électrodes à la haute température avant de mesurer la résistance.

12. Résistivité superficielle. — a) *Planches.* — Une éprouvette de 4 pouces (101,6 mm) de diamètre sera disposée pour l'essai comme le montre la figure 13. La résistance

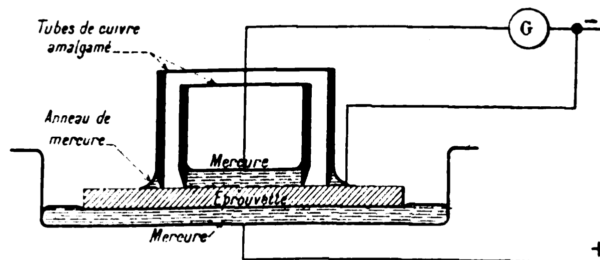


Fig. 13. — Schéma du dispositif pour l'essai de résistivité superficielle.

superficielle sera mesurée à la fin de chaque minute pendant une période de 10 minutes d'électrisation, sous une différence de potentiel de 500 v. On exprimera la résistivité superficielle en mégohms-centimètre et on construira une courbe montrant la relation entre la résistivité superficielle et le temps.

L'essai de l'éprouvette se fera dans les conditions spécifiées en c).

Note. — Si $D - d = 2$ cm, la résistivité superficielle σ se calculera d'après la formule

$$\sigma = \frac{R_s \times 2\pi}{\log_e \frac{D}{d}},$$

où R_s est la résistance superficielle, en mégohms.

Les dimensions d'un dispositif convenable sont représentées dans la figure 13.

b) *Tubes.* — La résistance superficielle d'un tube se mesurera entre deux fils métalliques de 10 mils (0,25 mm) bien serrés autour du tube à une distance de 1 cm. Le tube sera rempli de mercure qui servira d'anneau de garde.

On mesurera la résistance superficielle et on exprimera la résistivité superficielle comme il est spécifié en a).

L'essai de l'éprouvette se fera dans les conditions spécifiées en c).

c) *Conditions de l'essai.* — On essaiera la matière après que l'éprouvette aura été soumise à une humidité atmosphérique de 75 pour 100, à une température de 15°C à 25°C, pendant 18 à 24 heures, la résistance superficielle étant mesurée pendant que l'éprouvette se trouve dans l'amosphère spécifiée.

Note. — L'humidité spécifiée peut s'obtenir par l'emploi d'une solution d'acide sulfurique dans l'eau, d'une densité égale à 1,223.

13. Résistance interne. — La résistance interne d'une planche se déterminera comme il suit :

On percera deux trous de 5 mm de diamètre et d'une profondeur égale aux deux tiers de l'épaisseur de la planche. La distance entre les centres des trous sera de 15 mm. On les remplira de mercure et on mesurera la résistance entre eux à la fin de chaque minute pendant une durée d'électrisation de 10 minutes, sous une différence de potentiel de 500 volts.

On exprimera la résistance en mégohms, et on construira une courbe représentant la relation entre la résistance et le temps.

L'essai de la matière se fera dans les conditions spécifiées dans la clause 11 c).

Dans le compte-rendu des résultats, on notera l'épaisseur de l'éprouvette.

14. — Contraction, gauchissement et gonflement. — Les essais de contraction, de gauchissement et de gonflement se feront après que les éprouvettes auront été soumises à une humidité atmosphérique de 75 pour 100 à une température de 15° C à 25° C pendant 18 à 24 heures.

Note. — L'humidité spécifiée peut s'obtenir par l'emploi d'une solution d'acide sulfurique dans l'eau, d'une densité égale à 1,223.

a) *Planches.* — On découpera une éprouvette carrée de 4 pouces (101,6 mm) de côté et on en mesurera la longueur, la largeur et l'épaisseur immédiatement après la préparation spécifiée ci-dessus.

On aura soin que l'éprouvette représente bien la masse de la matière et ne comprenne pas les parties de la meilleure maturation, qu'on trouve généralement sur les bords de la planche.

La longueur et la largeur de l'éprouvette seront chacune la moyenne de dix mesures prises en des points équidistants le long de chacun de deux côtés perpendiculaires.

L'épaisseur de l'éprouvette sera la moyenne de dix mesures d'épaisseur prises en des points équidistants le long des côtés.

Les mesures seront faites au micromètre ou par une autre méthode convenable.

La contraction sera déterminée par les méthodes suivantes :

a) On sèchera l'éprouvette pendant 48 heures par le chauffage constant dans un four à une température de 105° C à 110° C, et on mesurera alors la longueur, la largeur et l'épaisseur, comme ci-dessus, à la température ambiante.

On comparera les valeurs moyennes des dimensions avant et après le chauffage et on indiquera les différences calculées en taux pour 100 des mesures primitives qui seront aussi indiquées.

b) On mesurera dans le sens longitudinal et dans le sens transversal les diamètres d'un anneau ayant environ 4 pouces (101,6 mm) de diamètre intérieur, et 6 pouces (152,4 mm) de diamètre extérieur. On plongera l'anneau dans de l'huile à transformateurs, conforme à la British Standard Specification n° 148 pour les huiles légères, pendant 120 heures à une température de 105° C à 110° C. On mesurera de nouveau les diamètres, comme ci-dessus, à la température ambiante. On comparera les valeurs des diamètres avant et après l'immersion dans l'huile, et on indiquera les différences calculées en taux pour 100 des valeurs primitives.

Le gauchissement se déterminera par la méthode suivante :

On dessèchera, comme il est dit ci-dessus, une éprouvette carrée de 6 pouces (152,4 mm) de côté et on la placera sur une surface plane formant un carré d'au moins 7 pouces (177,8 mm) de côté ; on mettra sur l'éprouvette une plaque métallique plate carrée de 6 pouces de côté, de façon que les bords de la plaque coïncident avec ceux de l'éprouvette. Le poids de la plaque supérieure ne devra pas dépasser 8 onces (226,8 gr).

On mesurera les distances entre les quatre coins de la face inférieure de la plaque supérieure et les points correspondants de la face supérieure de la plaque inférieure. On comparera la somme des quatre lectures avec le quadruple de l'épaisseur moyenne primitive de l'éprouvette avant le séchage, et on indiquera le pourcentage d'accroissement calculé sur le quadruple de l'épaisseur primitive.

Le gonflement se déterminera par la méthode suivante :

L'éprouvette carrée employée dans l'essai de contraction sera exposée à un jet de vapeur pendant six heures à une température de 105° C à 110° C et l'épaisseur sera alors mesurée à nouveau comme plus haut. On comparera les épaisseurs avant et après l'exposition à la vapeur, et on indiquera la différence en centièmes de l'épaisseur moyenne après séchage.

b) *Tiges.* — La contraction se déterminera par la méthode suivante :

On mesurera le diamètre d'une tige, d'une longueur de 4 pouces (101,6 mm) en deux directions à angle droit, l'une perpendiculaire et l'autre parallèle aux feuillets constituants. On dessèchera la tige pendant 48 heures par un chauffage constant dans un four à une température de 105° C à 110° C, et on mesurera alors à nouveau le diamètre aux mêmes points qu'auparavant à la température ambiante.

On comparera les valeurs moyennes du diamètre avant et après le chauffage, et on indiquera la différence en centièmes de la valeur moyenne primitive, celle-ci étant aussi indiquée.

Le gauchissement se déterminera par la méthode suivante :

Une tige droite, dont la longueur sera égale à 24 fois son diamètre, sera séchée pendant 48 heures par un chauffage constant dans un four à une température de 105° C à 110° C. On vérifiera alors la tige au moyen d'une règle ou d'une autre façon convenable et on indiquera l'écart maximum par rapport à la ligne droite ; on donnera le diamètre de la tige.

c) *Tubes.* — La contraction se déterminera par la méthode suivante :

On prendra un tube d'une longueur de 4 pouces (101,6 mm),

et on mesurera ses diamètres intérieur et extérieur en deux directions perpendiculaires. On dessèchera le tube comme il est spécifié ci-dessus en (b) et on mesurera de nouveau les diamètres aux mêmes points qu'auparavant.

On comparera les valeurs moyennes des diamètres intérieur et extérieur relevées avant et après le chauffage, et on indiquera les différences calculées en centièmes des valeurs moyennes primitives, qui seront aussi indiquées.

Le gauchissement se déterminera par une méthode analogue à celle qui est décrite ci-dessus en (b). La longueur du tube sera égale à 24 fois son diamètre intérieur. En rendant compte des résultats de l'essai, on indiquera les valeurs des diamètres intérieur et extérieur.

15. Qualités d'usinage. — Les qualités d'usinage de la matière se détermineront en la limant dans un étau limeur et en tournant, meulant et poinçonnant des échantillons. On indiquera l'effet produit sur la matière : craquelures, fentes, détachement de copeaux, rugosité des surfaces.

On essaiera les planches en les taraudant avec un taraud n° o B. A. On essaiera les tiges et les tubes en les filetant extérieurement (et aussi intérieurement dans le cas des tubes) au pas de 11 filets B. S. W. par pouce, ce filament étant taillé par un opérateur habitué à travailler cette matière. On indiquera l'effet produit sur la matière : craquelures, fentes, détachement de copeaux, rugosité des surfaces.

Note. — On demandera au fabricant de la matière d'indiquer la vitesse de coupe, la profondeur de coupe, la vitesse d'avance et le lubrifiant, s'il y a lieu, qu'on devra employer dans les essais d'usinage.

Neutralité chimique. — La matière coupée en petits morceaux sera essayée pour déceler les alcalis de la manière suivante :

On coupera en morceaux 30 à 40 g de l'échantillon desséché, ou on pèsera deux quantités de 10 g chacune; on introduira chacune d'elles dans un flacon d'un quart de litre, où l'on ajoutera 200 cm³ d'eau distillée. On fera bouillir pendant 30 minutes, on décantera la solution à travers un disque perforé, on lavera chaque poids de matière deux fois avec 75 cm³ d'eau chaude. On titrera le filtrat en employant l'indicateur au méthylorange.

Si l'indicateur montre que la solution est alcaline, on la titrera (par neutralisation) avec une solution centinormale d'acide sulfurique.

$$\frac{N}{100} SO^4H^2.$$

Si l'indicateur montre que la solution est acide, on la titrera (par neutralisation) avec une solution centinormale d'hydrate de sodium.

$$\frac{N}{100} NaOH.$$

ou d'hydrate de potassium

$$\frac{N}{100} KOH.$$

Dans chaque cas, on indiquera le nombre de centimètres cubes du réactif nécessaires pour neutraliser 10 g de la matière.

Quand la matière a une épaisseur supérieure à 0,5 pouce (12,5 mm), l'essai se fera sur des copeaux de perçage tirés de la partie centrale de la matière.

Note. — L'essai ci-dessus n'indique que l'acidité minérale. Si l'on veut connaître l'acidité totale de la matière, y compris les acides organiques qui peuvent y exister, la méthode doit être légèrement modifiée en faisant bouillir dans de l'alcool méthylique au lieu d'eau distillée et en titrant avec la phtaléine du phénol au lieu du méthylorange.

17. Absence de particules conductrices et de piqûres. — Ces essais se feront par une des méthodes suivantes :

a) *Matières épaisses.* — Pour les matières de plus de 0,062 de pouce (1,59 mm) d'épaisseur, on photographiera aux rayons X une éprouvette de 6×4 pouces (152,4 × 101,6 mm). On indiquera le nombre de particules métalliques et de piqûres par pied carré (0,093 m²).

b) *Matières minces.* — Pour le cas de matières ayant jusqu'à 0,062 de pouce d'épaisseur, on essaiera, par la méthode suivante, des éprouvettes carrées d'au moins 12 pouces (304,8 mm) de côté) :

On plongera l'éprouvette dans une solution contenant 1 pour 100 en volume d'acide acétique et on la laissera sécher à l'air pendant une heure, posée à plat sur un linge.

L'éprouvette une fois sèche sera plongée dans une solution contenant 0,1 cm³ d'acide acétique et 0,1 g de ferricyanure de potassium dans 100 cm³ d'eau distillée.

Chaque particule de fer métallique produira une tache bleue sur l'éprouvette et chaque particule de cuivre, de laiton ou de bronze, une tache rouge.

On indiquera le nombre de taches bleues et de taches rouges par pied carré de l'éprouvette.

Note. — Avant l'emploi, on essaiera la solution de ferricyanure de potassium avec un précipité d'hydroxyde de fer dissous dans l'acide nitrique concentré et dilué dans l'eau. La solution de ferricyanure de potassium ne doit donner ni précipité bleu ni coloration bleue.

18. Effet de l'huile. — On fera baigner une éprouvette dans de l'huile à transformateurs conforme à la B.S.S. n° 148 pour les huiles légères, pendant sept jours, à une température de 105°C à 110°C. On indiquera l'état de l'éprouvette après immersion (gauchissement, fentes, écaillement, ramollissement ou autres détériorations).

19. Absorption d'eau. — On préparera l'éprouvette conformément à la clause 1 avant de procéder à l'essai d'absorption d'eau.

Une éprouvette de planche formant un carré de 1,5 pouce (38,1 mm) de côté, ou une tige ou un tube long de 1,5 pouce, seront pesés. Les quatre côtés de la plaque éprouvette, ou les deux bouts de la tige ou du tube seront fraîchement coupés avant l'essai. On plongera l'éprouvette dans l'eau à une température de 15°C à 25°C. On la retirera après vingt-quatre heures d'immersion, on essuiera l'humidité superficielle et on la pèsera de nouveau.

On remettra alors l'éprouvette dans l'eau et, après six jours d'immersion, on la pèsera avec les mêmes précautions qu'auparavant. On fera la pesée au milligramme près dans chaque cas.

Le pourcentage d'absorption d'eau sera calculé sur le poids primitif de l'éprouvette, dont on indiquera les dimensions initiales.

Si l'on désire distinguer les absorptions dans les sens longitudinal, transversal et perpendiculaire, on revêtira les surfaces convenables de l'éprouvette d'un vernis imperméable avant de procéder à l'essai d'absorption d'eau.

20. Essai comme cale d'encoche. — Pour déterminer l'aptitude de la fibre vulcanisée à servir à la fabrication de cales d'encoches pour machines électriques, on fera l'essai

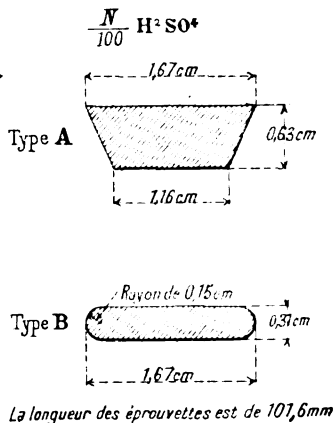


Fig. 14. — Éprouvettes pour l'essai de cales d'encoches. La longueur des éprouvettes est de 4 pouces (101,6 mm).

suivant après que l'éprouvette aura été préparée conformément à la clause 1.

Une éprouvette, prise dans l'échantillon carré de 4 pouces (101,6 mm) de côté qui sert à l'essai de contraction, sera taillée à l'une des dimensions que représentent les types A

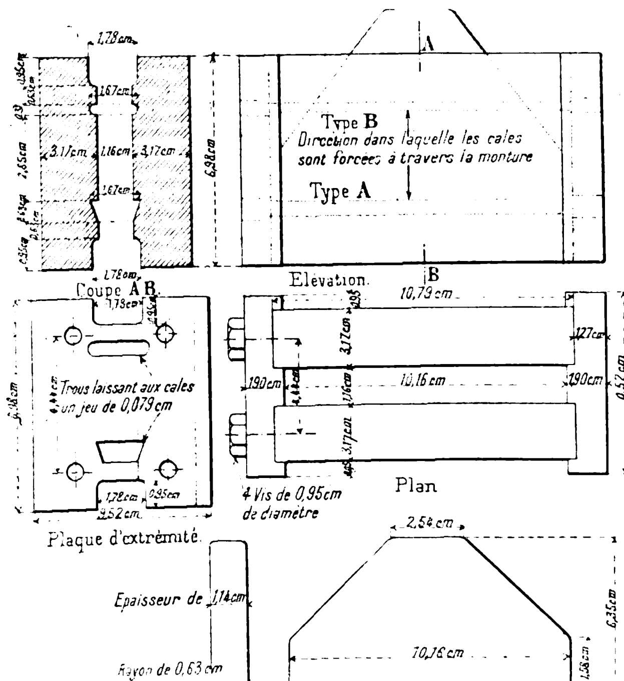


Fig. 15. — Forme de monture pour l'essai de la fibre vulcanisée comme cale d'encoche.

et B de la figure 14, et sera insérée dans une monture spéciale (fig. 15) représentant une encoche de machine. L'éprouvette sera poussée radialement hors de l'encoche dans une machine à essais de compression et on indiquera la pression par pouce de longueur nécessaire pour déplacer la cale.

21. Absence de particules conductrices (pour matières en rouleaux seulement). — On tirera la fibre vulcanisée, à une vitesse d'environ deux pieds (61 cm) par minute, entre une plaque métallique et un système de cylindres tel qu'il est spécifié dans la clause 15 de la publication technique Ref. A/S 5.

On appliquera une différence de potentiel alternatif (50 p : s) de 50 volts par mil (0,025 mm) d'épaisseur de la fibre entre la plaque et les cylindres.

On indiquera le nombre de perforations par pied carré (0,093 m²).

A l'apparition d'un défaut, on marquera l'endroit défectueux et l'on ramènera la fibre en arrière pour la faire passer une seconde fois. On notera l'aptitude de la partie originellement défectueuse à subir le second essai. — P. L.

Les ressources en énergie hydraulique du Turkestan [1].

L'auteur a écrit l'article que nous analysons ici dans le but d'attirer l'attention des industriels allemands sur les nombreux débouchés qu'offre le Turkestan aux industries électrique et mécanique, et il passe, à cet effet, la revue des ressources de ce pays en ce qui concerne la création d'usines hydro-électriques.

Au point de vue hydrographique, le Turkestan présente un caractère très spécial ; la figure 1 est une reproduction de la carte du pays. Il constitue d'abord un bassin fermé dont les cours d'eau aboutissent tous à des lacs intérieurs sans qu'aucun ne parvienne à la mer. Ensuite, dans quelques régions, sur des distances considérables, parfois sur des milliers de kilomètres, comme, par exemple, entre la mer Caspienne et l'Amou-Daria, entre celui-ci et le Sir-Daria, le pays est complètement dépourvu de rivières. Certains cours d'eau, enfin, se signalent par la particularité d'acquérir un volume considérable dans leur partie moyenne, au moment de la fonte des neiges, pour diminuer ensuite de plus en plus, au point de disparaître complètement : ils sont épuisés par les emprunts que leur fait subir l'irrigation ou par leur passage à travers les steppes. Ce sort n'est pas réservé seulement aux petites rivières, mais encore aux plus grandes, comme le Sérafschan et le Tschu, dont la longueur est d'environ 1 000 km.

Le développement du Turkestan est lié à l'exploitation de ses ressources hydrauliques, car, si, d'une part, celles-ci offrent le moyen de mettre en valeur, par l'irrigation, d'immenses étendues très propres à la culture du coton, d'un autre côté, elles permettent de produire, dans les régions montagneuses, de l'énergie électrique en quantité suffisante pour les besoins du pays tout entier. L'utilisation de l'énergie hydraulique du Turkestan est aujourd'hui des plus restreintes et des plus primitives. Elle se limite à quelques turbines de faible puissance et, tout au plus, connaît-on une seule turbine de 1 200 ch. Autant dire que rien n'est fait en regard des immenses ressources disponibles ; le champ est donc libre pour les grands travaux dont le gouvernement a fait étudier les projets, et dont voici un aperçu.

[1] A. Stifter, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 16 août 1923, t. XLIV, p. 782-783. 3000 mots, 1 fig.

PROVINCE DU SIR-DARIA OU SIR-DARINSK (481 476 km², 1 900 000 habitants) (¹). — Trois usines sont projetées : la première à environ 30 km de la capitale Taschkent : chute 36 m, débit 30 m³ : s, puissance environ 11 000 ch ; la deuxième à 40 km au nord-est de Taschkent, sur le Tschirtschnik : chute 30 m, débit 100 m³ : s, puissance 30 000 ch ; la troisième, sur le Talas, au sud-est d'Aulie-Ata, qui est une station de chemin de fer. Cette dernière usine serait chargée de l'alimentation de la partie nord de la province.

PROVINCE DE FERGANA (140 526 km², 2 040 000 habitants). — Cette province, la plus riche et la plus industrielle, pourrait être dotée de plusieurs usines, une première sur l'Isfairan, à environ 40 km au sud de la capitale Skobelew : débit moyen 25 m³ par seconde, chute 180 m, puissance 45 000 ch ; une seconde, sur le Soch, à 50 km au sud de Koland, ville industrielle et commerçante : chute 60 m, débit 50 m³ : s puissance 30 000 ch ; d'autres encore, sur l'Ak-Bura, le Kara-Daria et le Narin, le plus important cours d'eau de la province. Le Narin, qui prend sa source à une altitude de 3 000 m, est alimenté par de nombreux affluents et on estime qu'il pourrait fournir une puissance de 1 200 000 ch. Une solution particulièrement avantageuse consisterait à édifier une usine à 110 km au nord-est de Namangan, en un point où le Narin circule dans une étroite gorge de montagne. Cette usine, malheureusement, se trouverait à une grande distance des centres principaux de consommation.

PROVINCE DE SEMIRETSCHI (375 480 km², 1 200 000 habitants). — En 1903, on a commencé des travaux sur le Tschu, à 40 km environ à l'est de Pischpek, en vue de la création d'une usine électrique et aussi dans un but d'irrigation. Le Tschu

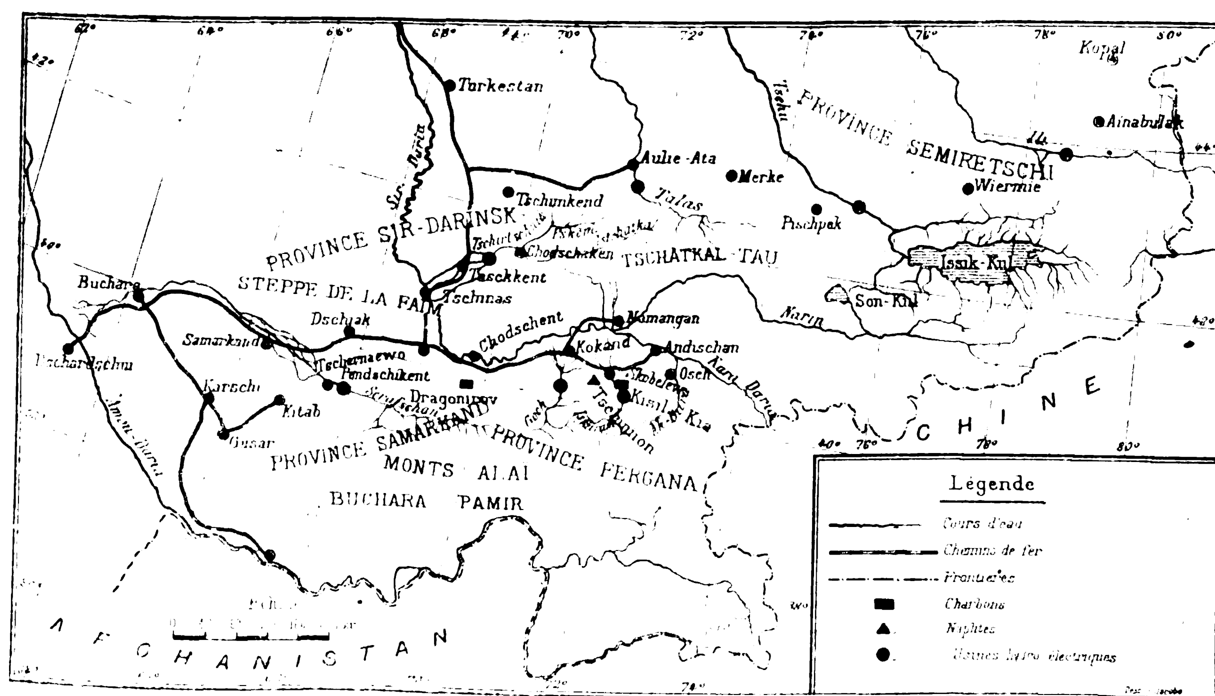


Fig. 1. — Carte du Turkestan.

est l'émissaire du lac Issik-Kul situé à l'altitude de 1 570 m, et dont la superficie est de 5 900 km². Depuis sa sortie du lac jusqu'à Pischpek, la chute du Tschu est de 880 m et son utilisation en deux paliers permettrait d'obtenir largement 100 000 ch. La partie nord-est de la province, celle qui fait frontière avec la Chine, trouverait une source d'énergie dans l'Ili, bien que celui-ci ne se présente pas dans des conditions aussi avantageuses que le Tschu. L'aménagement du Tschu et de l'Ili aurait, du reste, surtout pour but d'irriguer la province très fertile de Semiretschi, considérée comme le grenier du Turkestan.

PROVINCE DE SAMARCANDE (OU SAMARKAND) (86 173 km², 961 000 habitants). — Le barrage projeté à 20 km à l'est de Pendschikent en vue de l'utilisation rationnelle du Serafschan, l'artère vitale de l'oasis de Samarcande, permettrait la création d'un lac artificiel servant aussi bien à l'irrigation qu'à la production de l'électricité au moyen d'une usine de 60 000 ch. Le Sérafschan coule de l'est à l'ouest : il prend sa source dans les glaciers de l'Ala-Tau à l'altitude de 2 800 m, et il disparait au sud-ouest de Bouchara. Il arrive parfois, durant les périodes de hautes eaux, que son lit, dans les parties étroites de son cours supérieur et moyen, soit encombré au point que des lacs s'y forment ayant jusqu'à 20 km de longueur. En l'année 1890, sept cents hommes travaillèrent durant un mois et demi à déblayer le lit du fleuve ; le lac, qui avait pris naissance, d'une longueur de 21 km et d'une largeur de 600 m, se vida en trois heures et demie.

Les débits moyens, en mètres cubes par seconde, des principaux cours d'eau pour les différents mois de l'année ressortent du tableau I.

Ce serait une erreur, toutefois, il importe de le signaler, de croire que la création de bassins de retenue destinés à la production de l'énergie électrique et à l'irrigation aurait comme résultat de mettre, durant neuf mois de l'année, les

(¹) Les nombres d'habitants indiqués se rapportent à la population au 1er janvier 1911.

TABLEAU I.

COURS D'EAU	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Amou-Daria......	970	870	870	870	870	970	1 650	3 100	4 350	4 750	3 100	1 360
Sir-Daria........	430	342	342	341	342	342	532	1 097	1 287	1 032	638	463
Tschirtschnik....	107	89	75	76	84	95	249	582	385	253	170	122
Tschu	74	65	53	58	74	76	77	81	62	67	65	70
Ili...............	396	368	350	197	270	356	420	517	603	870	663	450
Serafschan.......	102	106	87	79	79	87	236	568	780	540	374	236
Talas............	20	22.5	23	21.5	23.5	20	13.5	34	42	47	25	27

débits moyens des cours d'eau à la disposition des usines : l'irrigation prélèverait, pour ses besoins, toute l'eau accumulée en automne et en hiver, de sorte que les usines devraient se contenter, pendant quatre mois, des débits d'étiage.

Dans son travail sur l'électrification de la Russie, Gurewitsch évalue à 3 020 000 ch la puissance hydraulique disponible du Turkestan, mais il convient d'ajouter à ce chiffre le tribut du Sérafschan, s'élevant à 160 000 ch, et celui du Salas de 60 000 ch, ce qui fait que le pays posséderait en tout 3 240 000 ch.

En plus de son énergie hydraulique, le Turkestan dispose encore de sérieuses richesses minières, car son sous-sol recèle toutes sortes de minéraux. Ceux-ci ont fait l'objet d'actives recherches de 1905 à 1907 dans les provinces du Sir-Daria et de Fergana. L'extraction du charbon, commencée en 1868, s'élevait, en 1910, à 36 500 t dans la région de Skobelew, à 17 500 t dans celle de Samarcande, à 1 280 t dans celle du Sir-Daria, soit au total à 55 280 t. A l'heure actuelle, les houillères les plus importantes sont celles de Kisil-Kia à 30 km au sud-est de Skobelew et celles de Dragomirow à 35 km au sud-est de Chodschent. Le pouvoir calorifique des charbons rencontrés varie de 4 500 à 6 400 calories. Selon Bronikow, les ressources du Turkestan en houille atteindraient 7 508 millions de tonnes; selon Michailow 15 284 millions de tonnes.

Le Turkestan produit aussi en abondance du naphte, du cuivre, du fer, du plomb argentifère, du soufre, des minerais radioactifs, du sel, du graphite, de l'amiante, du salpêtre. L'article original donne des chiffres concernant la production et la composition de la plupart de ces corps

Mais si les ressources du Turkestan sont vastes, leur exploitation n'est pas, de loin, celle qu'elle devrait être, ceci aussi bien pour l'agriculture et l'industrie que pour les mines et, le pays constitue, de ce fait, un vaste champ ouvert à l'activité de l'ingénieur et du commerçant. La cause de ce retard dans le développement du Turkestan réside principalement dans l'insuffisance de ses moyens de communication : les seuls chemins de fer existants ont été construits, en effet, moins dans un but économique que pour des raisons stratégiques, afin de maintenir le pays sous la coupe de la Russie. Il y aurait donc énormément à faire pour rendre plus facile les échanges des produits du sol et de ceux de l'industrie, lesquels n'ont à leur disposition aujourd'hui que de piteux chemins et des systèmes de transport tout à fait primitifs. Avant de passer à la réalisation des projets concernant l'irrigation et la production de l'électricité, il est indispensable d'introduire une sérieuse amélioration des moyens de communication.

Les grands travaux qu'exige l'irrigation doivent marcher de pair avec ceux que demande l'exploitation rationnelle de l'énergie hydraulique, car celle-ci seule peut fournir à l'industrie, à l'agriculture, aux mines et aux chemins de fer l'énergie nécessaire. Le Turkestan se prête merveilleusement à la création d'entreprises électriques de grand style : les centres de consommation sont très voisins de ceux de production et le terrain n'oppose aucune grande difficulté à l'établissement des lignes de transmission. Les usines électriques à leur tour permettraient une bien meilleure exploitation de toutes les richesses du sol, particulièrement des mines qui sont encore dans l'enfance, comme elles favoriseraient aussi grandement l'industrie métallurgique : le Turkestan pourrait alors devenir le pays le plus industriel de l'Asie centrale.

L'auteur, qui évidemment se place au point de vue allemand, termine son article en exprimant la croyance que l'Allemagne est le pays désigné en premier pour procéder, à un moment donné, au relèvement de l'industrie russe et comme la Russie ruinée ne pourra vraisemblablement pas s'acquitter des services reçus autrement qu'en accordant de fructueuses concessions industrielles, l'auteur formule le vœu que des hommes d'affaires allemands sachent s'assurer la mise en valeur de l'énergie hydraulique du Turkestan. A. M.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société avignonnaise d'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 16 AVRIL 1924.

L'exercice 1923 marque, dans les annales de cette société, une date particulièrement importante.

C'est, en effet, au cours de l'année écoulée que, par la convention et le cahier des charges signés le 19 mai 1923 et approuvés par le préfet de Vaucluse, le 5 juin de la même année, la société a placé ses installations et son exploitation sous le régime de la concession, en conformité de la loi du 15 juin 1906 et des dispositions législatives ou réglementaires qui ont suivi.

En lui donnant pour quarante années une charte bien définie, avec la sécurité qui résulte d'un contrat synallagmatique, mais aussi avec les obligations et les charges qui en découlent, notamment les clauses de déchéance et de rachat ainsi que le retour gratuit à la commune, en fin de concession, des installations concédées, le nouveau pacte qui régit le développement de l'activité de l'entreprise l'a conduite à apporter certains remaniements dans ses comptes pour mettre en harmonie la situation de fait avec son enregistrement comptable et mettre en évidence les résultats du nouveau régime d'exploitation. Il l'a également amenée à faire emploi de réserves, fruit de longues années d'économie, dont le maintien au passif du bilan ne se justifie pas au début d'une période de quarante années qui doit comporter en elle-même ses éléments d'amortissement et de prévoyance.

En premier lieu, le conseil a considéré comme devenues disponibles la réserve d'amortissement antérieurement constituée en raison du régime précaire sous lequel vivait la société, ainsi que certaines provisions, figurant au poste « créditeurs divers », dont l'utilité n'existe plus et le solde resté disponible de la prime sur l'augmentation de capital de 1922. Il en a porté le montant à la réserve générale; de ce fait celle-ci, bonifiée pour 1923 d'un intérêt de 6 pour 100 sur son montant au 1er janvier de l'exercice, figure au bilan du 31 décembre 1923 pour un total de 866 474,10 fr, auquel vient s'ajouter la dotation de 100 000 fr prélevée sur le produit de l'exercice 1923, soit au total 966 474,10 fr.

En second lieu, il a paru normal et logique de faire figurer à l'actif du bilan les ouvrages de la concession pour leur valeur effective au début du nouveau régime. Ils ont été estimés avec la plus grande prudence, en appliquant un coefficient de réduction aux évaluations faites cependant avec la plus grande modération. L'excédent sur le chiffre ancien des livres a été porté au passif à un compte « réserve immobilisée », dont l'emploi devra rester strictement limité à la dépréciation des immobilisations de l'actif, lorsqu'il y aura lieu, et dont il ne pourra par suite être fait aucun autre emploi.

Du fait de ces écritures, le poste désigné au précédent bilan sous le titre « dépenses d'installation », et qui y figurait pour la somme de 2 289 942,86 fr, est remplacé au bilan présenté, par le poste « installations de la concession » s'élevant à 3 927 242,80 fr et, la « réserve immobilisée » s'élève au chiffre de 944 298,35 fr.

Les recettes de l'exercice se sont élevées à 2 074 146,92 fr et les dépenses, y compris les frais généraux, provisions et amortissements jugés nécessaires par le conseil à 1 538 723,66 laissant un solde créditeur de 535 423,26 fr dont il faut déduire : les intérêts des obligations, 14 793,75 fr, et l'amortissement de 29 obligations, 14 500 fr.

Il reste 506 129,51 fr auxquels s'ajoute le solde du compte « intérêts et divers », 16 160,07 fr.

Après attribution à une réserve générale d'une somme de 100 000 fr, il reste un bénéfice de 422 289,58 fr sur lequel il est prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale.

Le solde est de 401 175,10 fr, auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent, 10 669,31 fr.

Le solde se répartit ainsi : 6 pour 100 au capital versé, 10 pour 100 au conseil, 141 000 fr pour la « réserve spéciale », un dividende supplémentaire de 6 pour 100 aux actions anciennes et nouvelles.

Le report à nouveau est de 5 726,90 fr.

Le dividende représenté par le coupon no 19, s'élève à 12 fr par action ancienne et à 7,50 fr par action nouvelle, il est mis en paiement depuis le 15 mai 1924, sous déduction des impôts établis par les lois de finances.

D'autre part, considérant comme disponible, pour les raisons qui ont été exposées, la réserve générale qui, après l'affectation de 100 000 fr indiquée plus haut, s'élève au total à 966 474,10 fr, il est prélevé sur ladite réserve une somme de 900 000 fr qui est répartie aux actions à titre tout à fait exceptionnel. Cette répartition est mise en paiement à partir de la même date que le dividende de l'exercice, moyennant remise du coupon no 20; elle s'élève à 35,20 fr net par action, après déduction de l'impôt sur le revenu.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution de premier établissement et apports	1 »
Mobilier et outillage	1 »
Installations de la concession	3 927 242,80
Approvisionnements	175 444,65
Matériel en location	229 159,73
Caisses, banques et bons de la Défense nationale	234 705,46
Actionnaires	900 000 »
Débiteurs divers	482 763,15
Comptes divers et compte d'ordre	15 470,06
	5 964 787,85

Passif.

	fr
Capital :	
24 000 actions de 100 fr	2 400 000 »
Obligations :	
251 obligations (1re série)	125 500 »
377 obligations (2e série)	188 500 »
Réserve légale	57 278,79
Réserve générale	966 474,10
Réserve spéciale	159 000 »
Réserve immobilisée	944 298,35
Créditeurs divers	690 777,72
Profits et pertes :	
Report exercice 1922	10 669,31
Exercice 1923	422 289,58
	5 964 787,85

ordres qu'elle a enregistrés et des demandes qui lui sont adressées.

Les bénéfices bruts ont atteint 961 584,01 fr. Il faut en déduire les frais généraux, 670 301,85 fr et les amortissements, 122 176,87 fr; il reste un bénéfice net de 169 105,29 fr auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent, 4 522,91 fr.

Le solde de 173 628,20 fr se répartit de la façon suivante: 5 pour 100 à la réserve légale, 8 pour 100 de dividende aux actions, 10 pour 100 du bénéfice net au Conseil.

Il reste 20 000 fr sur lesquels il est prélevé 75 pour 100 pour les actionnaires et 25 pour 100 pour les parts de fondateur.

Le report à nouveau est de 8 262,40 fr.

Le dividende de 45 fr par action, et de 5 fr par part de fondateur, est payable depuis fin avril, sous déduction des impôts.

Société anonyme des Condensateurs de Trévoux.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 11 AVRIL 1924.

Les résultats de l'exercice 1923 font apparaître une amélioration très sensible sur les résultats du premier exercice, qui était une période d'orientation de cette société.

Les accords intervenus avec la Compagnie Dubilier, qui, au mois d'octobre, a pris place aux côtés de la société en lui apportant le concours précieux de sa grande expérience, ne pourront que consolider encore cette progression satisfaisante.

Les grandes compagnies de télégraphie sans fil associées et la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston ont aidé la société en appuyant ses efforts et en lui accordant leur confiance lorsqu'elle cherchait à surmonter les difficultés techniques de la mise au point de ses appareils.

Les frais d'études qui ont dû être engagés au cours de l'année 1923 pour ces mises au point sont assez élevés. Le Conseil a estimé que ces dépenses devaient être imputées régulièrement au titre de frais généraux de l'exercice. Les sommes ainsi dépensées ont été réparties presque exclusivement sur les neuf premiers mois de l'exercice. Il y a tout lieu de supposer que l'effort continué pour perfectionner les appareils et pour préparer les appareils nouveaux correspondra à des charges d'un ordre beaucoup moins élevé.

La Société a pu présenter à l'Exposition de Physique et de T. S. F. du mois de décembre dernier, un ensemble de modèles qui a attiré l'attention des spécialistes. Le conseil expose la nécessité pour la société de se procurer des ressources nouvelles en vue de répondre à la multiplicité des

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Caisse au siège social	1 377,10
Compte de chèques postaux	1 240,59
Banquiers	39 699,89
Comptes courants débiteurs	9 591,12
Clients débiteurs	368 420,94
Avances d'impôts sur le revenu et de droit de transmission	19 203,35
Magasin matières et appareils manufacturés	627 461,46
Travaux en cours	206 963,80
Terrain et constructions	162 008,24
Mobilier	5 575,26
Gros outillage et matériel de laboratoire	442 644,39
Voitures	20 641,35
Fonds de commerce	32 261,25
Brevets, marques de fabriques et contrats	24 500 »
Frais de constitution	88 325,91
	2 039 914,65

Passif.

	fr
Capital-actions	1 500 000 »
Fournisseurs et créditeurs divers	229 067,18
Provisions pour éventualités diverses	15 042,40
Amortissements :	
Fonds de commerce, brevets, dessins, modèles	50 676 »
Bâtiments, installations, mobilier industriel	62 769,07
Frais de constitution	8 731,80
Balance des profits et pertes	173 628,20
	2 039 914,65

SECTION DE LÉGISLATION

Le relèvement des tarifs dans les distributions d'énergie provenant d'usines hydrauliques (à propos de deux arrêts récents du Conseil d'État) [1]

Deux solutions divergentes rendues à peu d'intervalle par le Conseil d'Etat, dans des instances qui avaient pour but de faire obtenir des relèvements de tarifs aux sociétés demanderesses, toutes les deux productrices de courant électrique par des moyens hydrauliques, ont donné à l'auteur de l'article ci-dessous, l'occasion de souligner les différences existant entre les situations de chacune des parties litigantes.

I. **Observations sur l'arrêt du 28 mars 1924.** — La Société des Forces motrices du Haut Grésivaudan saisissait, le 22 juillet 1921, le Conseil de Préfecture de l'Isère d'un différend qu'elle avait avec trois communes de ce département : Lumbin, Chapareillan, la Terrasse, et expliquait qu'elle leur avait demandé vainement un relèvement de tarifs, à compter du mois d'août 1920, de 65 pour 100 du prix de vente du courant et de 100 pour 100 de la location des appareils. Elle concluait à une expertise, pour qu'il fût démontré dans quelle mesure les prévisions des parties étaient dépassées, dans la hausse des matières premières et de la main-d'œuvre.

Pour rejeter ces conclusions, le Conseil de Préfecture avait rapidement admis les deux moyens que lui offraient les communes récalcitrantes et qui lui permettaient de juger sur des apparences, sans aller au fond des choses, savoir : d'abord, la société distributrice ne peut se plaindre d'une augmentation dans le prix de la matière première, car elle produit par l'eau, et non par le charbon, le courant qu'elle distribue ; or, il ne faut pas étendre aux usines hydrauliques les secours que le Conseil d'Etat a accordés aux usines thermiques de production en raison de la hausse du charbon. Ensuite, la société ne saurait réclamer une compensation quelconque aux communes assignées : elle est prospère, elle amortit ses installations, elle donne des dividendes et « sa capacité de résistance » par rapport aux événements qui se sont produits après la guerre est suffisamment démontrée.

C'est à ce dernier argument, si facilement admis par le premier juge, que le Conseil d'Etat a répondu en premier lieu : il faut reconnaître qu'il était bizarre au premier chef. Quand une société de distribution, — comme c'était le cas pour la société demanderesse — donne le courant à un grand nombre de communes, quand elle distribue de la force motrice à titre de société simplement autorisée, elle peut donner des dividendes et faire des bénéfices, si elle obtient de sa clientèle, dans d'autres régions, des relèvements de prix : est-ce une raison pour que certaines communes s'obstinent à conserver les mêmes tarifs, ce qui aboutirait à un résultat dont l'étrangeté devient évidente, si l'on pousse les choses à leur dernière limite. En s'isolant de toutes celles qui sont desservies par la même distribution, une commune pourrait trouver parfaitement légitime qu'on lui donnât le courant gratuitement ou même à perte, et, à toute demande de relèvement de tarifs, elle répondrait au distributeur que sa plainte n'est pas recevable, du moment qu'il trouve ailleurs l'occasion de faire un gros bénéfice.

Chaque commune constitue une cellule qui doit être prise individuellement, et c'est ce que répond le Conseil d'Etat dans les premières lignes de son arrêt : « pour apprécier le bien fondé des réclamations de la société distributrice, il ne peut être fait état que des résultats obtenus par elle dans les concessions analogues. » [2].

Au second argument, d'après lequel le Conseil de Préfecture s'était refusé à appliquer les théories de l'imprévision, en dehors des usines employant le charbon, le Conseil d'Etat répond, ce qui est l'évidence même, que, si la hausse la plus forte se manifeste dans le prix du charbon, le combustible n'est cependant pas la seule matière qui ait été atteinte ; en effet, les sociétés sont tenues d'entretenir leur réseau, de faire toutes les réparations, de payer leurs salariés aux tarifs actuels. On ne doit donc pas rejeter à priori et sous prétexte

(1) Les textes de ces arrêts, rendus les 24 mars et 29 février 1924, sont reproduits plus loin, pages 1031 et 1032.

(2) On ne saurait sérieusement soutenir qu'au point de vue technique, il est impossible de procéder à ce que nous avons appelé ci-dessus l'isolement des cellules, c'est-à-dire des diverses communes desservies, pour apprécier, dans chacune d'elles, le prix de revient du courant qui part d'une usine centrale, même unique : lorsque l'on connait le prix de revient à la source, il n'est pas difficile de calculer ce que devient ce prix pour le courant amené à la périphérie de chaque territoire communal et distribué dans l'étendue de ce territoire.

que le charbon n'entre pas dans la production, une demande basée sur le caractère extracontractuel des circonstances où le distributeur se trouve [1].

Mais, le Conseil a décidé qu'une société ne doit pas procéder à une demande d'expertise, sans justifier en même temps par des documents extrêmement sérieux que le prix de revient a subi des majorations très graves. La Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan avait d'ailleurs produit, devant le Conseil de Préfecture, un avis de la Commission consultative chargée, dans le département de l'Isère, de l'examen des demandes de relèvements des tarifs de vente de l'énergie électrique et cette commission concluait à d'importants relèvements, à raison précisément des charges extracontractuelles que la société avait à supporter.

C'est pourquoi le Conseil d'Etat décide « qu'il sera procédé à une expertise contradictoire, à l'effet de déterminer, après discrimination parmi les dépenses communes aux différentes concessions de la société, de celles qui sont afférentes à la fourniture du courant à chacune des communes assignées, quel a été le prix maximum de revient de l'énergie électrique qui a pu entrer dans les prévisions des parties lors de la passation des contrats ». Les experts détermineront, au cas où cette limite aurait été dépassée, si la société a droit à une indemnité à raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles elle a dû, dans chaque commune, assurer son service à partir du jour où le prix maximum a été dépassé, et quelle est la part des conséquences onéreuses qui doit être laissée à la charge de la société.

II. **Conséquences pratiques de ces observations.** — Nous croyons que l'arrêt du 28 mars 1924 est le premier qui ait eu à statuer d'une façon aussi nette sur la nécessité, pour la justice administrative, de ne pas se contenter des résultats généraux qui sont allégués dans la marche d'une entreprise de distribution : avec une clarté absolue, l'arrêt exige que l'on descende dans le détail et dans l'examen de chaque concession.

Et, sous la réserve formelle qu'on lui présentera une circonstance rendant essentiellement admissible et probable le dire de la société distributrice, il fait procéder à une expertise pour vérifier, non pas seulement si un des éléments du prix de revient a été modifié, mais, s'il existe un bouleversement extracontractuel dans le prix global de la production et de la distribution du courant, quel que soit le mode de production employé. Enfin, suivant une jurisprudence qu'il nous a été donné de souligner depuis le fameux arrêt des automobiles postales du 25 novembre 1921 et de préciser, à maintes reprises, le Conseil d'Etat n'entend pas compenser un manque à gagner qui aurait disparu, mais seulement un préjudice qui se serait révélé et, encore, il entend en laisser une certaine part à la charge du distributeur.

III. **Observations sur l'arrêt du 29 février 1924.** — Dans une instance pendante entre la Société des Forces motrices de la Loue et le Syndicat intercommunal d'Ouhans, le Conseil d'Etat a rejeté l'expertise qui lui avait été demandée et a, par conséquent, rendu une décision dans un sens essentiellement différent de celui qui a été ci-dessus indiqué.

L'unique raison de cette divergence paraît être l'absence de tout commencement de preuve. On ne trouvait pas, dans le dossier de la société, l'avis favorable de la Commission consultative du département au sujet d'un relèvement de tarifs.

Si l'on regarde, en les juxtaposant, les deux textes, on ne saurait laisser passer inaperçus les termes de l'arrêt du 29 février 1924 : « Considérant, dit le Conseil, que la société se borne à alléguer qu'une hausse exceptionnelle se serait produite sur quelques-uns des éléments entrant dans le calcul du prix de revient du courant, notamment sur le taux des salaires et du prix des matières premières... Considérant qu'aucun des éléments de l'instruction ne rend admissible l'allégation de la société que les faits qu'elle invoque aient eu une répercussion extracontractuelle .., etc.. »

Il nous paraît superflu d'insister sur l'importance des décisions précitées, dont on trouvera ci-dessous le texte.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

[1] Cette affirmation du Consel d'Etat nous rappelle que, dans divers arrêts, cette juridiction a très nettement expliqué que la majoration actuelle du prix de revient devait être calculée dans les distributions dont les usines sont thermiques, non seulement en tenant compte de l'augmentation du prix du charbon, mais encore de celles des autres matières premières, du coût de la main-d'œuvre, etc... ; nous rappelons encore que dans un arrêt du 20 juillet 1923 (Compagnie du Gaz de Bordeaux contre Ville de Bordeaux), le Conseil d'Etat a expliqué que si, dans son arrêt du 30 mars 1916, il avait visé la hausse exceptionnelle survenue par suite de la guerre dans le prix du charbon, il ne fallait pas considérer ce terme comme rigoureusement limitatif et que le Conseil n'avait voulu exclure du calcul aucune des circonstances ayant influé sur les changements dans le prix de revient : salaires, frais généraux, achats des matières premières autres que la houille ou matériaux destinés à tous travaux d'entretien. (On trouvera, dans la « Revue générale de l'Electricité » du 22 mars 1924, p. 527, l'arrêt de la Cour de Cassation à propos de l'affaire Compagnie du Gaz de Bordeaux contre Ville de Bordeaux).

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêt du Conseil d'Etat ordonnant une expertise pour vérifier s'il y a un préjudice dans la distribution du courant produit par une usine hydraulique faite dans trois communes prises parmi celles recevant le même courant.

Voici, ci-après, le texte de cet arrêt du Conseil d'Etat, en date du 28 mars 1924 :

Le Conseil d'Etat,

Vu la loi du 28 Pluviôse an VIII ; vu la loi du 22 juillet 1889 ; vu la loi du 24 mai 1872 ; ouï M. Delfau, maître des requêtes, en son rapport ; ouï Mᵉ Frénoy, avocat de la Société des Forces Motrices du Haut-Grésivaudan et Mᵉ Coutard, avocat des communes de Chapareillan, la Terrasse et Lumbin en leurs observations ; ouï M. Rivet, maître des requêtes, commissaire du Gouvernement en ses conclusions.

Considérant que, pour rejeter la demande de la Société des Forces Motrices du Haut-Grésivaudan tendant à ce qu'il soit procédé à une expertise à l'effet de rechercher si, comme elle le soutient, ladite Société a dû, à partir du mois d'août 1920, assurer dans des conditions extracontractuelles la fourniture de l'énergie électrique aux communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse, le Conseil de Préfecture de l'Isère s'est fondé, d'une part, sur la circonstance que la Société utilise la force hydraulique pour la production de l'énergie électrique et ne peut, par suite, justifier d'une hausse exceptionnelle que sur certaines dépenses d'exploitation telles que les salaires, les matières premières et les frais généraux, d'autre part, sur la constatation que la société, concessionnaire du service de distribution d'énergie électrique dans d'autres communes que les localités ci-dessus désignées, a réalisé des bénéfices dans l'ensemble de ses exploitations.

Considérant, d'une part, que, pour apprécier le bien-fondé des réclamations de la société, il ne peut être fait état que des résultats des concessions accordées à ladite société par les communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse, à l'exclusion des résultats obtenus par elle dans les concessions analogues qu'elle exploite dans d'autres communes.

Considérant, d'autre part, que, si la société requérante, ne pourrait, pour soutenir qu'elle a dû assurer son service dans des conditions extracontractuelles lui ouvrant un droit à indemnité, se borner à faire la preuve qu'une hausse, même exceptionnelle, s'est produite sur un ou plusieurs des éléments entrant dans le calcul du prix de revient, elle est fondée à réclamer une expertise s'il résulte des pièces produites au dossier tout au moins un commencement de preuve rendant admissible son allégation que la hausse de certaines des dépenses d'exploitation a eu pour conséquence, en majorant le prix global de revient, au delà des limites extrêmes qui avaient pu être envisagées par les parties lors de la conclusion des contrats, de rendre l'exploitation déficitaire dans chacune des communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse ;

Considérant que, à l'appui de sa réclamation, la Société des Forces Motrices du Haut-Grésivaudan avait produit devant le Conseil de Préfecture un avis de la Commission consultative chargée, dans le département de l'Isère, de l'examen des demandes de relèvement des tarifs de vente de l'énergie électrique, concluant à un important relèvement des tarifs jusqu'alors perçus par la Société, à raison précisément des charges extracontractuelles qu'elle avait à supporter.

Considérant que, dans ces circonstances, c'est à tort que le Conseil de Préfecture a rejeté la demande de la Société tendant à ce qu'il soit procédé à une expertise ; qu'il y a lieu dès lors de réformer sur ce point sa décision.

Mais, considérant que l'état de l'instruction ne permet pas d'apprécier, dès maintenant si, comme elle le soutient, la société a dû, par suite des circonstances ci dessus relatées, assurer son service à partir du mois d'août 1920, dans des conditions extracontractuelles ; qu'il y a lieu, en conséquence, de décider qu'il sera, à défaut d'entente amiable entre les parties, procédé à une expertise à l'effet de rechercher — après détermination, parmi les dépenses communes aux différentes concessions de la société, de celles qui sont afférentes à la fourniture du courant à chacune des communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse — si, par suite de la hausse des salaires, des matières premières et des frais généraux, le prix de revient de l'énergie électrique fournie à chacune des communes ci-dessus désignées, a dépassé ou n'a pas excédé la majoration extrême de prix qui avait pu être envisagée lors de la passation des contrats par lesdites communes et par la société ; de déterminer, au cas où cette limite aurait été dépassée, le montant du préjudice subi par la société à raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles elle aurait, dans chaque commune, assuré le service à partir du jour où ladite limite a été dépassée ; d'arbitrer, enfin, le cas échéant, la part de ce préjudice que l'interprétation raisonnable du contrat permet de laisser à sa charge.

Décide :

ARTICLE PREMIER. — L'arrêté susvisé du Conseil de Préfecture est annulé en tant qu'il a rejeté la demande d'expertise formée par la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan et condamné cette dernière aux dépens.

ART. 2. — Il sera, avant dire droit, procédé par un expert, si les parties s'entendent pour la désignation d'un expert unique, sinon par trois experts désignés, l'un par la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan le second par les communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse et le troisième, à défaut d'accord entre les parties, par le président de la section du Contentieux du Conseil d'Etat, à une expertise contradictoire à l'effet de déterminer l'indemnité à laquelle la Société requérante peut avoir droit. Le ou les experts rechercheront à cet effet, après discrimination, parmi les dépenses communes aux différentes concessions de la Société, de celles qui sont afférentes à la fourniture du courant à chacune des communes ci-dessus désignées, quel a été le prix maximum de revient de l'énergie électrique qui a pu entrer dans les prévisions des parties lors de la passation des contrats ; ils détermineront, au cas où cette limite aurait été dépassée, si la Sociétété a droit à une indemnité à raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles elle a, dans chaque commune, dû assurer son service à partir du jour où le prix maximum a été dépassé et, dans l'affirmative, ils estimeront le montant de cette indemnité. Pour fixer cette indemnité, ils procéderont à la double opération suivante :

1° Ils évalueront le préjudice subi en tenant compte de toutes les circonstances ayant pu influer, pendant la période litigieuse, sur les résultats de l'exploitation ; ils feront notamment état du coût de la main-d'œuvre, du prix des matières premières, de l'importance des frais généraux et, inversement, du prix de vente de l'énergie électrique utilisée comme force motrice dans chacune des communes de Lumbin, Chapareillan et la Terrasse ;

2° Ils rechercheront, en appréciant tous les faits de la cause, la part des conséquences onéreuses de la situation de force majeure déterminée comme il vient d'être dit,

que l'interprétation raisonnable du contrat permet de laisser à la charge de la Société.

ART. 3. — Le ou les experts prêteront serment devant le secrétaire du Contentieux du Conseil d'Etat ou le vice-président du Conseil de Préfecture. Le procès-verbal de leurs constatations sera déposé au Secrétariat du Contentieux du Conseil d'Etat dans un délai de trois mois à dater de la prestation de serment pour être statué ensuite ce qu'il appartiendra.

Arrêt du Conseil d'Etat refusant une expertise à une société de distribution et basant son refus sur l'absence d'un commencement de preuve sur l'existence de charges extracontractuelles.

Nous reproduisons, ci-après, le texte de cet arrêt du Conseil d'Etat, en date du 29 février 1924.

Vu la loi du 28 pluviose an VIII; ouï M. Delfau, maître des Requêtes en son rapport; ouï Me Marcilhacy, avocat de la Société des Forces motrices de la Loue et Me Labbé, avocat du Syndicat intercommunal d'Ouhans, en leurs observations; ouï Me Rivet, maître des Requêtes, commissaire du Gouvernement en ses conclusions;

Considérant que, pour soutenir qu'elle a dû assurer son service dans des conditions extracontractuelles lui ouvrant un droit à indemnité, la Société des Forces motrices de la Loue qui utilise exclusivement la force hydraulique, pour la production du courant fourni par elle au Syndicat intercommunal d'Ouhans, se borne à alléguer qu'une hausse exceptionnelle se serait produite sur quelques-uns des éléments entrant dans le calcul du prix de revient du courant, notamment sur le taux des salaires et le prix des matières premières;

Considérant qu'à supposer que cette hausse des salaires et des matières premières ait, comme le soutient la société, excédé toutes les prévisions, elle ne serait de nature à bouleverser l'économie du contrat passé en 1912 par ladite société avec le Syndicat intercommunal d'Ouhans et, par suite, à justifier ses réclamations, que si elle avait eu pour résultat de majorer le prix global de revient du courant au delà des limites extrêmes qui avaient pu être envisagées par les parties lors de la passation de ce contrat;

Considérant qu'aucun des éléments de l'instruction ne rend admissible l'allégation de la société que les faits qu'elle invoque aient eu cette répercussion sur les conditions dans lesquelles elle a dû assurer le service public dont elle est concessionnaire; que, dans ces circonstances, c'est à bon droit que le Conseil de Préfecture a, par l'arrêté attaqué, non seulement refusé d'allouer à la société l'indemnité qu'elle réclamait, mais encore rejeté ses conclusions subsidiaires tendant à ce qu'il soit procédé à une expertise;

Décide : la requête susvisée de la Société des Forces motrices de la Loue est rejetée.

Arrêté du Conseil de Préfecture de la Nièvre relatif à une instance en indemnité pour charges extracontractuelles.

Cet arrêté, en date du 22 février 1924, déclare irrecevable une demande en intervention de la Chambre syndicale du Commerce de détail de Nevers dans une instance pendante entre la Ville de Nevers et ses concessionnaires de la distribution du gaz, instance ayant pour but de déterminer l'indemnité qui peut être due par la Ville de Nevers à raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles les concessionnaires ont dû assurer leur service pendant la guerre.

Voici le texte de cet arrêté :

Considérant que l'instance pendante entre les Compagnies du Gaz de Nevers et du Bourbonnais, d'une part, et la Ville de Nevers, d'autre part, a pour unique objet la détermination de l'indemnité qui peut être due par la Ville de Nevers à raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles les compagnies sus désignées ont dû assurer leur service par suite de la guerre de 1914;

Considérant que, si chacun des commerçants détaillants de la Ville de Nevers a un intérêt individuel à voir débouter les compagnies de leur demande ou à voir fixer au chiffre le plus bas possible l'indemnité qu'elles réclament, il n'existe pas, en dehors de ces intérêts individuels, un intérêt collectif à la solution du litige qui soit propre à la profession de commerçant en détail envisagée dans son ensemble et qui soit distinct de ces intérêts individuels;

Considérant qu'aux termes mêmes de ses statuts, la Chambre syndicale a pour but de soutenir les intérêts généraux du commerce de détail, qu'elle n'a donc pas qualité pour soutenir les intérêts individuels des commerçants détaillants;

Considérant que, si l'article 40 de la loi du 22 juillet 1889 est conçu en termes généraux et admet l'intervention de tous ceux qui ont un intérêt à la décision du litige, la jurisprudence du Conseil d'Etat ne reconnait pas l'existence de cet intérêt pour ceux qui, étant déjà représentés dans l'instance, n'ont pas à faire valoir des droits autres que ceux de la partie qui les représente, ni à défendre des intérêts distincts de ceux qui sont défendus par leurs représentants légaux;

Considérant que, dans l'instance actuellement pendante devant le Conseil de Préfecture, la Ville de Nevers représente tous les consommateurs de gaz au nombre desquels se trouvent les commerçants en détail de la Ville de Nevers;

Considérant que lesdits commerçants n'ont pas à la solution du litige un intérêt distinct de celui des autres contribuables de la Ville de Nevers;

Considérant qu'à la vérité, cet intérêt distinct apparait bien dans les conclusions complémentaires déposées à la barre par la Chambre syndicale, mais qu'il ne saurait en être fait état pour la recevabilité de l'intervention, lesdites conclusions tendant à faire décider par le Conseil que les commerçants en détail bénéficieront d'une réduction de dix centimes par mètre cube de gaz, alors que, par son arrêté en date du 15 avril 1920, le Conseil s'est déclaré incompétent pour connaître du chef de demande relatif à la fixation d'un nouveau prix du gaz et que l'étendue de l'intervention est déterminée par l'action principale:

Par ces motifs :

Vidant son délibéré du 16 février 1923;

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — La demande en intervention de la Chambre syndicale du Commerce de détail de Nevers est déclarée non recevable.

ART. 2. — La Chambre syndicale est condamnée aux dépens de ladite demande.

8e Année. Tome XV — N° 23. 7 Juin 1924.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

COMPAGNIE GÉNÉRALE



D'ÉLECTRICITÉ



Société anonyme au capital de 60 millions de francs

SIÈGE SOCIAL : rue **LA BOÉTIE, 54, PARIS-8e** Tél. Élysées 48.01, 48.02, 48.03, 48.04

Production et Distribution d'Énergie Électrique

Produits Métallurgiques et Ouvrés

Fils, Câbles, Barres en cuivre, laiton et bronze. — Planches et longues bandes de laiton. — Toiles métalliques et rouleaux égoutteurs pour papeteries. — Aluminium en fils, câbles, planches. — Zinc en feuilles. — Tôles minces en fer noir et fer blanc. — Fonderies d'aluminium, de bronze et de fonte. — Tubes en fer et en acier soudés par rapprochement et par recouvrement. — Tubes en acier sans soudure. — Articles métalliques (clous d'acier à tête de laiton, etc.).

Études et Travaux — Entreprises électriques

Matériel Électrique

Constructions électriques (*moteurs, transformateurs, régulateurs*). — Appareillage électrique pour haute, moyenne et basse tension. — Petit appareillage électrique. — Câbles et fils électriques. — Accumulateurs électriques. — Lampes électriques à incandescence. — Magnétos industrielles. — Isolants et Objets moulés. — Porcelaines électrotechniques pour haute et basse tension. — Éclairage électrique des trains.

Constructions Mécaniques

Mécanique générale. — Mécanique de précision. — Matériel de freins pour Chemins de fer et Tramways.

Dépôts, Succursales et Représentants en France et aux Colonies :

ALGER : 1 *bis*, rue Michelot.
BORDEAUX : 35, rue René Roy de Clotte.
DIJON : 23, boulevard de Brosses.
LILLE : 287 *bis* et 289, r. de Solferino.
LYON : 38, Cours de la Liberté.
MARSEILLE : 15, Cours Joseph-Thierry.
METZ : 21, Avenue Serpenoise.
NANCY : 63, rue Saint-Georges.
NANTES : 1, place de la Monnaie.
NICE : 5, rue Hancy.
REIMS : 2, rue Bertin.
ROUEN : 67, rue Thiers.
STRASBOURG : 13, rue Déserte.
TOULOUSE : 63, boulevard Carnot
TOURS : 22, rue Bretonneau.

R. C. Seine : N° 21 516

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 23. 7 JUIN 1924.

Congrès national de l'Électrification rurale. — Les nombreux problèmes que soulève l'électrification des campagnes exigent, pour leur solution, que, d'une part, les électriciens soient exactement informés des besoins des populations rurales, d'autre part, que celles-ci se rendent compte des difficultés à vaincre et de l'effort financier qu'elles devront faire pour les surmonter. Il convient donc que les représentants des électriciens et ceux des cultivateurs puissent échanger librement leurs vues.

Un premier pas a été fait l'an dernier dans cette voie par la réunion à Montpellier, du 7 au 10 juin, d'un Congrès régional en faveur de l'Électrification des Campagnes [1], où ont été émis divers vœux qui ont été reproduits dans ces colonnes [2]; un second sera effectué cette année par le Congrès national de l'Electrification rurale qui se tiendra à Lyon, dans la deuxième quinzaine d'octobre.

Ce congrès est organisé par la Fédération nationale des Collectivités d'Electrification rurale, avec la collaboration de divers groupements agricoles. Cette fédération, de création récente, s'est constituée en vue de grouper en un organisme puissant les collectivités ayant pour but l'électrification rurale; elle se propose non seulement de défendre les intérêts généraux de ces collectivités, mais encore d'étudier les problèmes devant permettre de faciliter et d'intensifier l'œuvre de l'électrification rurale et faire la propagande nécessaire pour réaliser l'établissement rapide des réseaux ruraux. Parmi ses membres se trouvent un assez grand nombre de représentants de l'industrie électrique, notamment le président et le secrétaire du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, le secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Electricité, etc.

En même temps que le congrès, se tiendra la grande exposition d'agriculture qui a lieu chaque année à Lyon. De plus, le Comité de la Foire de Lyon se propose d'aménager une exposition du matériel électrique agricole à laquelle le Syndicat professionnel des Industries électriques a bien voulu s'intéresser.

L'ordre du jour provisoire du congrès prévoit déjà la présentation de 29 rapports, les uns concernant la construction des réseaux, les autres leur exploitation et particulièrement la tarification de l'énergie électrique, la réglementation administrative, la constitution des syndicats de communes, etc.

La participation à ce congrès est gratuite; la carte de membre de la Fédération nationale des Collectivités d'Electrification rurale (cotisation annuelle, 20 fr), dont le siège est 5, avenue de l'Opéra, Paris, servira de carte d'entrée et permettra d'obtenir les comptes rendus du congrès.

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 7 avril 1923, t. XIII, p. 113 B.
[2] *Revue générale de l'Electricité*, 7 juillet 1923, t. XIV, p. 4-5 B.

Bibliographie : Théorie générale sur les courants alternatifs, par E. PIERNET, ingénieur diplômé de l'Institut électrotechnique de Nancy, avec une préface par A. Mauduit,

professeur à la Faculté des Sciences de Nancy (1). — Cet ouvrage est le premier volume d'une série qui comprendra une étude de la technique des machines et des réseaux alternatifs. L'auteur y expose la théorie des courants alternatifs dans le but de la mettre à la portée des élèves des écoles d'électricité industrielle et, à l'occasion, de toute personne ayant des connaissanc s élémentaires en mathématiques et en physique. Voici, d'après la présentation faite par M. Mauduit dans sa préface, les différentes questions étudiées dans ce premier volume :

Le premier chapitre traite des courants alternatifs sinusoïdaux : définitions, équations générales des principaux types de circuit, représentation géométrique ou graphique avec application à l'étude des problèmes fondamentaux.

Le second chapitre est consacré aux courants polyphasés, particulièrement triphasés et diphasés.

Les méthodes de mesure de la puissance dans les systèmes polyphasés et spécialement triphasés forment le troisième chapitre, d'une importance considérable, non seulement pour les ingénieurs, mais aussi pour tous les clients de l'énergie électrique, et ils sont légion à l'heure actuelle !

Dans le quatrième chapitre, l'auteur donne la théorie des courants alternatifs non sinusoïdaux, basée sur leur décomposition en une série de courants sinusoïdaux appelés harmoniques, de fréquence progressivement croissante ; il montre les propriétés de ces harmoniques et décrit les méthodes et les appareils qui permettront de les mettre en évidence et de les déterminer dans les courants industriels.

Le cinquième chapitre est l'exposé de l'application des quantités imaginaires ou complexes aux calculs usuels des courants alternatifs, introduction indispensable aux méthodes modernes d'étude des grands réseaux de distribution d'énergie.

L'ouvrage se termine par la théorie des champs tournants, base sur laquelle repose toute l'analyse des machines à courants alternatifs qui, à l'exception des transformateurs statiques et de quelques moteurs monophasés à collecteurs, sont constitués uniquement de champs tournants.

Ce premier fascicule est le résumé du début du cours professé par l'auteur, depuis 1918, à l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielle. Il doit être considéré, ainsi que ceux qui suivront, comme une introduction à l'étude théorique des courants alternatifs et des machines électriques principales ; il permettra à l'élève ingénieur d'aborder l'étude complète des phénomènes de l'électrotechnique dans les ouvrages plus complets des professeurs de l'enseignement supérieur tels que ceux de MM. Janet, Mauduit, etc. Il rendra également service aux ingénieurs eux-mêmes en leur résumant, en quelques pages, les éléments théoriques essentiels des phénomènes qu'on ne doit pas oublier dans la pratique industrielle — Y. G.

Bibliographie : **Cours de mesures électriques professé à l'Ecole supérieure d'Electrotechnique Galileo Ferraris**, par le professeur ingénieur L. Ferraris (2). — Ainsi qu'il le dit dans la préface, l'auteur s'était proposé uniquement, dans la première édition de cet ouvrage, d'offrir à ses élèves un guide leur permettant de suivre plus utilement le cours qu'il leur professait. Les sujets traités étaient par suite strictement limités à ce cours.

(1) Un volume, format 25 cm × 16 cm, de 100 pages, avec 60 fig. dans le texte, édité par la librairie Gauthiers-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, à Paris. Prix : broché, 12 fr.

(2) Un volume, format 26 cm × 17 cm, de 679 pages, avec 436 figures dans le texte, édité par S. Lattes et Cie, Turin, Gênes. Prix : broché, 60 lire.

Cette seconde édition, tout en conservant le même but et le même caractère, a été néanmoins assez considérablement augmentée. Elle contient beaucoup de méthodes personnelles à l'auteur, mais celui-ci, en raison de la nature même de l'ouvrage, n'a pas trouvé utile de les indiquer, de même qu'il a jugé superflu de rappeler les nombreuses sources (traités, publications, mémoires), auxquelles il a puisé.

L'ouvrage est divisé en 38 chapitres :

I et II. Unités de mesure et mesure des angles. — III et IV. Commutateurs. Boîtes de résistance. Rhéostats. V. Mesure des résistances. — VI à XIII. Instruments de mesure ; galvanomètres. Electrodynamomètres. Calorimètres. Voltamètres. Ampèremètres et voltmètres. Wattmètres. Ohmmètres. Electromètres. — XIV à XVI. Mesure des forces électromotrices des piles. Potentiomètres. Mesure indirecte des conrants et des tensions. — XVII. Tarage des instruments de mesure. — XVIII à XXI. Mesure des capacités, des inductances et des inductions mutuelles. Mesure des champs et des moments magnétiques. — XXII. Etude expérimentale des matières magnétiques. — XXIII. Analyse expérimentale des courbes des grandeurs alternatives. — XXIV à XXVII. Mesure des différences de phase ; Mesure des fréquences. Mesures électriques de puissance. Mesures mécaniques. — XXVIII à XXXI. Etude expérimentale des machines à courant continu et à courant alternatif. — XXXII. Transformateurs. — XXXIII. Etude expérimentale des accumulateurs. — XXXIV. Règles de sécurité pour le matériel électrique. — XXXV. Etude expérimentale des lampes électriques. — XXXVI. Etude expérimentale des installations de transmission et de distribution. — XXXVII Appareils enregistreurs. — XXXVIII. Compteurs électriques. — P. B.

Bibliographie : **Revue universelle des Transports** (1). — Ce nouveau périodique dont le premier numéro est daté du 1er mars 1924, doit s'occuper de tout ce qui concerne la locomotion : chemins de fer, tramways, automobiles, routes, navigation et aviation. La construction du matériel, fixe ou roulant, l'administration et l'exploitation des entreprises de transports et la législation se rapportant à ces questions formeront l'objet des divers articles de cette revue.

Signalons, par exemple, les articles contenus dans le numéro du 15 mars 1924 : le projet de ligne nouvelle d'Avignon à Nice, par L. Barraya ; les essais du chemin de fer de l'Ile de Jersey ; le nouveau matériel roulant des tramways électriques de Bâle ; la construction moderne des autobus et autocars américains, par P. Aulon ; les omnibus « express » de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, par J. Dumont ; une méthode permettant la mesure quantitative du confort offert aux voyageurs dans les automobiles, par D. F. ; et différentes informations d'ordre économique ou financier et des résumés d'articles parus dans d'autres journaux.

Nous sommes heureux de constater que cette nouvelle revue a adopté — ou à peu près — les systèmes d'abréviations d'unités employés par la « Revue générale de l'Electricité » ; espérons qu'elle sera fidèle à cette méthode qui évite bien des confusions.

Nos lecteurs trouveront, désormais, dans la « Documentation » de notre revue, l'analyse ou le résumé des articles originaux paraissant dans la « Revue universelle des Transports » et se rapportant à l'industrie électrique. — B. E.

(1) Revue bi-mensuelle, format 31 cm × 24 cm ; administration et rédaction, 4, rue du Rocher, Paris (VIIIe) ; abonnements pour un an : France, 40 fr ; Etranger, 50 fr ; le numéro, 3 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Contribution à l'étude des compteurs d'électricité

Dans cette étude, qui vient d'être présentée comme thèse de doctorat d'université à la Faculté des Sciences de Nancy, l'auteur expose les résultats de nombreux essais effectués en vue de déterminer les moments des couples de frottements qui interviennent dans les compteurs électriques, de rechercher les moyens pratiques de réduire ces moments et de réaliser des appareils présentant une grande sécurité de marche, tout en n'exigeant qu'un couple moteur de moment assez faible. Dans la partie de ce travail publiée ci-dessous, l'auteur rappelle sommairement les diverses voies dans lesquelles se sont engagés les constructeurs afin de perfectionner le fonctionnement de leurs appareils. Il signale ensuite qu'il ressort de l'ensemble des résultats acquis qu'il y a intérêt à considérer le rapport du moment du couple moteur à la somme des moments des couples de frottements, rapport qu'il appelle « facteur organique du compteur ». Puis il indique comment il a effectué la mesure des deux termes de ce rapport et s'étend sur les essais qui lui ont permis de mesurer le moment du couple dû au frottement sur la crapaudine et sur le palier supérieur.

I. **Introduction.** — On sait que les compteurs-moteurs modernes se composent d'un induit (disque ou enroulement) tournant sous ou à l'intérieur d'électro-aimants ou de bobines inductrices. Sauf dans le cas particulier du compteur O'K, tous les appareils sont munis d'un frein magnétique constitué par un ou plusieurs aimants permanents dans l'entrefer desquels tourne un disque de cuivre ou d'aluminium.

Le mouvement de l'induit est transmis à un mécanisme totaliseur (à aiguilles, à rouleaux ou à chiffres sauteurs) généralement au moyen d'une vis sans fin et d'une roue tangente.

Pour que le compteur soit exact, il faut qu'à chaque instant, et dans toute l'étendue de son échelle d'enregistrement, la vitesse de l'induit soit proportionnelle à la puissance à mesurer. Or, la constance de cette proportionnalité, facile à obtenir pour des charges relativement importantes, n'existe plus aux très faibles régimes, les frottements des organes en rotation venant influencer la marche de l'appareil.

Les constructeurs se sont évidemment efforcés de réduire le rôle perturbateur des frottements.

Dans les compteurs ampèreheuremètres à courant continu, on a recours à ce qu'on a appelé le « compoundage », c'est-à-dire que l'on fait passer d'une façon permanente dans l'induit du compteur un courant d'une intensité déterminée et réglé de telle façon qu'il crée un couple actif légèrement supérieur à la somme des frottements du système au départ, puis, comme le compteur aurait ainsi tendance à tourner à vide, on empêche la marche à vide à l'aide d'une goupille d'arrêt ou de tout autre dispositif approprié.

Dans les compteurs wattheuremètres, on a également employé de petites bobines inductrices auxiliaires, dites bobines de compensation, dont le but est de créer, de même, un couple actif supplémentaire destiné à contrebalancer l'influence des frottements au démarrage.

Enfin, toujours dans les appareils à courant continu, on a eu recours à des artifices tels que : les moteurs auxiliaires de démarrage, les balais oscillants, etc... Tous ces procédés ont l'inconvénient d'être coûteux et de consommer du courant; très ingénieux au demeurant, leur champ d'application est cependant limité aux compteurs de gros calibres.

Dans les compteurs à induction pour courants alternatifs, on crée le couple de compensation en provoquant une dyssymétrie du champ de tension, et on annule l'excès de couple actif, susceptible de provoquer la marche à vide, au moyen d'un ergot d'arrêt ou encore à l'aide de trous ou de fentes ménagés dans le disque-induit, ce qui a d'ailleurs l'inconvénient d'altérer l'exactitude du compteur aux régimes de faible charge.

C'est sur les appareils à induction, qui, de par leur principe même, sont simples et peu coûteux, qu'a surtout porté l'effort des constructeurs. La création des lampes à faible consommation, des appareils tels que les transformateurs de sonnerie, etc... ont amené les distributeurs de courant à exiger des constructeurs des appareils de plus en plus précis et de plus en plus sensibles. Pour réaliser l'exactitude aux très faibles charges (les règlements administratifs français exigeant le démarrage pour 1/200 de la charge nominale), on a d'abord, tout naturellement, songé à accroître la valeur du couple moteur, pensant ainsi diminuer l'importance relative des couples de frottement.

Cet accroissement du couple moteur était évidemment chose facile à réaliser en augmentant le diamètre ou l'épaisseur du disque-induit, ou la consommation des enroulements. En combinant ces moyens, on peut augmenter le couple actif dans des proportions très notables; aussi durant ces dernières années a-t-on assisté, dans le monde des compteurs, à une véritable surenchère, et c'est à qui pourrait offrir le couple moteur de moment le plus élevé : on est ainsi passé rapidement, pour les appareils à induction, de 2 à 3 cm-g à 6 et même 8 cm-g.

Or, à part quelques exceptions honorables, nous devons constater que ni la sensibilité au démarrage ni

l'exactitude des compteurs ne s'en sont trouvées améliorées, et l'explication de ceci résulte du fait que les constructeurs n'ont, en général, pas pris garde qu'en augmentant le couple moteur ils ont, le plus souvent, augmenté en même temps la somme des couples de frottement.

Nous devons dire d'ailleurs que l'on a songé à réduire l'influence des couples de frottement au moyen d'artifices spéciaux tels que : suspensions vibrantes, etc..., mais ici, encore, l'accroissement du prix de revient a très vite limité l'emploi de ces appareils.

Au lieu d'accroître le couple moteur, certains constructeurs se sont orientés dans une autre voie. Sachant que les compteurs à couple actif faible et à vitesse de régime réduite (autrement dit à constante élevée), permettent des courbes d'erreurs plus tendues, ils ont cherché l'augmentation de la sensibilité dans la diminution des couples de frottement.

Dans cet ordre d'idées, Stanley, aux Etats-Unis, a proposé de suspendre magnétiquement le disque-induit, qui n'est plus alors guidé que par un fil ; il arrive ainsi à annuler presque complètement les frottements dus aux pivots et à réaliser le démarrage sous une charge très réduite. Cependant, cet artifice, pour intéressant qu'il soit, présente entre autres l'inconvénient d'un prix de revient élevé.

Nous nous sommes proposé, dans ce travail, d'étudier en détail les couples de frottement développés dans les compteurs d'électricité et de vérifier qu'il est facile de les réduire dans une proportion telle qu'il devienne possible de réaliser des compteurs à couple actif relativement faible, mais présentant cependant une grande sécurité de marche.

II. **Définition du facteur organiqne.** — De l'étude d'un très grand nombre de types de compteurs, nous avons conclu à l'insuffisance des essais actuellement pratiqués pour définir les qualités d'un compteur, et nous avons été amené à proposer, comme nouveau critérium, le rapport

$$F = \frac{C_m}{\Sigma C_f} = \frac{\text{Couple moteur}}{\text{Somme des couples de frottement}},$$

rapport auquel nous avons donné le nom de « facteur organique ».

Il est évident que l'on peut déterminer la valeur du facteur organique pour les différents régimes de charge du compteur.

III. **Mesure du couple moteur.** — La mesure du couple moteur, C_m, est aujourd'hui une opération courante : les différents dynamomètres à torsion (modèle Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, modèle Landis et Gyr, etc...), le dispositif de M. Delatour, employé à l'Institut de Nancy, le dynamomètre à fils de Schmiedel, le dispositif enregistreur d'Alberti pour les compteurs à courant continu, permettent une mesure facile de ce couple.

IV. **Mesure des couples de frottement.** — La mesure de la somme des couples de frottement, par contre, n'a pas encore été étudiée d'une façon complète et méthodique.

Les couples freinants d'origine mécanique (autrement dit les couples de frottement) sont :

1° Le frottement de pivotement de la masse en rotation sur la crapaudine (acier trempé sur rubis ou sur saphir) ;

2° Le frottement de l'arbre dans le palier supérieur (généralement acier sur duralumin ou sur laiton);

3° Le frottement de l'air sur le disque ou sur l'induit et la réaction des parois de la cage et des électroaimants inducteurs sur l'air brassé par ce disque ou par cet induit, réaction à laquelle on peut ajouter le frottement supplémentaire dû au laminage de l'air dans l'entrefer du ou des aimants amortisseurs.

4° Les frottements des engrenages de la minuterie et la réaction de la roue tangente sur la vis sans fin de l'arbre (laiton contre laiton ou laiton contre acier).

5° Dans les compteurs à courant continu le frottement des balais sur le collecteur.

Nous ne nous occuperons pas ici des couples freinants d'origine électromagnétique, ceux-ci ayant été étudiés par divers auteurs.

Les frottements développés dans les compteurs n'ont guère été étudiés que par Fitch et Huber aux Etats-Unis et par Schmiedel en Allemagne, Schmiedel ayant notamment déterminé les frottements dus aux balais et à la minuterie dans un compteur à courant continu, mais aucun de ces auteurs n'a fait la séparation complète des différents couples de frottement ni dégagé les lois auxquels ils obéissent.

Nous allons voir qu'il est possible de mesurer séparément chacun des couples, soit directement, soit indirectement, et d'en déduire des conclusions pratiques en vue de l'amélioration de la construction des compteurs.

1. **Frottement de pivotement.** — Les pivots des compteurs sont généralement terminés par une partie hémisphérique en acier, polie, reposant sur une crapaudine en saphir ou en rubis (naturel ou artificiel) à creusure ronde. Nous admettrons, dans ce qui va suivre, que l'on rentre ainsi dans le cas du pivotement d'une bille homogène dans une cavité de révolution, de sorte que nos conclusions s'appliqueront de même aux compteurs munis de crapaudines à bille.

Léauté a montré [1] que le moment du couple de frottement de pivotement était proportionnel à la charge, au coefficient de frottement et à la longueur de l'ellipse limitant l'aire de contact entre le pivot et la crapaudine.

Si nous désignons par C_f cette partie du moment du couple de frottement, on peut écrire (f étant le coefficient de frottement; L, la longueur de l'ellipse de contact et P, la charge du pivot)

$$C_f = kfLP.$$

[1] Thèse de doctorat, 1876.

Hertz, postérieurement aux recherches de Léauté, est arrivé à des conclusions semblables tout en trouvant, pour le coefficient k, une valeur d'environ 10 pour 100 plus grande que celle indiquée par Léauté. C'est cette valeur de $k = 0{,}093$ que nous admettrons dans nos calculs, bien qu'elle nous conduise à des nombres un peu supérieurs à ceux trouvés expérimentalement (1).

Nous nous proposons d'abord, dans une première série d'expériences, de vérifier si la formule de Hertz peut s'appliquer aux frottements de pivotement développés sur les crapaudines des compteurs.

En enlevant l'aimant amortisseur et la minuterie, nous pouvons mesurer directement la valeur des couples de frottement dus à l'air et aux pivots. Pour cette mesure nous emploierons uniquement la méthode d'amortissement.

Si nous lançons l'induit du compteur avec une vitesse un peu supérieure à sa vitesse de régime et que nous l'abandonnions ensuite à lui-même, aucun courant ne traversant l'appareil, la vitesse du système s'amortira et, si nous désignons par K le moment d'inertie de la masse en rotation et par ω sa vitesse angulaire, on a à chaque instant

$$C_f = K \frac{d\omega}{dt},$$

où C_f correspond aux pertes par frottement.

Si nous enlevons le palier supérieur, l'induit se tenant en équilibre sur sa crapaudine comme une simple toupie, C_f sera alors la somme des couples dus aux frottements du palier inférieur et à l'air, mais en réalité ce mode opératoire par différence n'est applicable que très rarement et nous verrons plus loin comment on peut, indirectement, déterminer les pertes dues au palier supérieur.

a) Détermination du moment d'inertie. — Prenons le cas d'un induit de compteur à induction (la méthode s'applique bien entendu de même aux induits des compteurs à courant continu). Nous suspendrons l'induit par son axe à un fil d'acier homogène de 3 m de longueur environ et de 0,2 mm de diamètre, l'accrochage étant réalisé à l'aide d'une petite pince dont le moment d'inertie est absolument négligeable (la pince employée ayant 2 mm de diamètre et ne pesant que 60 milligrammes). On trace au crayon un trait repère sur l'induit et, à l'aide d'une lampe à incandescence et d'un fil tendu, on s'arrange pour obtenir sur cet induit une ombre portée du fil permettant, en considérant le système comme un balancier à torsion, de noter, à l'aide du passage du trait de crayon devant l'ombre portée, la durée d'un certain nombre d'oscillations du système. On recommence l'opération en ajoutant à l'induit un disque très mince de moment d'inertie connu.

(1) Nous avons adopté la valeur donnée par Hertz principalement pour pouvoir utiliser les tables de M. Heerwagen.

Cette méthode, toute classique, permet de déterminer K au moyen de la formule :

$$K = K_d \frac{t_1^2}{t_2^2 - t_1^2},$$

où K_d est le moment d'inertie calculé du disque additionnel et t_1 et t_2, les périodes d'oscillation du système avant et après la surcharge du disque.

La méthode ne présente aucune difficulté d'application ; il faut cependant avoir soin de ne considérer que des oscillations de faible amplitude et surtout de n'employer qu'un disque extra-mince et léger. Pour augmenter la précision des mesures, on comptera un très grand nombre d'oscillations.

Pour nos mesures, nous nous sommes servi d'un disque en alliage d'aluminium de 3,980 cm de rayon, percé d'une ouverture centrale de 1,095 cm de rayon et dont l'épaisseur est de 0,067 cm.

Le moment d'inertie de ce disque est égal, en adoptant le système C. G. S., à

$$\frac{\pi d \times 0{,}067}{2} \left(\overline{3{,}980}^4 - \overline{1{,}095}^4\right),$$

où d représente la densité de l'aluminium employé.

La masse du disque étant de 7,710 g, cette densité est égale à 2,493.

On a donc, en définitive, pour le moment d'inertie du disque additionnel la valeur

$$K_d = 65{,}9 \text{ g-cm}^2.$$

b) Détermination de $\frac{d\omega}{dt}$. — Il est évident que, dans le cas d'un compteur d'électricité, on ne peut songer à employer un tachymètre ou tout autre appareil analogue.

Nous noterons donc, au moyen d'un dispositif enregistreur, les durées de chaque révolution de l'induit et nous déduirons les vitesses, à chaque instant, d'après la durée moyenne d'une révolution à l'instant considéré.

Il va de soi que nous n'obtiendrons que des vitesses moyennes et non des vitesses instantanées, mais la précision sera toujours suffisante pour nous permettre de construire une courbe $v = f(t)$ et de cette courbe déduire, par construction graphique, la valeur de $\frac{d\omega}{dt}$ pour chaque instant.

Méthodes et appareils. — Parmi les différents dispositifs enregistreurs automatiques, nous avons examiné ceux proposés par Glatzel, d'une part, et par Krukowski, de l'autre, consistant à impressionner une cellule photoélectrique au sélénium au moyen d'un petit miroir fixé sur l'arbre de l'induit et éclairé par une lampe fixe en position : à chaque révolution du disque, le miroir réfléchit un pinceau lumineux sur la cellule de sélénium qui est intercalée dans le circuit d'un relais agissant sur le style d'un chronographe enre-

gistreur. Nous avons renoncé à employer cette méthode en raison de l'action de l'air sur le miroir [1].

Un autre dispositif d'enregistrement a été proposé par Gordon Thomson [2]; ce dernier réunit la roue tangente du compteur (ou bien l'arbre) à l'un des pôles d'une source de courant alternatif à 10 000 v, l'autre pôle étant relié à une pointe fixe placée en regard du disque, qui est muni lui-même d'une pointe jouant avec la pointe fixe le rôle d'éclateur. A chaque passage de la pointe mobile devant la pointe fixe jaillit une étincelle et un relais intercalé dans le primaire de l'autotransformateur servant à alimenter le dispositif actionne le style d'un chronographe enregistreur. Cette méthode, telle que l'a préconisée G. Thomson, présente le grave inconvénient de modifier, en cours d'expérience, les frottements à mesurer parce qu'il se produit entre la vis et la roue tangente, ou entre le palier supérieur et l'arbre du disque, des séries de petites étincelles qui altèrent rapidement le métal. D'autre part, l'action électrostatique due aux étincelles donne, de même, naissance à un couple qui est loin d'être négligeable, quoi qu'en ait dit G. Thomson.

Pour rendre pratique le dispositif, nous l'avons modifié de la façon suivante : la tension d'alimentation a été abaissée à 4 000 v environ ; d'autre part, au lieu de réunir la source de courant à l'arbre lui-même, nous munissons cet arbre d'une petite pointe en cuivre de 0,05 mm de diamètre et de 2 mm de longueur et nous amenons, en regard, une pointe de platine fixe servant d'éclateur. Le courant à haute tension sort du disque par une pointe de cuivre de 3 mm de longueur et 0,05 mm de diamètre, la pointe fixe se trouvant en regard étant elle-même en platine et la distance d'éclatement étant réglable au moyen d'une vis micrométrique. Enfin, nous intercalons dans le circuit à haute tension un éclateur de Wien et un condensateur en dérivation; nous obtenons ainsi des décharges oscillantes qui ont l'avantage de se souffler plus rapidement et d'éviter les amorçages d'arcs qui se produisent fréquemment avec le dispositif primitif de Thomson.

Il faut avoir grand soin de placer les pointes platinées fixes dans des directions rigoureusement diamétrales par rapport au disque, faute de quoi on s'expose à créer un couple supplémentaire qui peut, soit retarder le mouvement du disque, soit, au contraire, l'accélérer. On peut même, en orientant convenablement les pointes arriver à entretenir indéfiniment le mouvement du disque. En observant la précaution ci-dessus, on annule les actions électrostatiques au moyen de la réaction de l'arbre lui-même, mais on augmente les frottements dans le palier supérieur.

Quoi qu'il en soit et étant donnée la faible valeur des couples à mesurer, il est prudent de ne se servir de cette méthode d'enregistrement par étincelles que dans certains cas nettement définis où l'on opère par différence, et seulement pour des compteurs dont l'équipage mobile est relativement lourd.

Dans la presque totalité de nos mesures, nous nous sommes servi, pour actionner le style du chronographe enregistreur, d'un simple manipulateur Morse fermant un circuit de piles, aucun courant ne traversant les compteurs à essayer. Il faut évidemment, si l'on veut arriver à une précision suffisante dans les mesures, un certain entraînement pour noter exactement à chaque tour le passage devant un repère fixe d'un repère de couleur tracé sur le disque. D'autre part, la méthode au manipulateur n'est plus applicable avec précision dès que l'on dépasse une vitesse de un tour par seconde. Au delà, on est obligé d'utiliser le dispositif à éclateurs ou le procédé optique. Quelle que soit la méthode employée, il faut avoir soin de se préserver des perturbations extérieures. Le compteur doit être rigoureusement vertical, ce que l'on contrôlera au fil à plomb. De plus, si l'on opère sans boîtier, il faut protéger l'induit par un écran de façon que les courants d'air de la salle et, en particulier, ceux produits à courte distance par la respiration de l'observateur, ne viennent pas troubler la marche du disque. Cette précaution qui pourra sembler superflue, si l'on opère avec des équipages peu sensibles, sera de rigueur pour les induits bien suspendus. Il faut également opérer dans un lieu absolument à l'abri de toutes vibrations.

Chronographe. — Nous avons d'abord employé un chronographe enregistreur du commerce, mais, en raison des graves mécomptes que nous avons éprouvés du fait de cet appareil, nous avons dû étudier et réaliser un modèle spécial qui nous a permis d'évaluer les temps au 1/50e de seconde, précision très supérieure à celle nécessitée par les mesures [1].

Nous sommes arrivé de cette façon, même dans nos expériences au manipulateur, à avoir pour plusieurs dizaines d'essais répétés, des résultats comparables à moins de 3 pour 100 près dans les cas les plus défavorables (amortissements rapides).

Afin de déterminer la loi des variations du couple de frottement avec le poids de l'équipage mobile, nous avons fait construire une série de disques de même diamètre et de différentes épaisseurs et nous leur avons appliqué la méthode de mesure par amortissement [2].

(1) Il est évident que l'on peut rendre la méthode pratique en remplaçant la cellule au sélénium par une cellule au potassium et en supprimant le miroir. Le mode opératoire est alors le suivant : on noircit au noir de fumée le dessus du disque, sauf une petite portion de la périphérie de 1 cm de côté environ, portion qui sera polie soigneusement ; on envoie un faisceau lumineux sur cette portion polie à l'aide d'un miroir fixe en position et le faisceau lumineux en se réfléchissant à chaque tour sur la cellule de potassium, placée dans le circuit d'un relais, actionne ainsi le chronographe enregistreur.

(2) Gordon Thomson : A new Method of Timing Watt-hour meters. *Electrical World*, février 1913, t. LXI, p. 246.

(1) La réalisation d'un mouvement circulaire uniforme était, d'autre part, indispensable pour la mise au point de notre méthode optique pour l'étalonnage des compteurs.

(2) Afin de permettre la vérification expérimentale du calcul des frottements dus aux paliers supérieurs, les disques des séries D ont été conçus de telle façon que leur centre de gravité se trouve placé au-dessous du point de pivotement, de façon qu'ils puissent rester en équilibre sans le secours du palier supérieur ou contre pivot.

Les résultats obtenus sont indiqués dans les tableaux suivants et nous donnons ci-dessous la reproduction d'un diagramme de la série D_4, le tracé de l'enregistreur ayant été doublé d'un trait à l'encre de Chine

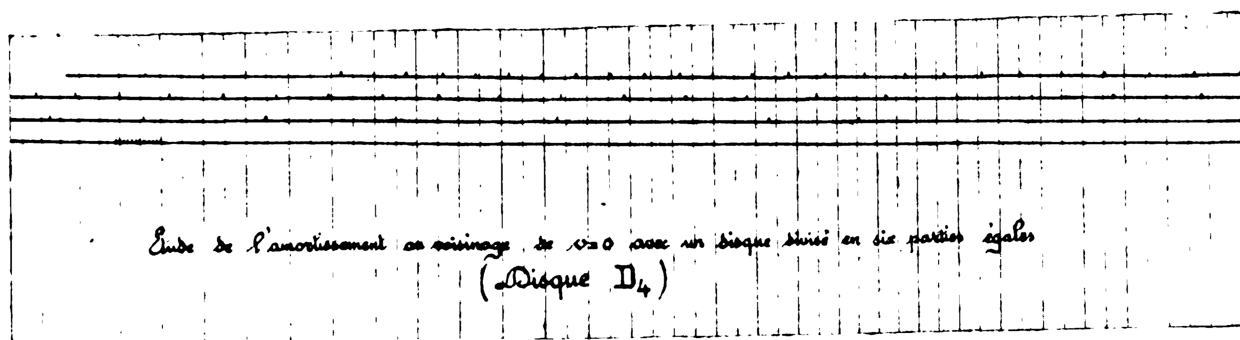


Fig. 1. — Relevé d'un diagramme au chronographe enregistreur.

pour en permettre la reproduction photographique (fig. 1).

Essai n° 1. — Disque D_1, en aluminium. Poids, 12,619 g ; diamètre, 80 mm ; épaisseur 0,85 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 4,84$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 6,42$ s.

$$K_{D_1} = 65,9 \frac{(4,84)^2}{(6,42)^2 - (4,84)^2} = 85 \text{ g-cm}^2.$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,74
10	0,69
20	0,606
30	0,556
40	0,476
50	0,435
60	0,370
70	0,323
80	0,275
90	0,233
100	0,204
110	0,161
120	0,142
182	0

Pour pouvoir tracer la courbe pour des vitesses voisines de zéro et augmenter la précision du tracé, nous avons repété l'expérience en marquant sur la circonférence du disque 6 traits-repère équidistants. — On a ainsi pour D_1 le tableau suivant limité à la portion utile de la courbe et se raccordant à la courbe précédente par un déplacement d'origine.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,116
5	0,104
10	0,0925
15	0,080
20	0,068
30	0,047
41	0,02
52	0

Essai n° 2 (¹). — Disque D_2, en aluminium. Poids, 14,87 g ; diamètre, 80 mm ; épaisseur, 1 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 5,24$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 6,74$ s.

$$K_{D_2} = 65,9 \frac{\overline{5,24}^2}{\overline{6,74}^2 - \overline{5,24}^2} = 101 \text{ g-cm}^2.$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,91
20	0,85
30	0,78
40	0,714
50	0,666
60	0,60
70	0,552
80	0,51
90	0,465
100	0,428
110	0,38
120	0,35
130	0,314
140	0,28
150	0,256
160	0,224
170	0,198
180	0,17
190	0,146
200	0,126
253	0

Tracé de la courbe au voisinage de $v = 0$:

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde
0	0,102
5	0,0902
10	0,083
15	0,077
20	0,058
33	0,031
40	0,021
50	0

(¹) L'état du pivot et de la crapaudine est vérifié au microscope avant et après chaque expérience.

ESSAI N° 3. — Disque D_3, en aluminium. Poids, 8,60 g; diamètre, 80 mm; épaisseur, 0,58 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 4{,}04$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 5{,}92$ s.

$$K_{D_3} = 65{,}9 \times \frac{(4{,}04)^2}{(5{,}92)^2 - (4{,}04)^2} = 57{,}4 \text{ g-cm}^2.$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,90
20	0,80
30	0,69
40	0,606
50	0,526
60	0,44
70	0,37
80	0,333
90	0,295
100	0,253
109	0,212
120	0,179
133	0,126
186	0

Tracé de la courbe au voisinage de $v = 0$.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,083
5	0,076
10	0,066
17	0,054
23	0,042
32	0,034
38	0,014
43	0

ESSAI N° 4. — Disque D_4, en aluminium. Poids, 23,52 g; diamètre, 83 mm; épaisseur, 1,60 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 7{,}19$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 8{,}39$ s.

$$K_{D_4} = 65{,}9 \frac{(7{,}19)^2}{(8{,}39)^2 - (7{,}19)^2} = 182{,}5 \text{ g-cm}^2.$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,95
10	0,89
20	0,84
30	0,80
40	0,735
50	0,685
60	0,625
70	0,59
80	0,54
90	0,50
100	0,46
110	0,42
120	0,385
130	0,35
140	0,31
150	0,280
160	0,25
170	0,23
180	0,205
190	0,18
200	0,15
210	0,13
240	0,063
270	0

Étude de la courbe au voisinage de $v = 0$. (Voir figure 1.)

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,104
5	0,0925
10	0,0764
15	0,066
21	0,0538
29	0,0328
36	0,0185
46	0

ESSAI N° 5. — Disque D_6, en cuivre. Poids, 46,24 g; diamètre, 80 mm; épaisseur, 1 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 9{,}98$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 10{,}86$ s.

$$K_{D_6} = 65{,}9 \times \frac{\overline{9{,}98}^2}{\overline{10{,}86}^2 - \overline{9{,}98}^2} = 359 \text{ g-cm}^2$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,11
10	1,05
20	1,01
30	0,96
40	0,91
50	0,88
60	0,845
70	0,808
80	0,784
90	0,736
100	0,69
110	0,67
120	0,646
130	0,606
140	0,556
150	0,53
160	0,50
170	0,48
180	0,445
190	0,417
200	0,385
210	0,366

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par secondes)
220	0,34
230	0,31
240	0,294
250	0,268
260	0,247
270	0,212
280	0,20
290	0,166
300	0,151
310	0,125
330	0,088
363	0

ESSAI N° 6. — Disque D_7, en cuivre. Poids, 29,68 g; diamètre, 80 mm; épaisseur, 0,67 mm.

Calcul du moment d'inertie. — Période d'oscillation propre $t_1 = 7,44$ s.

Période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 8,60$ s.

$$K_{D_7} = 65,9 \frac{(7,44)^2}{(8,60)^2 - (7,44)^2} = 196 \text{ g-cm}^2.$$

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,78
10	0,74
20	0,667
30	0,650
40	0,588
50	0,540
60	0,500
70	0,465
80	0,417
90	0,377
100	0,333
110	0,312
120	0,274
130	0,23
150	0,172
160	0,141
217	0

Etude de la courbe au voisinage de $v = 0$.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,147
5	0,128
10	0,122
15	0,108
20	0,994
25	0,087
30	0,071
37	0,052
40	0,048
60	0

Pour obtenir les couples de frottement au départ dus aux pivots, il suffit de relever sur les courbes D_1, D_2, etc., par une construction graphique, la valeur du coefficient angulaire pour la vitesse $v = 0$.

Ce coefficient angulaire, multiplié par 2π, donne la valeur de $\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0$ qui, multipliée ensuite par le moment d'inertie, donne en définitive la valeur du moment du couple de frottement en centimètres-dynes. Pour obtenir sa valeur en centimètres-grammes, il suffit de diviser ce résultat par la valeur de g, soit 981 cm : s².

Les tableaux publiés ci-dessus sont chacun la reproduction d'une moyenne de 10 à 20 diagrammes donnant des résultats concordants à ± 3 pour 100 près.

Les essais effectués, en divisant les disques en six zones égales, nous ont permis de construire des courbes à grande échelle, non reproduites dans le présent travail, et dont le tracé des tangentes aux points $v = 0$ nous a fourni la valeur des accélérations angulaires $\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0$ avec une précision supérieure à celle que permettraient les courbes D_1, D_2, etc... Nous avons en définitive, pour les accélérations angulaires, les valeurs suivantes :

Pour D_1 $\quad 2\pi, \frac{0,362}{182}$,

Pour D_2 $\quad 2\pi, \frac{0,313}{162}$,

Pour D_3 $\quad 2\pi, \frac{0,31}{170}$,

Pour D_4 $\quad 2\pi, \frac{0,24}{120}$,

Pour D_6 $\quad 2\pi, \frac{0,386}{163}$,

Pour D_7 $\quad 2\pi, \frac{0,22}{91}$;

d'où les moments des couples de frottement :

Pour D_1,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,362}{182} \times 85 = 0,00108 \text{ cm-g};$$

Pour D_2,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,313}{162} \times 101 = 0,00125 \text{ cm-g};$$

Pour D_3,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,24}{112} \times 57,4 = 0,00067 \text{ cm-g},$$

Pour D_4,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,24}{120} \times 182,5 = 0,0023 \text{ cm-g};$$

Pour D_6,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,386}{163} \times 359 = 0,0055 \text{ cm-g};$$

Pour D_7,

$$C_{f0} = \frac{2\pi}{981} \times \frac{0,22}{91} \times 196 = 0,0030 \text{ cm-g}.$$

Chaque terme C_f représente la somme des couples de frottement dus au pivot et au palier supérieur pour une vitesse voisine de zéro, le couple dû au palier supérieur étant d'ailleurs négligeable pour des disques parfaitement équilibrés, comme nous allons le voir plus loin.

Comme nous avons eu soin, pendant toute la durée de nos expériences, de conserver le même pivot, la même crapaudine et le même palier supérieur, toutes ces pièces étant amovibles, nous pouvons déduire, des expériences précédentes, la loi de variation du couple de frottement dû au pivotement en fonction de l'accroissement du poids de l'équipage mobile.

Nous remarquerons que, si on divise le produit $P\sqrt[3]{P}$ par la valeur du couple trouvé dans chaque expérience (P étant le poids en grammes de l'équipage mobile), on trouve un nombre constant ; les théories de Léauté et de Hertz sur le frottement de pivotement se trouvent donc vérifiées expérimentalement puisque les longueurs des ellipses de contact sont proportionnelles à $\sqrt[3]{P}$.

Nous pouvons donc construire la courbe des couples de frottement en fonction des poids, ces couples variant comme la puissance 4/3 des poids (fig. 2).

Nous avons pu d'ailleurs vérifier la permanence de cette loi dans toute une série d'essais non mentionnés dans le présent travail, notamment avec les disques de la série D_5 dont le poids était de 59,046 g et qui ont donné un couple de 0,0074 cm-g [1].

Ce résultat est de la plus haute importance, car il s'applique non seulement aux compteurs, mais encore à tous les appareils de mesure dont l'équipage mobile est supporté par un axe vertical pivoté.

Les Allemands désignent sous le nom de « Gütefaktor » le rapport

$$\gamma = \frac{\text{Moment du couple moteur}}{(\text{Poids du système mobile})^{\alpha}},$$

α étant pris égal à 1,5 ou même à 2, la majeure partie des auteurs allemands estimant cependant avec Keinath (Technik der elektrischen Messgeräte) que les frottements s'accroissent comme la puissance 1,5 du poids de l'équipage. Or, nous venons de voir que cet accroissement variait comme la puissance 4/3 du poids. Le « facteur de qualité » doit donc se mettre sous la forme

$$\gamma = \frac{C_m}{P^{\frac{4}{3}}}.$$

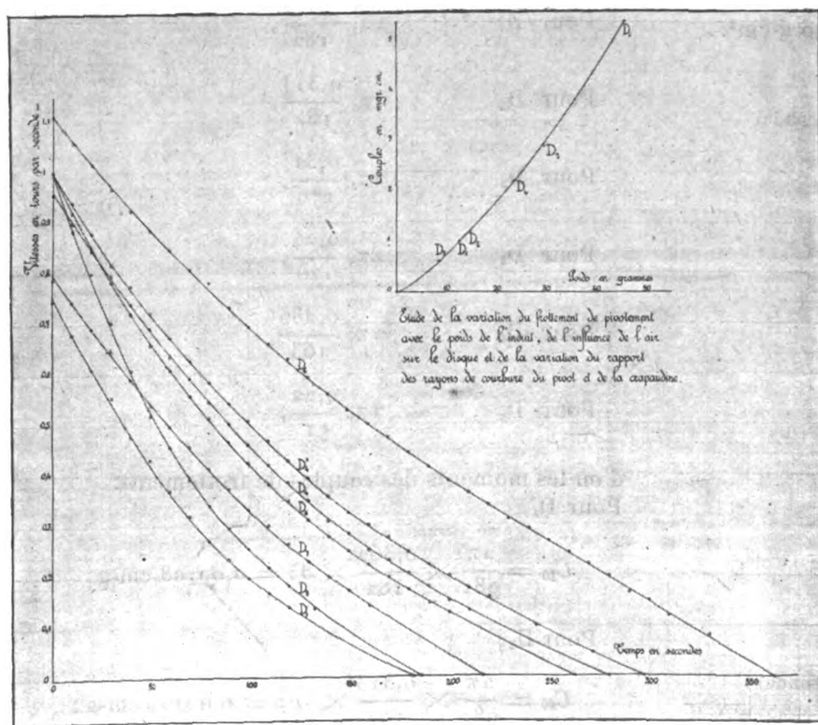


Fig. 2. — Courbes d'amortissement des disques des séries D.

Si nous relevons maintenant les valeurs du couple de frottement lui-même pour des vitesses appréciables (de l'ordre de 0,1 tour par seconde), nous nous apercevons que ces valeurs croissent très rapidement avec la vitesse en raison de la résistance opposée par l'air. Pour déterminer la grandeur de cette action, il suffira, pour la vitesse considérée, de retrancher du couple calculé la valeur du couple à l'origine en faisant ainsi l'hypothèse que le terme dû à la résistance de l'air est négligeable aux environs de $\omega = 0$ et que le frottement de pivotement reste le même.

On remarquera que les allures des différentes courbes ne sont pas rigoureusement semblables. Cela tient à ce que certains des disques (D_1 et D_2) ont été munis, l'un de deux fentes, l'autre de deux trous destinés à annuler la marche à vide du compteur. C'est l'action de ces fentes et trous qui intervient pour modifier la résistance opposée au mouvement par l'air.

Si maintenant, mettant notre compteur d'étude sous courant, nous déterminons la valeur du couple moteur avec les disques D_1, D_2, etc..., nous constatons que, en conservant le même circuit magnétique et le même

[1] Les essais sur D_5 n'ont pas été poursuivis en raison de la pression trop élevée à laquelle était soumis le pivot employé.

métal pour le disque, les valeurs du couple sont proportionnelles aux épaisseurs, c'est-à-dire, en définitive, aux poids de l'équipage puisque nous gardons toujours le même diamètre [1].

Ce résultat montre, d'une façon évidente, l'insuffisance de la notion de « couple spécifique » proposée par certains auteurs pour juger les compteurs d'électricité.

Le couple spécifique est, par définition, le rapport du couple moteur au poids de l'équipage; or, nous venons de voir que l'on a

$$\gamma = \frac{\text{Moment du couple moteur}}{\text{Poids de l'équipage mobile}} = \frac{KP}{P} = K.$$

Autrement dit, le « couple spécifique » d'un compteur d'induction ne varie pas quand on accroît son couple moteur en augmentant le poids de son équipage mobile, et quand on ne change pas, bien entendu, la nature du métal de l'induit.

Si maintenant nous donnons à γ la même signification que les Allemands, le terme devient

$$\gamma = \frac{KP}{P^{\frac{4}{3}}} = \frac{K}{P^{\frac{1}{3}}},$$

c'est-à-dire que le « facteur de qualité » varie en raison inverse de la racine cubique du poids de l'induit, le système des électroaimants étant supposé constant.

(*A suivre*).

René-Marcel Fichter,
Ingénieur I. E. N.
Licencié en Droit.

Revues, analyses et informations

Radiotransmission dirigée par ondes de 10 mètres de longueur [2].

Un des plus importants problèmes des radiocommunications est relatif aux interférences qui peuvent se produire entre les signaux de différents postes transmetteurs. On peut en réduire les inconvénients pour la grande généralité des stations réceptrices en munissant celles-ci d'antennes dirigées. Des antennes dirigées sont également désirables pour le cas particulier d'une station transmettrice déterminée à une station réceptrice également déterminée. C'est le cas des communications transocéaniques et de celles employées dans la navigation. Dans ce cas aussi, l'emploi d'une méthode de transmission dirigée réduit grandement les inconvénients des interférences.

L'énorme accroissement de l'emploi de la radiotélégraphie et de la radiotéléphonie, pendant ces deux dernières années, a fait sentir le besoin d'un appareil capable de fonctionner avec le moins possible d'interférences. La transmission dirigée est de nature à répondre à cette condition, en se montrant apte à fournir une solution intéressante par l'emploi de courtes longueurs d'onde (inférieures à 20 m).

Après Franklin, Marconi et d'autres chercheurs, les auteurs du présent travail ont fait des expériences dans ce sens. Employant une longueur d'onde de 10 m, ils ont obtenu des résultats qui confirment ceux des chercheurs précédents.

Au cours des expériences ici décrites, on a fait usage d'antennes directrices pour la transmission. Il est aussi possible d'employer des antennes de qualités directrices marquées pour la réception. Ces dispositifs se recommandent, non seulement au point de vue déjà signalé plus haut, mais encore à celui des perturbations atmosphériques, qui prennent d'autant moins d'importance que l'antenne, et par conséquent la longueur d'onde, est plus courte.

Le problème de l'émission et de la direction des ondes

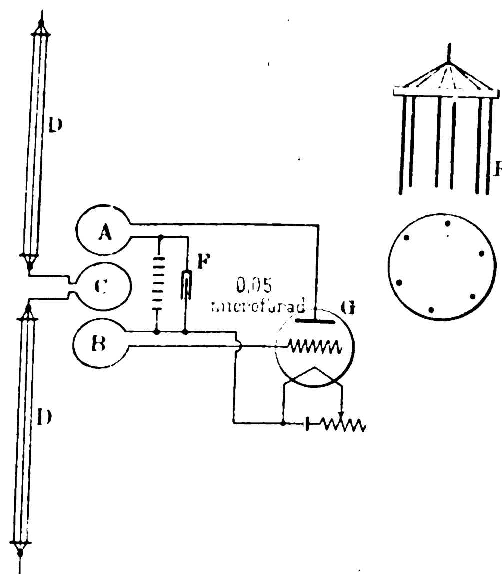


Fig. 1. — Circuit générateur produisant des ondes de 10 m de longueur.

de l'ordre de 10 m de longueur peut être divisé en trois parties: 1° l'établissement d'un triode générateur de puissance appropriée et fournissant des ondes de 10 m; 2° la construction d'un système directeur par réflexion des ondes de cette longueur; 3° la réalisation d'un appareil récepteur approprié à ces courtes longueurs d'onde.

[1] L'accroissement d'épaisseur du disque change évidemment la réaction d'induit; pour chaque mesure faite avec un disque différent, il est donc nécessaire de faire un nouveau réglage de la condition de proportionnalité, c'est-à-dire de rendre $\varphi + \psi$ égal à $\frac{\pi}{2}$.

[2] F.-W. Dunmore et F.-H. Engel. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, avril 1923, n° 469, p. 1-16, 3 500 mots, 16 fig.

Le circuit générateur. — Le tube à trois électrodes est du type de 50 watts et il fonctionnait, dans ces essais, à la

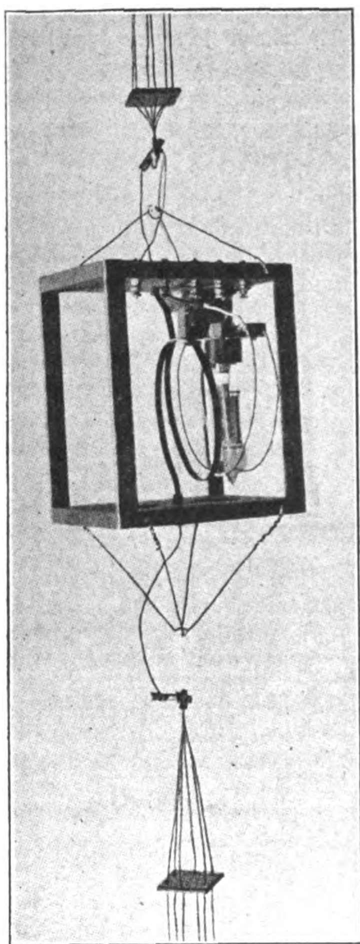


Fig. 2. — Ensemble du circuit générateur.

fréquence de 30000000 p : s, correspondant à 10 m de longueur d'onde. Le circuit est représenté en figure 1. La bo-

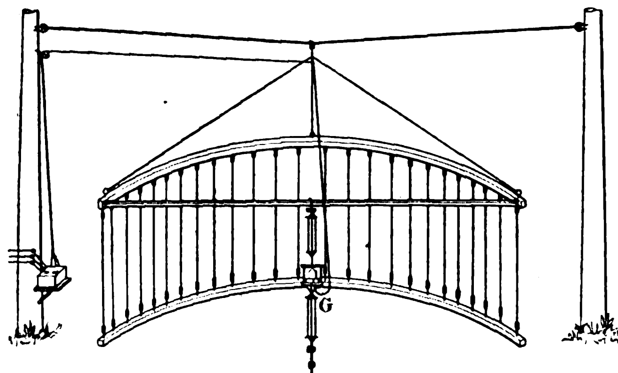


Fig. 3. — Réflecteur parabolique pour la transmission dirigée des ondes courtes.

bine A consiste en une seule spire de 17 cm de diamètre, connectée au circuit de la plaque. B est une bobine analogue,

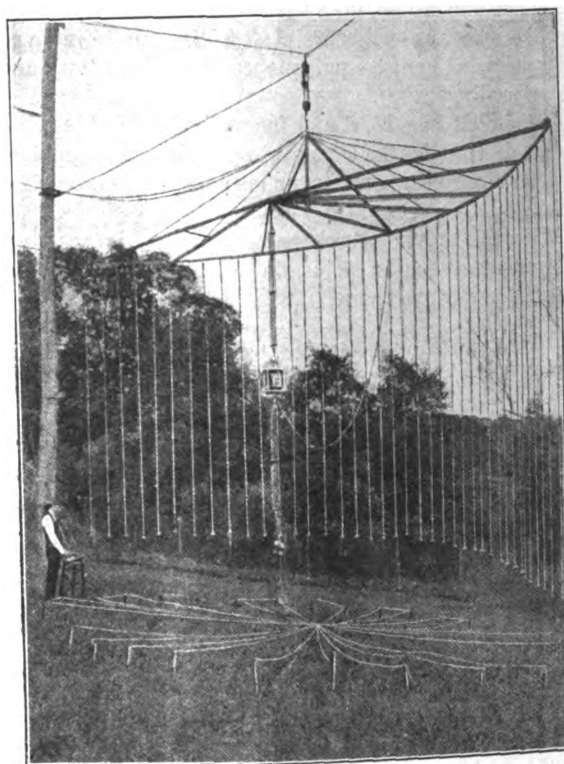


Fig. 4. — Vue d'ensemble du réflecteur parabolique monté.

insérée dans le circuit de la grille. L'ensemble formé par la capacité comprise entre les éléments du tube et les deux bobines constitue le circuit oscillant.

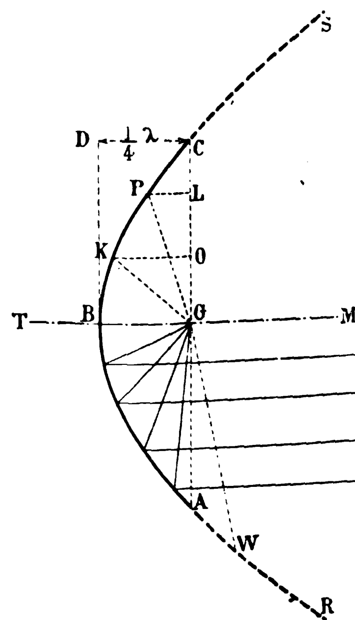


Fig. 5. — Vue en plan du réflecteur parabolique.

Le système rayonnant (antenne) D est couplé au circuit générateur au moyen de la bobine C, analogue à A et B.

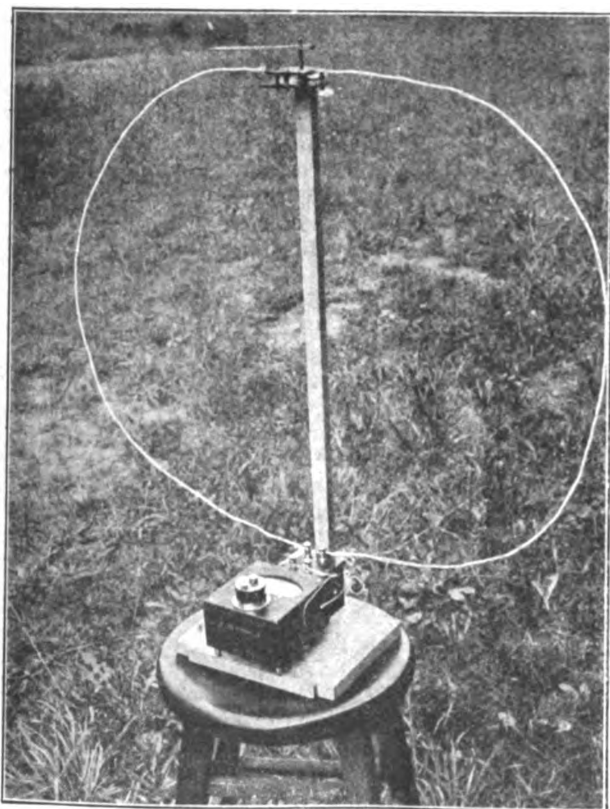


Fig. 6. — Appareil récepteur pour les essais à faible distance.

Il consiste en deux séries de fils verticaux, connectés au moyen de C. Chaque série comprend six fils parallèles disposés en cercle, comme on le voit en E, fig 1. Ces fils étaient distants les uns des autres d'environ 3 cm et avaient 1,8 m de longueur.

La figure 2 donne une vue d'ensemble de ces organes.

Le système réfléchissant. — Il y a plusieurs façons d'obtenir la transmission directive, mais la méthode la plus efficace pour les courtes longueurs d'onde consiste dans l'emploi d'un réflecteur ayant la forme d'une portion de cylindre parabolique. Les ondes qui émanent de ce réflecteur sont assez analogues à un faisceau de lumière parallèle qui a traversé une fente pratiquée dans un écran opaque. Il résulte en effet de considérations théoriques relatives à un cylindre parabolique ayant, suivant son axe focal, une source linéaire, que les rayons réfléchis sont parallèles entre eux et à l'axe de la parabole directrice du cylindre. Ce résultat idéal est, d'ailleurs, en fait seulement approximatif.

Les figures 3 et 4 représentent le réflecteur employé. Il est constitué par 40 fils suspendus à un bâti ayant la forme parabolique.

Ces fils sont accordés sur $\lambda = 10$ m et espacés de 30,47 cm les uns des autres. On a pris comme longueur focale un quart de longueur d'onde, soit 2,50 m. La figure 5 est la vue en plan du dispositif.

Le générateur à tube électronique y occupe la position G. Chacun des fils disposés suivant ABC renvoie l'énergie reçue de G en vertu de ce fait qu'ils sont accordées sur G. Puisque les distances GKO, GPL, etc., sont égales entre elles et à GB + BG, il est évident que les radiations émanant de tous les fils disposés suivant ABC atteindront l'ouverture CA en concordance de phase les uns avec les autres. Il est donc clair qu'un renforcement se produira suivant la direction GM et qu'il y aura interférence suivant la direction BT. A l'exception des fuites suivant les directions analogues à GW, pratiquement toute l'énergie émanant de G et rencontrant le miroir est réfléchie suivant un petit angle solide ayant GM pour direction moyenne. En étendant la parabole, suivant CS et WR, les fuites latérales sont réduites et le faisceau utile est angulairement rétréci.

Appareil récepteur. — Pour les essais à faible distance, on a employé l'appareil de la figure 6 : simple boucle de fil d'environ 78,8 cm de diamètre. Un condensateur d'une capacité d'environ 20 μF était disposé en série avec cette boucle.

Les extrémités de la boucle étaient connectées à un thermocouple de 5 ohms, lui-même en relation avec un galvanomètre gradué de 0 à 100 μA. Jusqu'à 52 m du réflecteur, on obtenait une déviation occupant toute l'échelle du galvanomètre lorsque le transmetteur rayonnait au maximum.

Pour recevoir des signaux à des distances supérieures à 45,8 m, on a utilisé un système récepteur formé d'un détecteur et d'un amplificateur double. La figure 7 donne une vue d'ensemble de cet appareil et la figure 8 représente schématiquement ce montage. Le secondaire du dispositif, formé d'une seule spire de fil de 30,48 cm de diamètre, était connecté à la grille et au filament du tube détecteur. L'accord était rendu possible par un condensateur variable de 0,00005 μF situé en D. Il y avait également en E un condensateur de grille et un shunt du type usuel. Le conducteur de grille était aussi court que possible, pour réduire au minimum la capacité entre ce fil et les autres parties du



Fig. 7. — Système récepteur avec antenne et hétérodyne.

circuit. Le dispositif amplificateur était du type usuel.

L'antenne réceptrice était formée d'un seul fil accordé sur les ondes incidentes et couplé en son milieu, au moyen de

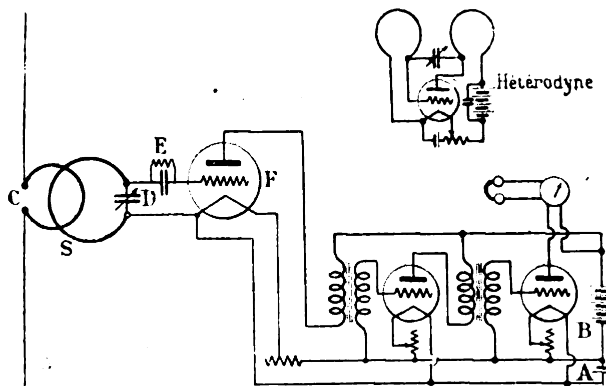


Fig. 8. — Schéma du système récepteur avec antenne et hétérodyne.

la bobine C, à la bobine secondaire S du système récepteur. La longueur totale du fil d'antenne, y compris la spire, était de 4,37 m.

Résultats. — Des expériences faites avec ces appareils, on peut déduire les trois résultats principaux suivants : 1° la source des ondes à réfléchir doit être placée exactement au foyer du réflecteur; 2° les fils réfléchissants doivent être en résonance avec la source; 3° la largeur du front de l'onde réfléchie dépend de la grandeur de l'ouverture employée. On a observé, en outre, que les longueurs d'onde de l'ordre de grandeur de celles qui ont servi dans ces expériences sont absorbées à un degré très considérable par les constructions et armatures métalliques. Les auteurs ont fait à ce sujet une intéressante expérience avec le récepteur de la figure 6. L'onde réfléchie était dirigée vers un édifice située à 150 pieds (45,3 m) de distance. On obtenait au voisinage immédiat de l'entrée (côté externe) une déviation égale aux trois quarts de l'échelle du galvanomètre. En plaçant le récepteur juste à l'intérieur de la porte, la déviation tombait à zéro, la porte étant ouverte. Des mesures ont été faites aussi derrière l'édifice. Le résultat était analogue tant qu'une partie quelconque de l'édifice se trouvait sur le chemin des ondes. Quelques expériences ont été faites aussi pour l'échange de signaux radiotéléphoniques et ont fourni des résultats analogues aux précédents. — L. B.

Appareils de mesure thermiques des courants alternatifs de faible intensité [1].

Le thermogalvanomètre Duddell est extrêmement satisfaisant mais fragile. On peut constituer un matériel technique, plus robuste et également avantageux, avec des thermocouples ou des fils de métal pur montés en pont bolométrique ; il faut joindre à ces éléments thermiques un galvanomètre de résistance assez faible et de bonne sensibilité (ordre du microampère pour l'échelle de lecture). L'auteur a étudié la réalisation de ces éléments thermiques avec un maximum de sensibilité et une faible résistance permettant leur introduction directe dans le circuit de mesure.

Les couples thermoélectriques sont établis le plus avantageusement sous forme de fils, fer, constantan, très fins (diamètre : 15 μ), croisés à angle droit, montés dans une ampoule bien vidée et supportés par quatre broches comme les lampes à trois électrodes. En limitant au mieux la longueur des fils, on a des couples qui, pour une résistance d'environ 10 ohms et un courant d'une intensité efficace d'un milliampère produisent une force électromotrice de 20 microvolts.

Le pont bolométrique contenant deux fils sensibles aux variations de température peut avoir plus de sensibilité. Une surcharge, dans un des fils sensibles, par un courant alternatif de fréquence suffisante et de valeur efficace Δi, crée dans le pont équilibré une différence de potentiel active sensiblement égale à $\frac{\Delta i^2}{4} \frac{dr}{di}$, la résistance r du fil étant fonction de l'intensité i du courant qui le traverse.

Les lois du refroidissement font prévoir l'existence d'une valeur maximum pour la dérivée de r par rapport à i, d'autant plus élevée et pour une valeur de i d'autant plus faible que le refroidissement est moins actif. C'est donc par l'emploi des fils les plus fins placés dans le meilleur vide qu'on accroît la sensibilité. Les fils de tungstène fournissent actuellement le meilleur matériel ; on les trouve commercialement sous le diamètre de 11 μ, et même tout installés dans le vide avec les lampes de 5 bougies, 110 volts ; mais il faut établir spécialement des fils plus courts pour avoir des éléments sensibles de faible résistance (un centimètre environ pour 10 ohms). Les ponts montés avec ce matériel simple, suivant les dispositions indiquées par Tissot, peuvent donner dans le circuit du galvanomètre une différence de potentiel de 300 à 3 000 microvolts, suivant la résistance du fil sensible ; c'est une sensibilité au moins décuplée relativement à celle du thermocouple.

Les appareils thermiques à faible résistance peuvent assurer aussi la mesure thermique des faibles différences de potentiel alternatives sans les court-circuiter ; on placera l'élément thermique en dérivation, coupée par un condensateur de faible impédance, sur une résistance assez grande intercalée dans le dernier circuit de plaque d'une série de lampes à trois électrodes formant amplificateur à résistances, la première grille recevant la différence de potentiel à mesurer. Pour que l'effet thermique résultant soit bien déterminé, il suffit de définir exactement les conditions de chauffage des filaments (tension aux bornes par exemple) ; pour les circuits de plaque, il faut seulement assurer une tension suffisante, telle que le point de fonctionnement des lampes soit sur la partie rectiligne de la caractéristique, près du milieu pour la dernière spécialement ; la dépendance des indications avec la fréquence est en tout cas régulière et lente ; on peut faire l'étalonage avec un courant de source quelconque, mais de fréquence voisine, sinon identique. Un amplificateur peut ainsi servir de millivoltmètre thermique en l'associant à un bolomètre monté avec des lampes de 5 bougies et un galvanomètre à aiguille.

A la suite de la communication précédente, M. Mesny donne les renseignements suivants :

« La Radiotechnique (12, rue de La Boëtie) construit actuellement des thermoéléments dont les résistances varient entre 5 et 15 ohms. Leur sensibilité est telle que la force électromotrice continue produite par le passage de 1 milliampère dans la soudure varie de 8 à 50 microvolts. D'autre part, sur notre demande, cette maison a construit quelques thermoéléments d'une vingtaine d'ohms donnant environ 100 microvolts et d'autres d'une résistance de 1,5 ohm à 2 ohms donnant 1 microvolt. Les éléments de 20 ohms peuvent supporter sans danger une quinzaine de milliampères. Ceux de 2 ohms en supportent facilement 60. »

[1] Thovert J. Communication faite à la séance du 4 avril 1924 de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, 4 avril 1924, n° 200, p. 61-62.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XVIII. Dispositifs expérimentaux. Appareils de recherche et de démonstration (1)

A côté du développement des diverses applications de l'électricité, d'intérêt pratique et technique, l'Exposition de Physique et de T. S. F. a permis de constater l'importance de cette branche de la physique dans l'évolution de nos connaissances ; il suffisait, pour s'en rendre compte, de visiter les deux stands dont il est question dans ce chapitre, celui de la Section de l'Exposition rétrospective et celui de la Section de la Physique expérimentale. On trouvera donc dans la première partie la nomenclature de quelques-uns des appareils qui rappellent les origines de l'électrodynamique et de ce que l'on peut appeler l'électricité industrielle, exception faite de ceux qui intéressent la radiotélégraphie et qui feront l'objet d'un prochain chapitre. En mentionnant ici quelques-unes de ces précieuses reliques qui appartiennent aux collections de nos plus importants établissements scientifiques, l'auteur est amené à donner un aperçu sommaire de l'histoire de l'électricité jusqu'à nos jours et à rappeler les noms de quelques savants qui ont contribué à son développement et dont un certain nombre y contribuent encore avec un enthousiasme pouvant servir d'exemple aux jeunes générations. Dans la seconde partie, sont mentionnés les divers appareils et dispositifs présentés par les physiciens dont les efforts tendent à donner un essor toujours nouveau à la science. Ce sont d'abord les expériences qui mettent en évidence des phénomènes connus, telles que celles organisées par MM. A. Pérot, Soulier et Bethenod, Mesny et Dannatt pour M. F.-H. Glew ; puis, celles qui montrent des applications nouvelles de l'un ou l'autre des phénomènes électriques et parmi lesquelles sont mentionnées les démonstrations de la Société de Purification industrielle des Gaz, celle de MM. Langevin et Mishio-Isminoto, qui conduit l'auteur à faire une allusion aux brevets de MM. Langevin et Chilowsky, exploités par la Société de Condensation et d'Applications mécaniques. Ces descriptions sommaires sont suivies de la nomenclature d'appareils de recherche et de résultats d'expériences nouvelles ; il est question, en particulier, du dispositif de M. Turpain pour l'étude des champs hertziens, de celui de MM. H. Deslandres et A. Pérot, pour l'accroissement des champs magnétiques, de celui de M. F. Michaud, pour l'étude de la contraction et du gonflement des gelées, des dispositifs de MM. Fabry et Buisson et de MM. Andant et Lambert, pour la métallisation par projection cathodique, des résultats d'expériences de M. Auger, de M. Lafay, et des appareils destinés à l'enseignement, de M. Gueugnon et de M. Lemoine.

Les machines, appareils, objets et produits divers dont il est question dans les chapitres qui précèdent ont tous été créés dans un but pratique, en vue d'une application immédiate. Ainsi que nous avons cherché à le montrer, leur présence à l'Exposition de Physique et de T. S. F. était parfaitement justifiée ; nous y avons vu le parti que le technicien parvient à tirer des principes que lui suggère le physicien et, réciproquement, l'aide précieuse que le second trouve à son tour auprès du premier qui lui permet de poursuivre son œuvre. Dans ce chapitre, nous abandonnons, partiellement au moins, la technique proprement dite, pour pénétrer dans le domaine de la science que cultive la Société française de Physique. A l'occasion de son cinquantenaire, elle a tenu d'abord à rendre un hommage aux savants qui l'inspirent encore, qui inspirent tous les physiciens et techniciens, et dont quelques-uns ont précédé sa fondation ; à cet effet, elle a réservé une place aux appareils d'apparence si modeste, mais toutefois si précieux, qu'ont créés ces savants. De plus, pour mettre

(1) Voir les chapitres I à XVII dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19, 26 avril, 3, 10, 17, 24 et 31 mai 1924, t. xv, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799, 831-847, 879-892, 937-949 et 991-1009.

Nous nous faisons un devoir de compléter ici la documentation indiquée dans le chapitre IX (Moteurs électriques) sur les divers moteurs à courants alternatifs (*Revue générale de l'Electricité*, 5 avril 1924, t. xv, p. 584-588). M. Bethenod a bien voulu attirer notre attention sur le rôle essentiel joué par M. Roth, ingénieur en chef de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, tant dans les études des moteurs polyphasés à collecteur que dans celles relatives aux moteurs asynchrones synchronisés. C'est en effet sur les indications de M. Roth que la Société alsacienne de Constructions mécaniques a déposé un brevet français (n° 325 250), le 11 octobre 1902, sur le réglage de la vitesse des moteurs polyphasés à collecteur à excitation shunt.

En ce qui concerne les moteurs asynchrones synchronisés, nous rappellerons la lettre de M. Roth, publiée dans la *Revue générale de l'Electricité*, 12 février 1921, t. ix, p. 201-202, sur une application de ces moteurs faite aux Mines de Liévin en 1912, par la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

en évidence l'enchaînement des faits scientifiques importants, à la suite des anciens documents, la Société française de Physique exposait l'œuvre récente de ses membres.

Il est intéressant de noter le rôle important joué par tout ce qui touche à l'électricité dans les stands auxquels nous faisons allusion : parmi les appareils les plus anciens présentés dans celui de la Section rétrospective, figuraient surtout des appareils électriques; dans les expériences relatives aux phénomènes étudiés actuellement intervient encore l'électricité, et cette constatation nous amène à faire ressortir l'influence considérable de cette forme de l'énergie qu'est l'électricité sur l'orientation de la science moderne. Avec Ampère commencent en quelque sorte l'exploration d'un monde échappant directement à nos sens et l'étude de phénomènes qui ne peuvent être décelés que par ceux de leurs effets qui nous soient perceptibles : c'est là, comme on le sait, le trait caractéristique de l'électricité, qui se manifeste d'ailleurs dans l'effort réalisé par le débutant pour comprendre la notion des grandeurs introduites dans l'étude de cette catégorie de phénomènes. Ce trait est aussi celui de la physique moderne en général : en effet, c'est en deçà et au delà de l'échelle des longueurs d'onde, correspondant à des phénomènes qui frappent nos sens, que se portent actuellement les investigations des physiciens. Habitués à concevoir l'existence de phénomènes qui nous échappent, les savants de nos jours s'ingénient à créer des moyens de les mettre en évidence. Nous avons déjà insisté, à propos des instruments de mesures, sur l'étendue des limites dans lesquelles les diverses grandeurs électriques et autres peuvent être déterminées et la précision avec laquelle ces résultats sont obtenus ; ici, nous aurons l'occasion de voir des appareils et des dispositifs qui rendent familiers à l'esprit et à l'imagination les phénomènes les plus difficiles à concevoir. Mais abandonnons le domaine des généralités pour entrer dans le détail des appareils, en examinant d'abord la section rétrospective.

I. Section rétrospective. — En pénétrant dans l'enceinte du Grand Palais par l'entrée principale, le premier stand était précisément celui consacré à l'exposition rétrospective. Là étaient groupées les créations des savants qui ont joué et qui jouent encore un rôle en physique, et, dans la physique, en électricité et en électrotechnique ; ces créations font partie actuellement des collections du Collège de France, de la Sorbonne, de l'Université de Poitiers, de l'Ecole polytechnique, du Conservatoire national des Arts et Métiers, de l'Ecole de Physique et Chimie, du Lycée Louis-le-Grand, du Bureau international des Poids et Mesures, etc. et y sont pieusement conservées. La vue de ces appareils était particulièrement suggestive et invitait le visiteur à faire appel à ses souvenirs de choses lues ou vues. Il pouvait rétablir la suite des découvertes qui ont conduit du mouvement du léger cadre rectangulaire, figurant sur la table d'Ampère, aux machines exposées dans les stands voisins, à leurs multiples applications, et aux expériences en cours dans la partie du Grand Palais réservée aux physiciens.

La plus ancienne machine électrique que l'on pouvait voir à l'Exposition de Physique et de T. S. F. était la machine de Van Marum (fig. 337), construite à Harlem,

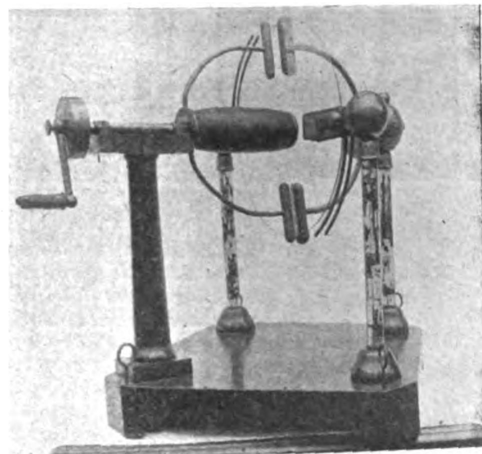


Fig. 337. — Machine électrique de Van Marum donnant à volonté de l'électricité positive ou négative (1797) [1].

en 1797 : cette machine électrostatique est disposée pour ne fournir que l'une ou l'autre des deux électricités, positive ou négative. Elle fait songer à ce qu'était l'électricité avant les travaux d'Ampère et de quels moyens disposaient les physiciens de l'époque tels que Coulomb, pour l'étude de ces phénomènes.

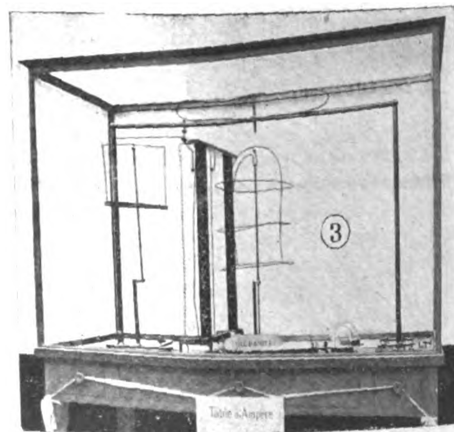


Fig. 338. — Table d'Ampère (1822).
(Collection du Collège de France.)

Nous entrons dans le dix-neuvième siècle et nous nous trouvons aux origines de l'électrodynamique, représentées par la table d'Ampère, datant de 1822 et construite de

[1] Les photographies pour l'exécution des clichés illustrants les figures 337, 338, 340, 341, 343, 344 et 345 nous ont été gracieusement prêtées pour notre confrère « Radioélectricité ».

ses propres mains dans son petit cabinet de la rue des Fossés-Saint-Victor, ainsi que le rappelait M. Daniel Berthelot dans son discours prononcé à la Sorbonne le 24 novembre 1921, à l'occasion du centenaire des découvertes d'Ampère [1]. Cette table (fig. 338), qui fait partie actuellement de la collection du Collège de France, comporte tous les appareils imaginés par Ampère pour démontrer l'existence des phénomènes électrodynamiques.

Dix ans plus tard, apparaît déjà le générateur magnétoélectrique ; c'est la machine de Pixii (fig. 339) qui construite en 1832 sous la direction d'Ampère est la

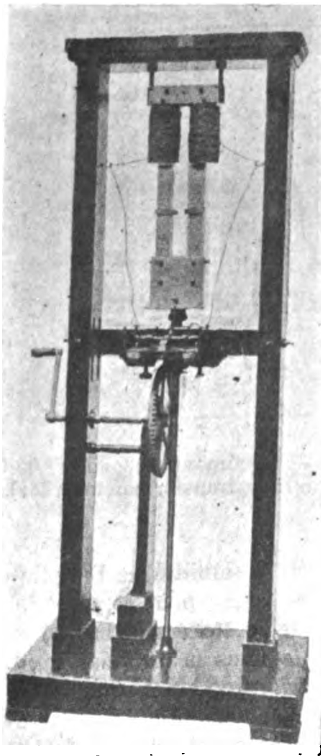


Fig. 339. — Machine magnétoélectrique de Pixii construite sous la direction d'Ampère (1832).

première application à la production du courant de la découverte de Faraday, datant de 1831 et relative aux phénomènes d'induction électromagnétique. Dans cette machine, l'aimant inducteur tourne autour d'un axe vertical, au-dessous de l'induit, lequel est constitué par un électroaimant en fer à cheval. Un organe particulièrement intéressant que comporte cette machine est le commutateur manœuvré par une came fixée sur l'aimant mobile ; ce commutateur a pour effet de redresser le courant induit. On trouve donc déjà, dans ce dispositif, le souci d'obtenir un courant continu, souci qui sera celui des électriciens jusque vers la fin du dix-neuvième siècle.

Dans la machine de Page (figure 340), qui date de 1839, l'organe mobile est une palette de fer doux qui tourne devant les extrémités d'un aimant en fer à cheval ; sur ce dernier sont disposées les bobines induites. Le courant est redressé au moyen de deux co-

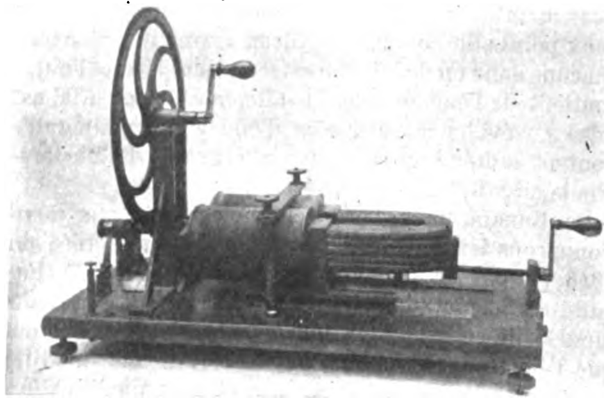


Fig. 340. — Machine magnétoélectrique de Page, première machine à fer tournant (1839).

quilles isolées montées sur le même axe que le fer tournant.

En 1842, on trouve la première tentative pour obtenir par induction une tension élevée : c'est la bobine de Masson (figure 341) qui permet d'atteindre ce but. Elle comprend les deux bobines à axe vertical et l'interrup-

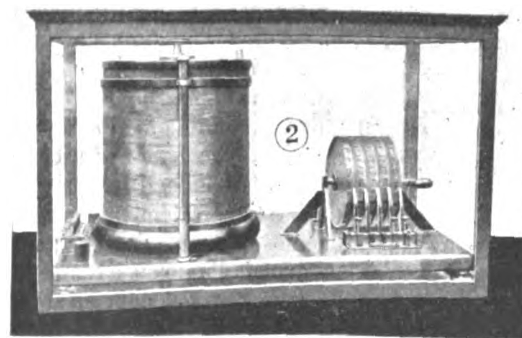


Fig. 341. — Bobine de Masson, ayant inspiré la bobine de Ruhmkorff (1842).

teur. La bobine à gros fil est enroulée autour d'un noyau de fils de fer et celle à fil fin est superposée à la première. L'interrupteur est rotatif, à répétiteurs multiples, ces derniers ayant pour effet de supprimer l'étincelle de rupture du circuit primaire. A l'époque de sa construction, Fizeau n'avait pas encore proposé l'emploi du condensateur qui fut adopté sur les bobines de Ruhmkorff. La bobine de Masson doit être considérée comme la première des bobines d'induction, celle qui inspira Ruhmkorff ; ce dernier appliqua en effet, la même disposition, sauf en ce qui concerne l'interrup-

[1] Ampère André-Marie, 1775-1836. Numéro spécial de la *Revue générale de l'Electricité*, novembre 1922.

teur qui fut remplacé par un trembleur auquel fut ajouté le condensateur dont nous venons de parler.

De la même époque, soit exactement de 1846, nous remarquons le couple thermoélectrique de Pouillet, de cuivre et bismuth. Le barreau de bismuth est en forme d'U renversé, aux extrémités duquel sont soudées des lames de cuivre aboutissant aux bornes de la pile. Pour maintenir une différence de température entre les deux points de soudure, les deux extrémités plongent chacune dans un godet, l'un est rempli de glace, et l'autre contient de l'eau chaude. La différence de potentiel est mise en évidence au moyen d'une aiguille aimantée dont est munie la pile, et qui subit une déviation lorsque le circuit extérieur est fermé.

Continuant dans l'ordre chronologique, nous mentionnerons ici la balance électrodynamique, créée en 1848 (1) par Lallemand, qui fut professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers de 1870 à 1886. Le premier modèle de cet appareil, qui date de la même époque que l'électrodynanomètre de Weber, a été modifié depuis par Lallemand lui-même; et cette modification a été décrite en 1874 dans le « Journal de Physique » (2).

Puis apparaît le couple secondaire de Planté, en 1860, qui est le premier accumulateur industriel, à lames de plomb. Les deux lames de plomb sont séparées par des bandes de drap; l'ensemble des deux lames est ensuite enroulé en hélice et disposé dans un vase rempli d'eau additionnée d'acide sulfurique.

Pour en revenir aux machines électriques, nous mentionnerons la machine de la Compagnie l'Alliance, qui date de 1860 et qui constitue un des premiers spécimens de générateurs électromagnétiques multipolaires. Elle fut appliquée à l'éclairage électrique des phares. Nous remarquons ensuite deux modèles de la machine Gramme, l'un dit type d'atelier, datant de 1873, et l'autre, de 1874. Dans le premier, les inducteurs sont horizontaux, tandis que ceux du second modèle sont constitués par un électroaimant en fer à cheval. Rappelons ici que le premier anneau Gramme a été créé en 1868; le courant était recueilli au moyen de deux balais métalliques diamétralement opposés et reposant sur les fils mêmes de l'enroulement; c'est en 1870 que Gramme construisit l'anneau avec le collecteur, sur le modèle de celui proposé déjà en 1860 par Paccinotti. Mais, tandis que ce dernier avait cherché à réaliser un moteur électrique et s'était borné à prévoir la possibilité de faire de sa machine une machine génératrice, Gramme poursuivit ses travaux dans ce sens : on sait quels en furent les résultats. En ce qui concerne le premier modèle de collecteur, notons, à titre documentaire, que celui de Paccinotti, comme celui de Gramme, est formé d'un tambour en bois sur lequel sont logés des fils ou des lames de cuivre, reliés aux bobines de l'enroulement induit.

Avec la machine de Gramme, nous arrivons à la

(1) *Annales de Chimie et Physique*, 3e série, t. XXII et XXXII.

(2) A. Lallemand; Sur la balance de torsion électrodynamique. *Journal de Physique* 1874, t. III, p. 347-350.

période moderne où se déploie, dans le domaine de l'électricité une activité telle qu'il nous est difficile de mentionner par ordre chronologique les appareils qui représentent cette époque, jusqu'à nos jours. Nous adopterons donc la classification par catégorie d'appareils, et pour en rester aux machines, nous citerons, comme appareil particulièrement intéressant, le générateur secondaire de Gaulard (fig. 342), le premier transformateur, créé en 1882. Immédiatement son

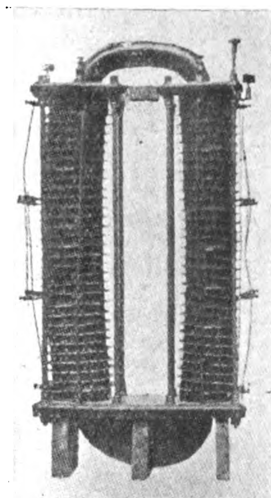


Fig. 342. — Générateur secondaire de Gaulard, premier transformateur (1882).

auteur prévoit la possibilité de l'appliquer à la distribution de l'électricité « pour servir à la production de la lumière et de la force motrice (1) ». Remarquons, en passant, que dans la proposition de ce nouveau système de distribution les enroulements primaires des transformateurs sont montés en série avec l'induit de l'alternateur. Le générateur secondaire de Gaulard fut présenté en 1884 à l'Exposition générale italienne de Turin et fit l'objet d'un mémoire de toute importance dû à G. Ferraris, mémoire intitulé : « Recherches théoriques et expérimentales sur le générateur secondaire Gaulard et Gibbs (2) », et approuvé par l'Académie des Sciences de Turin le 11 février 1885. Dans ce mémoire est développée toute la théorie du transformateur, théorie complète dans laquelle Ferraris envisage non une force électromotrice sinusoïdale, mais plus généralement périodique, c'est-à-dire qu'il tient déjà compte des harmoniques. Dans un deuxième mémoire, présenté à la même académie le 17 mars 1888, Ferraris étudie la différence de phase entre les courants primaire et

(1) Brevet 151 458 déposé par L. Gaulard et J.-D. Gibbs à Paris le 7 octobre 1882. *La Lumière électrique*, 10 février 1883, t. VIII, p. 190.

(2) G. Ferraris; Recherches théoriques et expérimentales sur le générateur secondaire Gaulard et Gibbs. *La Lumière électrique*, 30 mai, 6 et 20 juin 1885, t. XVI, p. 397-406, 460-465, 551-561, 602-616.

secondaire ([1]). Un peu plus tard a paru dans « la Lumière électrique » ([2]) un article de Ch. Jacquin très documenté, dans lequel l'auteur rappelle d'abord les considérations, alors connues, relatives au transformateur sans fer pour développer ensuite la théorie du transformateur avec fer; cette théorie est accompagnée de nombreux résultats d'essais soigneusement étudiés, comparés et discutés. Comme conclusion, Ch. Jacquin insiste sur les faibles variations de la tension avec la charge aux bornes du circuit secondaire. Rappelons encore que le générateur secondaire de Gaulard rentra dans l'équipement de la première usine génératrice établie en France, celle de Tours en 1885. Le courant alternatif et ses avantages, au point de vue de la facilité de la transmission de l'énergie, sont maintenant connus : il n'y a plus qu'à l'utiliser.

A ce propos, nous remarquons encore, pour clore la liste des machines, le moteur à courant alternatif, à répulsion et compensé de M. Marius Latour, modèle datant de 1901.

C'est la visite des stands voisins qui nous renseigne

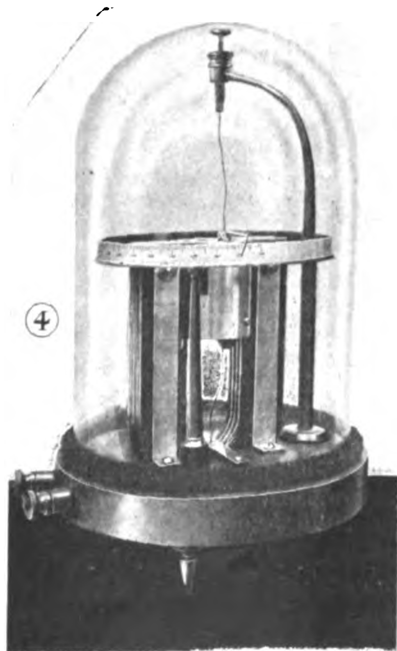


Fig. 343. — Galvanomètre d'Arsonval à grande déviation (1882), dont procède le galvanomètre Meylan et d'Arsonval.

sur la suite donnée aux travaux des précurseurs de la science et de la technique modernes.

L'électricité devenant à l'ordre du jour, dans la science et dans l'industrie, on voit apparaître, à partir de 1880 environ, un certain nombre d'appareils de mesures ; nous avons déjà fait allusion, dans un chapitre précédent, aux deux modèles de galvanomètre d'Arsonval, datant, l'un de 1881, l'autre de 1882 ([1]) : ce dernier est représenté sur la figure 343 ; nous y avons également parlé du premier oscillographe de Blondel, créé en 1893 et représenté sur la figure 344, ainsi que du compteur horaire électrique de Xavier Garnot.

Nous mentionnerons encore les bobines de Mascart, instrument construit en 1883 dans le but de

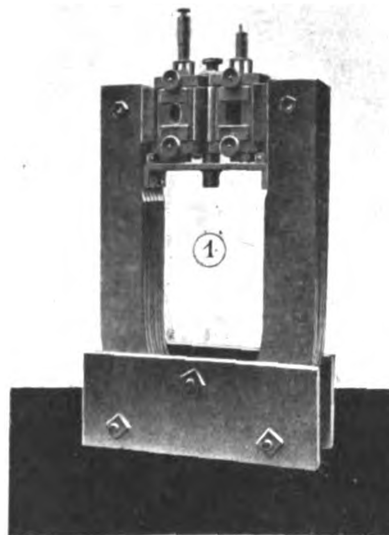


Fig. 344. — Premier oscillographe Blondel (1893).

déterminer en valeur absolue l'unité de résistance qui était alors l'ohm légal. La mesure se ramène à celle d'un courant induit sous l'action du champ magnétique terrestre dans un enroulement logé sur un cadre auquel on fait subir une rotation d'un demi-tour. Le courant, qui prend naissance dans le circuit fermé, agit sur une aiguille aimantée disposée au centre du cadre dans une petite cage vitrée. Il avait été prévu plusieurs cadres de dimensions différentes qui devaient être déterminées avec une très grande exactitude, puisqu'elles interviennent dans le calcul de la résistance. Comme ces cadres ne doivent subir aucune déformation, ils avaient été préparés trois ans avant d'être employés, afin que, précisément, aucune déformation ne puisse plus se produire lors de leur usage. Cet instrument est unique et fait partie de la collection du Collège de France.

A propos de l'ohm légal, mentionnons la présence de l'étalon de cette unité, datant de 1885, dans le stand du Laboratoire central d'Electricité.

Toujours dans la Section rétrospective, nous remar-

([1]) E. Meylan; Etudes récentes sur les transformateurs. *La Lumière électrique*, 17 mars 1888, t. xxviii, p. 518-523.

([2]) Ch. Jacquin; La caractéristique des transformateurs. *La Lumière électrique*, 2 novembre 1889, t. xxxiv, p. 202-111.

([1]) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Chapitre xvii. Instruments de mesures. *Revue générale de l'Electricité*, 31 mai 1924, t. xv, p. 991-1009.

quons l'analyseur Boucherot (1). Ce dispositif est un planimètre permettant d'effectuer graphiquement l'opération analytique connue par laquelle on détermine les coefficients de chacun des termes dans le développement d'une fonction donnée suivant la série de Fourier.

Parmi les appareils de mesures, nous remarquons encore trois appareils de M. A. Blondel, à savoir, un oscillographe bifilaire tripolaire, datant de 1900, un grand équipage bifilaire pour harmonigraphe, de 1906, et l'harmonigraphe à fer doux de 1913 ; puis un microampèremètre enregistreur de M. A. Turpain, créé dans le but d'enregistrer les courants bolométriques de dispositifs destinés à mesurer l'énergie des décharges orageuses. Cet appareil est un galvanomètre à cadre mobile (2) dans le champ d'un électro-aimant du modèle de celui de M. Weiss; il permet d'enregistrer des courants d'intensité très faible, de l'ordre de 20 μA.

Dans une catégorie d'appareils appartenant plus à la physique qu'à la technique, bien qu'il soit difficile d'établir exactement la limite entre ces deux branches de l'activité humaine, rentrent un électroscope isolé à la diélectrine, de 1896, qui a permis à Becquerel de mettre le premier en évidence la propriété qu'ont les rayons de l'uranium de rendre l'air conducteur de l'électricité; puis les instruments dont s'est servi Curie dans ses importantes recherches, à savoir un électromètre, datant de 1898, et un condensateur de mesures de la même époque.

Rappelons encore les divers modèles d'ampoules à rayons X dont il a déjà été question dans un chapitre précédent (3).

L'appareil à haute fréquence pour usages médicaux de d'Arsonval, de 1893, représenté sur la figure 345, est intéressant à un double point de vue, d'abord, parce qu'il constitue la première application des courants à haute fréquence à la médecine et, ensuite, parce qu'il montre que « la haute fréquence médicale, ainsi que l'a dit plus tard M. d'Arsonval lui-même (4), n'a rien emprunté à la télégraphie sans fil, et, tout au contraire, elle a prêté à cette dernière un certain nombre de ses dispositifs. » Cet appareil se présente sous la forme d'un Tesla modifié pour éviter que le malade soit en contact avec le courant de basse fréquence destiné à la charge du condensateur. L'éclateur est monté à l'extrémité d'un bras en bois formant moulinet.

Ce dispositif peut être rapproché de ceux qui, établis dans un tout autre but, intéressent particulièrement la radiotélégraphie et dont il sera question dans un prochain chapitre.

Il y avait encore un grand nombre d'appareils dans le stand de la section rétrospective, appareils touchant à l'électricité et aux autres branches de la physique ; dans le domaine de la photométrie, par exemple, figurait le lumenmètre de M. A. Blondel dont les travaux ont abouti aux résultats exposés dans le chapitre relatif à l'éclairage électrique. Le lumenmètre date de 1895, époque à partir de laquelle M. Blondel cherche à introduire la notion de flux lumineux ; à côté de lui, et du même savant, nous mentionnerons encore un photomètre portatif à lampe fixe, de 1907, et un luxmètre, de 1910. Mais nous ne pouvons poursuivre cette énumération. Pour avoir une idée exacte de ce qu'était cette partie de l'Exposition de Physique et de T. S. F., de la richesse des documents historiques qu'avait si judicieusement groupés M. Bethenod, président de la Section en question, le lecteur peut se reporter, et nous l'y engageons vivement, à l'article de M. A. Turpain, paru dans la « Revue générale de l'Electricité » (1), article dans lequel l'auteur n'omet aucun des objets présentés.

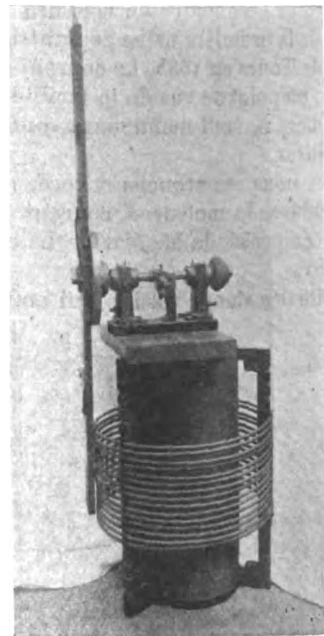


Fig. 345. — Appareil d'Arsonval pour les applications médicales de la haute fréquence.

L'impression qui se dégageait de cet aperçu de l'histoire de la physique, durant plus d'un siècle, était bien celle à laquelle nous avons maintes fois fait allusion au cours de ce compte rendu, à savoir que l'électricité joue un rôle essentiel dans le développement, non seulement de notre bien-être matériel, mais encore de nos connaissances, impression bienfaisante pour les lecteurs auxquels nous nous adressons et qui ne peut que les encourager dans leurs travaux.

(1) M. P. Boucherot ; L'analyse des courbes périodiques. *La Lumière Electrique*, 12 août 1893, t. XLIX, p. 251 à 255.

(2) M. A. Turpain ; Microampèremètre enregistreur. *Le Radium*, septembre 1911, t. VIII.

(3) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., XV. *Revue générale de l'Electricité*, 17 mai 1924, t. XV, p. 884 à 886.

(4) M. d'Arsonval ; Haute fréquence médicale et télégraphie sans fil. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, avril 1910, t. X, 2e série, p. 241-264.

(1) A. Turpain ; La section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F. *Revue générale de l'Electricité*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 7-9.

II. **Section de la Physique expérimentale.** — Le visiteur, renseigné sur ce qui avait été fait antérieurement aux travaux de l'industrie moderne dont il pourra constater les résultats dans les divers stands de l'Exposition de Physique et de T. S. F., passait ensuite dans la partie du Grand Palais réservée à la Section de la Physique expérimentale. Ici sont réunis les appareils de création récente destinés aux recherches, et à des démonstrations ; quelques-uns d'entre eux ont déjà été mentionnés dans les chapitres précédents, tels que divers objets intéressant directement l'électricité industrielle et présentés par MM. Ch. Féry, Holweck, le docteur Létang, L. Neu, les instruments de mesures, comme l'oscillographe de M. Blondel, le wattmètre de M. H. Chaumat, l'hystérésigraphe de M. Ch. Lapp, l'électromètre de M. F. Michaud, le dispositif de M. de Watteville, destiné à mesurer la vitesse de la combustion des poudres, etc.

Description de quelques expériences et dispositifs expérimentaux. — Bien qu'il soit difficile d'établir une classification des diverses expériences effectuées en présence du public, à l'Exposition de Physique et de T. S. F., nous chercherons néanmoins à rapprocher celles qui ont quelques traits communs, en distinguant dans la mesure du possible celles qui sont essentiellement des expériences de démonstration et celles qui avaient pour but de mettre en évidence soit des applications nouvelles de phénomènes connus, soit des phénomènes nouveaux.

Dans la première catégorie rentrent l'expérience de l'arc chantant, présentée par M. P. Janet, celle de la rotation des corps conducteurs sous l'influence de champs magnétiques tournants, organisée par MM. Bethenod et Soulier, l'aimant flottant dans l'air et les figures de répulsion produites par des aimants suspendus présentés par M. Dannatt, pour M. F. Harrison Glew.

Sous le nom d'illustration des réactions naturelles, répulsions électrodynamiques, M. A. Pérot, professeur à l'Ecole polytechnique, réalise les expériences suivantes, analogues à celle d'Elihu Thomson :

1° une bobine parcourue par un courant alternatif d'intensité élevée, à une fréquence de 42 p : s, se soulève et plane à quelques centimètres au-dessus d'une plaque épaisse en cuivre rouge ;

2° une bobine placée dans l'intervalle de deux plaques de cuivre rouge formant un angle dièdre est projetée hors de celui-ci quand elle est parcourue par un courant alternatif ;

3° une sphère de cuivre se maintient au-dessus d'une bobine parcourue par un courant alternatif à une fréquence de 1 000 p : s, et se met en rotation rapide, lorsqu'on crée une dyssymétrie dans le champ (champ tournant) par la présence d'une plaque de cuivre placée latéralement.

Ce sont les courants de Foucault qui interviennent dans ces expériences; leur sens et leur intensité tendent à créer un champ magnétique complémentaire du champ alternatif auquel ils sont dus. « En outre, ajoute M. Perot dans la note explicative qu'il a bien voulu nous communiquer et dont nous le remercions ici, d'après le principe de M. Le Chatelier, la nature réagit par la variation d'un second paramètre, dans le même sens ; dans les expériences présentes, ce paramètre est la position de la masse de métal relativement à la bobine ; la valeur moyenne du champ étant nulle, le paramètre « position » varie de façon que la masse de métal tende à se trouver dans un champ nul, autrement dit, la distance entre la bobine et la masse de métal augmente. »

Il y avait d'autres expériences de démonstrations intéressant particulièrement la radiotélégraphie et la radiotéléphonie ; mais avant d'en aborder la description, nous mentionnerons celles présentées par M. A. Soulier et qui rentrent dans l'une et l'autre des deux catégories définies plus haut. Elles étaient au nombre de trois et dans chacune d'elles étaient mis en jeu des condensateurs. Ces expériences illustrent le rôle que peuvent être appelés à jouer ces appareils en électrotechnique : l'une d'elles était destinée à mettre en évidence le phénomène de la résonance ou, plus exactement, de surtension due à la capacité ; la deuxième montrait l'effet de la décharge d'une batterie de condensateurs de 2 800 μF et, dans la troisième, M. Soulier fait voir la nouvelle application des condensateurs à la réversibilité des moteurs asynchrones. Les condensateurs employés dans ces expériences sont du système Soulier, du type électrolytique ; nous y avons déjà fait allusion dans un chapitre précédent [1], nous promettant alors d'y revenir ici précisément, en tenant compte de la façon originale et suggestive dont ils ont été présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Au lieu d'employer pour la constitution de l'électrolyte des corps de la chimie minérale, tels que le phosphate de sodium, le bicarbonate de calcium, etc, M. Soulier s'est tourné vers les corps de la chimie organique et a adopté un liquide à base de trinitrophénol ($C^6H^2(NO^2)^3, OH$) ; dans ce dernier plongent des lames d'aluminium convenablement préparées. La tension qu'ils peuvent supporter en courant continu est de 440 v, ce qui correspond à une valeur efficace de la tension en courant alternatif de 310 v ; il en résulte, comme nous l'avons indiqué dans le chapitre précité, que ces appareils sont propres à relever le facteur de puissance des installations dans lesquelles la tension est, le plus souvent, pour ne pas dire toujours, inférieure à cette dernière valeur. Leur rendement varie de 92 à 94 pour 100, même après plusieurs mois de marche continue. Dans l'expérience qui met en évidence le phénomène de la résonance sur les réseaux comportant des câbles souterrains et les surtensions qui en résultent, la disposition adoptée était la suivante : un condensateur de

[1] L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Chapitre IX. Moteurs électriques. *Revue générale de l'Electricité*, 5 avril 1924, t. xv, p. 586-591.

capacité égale à 80 μF, dans le cas particulier envisagé, était monté en série avec une bobine de self-induction, l'ensemble du circuit étant alimenté par du courant alternatif (110 v, 42 p : s). Un voltmètre mesurait la tension U constante, aux bornes du circuit; un deuxième voltmètre, la tension U_1 aux bornes de la bobine, et un troisième voltmètre, la tension U_2, aux bornes du condensateur. On lisait dans l'expérience en question, $U_1 = 110$ v, $U = 120$ v, $U_2 = 205$ v. Le facteur de surtension (¹) était donc égal à 2 environ $\left(\frac{205}{110}\right)$.

La batterie destinée à montrer, dans la seconde expérience, les effets de la décharge des condensateurs avait une capacité de 2 800 μF environ ; elle était formée de 24 éléments de 120 μF chacun, couplés en parallèle. Ils étaient maintenus chargés par du courant continu, à une tension qui aurait pu atteindre la valeur de 250 v, mais qui par mesure de prudence était abaissée à 110 v, les éclateurs étant laissés à la disposition des visiteurs. La batterie était mise en court-circuit à l'aide d'électrodes de zinc et il se produisait une étincelle crépitante qui pulvérisait le métal des électrodes avec production de radiations ultraviolettes. Pour éviter le court-circuit franc, on avait eu soin d'intercaler en série sur le circuit de décharge des résistances de 20 ohms. M. Soulier nous signale que la batterie qui a servi à cet usage à l'Exposition de Physique et de T. S. F. a subi plus de 10 000 décharges sans qu'aucun accident ne soit survenu à aucun de ses éléments.

La troisième expérience était celle de la reversibilité des moteurs asynchrones. Il s'agit là d'une application toute récente du principe dont la théorie a été développée par M. P. Boucherot (²), par M. A. Blondel (³) et par M. Bethenod (⁴). On sait que le moteur asynchrone peut fonctionner en génératrice asynchrone, s'il tourne à une vitesse supérieure à celle corresponpant au synchronisme à la condition *qu'il soit alimenté en courants magnétisants par le réseau*. Mais si l'on substitue au réseau une batterie de condensateurs convenablement déterminée, la machine devient une machine à auto-excitation. C'est là ce qu'a réalisé M. Soulier. Pour la première fois en France, on constatait donc à l'Exposition de Physique et de T. S. F. la réversibilité de la machine asynchrone fonctionnant à auto-excitation. Pour être juste, il importe de mentionner des résultats d'essais analogues, publiés en 1921 par M. U. Sordina, et reproduits dans « L'Industrie électrique » (⁵). Dans l'expérience en question, le moteur employé était à courants triphasés à cage d'écureuil du type normal Legendre, de 1 kw ; il était commandé par courroie, par un moteur monophasé à répulsion. Trois condensateurs, du système que nous venons de définir, d'une capacité unitaire de 80 μF, étaient reliés aux bornes du stator et couplés en étoile ; aussitôt que la vitesse de la machine atteignait la valeur de 1 260 t : mn, (vitesse de synchronisme pour 42 p : s), on constatait l'amorçage de la machine. Les courbes caractéristiques de cette machine représentant, par exemple, la variation de la tension en fonction de la charge à vitesse constante, ont la même allure que celle des génératrices à courant continu à excitation shunt, propriété particulièrement intéressante en vue de ses applications dont parle M. Soulier (¹) dans un récent article paru dans « L'Industrie électrique ». Nous reproduisons sur la figure 346 le schéma des connexions à adopter pour étudier le fonctionnement de cette machine à auto-excitation. Il importe d'insister

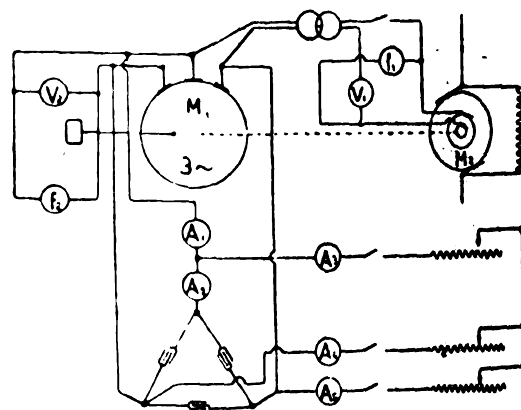


Fig. 346. — Schéma des connexions pour l'étude de l'auto-excitation d'un moteur à cage d'écureuil (A. Soulier).

M_1, machine à cage d'écureuil; M_2, moteur qui la commande; V_1 et V_2, voltmètres; F_1 et F_2, fréquencemètres à vibration; A_1, A_2, A_3 et A_4, ampèremètres.

sur le fait que c'est grâce aux propriétés intéressantes de ses condensateurs que M. Soulier a pu réaliser ce dispositif.

Restant dans le domaine des expériences qui mettent en évidence des applications industrielles de l'électricité, nous mentionnerons celles relatives à la précipitation électrique des poussières présentées par la Société de Purification industrielle des Gaz (fig. 347). La première expérience consistait à produire d'une façon continue une fumée ou un brouillard dans un tube vertical en verre, de 0,16 m de diamètre et 1 m de hauteur. Dans l'axe de ce tube est tendu un fil dont l'extrémité inférieure peut être reliée à une source d'électricité à haute tension. Tant que l'interrupteur entre la source et le fil est fermé, on constate que la fumée s'échappe à la partie supérieure du tube ; mais aussitôt

(¹) P. Janet. *Leçons d'Electrotechnique générale*, t. II, p. 63-64.

(²) *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 2 février 1898, t. XV, p. 79-96.

(³) *Radioélectricité*, novembre 1921, t. II p. 197-203.

(⁴) *La Lumière électrique* (2ᵉ série), 25 décembre 1909, t. VIII, p. 395 ; *Revue générale de l'Electricité*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 307 et 308.

(⁵) *L'Industrie électrique*, 25 avril 1922, t. XXXI.

(¹) A. Soulier; Réversibilité du moteur asynchrone à cage d'écureuil. *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1924, 33ᵉ année, p. 25-28.

la connexion établie, le brouillard cesse de déborder. et l'atmosphère du tube, qu'éclaire une lampe placée sous la table de l'expérience, s'éclaircit. Cette précipitation des fines particules qui rentrent dans la constitution de la fumée est due au champ électrique qui a pour effet d'abord de provoquer l'ionisation de ces particules et ensuite de repousser les particules électrisées dans le sens radial jusqu'à ce qu'elles rencontrent les parois intérieures du tube.

Le même phénomène est appliqué dans une deuxième expérience à des poussières déterminées, entraînées par un courant d'air, dans un tube conçu identiquement comme celui dont nous venons de parler.

Les photographies placées à côté de ces dispositifs expérimentaux permettaient de se rendre compte des applications de ce principe à la précipitation des fumées qui s'échappent des cheminées d'usines, par exemple. Les appareils industriels, que construit cette société et que M. J. Saget a décrits dans des communications présentées à la Société française des Electriciens (¹) et au Congrès scientifique international de Liége (juin 1922) sont en général constitués par une série de cylindres métalliques disposés verticalement et dont la hauteur peut



Fig. 347. — Vue des dispositifs expérimentaux présentés par la Société de Purification industrielle des Gaz.

4 ou 5 m et le diamètre, 20 à 40 cm ; ils sont reliés au sol et constituent une des électrodes du système, la deuxième étant formée d'un système de fils axiaux fixés sur un cadre rigide. Le potentiel du fil doit être très élevé et atteint 50000 v, et même plus dans certaines installations ; comme les électrodes doivent conserver leur polarité pour que le phénomène d'ionisation des particules puisse se produire, il faut un redresseur de courant entre la source à courant alternatif à haute tension et l'appareil.

A propos de l'action du champ électrique sur les particules électrisées, nous mentionnerons une application intéressante à la purification des liquides, réalisée par atteindre la Maison Hignette (²). Bien que les appareils présentés par cette maison ne figurent pas dans le stand même réservé à la Section de la Physique expérimentale, mais dans son propre stand, nous croyons devoir en parler ici, comme d'une deuxième application du principe mis en évidence dans les expériences que nous venons de décrire. Le dispositif en question a été créé

(¹) J. Saget ; La précipitation électrique des poussières. *Bulletin de la Société française des Electriciens*, février 1922, t. II (4ᵉ série).

(²) L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. chapitre V. Matériel destiné à l'équipement des usines génératrices d'électricité. *Revue générale de l'Electricité*, 8 mars 1924, XV, p. 428.

pour séparer les matières colloïdales des fluides qui les contiennent en suspension. Il est difficile, sinon impossible, de créer une force centrifuge suffisante pour effectuer cette séparation et c'est par une judicieuse combinaison de l'effet de cette force et de l'action d'un champ électrique que la Maison Hignette a obtenu le résultat voulu. Nous avons décrit, dans le chapitre précité, le principe de ses appareils basés sur l'action de la force centrifuge; ceux dans lesquels est ajoutée l'action du champ électrique n'en diffèrent guère que par la présence du conducteur qui crée ce champ. Comme dans les applications précédentes, la tension est très élevée, de 40 000 v environ, et le courant destiné à l'alimentation du dispositif est du courant redressé.

Pour en revenir aux expériences proprement dites, nous mentionnerons, parmi celles qui touchent à la radiotélégraphie, le procédé de détermination des positions relatives d'un cadre émetteur et d'un cadre récepteur, par celle du sens des lignes de force d'un champ magnétique complexe, expérience présentée par MM. A. Pérot et B. Lyot. Un cadre émetteur est soumis à la force électromotrice complexe de deux alternateurs, l'un de 500 p : s et l'autre de 1 000 p : s. Les excitations et les phases sont réglées de manière que la force électromotrice induite dans un cadre récepteur, placé dans une position déterminée, soit représentée par la courbe 1 de la figure 348.

Si l'on fait agir cette force électromotrice sur un circuit comprenant un détecteur, dont la résistance soit élevée et le coefficient de self-induction, faible, on peut, par une construction simple, déduire de la courbe caractéristique du détecteur supposée connue (courbe 2 de la figure 348) l'intensité du courant correspondant à une valeur déterminée de la force électromotrice. Cette construction est représentée sur la courbe 3 de la même figure. Si l'on fait subir au cadre une rotation d'un demi-tour, la force électromotrice à ses bornes s'inverse et les courbes qui représentent les variations de cette force électromotrice et de l'intensité du courant dans le détecteur sont les courbes 4 et 5 de la figure 348. Dans le premier cas (courbe 3), l'intensité du courant a une valeur moyenne positive beaucoup plus grande que dans le second cas (courbe 5).

Telle est la propriété qui est mise à profit dans le dispositif à montage différentiel représenté schématiquement sur la figure 349. Les courants induits dans le cadre C parcourent le primaire du transformateur T, dont les bornes secondaires sont reliées respectivement aux grilles des lampes L_1 et L_2 qui sont donc en opposition. Grâce aux condensateurs shuntés C_1 et C_2, ces lampes fonctionnent en détectrices. Au moyen du pont constitué par les résistances R_1 et R_2, on fait agir leurs courants de plaque en sens inverse sur le microampèremètre M dont l'aiguille dévie dans un sens ou dans l'autre, suivant que le courant moyen sera le plus grand dans la lampe L_1 ou dans la lampe L_2 et, par suite, suivant la position du cadre relativement au champ magnétique. Ce dispositif permet, en particulier, d'orienter le cadre récepteur suivant le champ dû au cadre émetteur en le faisant tourner de manière à annuler la déviation. On connaîtra la position relative des deux cadres par l'observation du sens de la déviation du microampéremètre, pour une rotation du cadre récepteur de sens déterminé.

Toujours dans le domaine de la radiotélégraphie, nous remarquons les intéressantes démonstrations de

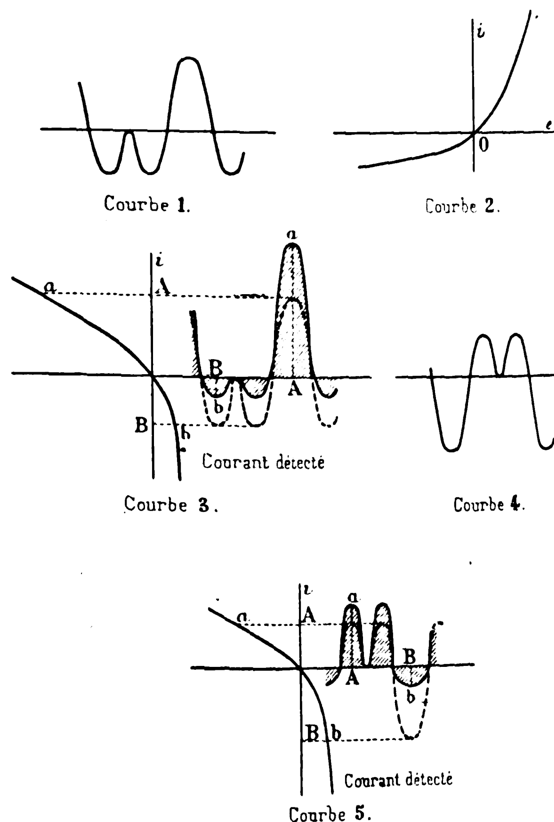


Fig. 348. — Courbe 1 : variation de la force électromotrice complexe, dans le dispositif présenté par M. A. Pérot pour la détermination des positions relatives de deux cadres, récepteur et émetteur. — Courbe 2 : caractéristique du détecteur. — Courbe 3 : construction permettant de déduire des courbes 1 et 2 celle représentant la variation de l'intensité du courant détecté. — Courbes 4 et 5 : nouvelles courbes, identiques aux courbes 2 et 3, lorsqu'on a fait subir au cadre une rotation d'un demi-tour.

M. R. Mesny, professeur d'hydrographie de la Marine, démonstrations dans lesquelles sont mises en jeu des ondes courtes. Le montage de l'émetteur pour ces ondes adopté par M. Mesny est représenté sur la figure 350; deux bobines de self-induction A et B, enroulées en sens inverses réunissent, d'une part, les grilles et, d'autre part, les plaques de deux triodes; le condensateur, monté en parallèle avec chacune des deux bobines et figuré sur le schéma, est supprimé pour obtenir les ondes les plus courtes de l'ordre d'un mètre; dans ce

cas, les deux bobines sont réduites chacune à une seule spire. Les milieux des enroulements sont reliés à l'un des pôles du filament au moyen des fils g et p. En série avec les grilles, est intercalée une résistance de quelques milliers d'ohms destinée à diminuer l'intensité du courant continu dans le circuit filament-grille, tandis qu'une source à haute tension est montée en série dans

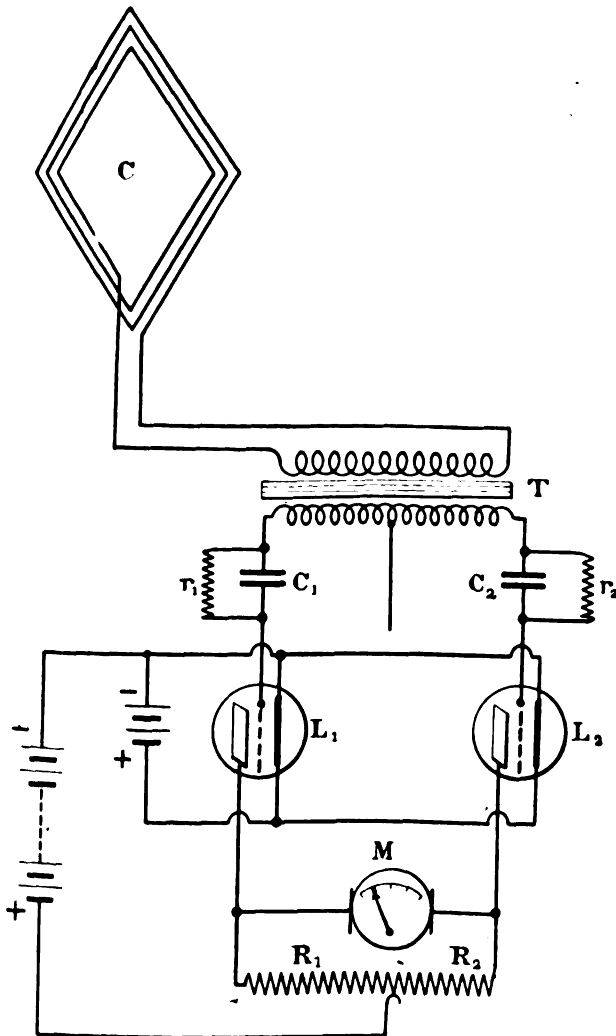


Fig. 349. — Schéma du montage du dispositif expérimental présenté par M. A. Pérot pour la détermination des positions relatives de deux cadres, récepteur et émetteur.

C_1, cadre récepteur ; L_1 et L_2, lampes fonctionnant en détectrices ; M_1, microampèremètre ; R_1 et R_2, résistances.

le circuit des plaques. M. Mesny fait ressortir les avantages de ce montage et indique les résultats obtenus dans un article paru dans « l'Onde électrique » (1), article auquel nous empruntons la description qui précède.

Les expériences présentées à l'Exposition de Physique et de T.S.F. avaient pour but de mettre en évidence les phénomènes de propagation des ondes dans l'espace et le long des fils ; c'est ainsi qu'au moyen d'une antenne de réception, mobile autour d'un axe horizontal et munie d'une lampe, on se rendait compte de la polarisation du champ, phénomène qui était aussi mis en évidence en intercalant une grille entre les antennes émettrice et réceptrice et en faisant varier l'orientation des fils de la grille.

Pour montrer les phénomènes d'interférences, M. Mesny se servait d'une toile métallique, carrée, de 1,50 m de côté, montée sur un cadre et tenant lieu de miroir, dont on faisait varier la distance à l'antenne émettrice. L'éclat de la lampe de l'antenne réceptrice variait à son tour avec cette distance.

Un simple cadre, muni d'une lampe à incandescence, permettait de se rendre compte de la façon dont se propagent les ondes le long des fils.

Ces expériences si suggestives ont attiré l'attention

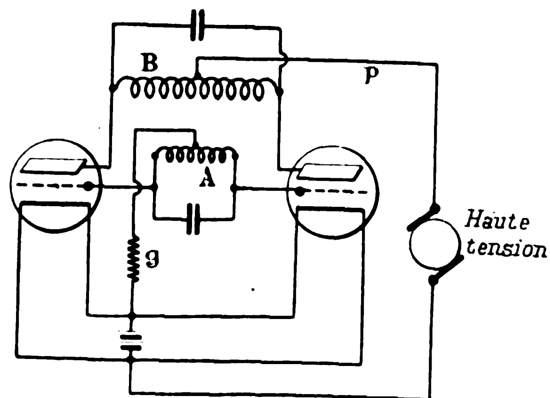


Fig. 350. — Schéma du montage de l'émetteur d'ondes de longueurs très courtes dans le dispositif présenté par M. Mesny, pour montrer les radiations électromagnétiques.

de tous les visiteurs, heureux de voir des phénomènes dont on parle beaucoup, mais dont la manifestation directement sensible n'est pas toujours facilement réalisable. Ce sont les ondes courtes qui se prêtent le mieux à ces démonstrations, puisqu'elles conduisent à des dimensions admissibles dans les divers dispositifs employés ; lorsque nous parlons d'ondes courtes, nous entendons des ondes dont la longueur est de quelques mètres ; celle obtenue dans les expériences de M. Mesny était de 2,50 m environ.

Il y a donc là une application intéressante à un dispositif expérimental remarquablement simple qui fera partie certainement avant longtemps du matériel des laboratoires d'enseignement.

Nous arrivons maintenant à une expérience qui montre le parti que les physiciens et techniciens savent tirer des propriétés les plus diverses de la matière ; il s'agit ici des propriétés piézo-électriques du quartz. Rappelons que tout effort de compression ou de traction exercé sur un parallélépipède rectangle de quartz

(1) M. Mesny ; Les ondes très courtes. *L'Onde Electrique*, janvier et février 1924, 3e année, p. 25-37 et 99-110.

suivant une direction déterminée, celle de l'axe dit l'axe électrique, fait apparaître sur les faces normales à cette direction des charges électriques égales et de signes contraires, que ces charges sont proportionnelles à l'effort exercé et que tout changement de sens de l'effort (compression ou traction) entraîne une inversion de polarité des faces. Or M. Langevin a constaté la réversibilité de ce phénomène : si l'on constitue un condensateur en prenant pour diélectrique une lame de quartz dont l'axe électrique est perpendiculaire aux armatures et si l'on fait varier la charge de ce condensateur, l'épaisseur du diélectrique varie aussi. En appliquant donc aux bornes du condensateur une différence de potentiel variant à une fréquence déterminée, et les armatures du condensateur étant des plaques vibrantes d'épaisseur convenablement calculée, le système peut devenir un appareil générateur et récepteur d'ondes sonores ou ultra-sonores suivant la fréquence des vibrations. Il importe de remarquer que le système plaque métallique et lame de quartz constitue un ensemble dans lequel le phénomène piézo-électrique est beaucoup plus sensible que dans une lame de quartz seule; il en résulte qu'avec une tension de l'ordre de quelques milliers de volts appliqués aux bornes du condensateur le résultat est le même que celui obtenu avec une tension de 150000 v entre les faces de la lame de quartz. Cette constatation, relevée par M. Langevin, est de toute importance dans les applications de la piézo-électricité et de sa réversibilité. C'est précisément une application de ces propriétés à la mesure en valeur absolue des énergies sonores que présentaient MM. Langevin, Chilowsky et Tournier.

Nous croyons devoir insister sur une autre application de ces ondes ultra-sonores, celle au repérage des obstacles sous-marins. Lorsque, durant la dernière guerre, cette question acquit l'importance que l'on sait, M. Chilowsky proposa à M. Painlevé, alors ministre des Inventions, d'employer à cet effet les échos d'ultrasons, émis par une plaque téléphonique et recueillis au moyen d'un microphone.

Comme la fréquence des ondes ultra-sonores est beaucoup plus grande que celle des sons ordinaires, la diffraction, qui diminue avec la longueur d'onde, est beaucoup plus réduite ; il en résulte que les faisceaux de rayons sont très peu ouverts et sensiblement en ligne droite ; de plus, si la transmission des ondes ultra-sonores n'est pas possible à de grandes distances dans l'air, à cause de la faible vitesse du son (332 m : s), elle devient réalisable dans l'eau, où la vitesse atteint la valeur de 1435 m : s. Telles sont les raisons pour lesquelles M. Chilowsky chercha une solution dans l'application de ces ondes. M. Langevin, chargé d'étudier la solution adoptée par M. Chilowsky, créa un appareil générateur et récepteur d'ondes ultra-sonores basé sur les propriétés piézo-électriques dont nous venons de parler. Ce dispositif est exploité par la Société de Condensation et d'Applications mécaniques, dont la vue du stand est représentée sur la figure 321. Nous lui devons les renseignements sur l'appareil en question, renseignements que nous empruntons à une note rédigée par M. Maurice Leblanc et qu'elle a bien voulu nous communiquer.

Dans les applications au repérage des obstacles sous-marins, le poste est constitué par un circuit oscillant analogue à un circuit de radiocommunication, dans lequel l'antenne est remplacée par l'appareil piézo-électrique, de telle sorte que ce dispositif transforme en ondes ultra-sonores les ondes électriques et inversement. Les armatures du condensateur sont des plaques d'acier; le courant de charge parcourt l'enroulement primaire d'un transformateur, dont le courant secondaire est amplifié et enregistré par un oscillographe. Aussitôt qu'un écho se produit, l'allure de la courbe enregistrée change immédiatement, de telle sorte que l'on peut, d'après la courbe, non seulement se rendre compte de l'existence d'un obstacle, mais encore déterminer sa distance, puisque l'on connaît le temps qu'a mis l'onde émise à parcourir cette distance. Ajoutons que M. Langevin a traité cette question des ondes ultra-sonores et de la piézo-électricité dans une récente séance de la Société française des Electriciens [1].

Dans le stand de la Marine nationale était d'ailleurs exposé l'enregistreur continu de sondage en mer par le son, système Marti, dont nous venons d'énoncer le principe et qui est adopté actuellement pour les relevés hydrographiques aux profondeurs supérieures à 20 m. L'oscillographe adopté est l'oscillographe électromagnétique établi par M. Abraham. Les courbes enregistrées par la plume stylet sur du papier enfumé sont des courbes parallèles présentant chacune deux crochets, l'un d'eux correspondant à l'émission du son et l'autre, à la réception de l'écho. Si l'on rapproche l'ensemble des crochets de départ de celui des crochets d'écho, on constate que les premiers sont en ligne droite sur l'oscillogramme, tandis que les seconds forment une courbe donnant une idée des différences de niveau des divers points du fond vers lesquels ont été dirigées les ondes sonores. Ajoutons que c'est la plume stylet elle-même qui, par un contact électrique provoque l'émission du son.

Appareils de recherche et résultats d'expériences. — A côté des expériences dont nous venons de parler et qui rendaient l'Exposition de Physique et de T. S. F. si vivante, la Section de la Physique expérimentale avait groupé un certain nombre d'appareils de laboratoire destinés aux diverses recherches à l'ordre du jour actuellement. Parmi ceux qui intéressent particulièrement l'électricité, nous mentionnerons les dispositifs de MM. H. Deslandres et A. Pérot destinés à créer des champs magnétiques très intenses.

Les résultats obtenus jusqu'ici avec le gros électro-aimant de M. Weiss conduisent à un champ maximum d'intensité égale à 49990 gauss dans un entrefer de

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 8 mars 1924, t. XV, p. 401 et 402.

2 mm d'épaisseur et de 14 mm² de section, avec des pièces polaires en ferro-cobalt. La puissance absorbée est de 22 kw, l'intensité du courant de 200 A, et le nombre d'ampères-tour de 200 000. Dans ce dispositif les conducteurs sont des tubes de cuivre, isolés par de la paraffine et refroidis par une circulation d'eau.

MM. H. Deslandres et A. Pérot se sont proposé de produire le champ magnétique en écartant l'emploi du fer ou en ne s'en servant que comme appoint secondaire. La description des dispositifs adoptés et les résultats d'essais ont fait l'objet de trois communications à l'Académie des Sciences (¹). Le problème se ramène à réduire le plus possible le volume de la bobine tout en assurant un refroidissement suffisant ; c'est précisément parce que ces conditions sont contradictoires que la solution n'est pas facile à trouver. Dans les deux premiers dispositifs représentés sur les figures 352 et 353, les conducteurs sont des rubans métalliques, juxtaposés



Fig. 351. — Vue du stand de la Société de Condensation et d'Applications mécaniques.

et séparés par de petites lamelles de fibre ; les bobines ainsi constituées sont refroidies par du pétrole à — 20°C. La bobine étant placée dans le plan de l'entrefer d'un électroaimant de M. Weiss, comme le montre la figure 352, l'intensité du champ magnétique s'élève à 51 500 gauss, pour un courant d'intensité égal à 1 100 A. Cette intensité est la somme des intensités du champ de l'électroaimant et de la bobine auxiliaire ; le nombre d'ampères-tours de la bobine de l'électroaimant est de 30 000. Dans le deuxième dispositif (fig. 353), l'électroaimant a été construit spécialement ; il est constitué par un cylindre de fer doux, séparé en deux parties par un plan parallèle à ses bases, et percé suivant son axe d'un trou de 20 mm de diamètre. A l'intérieur est ménagée une cavité cylindrique destinée à recevoir la bobine. L'intensité du

(¹) H. Deslandres et A. Pérot ; Contribution à la réalisation de champs magnétiques élevés. Concentration des ampères-tours dans un très petit volume. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 26 janvier 1914, t. CLVIII, p. 226-324.

Projet d'un électroaimant susceptible de donner un champ magnétique de 100 000 gauss. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 9 mars 1914, t. CLVIII, p. 608-664.

Deuxième série d'essais pour l'accroissement des champs magnétiques actuels. Emploi de l'eau avec le nouveau mode de refroidissement. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 24 août 1914, t. CLIX, p. 438-447.

champ magnétique obtenu avec un courant d'intensité égal à 1900 A, sous 42 V, a atteint la valeur de 50500 gauss.

Dans une autre série d'expériences, MM. H. Deslandres et A. Pérot ont adopté le refroidissement par l'eau, et renoncent d'abord absolument à l'emploi du fer. La bobine cylindrique, dont une coupe est représentée sur la figure 354, a une longueur de 40 mm; elle comporte 62 spires formées par un ruban d'argent large de 40 mm et épais de 0,5 mm pour les 40 premières spires et 0,75 pour les 22 autres. Ces épaisseurs sont déterminées par la condition que deux spires consécutives aient entre elles, pour un courant de 4 000 A, une différence de potentiel inférieure à 1,4 V, pour laquelle l'électrolyse de l'eau interposée est impossible. De plus la bobine a un creux central de 28 mm de diamètre. Avec un courant d'intensité égale à 6 000 A, la vitesse de l'eau étant d'environ 60 cm : s, le champ obtenu a une intensité de 48 600 gauss. Le volume soumis à ce champ est de 24 000 mm³, soit 1 800 fois plus grand que dans les électroaimants ; il faut ajouter que la puissance absorbée augmente aussi en conséquence, et s'élève à 570 kw. Ajoutons que l'électrolyse de l'eau qui se produit certainement avec cette intensité du courant n'apporte aucune gène.

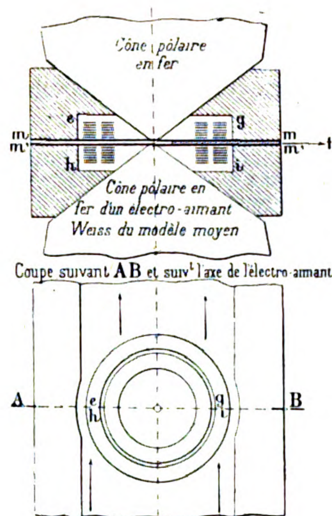


Fig. 352. — Vue schématique du premier dispositif de MM. H. Deslandres et A. Pérot, pour l'accroissement des champs magnétiques (augmentation du champ magnétique de l'électroaimant de M. Weeis au moyen d'une bobine supplémentaire placée dans le plan de l'entrefer.

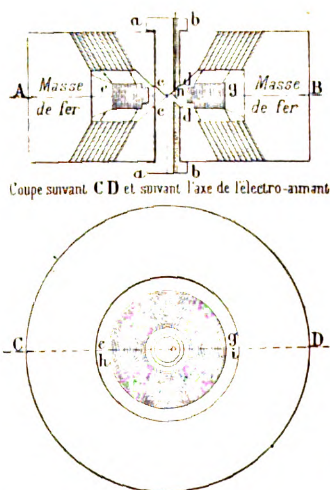


Fig. 353. — Vue schématique du deuxième dispositif avec fer, de MM. H. Deslandres et A. Pérot, pour l'accroissement des champs magnétiques.

En intercalant dans ce champ deux petits noyaux de fer, l'intensité du champ atteint la valeur de 63 700 gauss, pour un courant d'intensité égale à 5 000 A.

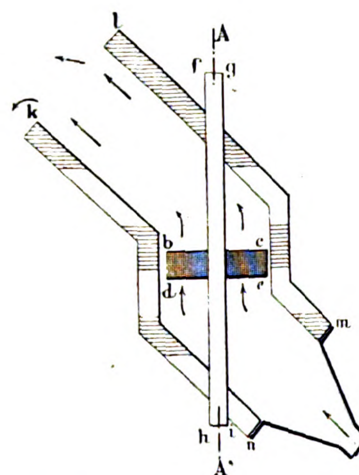


Fig. 354. — Coupe suivant l'axe de la bobine sans fer, destinée à créer des champs magnétiques intenses (MM. H. Deslandres et A. Pérot).

bcde, bobine de 62 spires en argent vierge ; les spires sont trop rapprochées pour être représentées individuellement ; fghi, cylindre creux métallique, de 30 mm de diamètre extérieur, autour duquel est enroulé le ruban d'argent ; klmn, boîte en bois épais, qui renferme la bobine et la canalisation d'eau. Les flèches indiquent les directions successives des filets d'eau qui traversent la bobine.

Le quatrième dispositif représenté sur la figure 355 est d'encombrement plus faible que le précédent; la bobine, trapézoïdale avec un creux de 20 mm a la forme qui conduit au rendement maximum. L'intensité du champ magnétique pour un courant de 5 000 A, s'élève à 49 900 gauss dans un volume de 9 500 mm³, la puissance absorbée étant de 340 kw.

Ces résultats permettent aux auteurs, MM. Deslandres et Perot, de conclure que ces mêmes dispositifs, perfectionnés et agrandis, pourront donner des champs de 100 000, 150 000 et même 300 000 gauss. En améliorant les conditions de refroidissement, et en s'appuyant sur les essais fait avec les rubans isolés, on peut espérer pouvoir même dépasser ce chiffre. Un fait est certain

et démontré, c'est la réalisation possible d'un champ de 50 000 gauss et plus dans un volume relativement élevé. Ajoutons que, pour déterminer les intensités du champ

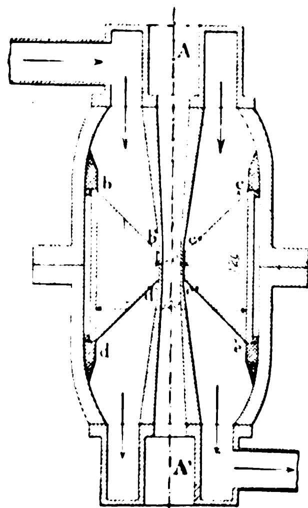


Fig. 355. — Coupe suivant l'axe d'une bobine de fer (quatrième dispositif), destinée à créer des champs magnétiques intenses (MM. H. Deslandres et A. Pérot).

bcb'c'ded'e', bobine trapézoïdale de 80 spires en argent vierge; les spires sont trop rapprochées pour être visibles individuellement; fghi, creux de la bobine. Les flèches indiquent les directions successives des filets d'eau qui traversent la bobine.

magnétique, les auteurs ont photographié une étincelle au zinc, produite dans le champ à étudier.

Comme autre dispositif expérimental, nous mentionnons celui présenté par M. A. Turpain et qui est destinée à étudier le champ hertzien dans le vide. Dans des cloches de deux à quatre litres, sont disposés des résonateurs de Hertz, à coupure fixe, et à coupure mobile; les cloches sont à atmosphère très raréfiée. On pouvait voir exposés les dispositifs permettant l'étude du champ

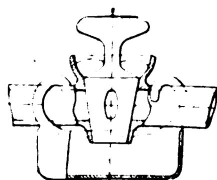


Fig. 356. — Vue schématique d'un robinet pour tube horizontal (M. A. Turpain).

des ondes : d'abord, le champ ordinaire concentré par deux fils issus de deux plaques, respectivement parallèles aux deux plateaux de l'excitateur, puis la production d'un champ interférent et, enfin, la transformation du champ ordinaire en champ interférent et inversément, par l'introduction ou la suppression d'un pont. Bien que ces créations de M. Turpain datent de la fin du siècle dernier et des premières années de ce siècle, elles n'en conservent pas moins un caractère d'actualité qui justifie leur présence dans la section qui nous occupe. A côté des dispositifs expérimentaux proprement dits étaient présentés deux appareils, également dus à

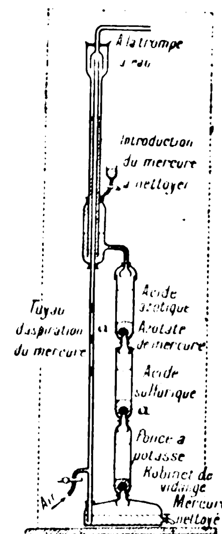


Fig. 357. — Vue schématique de l'appareil à nettoiement automatique et continu du mercure (M. A. Turpain).

M. Turpain, et destinés à assurer un vide aussi parfait que possible dans les cloches qui servaient à ces expériences. Nous voulons parler des robinets de verre à plusieurs voies dont l'un d'eux, pour les tubes horizontaux, est représenté sur la figure 356, et de l'appareil à nettoiement automatique et continu du mercure, que montre la figure 357.

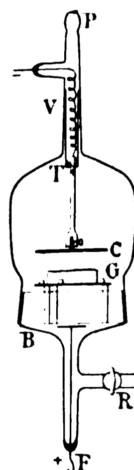


Fig. 358. — Vue schématique du dispositif de MM. Ch. Fabry et H. Buisson pour la métallisation par projections cathodiques.

Dans un autre domaine, mais touchant encore à l'électricité, nous remarquons le dispositif de MM. Ch. Fabry et H. Buisson et celui de MM. P. Lambert et A. Andant destinés à la métallisation par projection

cathodique. MM. Fabry et Buisson ont été amenés à créer le dispositif en question pour réaliser des étalons interférentiels; ce dispositif, représenté sur la figure 358, est décrit dans le Journal de Physique (¹). En G est la plaque que l'on veut argenter, et en C, la cathode d'argent. Le vide est fait dans la cloche par le tube P. Le courant d'alimentation est un courant redressé, d'une tension, du côté alternatif, de 3 000 v, et d'intensité égale à 5 mA environ.

Ce dispositif ne pouvant convenir que pour des surfaces dont le diamètre ne dépasse pas 5 et 6 cm, MM. P. Lambert et A. Andant ont imaginé, pour la métallisation de surfaces plus grandes, l'appareil que montre schématiquement la figure 359, et qui a fait

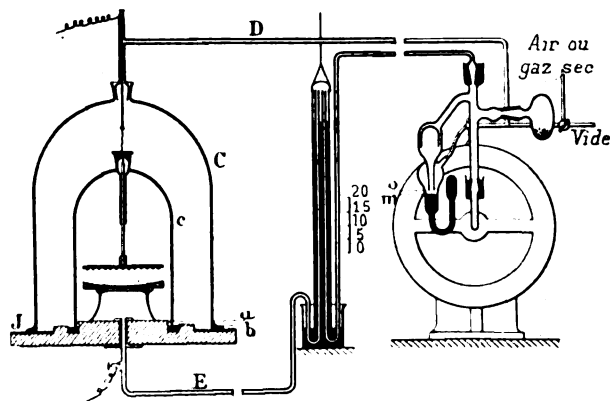


Fig. 359. — Vue schématique du dispositif de MM. P. Lambert et A. Andant, pour la métallisation des grandes surfaces par projections cathodiques.

l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences(²). Comme il s'agit d'un appareil de grandes dimensions, dans lequel il faut éviter les joints graissés, il a été prévu deux cloches concentriques C et c. Le vide préparatoire se fait dans la cloche C par le tube D; la cloche c communique avec la pompe de Gaede par le tube E tant que le mercure du manomètre m ne ferme pas l'ouverture o. Cette ouverture étant fermée, le vide préparatoire continue à se faire dans la grande cloche, tandis que la pompe de Gaede pousse le vide dans la cloche c. C'est le tube de fer E, mastiqué dans la platine, qui tient lieu de conducteur de courant. Sur la cathode formée d'un disque de fer est appliquée une mince feuille du métal à projeter.

M. Félix Michaud expose un appareil permettant d'étudier le phénomène de contraction et de gonflement des gelées traversées par un courant électrique; ce phénomène est réversible, c'est-à-dire qu'une gelée soumise à une déformation mécanique présente une différence de potentiel. Il a fait l'objet de deux communications à l'Académie de Sciences (¹) et offre un grand intérêt, d'abord au point de vue biologique, puisqu'on peut en déduire notamment une théorie du muscle, et ensuite au point de vue de ses applications dans le domaine de la physique et de la technique.

L'appareil (fig. 360) imaginé par M. Michaud comporte une « fibre », constituée par un ressort en fil

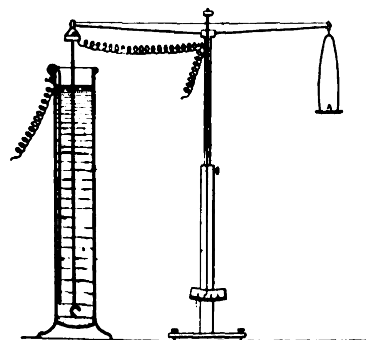


Fig 360. — Vue schématique de l'appareil de M. F. Michaud destiné à l'étude de la contraction et du gonflement des gelées.

d'argent très fin, recouvert d'une gelée de gélose. La fibre est disposée verticalement suivant l'axe d'un long bocal rempli d'eau pure ou, ce qui est préférable, légèrement alcaline. Elle est fixée par son extrémité inférieure au fond du bocal et suspendue par son extrémité supérieure au fléau d'une balance. Le fil tient lieu d'électrode et l'on constate que lorsque le courant passe dans la gelée du fil vers le liquide environnant, la fibre se contracte ; elle s'allonge, au contraire, lorsque le sens du courant est inverse. Les forces mises en jeu peuvent être de l'ordre de 10 g.

Nous mentionnerons encore les intéressants clichés exposés par M. A. Lafay, sur lequels sont dessinées des figures de de Heen. Les premières figures de ce genre que M. de Heen observa étaient celles dont se recouvre une lame de résine électrisée, placée pendant quelques instants au-dessous d'un certain nombre de flammes ou de pointes, et sur laquelle on projette une poudre légère. La première communication relative à cette question date de 1899 ; elle fut présentée à l'Académie des Sciences de Bruxelles. Ces dessins sont dus aux particules électrisées émises par les flammes ou les pointes sous l'action du champ électrique. M. Lafay reproduit ce phénomène en plaçant la plaque de résine non électrisée sur l'armature inférieure d'un condensateur plan horizontal, dont l'autre armature est percée de quelques petits trous destinés à recevoir les pointes

(¹) Ch. Fabry et H. Buisson; Etalons interférentiels. *Journal de Physique* juin 1919, t. IX, 5ᵉ série p. 197-200.

(²) P. Lambert et A. Andant; Dispositif pour la métallisation des grandes surfaces par projection cathodique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 17 juillet 1922, t. CLXXV, p. 154-156.

(¹) F. Michaud; Déformation des gelées par l'action d'un courant électrique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1923, t. CLXXVI, p. 1217.

F. Michaud; Propriétés électriques des gelées. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1923, t. CLXXVII, p. 10.

que l'on veut faire agir. Cette disposition permet de préciser les conditions dans lesquels se produit le phénomène étudié. Sur la figure 361 sont représentées

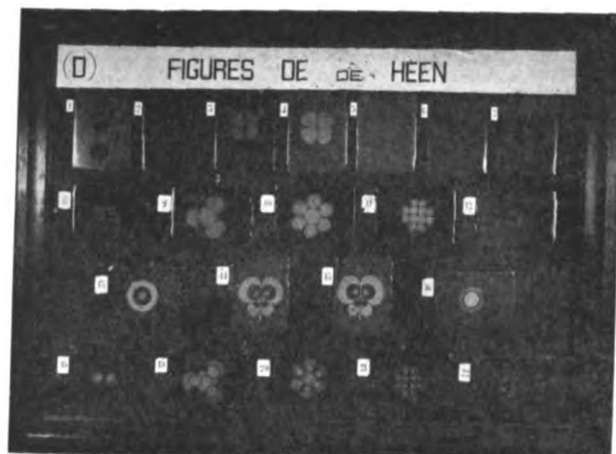


Fig. 361. — Reproduction des figures de de Heen, présentées par M. Lafay.

Un seul trou donne une tache dont le diamètre croît avec la durée de pose (1). Avec plusieurs trous, les taches d'abord circulaires se déforment mutuellement en grandissant (2, 3 et 4). On obtient les mêmes images que l'effluve soit positif ou négatif (comparer 2, 3 et 4 avec 5, 6 et 7). En multipliant les trous on obtient 8, 9, 10 et 11. Pour 12, les trous ont été remplacés par 3 fentes. En produisant une large tache +, on peut, en permutant les pôles, désélectriser son centre et y déposer une tache —; cette opération répétée plusieurs fois donne avec un seul trou des anneaux alternativement jaunes et rouges (13). Avec des trous convenablement disposés, on a (14 et 15). Si après avoir déposé une tache on diminue la différence de potentiel, les particules suivantes sont repoussées et dessinent un anneau plus pâle autour de cette tache (n° 16). La même opération donne, avec plusieurs trous, 18, 19, 20, 21 et 22, qui correspondent à 8, 9 10, 11 et 12.

les figures que l'on pouvait voir à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

M. Lafay a fait une série d'expériences sur ce phénomène en faisant varier la durée de l'action des pointes et la valeur de l'intensité du champ électrique, et dont les résultats ont été communiqués à l'Académie des Sciences (1).

Il importe de signaler l'application des figures de M. de Heen à la mesure de la vitesse de transport des particules électrisées. Une première méthode est celle dite du courant d'air ; elle consiste à produire un courant d'air dirigé perpendiculairement au champ électrique, et qui fait dévier l'effluve ; c'est cette déviation qui est, en quelque sorte, enregistrée sur la lame de résine et qui peut être déterminée. Dans la seconde méthode, M. Lafay dispose deux disques tournants, montés sur un même axe, et appliqués contre la face externe du condensateur qui produit le champ. L'un de ces disques est enduit de résine et l'autre porte un trou qui sert de point de départ à l'effluve et qui passe, à chaque révolution, devant une petite fenêtre percée au centre de l'armature fixe correspondante. Il est facile alors de comparer la vitesse de rotation des disques qui est connue et la vitesse de translation des



Fig. 362. — Vue du dispositif de M. Lafay permettant de déterminer les mobilités des particules électrisées.

particules transportées périodiquement sur l'armature opposée où est prévue une autre fenêtre leur permettant d'atteindre la résine du disque. Ce dispositif est représenté sur la figure 362. Dans les conclusions relatives aux résultats obtenus, M. Lafay insiste sur la faible dispersion des vitesses observées.

M. P. Auger exhibait toute une série de clichés représentant les trajectoires des rayons α, obtenues par la



Fig. 363. — Vue des trajectoires des rayons α dans l'hydrogène (M. P. Auger).

méthode de C.-T.-R. Wilson. Ils montrent que les rayons sont souvent coudés vers leur extrémité, ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur les figures 363 et 364.

(1) A. Lafay; Sur les figures de M. de Heen et l'effluve électrique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 4 juillet 1921, t. CLXXIII, p. 32-33.

Sur la mesure directe des mobilités des particules électrisées dans les gaz. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 11 juillet 1921, t. CLXXIII, p. 75-76.

Sur les arborescences dessinées par l'effluve positif. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 2 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 28-30.

Les déviations sont plus prononcées et plus nombreuses sur la seconde figure, qui montre les trajectoires de ces rayons dans l'argon, que sur la première ; dans ce cas, le milieu traversé est l'air. La différence s'explique par le fait que les déviations en question sont dues aux

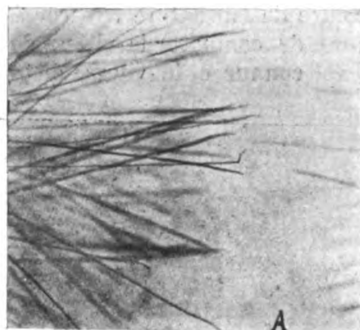


Fig. 364. — Vue des trajectoires des rayons X dans l'argon, sur laquelle on remarque la présence des rayons β tertiaires (M. P. Auger).

chocs des particules et des atomes du gaz et que ces chocs avec les atomes lourds de l'argon sont évidemment plus importants que dans le cas de l'air. M. Auger a basé, sur la mesure de ces angles de déviation, une méthode permettant de déterminer le nombre d'atomes du gaz [1]. Parmi ces figures, on remarque également les résultats obtenus avec des rayons X à travers l'argon et de l'hydrogène contenant 10 pour 100 d'argon ; dans le dernier cas, des rayons β tertiaires sont mis en évidence [2].

Puisque nous venons de parler d'une application de la méthode de M. C.-T.-R. Wilson au relevé photographique des rayons α et β, nous devons mentionner l'appareil de détente Wilson-Shimizu que présentait M. Dannatt, pour la Cambridge and Paul Instrument Co Ltd.

Mais nous nous éloignons de notre sujet, et si nous avons fait une allusion aux clichés exposés par M. Auger, c'est bien plutôt pour compléter l'aperçu général que nous cherchons à donner de ce que fut la Section de la Physique expérimentale à l'Exposition de Physique et de T. S. F. que pour aborder l'étude de cette branche naissante qu'est la radioactivité.

Nous arrêtons ici cette nomenclature, en regrettant de devoir passer sous silence le Salon d'Optique attaché à la Section qui nous occupe, mais dont la description ne rentrerait plus dans le cadre de ce compte rendu, et en nous excusant des omissions qui ont pu être faites involontairement au cours de cet exposé.

(1) P. Auger et Fr. Perrin ; Sur les chocs entre les particules α et noyaux atomiques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 16 août 1922, t. CLXXV, p. 340 à 343.

(2) P. Auger ; Sur les rayons β secondaires produits dans un gaz par les rayons X. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 16 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 169 à 171.

Appareils destinés à l'enseignement. — Dans cette catégorie d'appareils rentre l'enregistreur créé par M. F. Gueugnon, et qui, comme nous allons le voir, intéresse particulièrement les électriciens. Cet ingénieux dispositif a été imaginé pour faire comprendre ce qu'est une relation entre deux phénomènes ou deux grandeurs, relation représentée graphiquement ; son intérêt au point de vue de l'enseignement réside dans le fait que l'enregistrement de la représentation graphique est commandée par les phénomènes étudiés eux-mêmes.

Sur un même axe $O_1 O_2$ (fig. 365) sont disposés un tambour AB et une série de poulies et de plateaux P ;

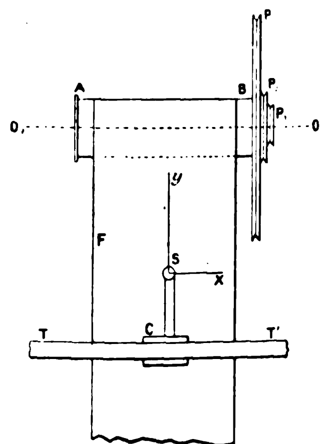


Fig. 365. — Vue schématique de l'enregistreur Gueugnon, présenté par son auteur.

une bande de papier fermée en boucle et tendue par un rouleau est placée sur le tambour et en suit les mouvements ; le stylet S porté par un curseur C peut se déplacer sur une tige-guide TT'. Si le papier est animé d'un mouvement défini par $x = f(t)$ et si le mouvement du stylet est représenté par la relation $y = \varphi(t)$, la courbe enregistrée est celle dont les deux relations précédentes constituent la représentation paramétrique.

Lorsque cet appareil est destiné à enregistrer la somme de fonctions périodiques, de période, d'amplitude et de phases quelconques, on adopte la disposition représentée sur la figure 366. M_1 et M_2 représentent deux points convenablement choisis sur les plateaux P entraînés par le mouvement d'horlogerie qui commande en même temps le déplacement du papier. Si l'on fixe une extrémité d'un fil en l'un de ces points, M_1, par exemple, qui passe ensuite sur le galet pour revenir en M_1, le mouvement du stylet commandé par le galet G est celui de la projection du point M_1 sur un axe se trouvant dans le plan de la trajectoire de M_1 ; or ce mouvement est sinusoïdal. Il suffit, pour que cette application d'un théorème connu de la cinématique ne présente pas une erreur appréciable, que la distance du stylet au point M_1 soit supérieure à 80 cm. L'amplitude de la sinusoïde dépend de la position de ce point sur le plateau. On pourra tracer une deuxième

sinusoïde en répétant la même opération, le fil partant du point M_2, et aboutissant à ce même point. La différence de phase des deux fonctions enregistrées est réglée par les positions relatives des points M_1 et M_2. Si

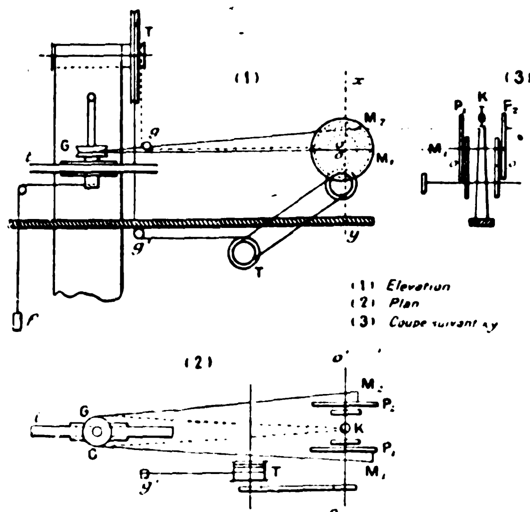


Fig. 366. — Schéma du dispositif adopté pour enregistrer avec l'enregistreur Gueugnon la somme de fonctions périodiques.

enfin le fil passe de M_1 en G et de G en M_2, le déplacement du curseur qui supporte le stylet sera, à chaque

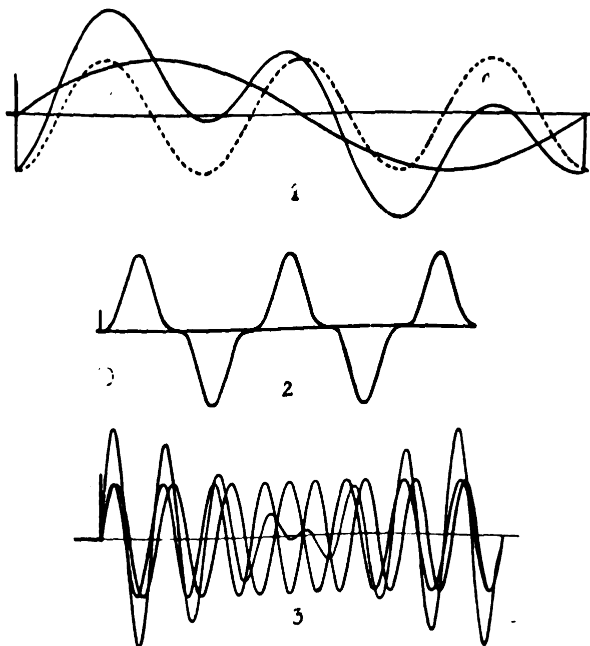


Fig. 367. — Courbes enregistrées par l'appareil de M. Gueugnon. — (1) : $y = y_1 + y_2 = a \sin\left(3\,\omega t + \frac{3\pi}{2}\right) + a \sin \omega t$. — (2) : la fonction y seule. — (3) : $y = a \sin 8\,\omega t + 2\,a \sin 7\,\omega t$.

instant, égal à la demi-somme des déplacements des projections de M_1 et M_2.

Sur la figure 367 sont représentés quelques graphiques enregistrés avec ce dispositif, graphiques relatifs à des sommes de fonctions sinusoïdales de périodes différentes. La courbe (1) met en évidence l'influence de l'harmonique 3, et la courbe (2) fait bien comprendre, notamment, le battement des lampes de phase dans le couplage des alternateurs.

Parmi d'autres applications, nous mentionnerons celle à l'enregistrement de la composition de deux mouvements sinusoïdaux, qui conduit en particulier aux courbes de Lissajous. Enfin, en faisant subir au dispositif une légère modification, on peut s'en servir pour tracer des courbes en coordonnées polaires.

L'enregistreur de M. Gueugnon permet de suivre certains phénomènes tels que les anomalies de la dilatation des fils, soit à l'échauffement, soit au refroidissement, en fonction du temps. Tandis que le stylet se

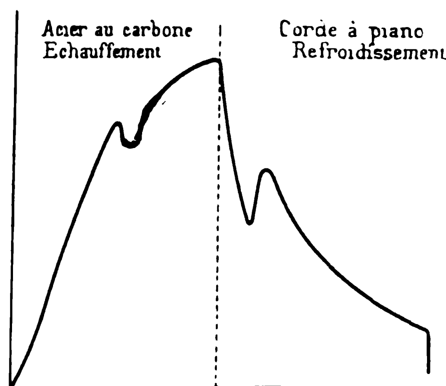


Fig. 368. — Courbe enregistrée par l'appareil de M. Gueugnon et représentant la variation de la dilatation et de la contraction d'un fil d'acier au carbone, pendant le phénomène d'échauffement et de refroidissement.

déplace d'un mouvement uniforme, le fil, qui a une longueur de 50 cm, se dilate ou se contracte, et commande ainsi le mouvement du papier. La courbe de la figure 388 représente les anomalies de ce phénomène dans le cas d'une éprouvette d'acier au carbone.

Enfin nous mentionnerons encore dans cette catégorie d'appareils le gyroscope qu'a exposé M. J. Lemoine ; comme aucun électricien ne peut ignorer les lois fondamentales de la mécanique, il nous semble tout indiqué de citer quelques-unes des expériences effectuées avec le dispositif représenté sur la figure 369 et qui mettent ces lois si nettement en évidence. Le gyroscope proprement dit est porté à l'une des extrémités d'une tige mobile dans une suspension à la Cardan. Un contrepoids réglable permet de l'équilibrer. La mise en marche est assurée par un petit moteur électrique ; la rotation dure plus d'une demi-heure. Une expérience consiste à pousser la tige, dans une direction horizontale ou verticale, au moyen d'un fil tendu du côté du contrepoids. Le système se meut de telle façon que le vecteur de la rotation du gyroscope se rapproche du vecteur de la rotation sollicitée.

Dans une autre expérience, on provoque un mouvement continu de précession autour de l'axe vertical fixe et dans le sens fixé par la règle que nous venons d'énoncer, ceci, en faisant glisser le contrepoids de façon à rompre l'équilibre. Lorsque la main cesse de soutenir le système déséquilibré, au mouvement de



Fig. 369. — Vue du gyroscope (M. J. Lemoine).

précession se superpose un mouvement de nutation.

Si l'on attache un fil à l'extrémité de la tige opposée au gyroscope et si on le suspend à un point fixe, on réalise un pendule conique avec un mouvement de nutation.

Ces quelques expériences que nous citons, parmi celles qu'effectuait M. Lemoine à l'Exposition de Physique et de T. S. F., rappellent le parti que l'on peut tirer de cet appareil pour montrer certains mouvements compliqués et faire comprendre les lois qui les régissent.

En passant, dans ce chapitre, de la Section de l'Exposition rétrospective à celle de la Physique expérimentale, nous avons été amené à donner un aperçu général du rôle de l'électricité dans la physique du XIXᵉ siècle et de l'importance qu'elle acquiert tous les jours dans la physique moderne. Tout d'abord, grâce à elle, et par elle, les moyens d'investigation augmentent et se perfectionnent, d'où résulte une extension du champ des phénomènes explorés. De plus, elle contribue à faire disparaître les cloisons qui séparent les diverses branches de la physique, puisqu'en définitive, à l'origine de tout phénomène, semble exister un phénomène électrique : mais n'anticipons pas, et sans vouloir prévoir ce que sera la physique de demain, constatons la large contribution de l'électricité au développement de cette harmonie qui constitue à la fois le mobile et le but de toute science. Remarquons, pour terminer, que cette apologie de l'électricité, que fut l'Exposition de Physique et de T.S.F, est en même temps celle des savants qui ont attaché leur nom à l'un ou l'autre, si ce n'est à plusieurs, des appareils et dispositifs dont nous venons de parler. Un juste hommage public leur a été rendu au Grand Palais, sous les auspices de la Société française de Physique.

(*A suivre.*)

A. Curchod,
Licencié ès-sciences, Ingénieur E. S. E.

La poulie D. E. M. et le démarrage des moteurs asynchrones en court-circuit

Dans bien des cas, les moteurs asynchrones en court-circuit, malgré leurs qualités de simplicité, de facilité de mise en route et de bon marché, ne sont pas utilisés, par suite des inconvénients qu'ils présentent au moment du démarrage : couple trop faible, courant réactif trop élevé. Il en résulte des troubles sur les réseaux qui les alimentent, ce qui les fait exclure de ces derniers au delà d'une certaine puissance. Le dispositif, dont il s'agit dans cet article, a précisément pour effet de remédier aux inconvénients signalés. Dans le cas de moteurs entraînant des machines possédant une grande inertie, il permet de réduire la puissance de ces moteurs dans de très grandes proportions.

La simplicité de construction du moteur asynchrone à cage d'écureuil et sa facilité de mise en marche, conduiraient à en généraliser beaucoup plus l'emploi, si l'on pouvait toujours obtenir un couple de démarrage suffisant en même temps qu'un rendement satisfaisant, comme pour les moteurs à rotor bobiné. Un dispositif simple et d'un prix peu élevé permettant de rémédier à cet inconvénient serait appelé à rendre de très grands services. Il est précisément réalisé sous la forme d'une poulie dénommée « poulie D. E. M. ».

Cette poulie, montée sur l'arbre d'un moteur asynchrone, permet le démarrage à vide de ce moteur, l'embrayage ne se faisant, en effet, qu'à une vitesse correspondant au type de poulie choisi. Elle remplace, à elle seule, le dispositif « poulie folle-poulie motrice » employé sur la plupart des transmissions mécaniques,

Elle constitue en outre, un « limiteur d'effort ».

Nous donnons, ci-après, un rapide aperçu de la description et du fonctionnement de cet appareil.

I. Description et fonctionnement de la poulie D. E. M. — La poulie, montée folle sur l'arbre du moteur, est supportée par deux paliers PP' (fig. 1). L'axe R de la poulie, fixé à l'arbre du moteur, entraîne dans sa rotation 6 blocs coniques. Ces blocs 1, 2, 3, 4, 5, 6 (fig. 2), grâce à la force centrifuge, viennent se coller énergiquement sur les surfaces coniques SS' du

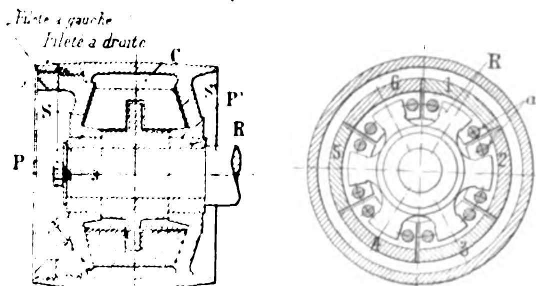


Fig. 1 et 2. — Coupes schématiques suivant l'axe et perpendiculairement à l'axe de la poulie D. E. M.

corps de l'appareil. La poulie est alors entraînée progressivement, au fur et à mesure que l'huile, qui baignait ces blocs lorsque l'appareil était au repos (fig. 1), est chassée loin d'eux dans l'espace annulaire C.

Au démarrage, l'induit du moteur tourne à vide, entraînant uniquement les blocs B, puis la poulie prend progressivement la charge.

A l'arrêt, les blocs reprennent leur position première et l'huile revient les baigner, de sorte que les blocs inférieurs, aussi bien que les blocs supérieurs, ne sont plus en contact direct avec les surfaces SS'. L'appareil se remet ainsi automatiquement dans la position de démarrage.

L'étude complète de cet appareil nécessite l'examen des parties suivantes : démarrage à vide d'un moteur asynchrone, efforts sur la courroie de transmission, fonctionnement mécanique de la poulie D. E. M., fonctionnement de cette poulie comme limiteur d'effort.

Ce qui suit se rapporte à une poulie D.E.M du type III : diamètre, 180 mm ; largeur, 120 mm ; 6 blocs, pour une vitesse de 750 t : mn et une puissance de 4 ch.

Démarrage a vide d'un moteur asynchrone. — Considérons un moteur d'une puissance de 5 ch, fonctionnant à la tension de 200 v, à la fréquence de 50 p : s et à la vitesse de 705 t : mn en charge.

Les oscillogrammes n[os] 1 et 1 bis (fig. 2) donnent la valeur de l'intensité pendant le démarrage à vide du moteur.

Les oscillogrammes n[os] 2 et 3 (fig. 3) se réfèrent au démarrage en charge du moteur muni d'abord de la poulie D. E. M. (courbe n° 2), puis d'une poulie ordinaire (courbe n° 3).

La courbe n° 2 donne, pour une puissance finale de 2,3 kw à la poulie, une pointe d'intensité de 100 A, environ, soit 9 fois à peu près l'intensité normale. Toutefois la durée de cette pointe est de 1/50 de seconde et l'intensité normale est atteinte au bout de 1/10 de seconde environ. Cette pointe est à peine perceptible

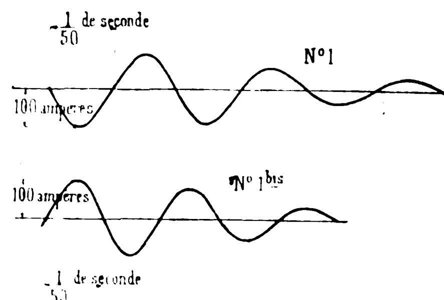


Fig. 3. — Oscillogrammes 1 et 1 bis, montrant la pointe d'intensité du courant au démarrage à vide du moteur.

sur une lampe à filament métallique ordinaire branchée sur le courant d'alimentation du moteur.

La pointe reste de même grandeur que la précédente sur la courbe n° 3, mais l'intensité normale n'est obtenue qu'au bout d'un temps presque trois fois plus long que celui qui précède. Il en résulte que la répercussion sur la lumière est beaucoup plus sensible.

La très forte pointe constatée au démarrage provient de ce que le moteur étudié était d'une construction défectueuse.

L'emploi d'une dynamo à excitation indépendante pour obtenir la charge, permet de se rendre compte facilement que, quelle que soit la charge prise par le moteur, la surcharge au démarrage reste la même en grandeur et en durée, par suite de l'emploi de la poulie D. E. M. Au contraire, avec une poulie ordinaire, la surcharge a une durée croissant avec l'importance de la charge et avec l'inertie des pièces à mettre en mouvement.

On voit donc, qu'au point de vue purement électrique la poulie D.E.M. procure un très réel avantage : non seulement elle équivaut au dispositif « poulie folle-poulie motrice », mais elle permet, en outre, un démarrage progressif des pièces possédant un grand moment d'inertie.

Efforts sur la courroie de transmission. — Lorsqu'on emploie le dispositif « poulie folle-poulie motrice », le couple moteur est appliqué brusquement sur la courroie. Il en résulte, pour cette dernière, une fatigue, qui se trouve limitée par le glissement de la courroie elle-même sur la poulie. Mais ce phénomène entraîne, à son tour, une usure de la courroie.

On se rend compte, d'après les diagrammes ci-contre, que le démarrage est bien plus progressif, avec la poulie D. E. M., le seul à-coup, d'ailleurs atténué, ayant lieu au moment où la poulie se bloque à fond. On trouve

que la vitesse périphérique passe brusquement de 620 à 720 t : mn (fig. 4, courbe n° 4).

Fonctionnement mécanique de la poulie. — Nous venons de voir que la vitesse pour laquelle la poulie est bloquée correspond à 720 t : mn. Quel que soit le couple résistant appliqué à la courroie, le couple moteur atteint, au moment même de la mise en route, sensiblement sa valeur maximum, l'huile contenue dans la poulie formant une transmission par frottement. Si le couple résistant est inférieur au couple moteur, la vitesse périphérique croît. Quand on atteint la vitesse pour laquelle la poulie est bloquée, l'huile est complètement chassée, il y a grippage instantané des blocs et l'ensemble de la poulie ne forme plus qu'une pièce unique réalisant la transmission intégrale.

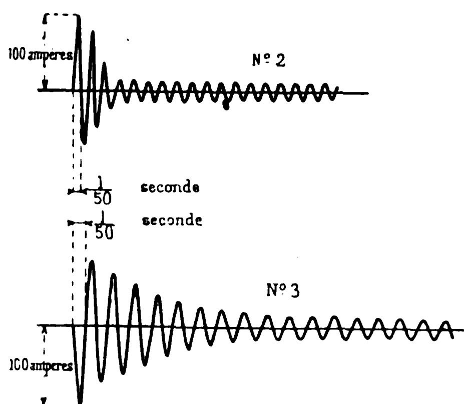


Fig. 4. — Les oscillogammes 2 et 3 permettent de faire la comparaison des conditions du démarrage du moteur sous charge de 2,3 kw avec poulie D. E. M et poulie ordinaire. La charge, dans ces deux cas, était obtenue par une dynamo à excitation séparée.

Fonctionnement de la poulie comme limiteur d'effort. — Le moteur fonctionnant normalement, il peut arriver que le couple résistant prenne tout à coup une valeur exagérée. Il se produit alors un glissement interne de la poulie ; autrement dit, celle-ci se décroche brusquement. Quand le couple résistant revient à sa valeur normale, la poulie s'accroche de nouveau.

On constate que, lorsque la poulie est décrochée, il y a échauffement de cette dernière. Il faut donc, autant que possible, lorsque cela arrive, ne pas attendre trop longtemps pour arrêter le moteur. On peut aussi concevoir un appareil à force centrifuge, qui intervienne électriquement pour provoquer l'arrêt du moteur, lorsque la poulie se décroche.

Résultats d'essais sur la poulie D. E. M. — Nous compléterons ce qui précède par la publication de quelques résultats d'essais :

La poulie D. E. M. étudiée entraînait, au moyen d'une courroie, une dynamo à excitation indépendante et cette dernière avait été réglée pour obtenir, en régime permanent, une puissance de 2,15 kw à la poulie. On constate alors les phénomènes suivants : au démarrage, une pointe d'intensité du courant accusée par les courbes 1 et 1 bis (fig. 3) et 2 (fig. 4) ; l'oscillogramme n° 3 montre comment se comporterait le moteur au démarrage avec une poulie ordinaire ; puis le moteur, tournant à sa vitesse de régime, transmet au début à la poulie D. E. M. une puissance de 1,6 kw. Par frottement interne, la partie périphérique de la

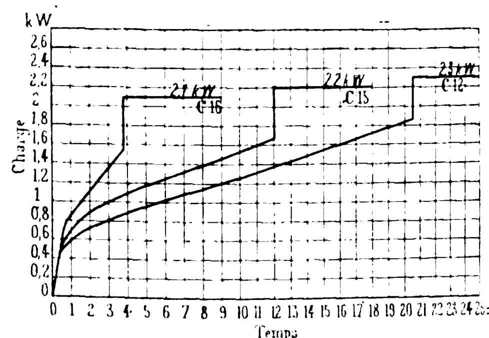


Fig. 5. — Caractéristiques de fonctionnement de la poulie D. E. M.

poulie se met en mouvement et la puissance à la dynamo croît progressivement de 0 à 1,72 kw, pendant que la puissance à la poulie croît de 1,6 à 1,95 kw. La différence entre la puissance reçue et la puissance fournie par la poulie se transforme dans celle-ci en chaleur (fig. 5).

On arrive alors à la vitesse pour laquelle les blocs internes se coincent. A ce moment la poulie « s'accroche » et elle transmet intégralement la puissance reçue, c'est-à-dire 2,15 kw (fig. 5).

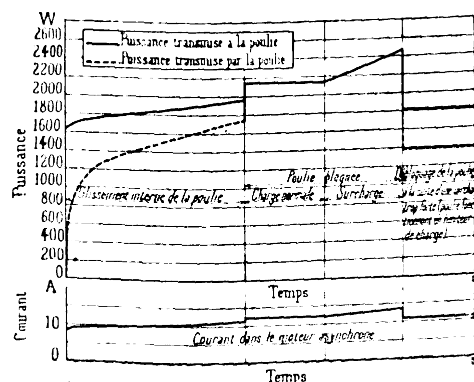


Fig. 6. — Courbes montrant qu'au démarrage sous différentes charges l'accrochage de la poulie D. E. M. se fait d'autant plus vite que la charge est moins élevée.

La courbe inférieure de la figure 5 représente l'intensitée absorbée par le moteur asynchrone.

Ce point d'accrochage est atteint d'autant plus rapidement que le couple résistant est plus faible (fig. 6) ; mais, une fois atteint, si on augmente la charge du

moteur, le glissement du moteur asynchrone augmente, autrement dit, la vitesse du moteur diminue. Il se produit alors un décrochage de la poulie correspondant à un glissement interne. Cette vitesse de décrochage est inférieure à la vitesse d'accrochage (fig. 5).

Dans ce cas de surcharge, il s'établit un état d'équilibre entre la puissance reçue par la poulie, d'une part, et l'ensemble de la puissance rendue et de la puissance absorbée par la poulie, d'autre part.

Si maintenant le couple résistant diminue jusqu'à ce que la charge redevienne normale, la vitesse de la

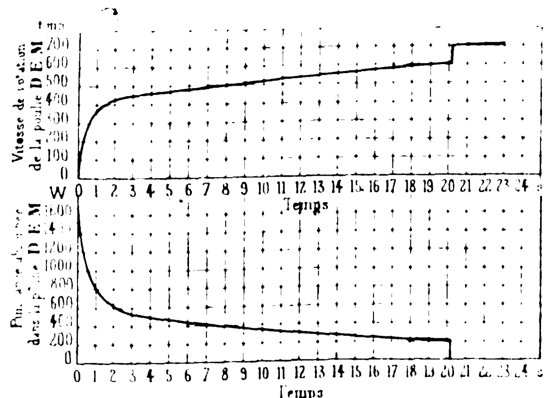


Fig. 7. — Courbe supérieure, vitesse de la poulie D. E. M. en fonction du temps pour une charge permanente de 2,2 kw. Courbe inférieure, puissance absorbée dans la poulie au cours du démarrage.

poulie augmente et l'accrochage se produit de nouveau.

La courbe supérieure de la figure 7 donne la vitesse de rotation de la partie périphérique de la poulie D. E. M. pour une charge permanente de 2,2 kw pendant la période de démarrage; la courbe inférieure

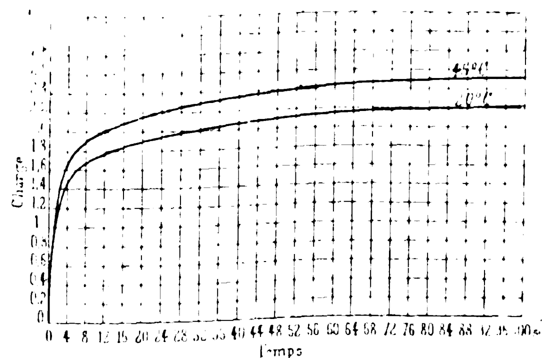


Fig. 8. — Influence de la température et de la charge permanente sur le temps de bloquage de la poulie D. E. M.

indique la puissance absorbée par la poulie au cours du démarrage.

Les courbes de la figure 6 montrent que la poulie D. E. M. « s'accroche » d'autant plus rapidement que le couple résistant est plus faible. L'échauffement interne de la poulie joue ici un rôle assez important.

On voit, d'après les courbes de la figure 8, que le point d'accrochage de la poulie D. E. M. varie avec la température. De plus le temps nécessaire pour l'accrochage est d'autant plus long que le couple résistant est plus grand. La qualité de l'huile à employer n'est donc pas indifférente.

On a pu constater que la poulie D. E. M., qui a servi à effectuer les essais précédents, s'accrochait avec une vitesse suffisante, pour une puissance inférieure à 2 kw; on peut donc dire que cette puissance de 2 kw représente sa « puissance normale ». Elle restait accrochée, tant que la surcharge ne dépassait pas 2,5 kw c'est-à-dire tant que la surcharge n'était pas supérieure de 25 pour 100 à la puissance normale.

Lorsque la poulie se décrochait pour une puissance de 2,5 kw, environ, elle se raccrochait à peu près à 2,3 kw. Pendant les essais, la température ambiante était de 20° centésimaux et l'huile employée était de l'huile ordinaire pour paliers de moteurs électriques.

Conclusions. — La conception mécanique de la poulie D. E. M. est intéressante et rationnelle. La construction en est robuste. Son fonctionnement procure plus de souplesse que le dispositif « poulie folle-poulie motrice ».

Elle peut être appliquée, au moyen d'un manchon d'accouplement, à un arbre de transmission soit directement, soit par engrenages.

Elle constitue un véritable « limiteur d'effort ».

Elle permet de reculer, dans une certaine limite, la puissance maximum admise par les secteurs, pour les moteurs à cage d'écureuil. La pointe instantanée d'intensité au démarrage est, en effet, très courte et elle n'a que peu d'effet sur un circuit d'éclairage branché sur le courant alimentant le moteur. On peut encore améliorer le démarrage, en employant un interrupteur à 2 temps permettant, par exemple, les montages successifs en étoile et en triangle.

L'essai dont il vient d'être question permet d'affirmer que cette poulie présente des avantages certains jusqu'à la puissance de 5 à 6 ch. Nous savons, d'autre part, que l'application en a été faite sur des moteurs beaucoup plus puissants et, en particulier, sur un moteur de 10 ch en court-circuit à la Société des Tuyaux et Agglomérés centrifugés au Pecq (S.-et-O) et sur un moteur de 35 ch en court-circuit, à Provins, sans apporter de troubles aux secteurs qui les alimentent.

La poulie D. E. M. représente un dispositif de démarrage automatique avec remise à zéro au moment de l'arrêt. Employée conjointement au dispositif de démarrage à rhéostat, elle donne une excellente solution pour la mise en route des moteurs asynchrones bobinés.

On voit, d'après ce qui précède, que cette poulie offre suffisamment d'avantages pour qu'on puisse énumérer un très grand nombre de cas où son emploi est tout indiqué. Nous nous bornerons à signaler qu'elle

s'applique plus particulièrement bien à la conduite des machines-outils, des pompes centrifuges, des ventilateurs, des essoreuses, des machines employées dans les ateliers travaillant le bois et dans les filatures, et en général, à tous les appareils possédant une grande inertie. Enfin, elle peut être utilisée très simplement pour la commande à distance des moteurs et peut trouver des applications nombreuses dans les installations rurales. Il n'est pas sans intérêt, non plus, de constater que, cet appareil étant d'une grande simplicité, son prix est très peu élevé.

Les résultats qui précèdent nous ont semblé de nature à intéresser un grand nombre de lecteurs et à faciliter l'emploi du moteur asynchrone en court-circuit.

G. Lebaupin.

Revues, analyses et informations

Courants de circulation dans l'arbre des machines électriques [1].

Les courants circulant dans l'arbre des machines électriques sont produits par une force électromotrice qui prend naissance entre l'arbre et les coussinets sous l'influence : *a*) soit d'un flux continu ou alternatif parcourant l'arbre dans le sens de son axe; *b*) soit d'une différence de potentiel entre l'arbre et la masse résultant de certains effets électrostatiques ou conséquence d'un défaut d'isolation dans l'enroulement du rotor; *c*) soit d'un flux alternatif coupé par l'arbre et agissant, en conséquence, sur ce dernier par induction électromagnétique.

Des trois causes indiquées, la dernière est celle qui, en pratique, présente et de beaucoup, le plus d'importance; c'est elle qui a retenu plus particulièrement l'attention des techniciens qui se sont déjà occupés de la question et c'est à elle également qu'est consacrée, pour la majeure part, la présente étude de MM. Alger et Samson.

a) L'existence d'un flux traversant le circuit magnétique constitué par l'arbre, les paliers et le socle d'une machine électrique est liée à la présence d'un courant parasite résultant, notamment, d'une dyssymétrie dans le mode de construction de l'enroulement du rotor ou d'un défaut d'uniformité dans l'entrefer. Suivant l'opinion des auteurs, un tel flux ne paraît jouer qu'un rôle secondaire dans la formation des érosions constatées sur les coussinets et, dans des cas graves, sur l'arbre des machines électriques siège de courants de circulation du genre considéré. Si l'on a des raisons de craindre des troubles dus à cette cause, on peut, du reste, comme moyen préventif, soit faire usage de corps de paliers en métal non magnétique, soit munir la machine d'une bobine auxiliaire ayant pour effet de neutraliser l'action du flux perturbateur.

b) Des tensions électrostatiques entre l'arbre et les paliers peuvent prendre naissance par suite du frottement entre la courroie et la poulie, ou du frottement dans les paliers eux-mêmes, et donner lieu à une série d'étincelles à travers la pellicule d'huile de graissage des coussinets; de tels effets n'ont, dans la pratique, à la connaissance des auteurs tout au moins, aucune conséquence grave; il n'en est plus de même lorsque, par suite de défauts d'isolement dans l'enroulement du rotor, une différence de potentiel s'établit entre ce dernier et la masse provoquant, sous certaines conditions, un courant de court-circuit à travers les paliers; mais, dans ce cas, il convient de le noter, la cause première du trouble est un accident d'exploitation.

c) Dans une machine multipolaire, le flux émis par chaque pôle, après avoir traversé l'entrefer, se subdivise en deux branches, l'une se dirigeant à droite, l'autre à gauche, dans le fer constituant la carcasse magnétique. Si, pour certaines raisons de construction (stator sectionné, fig. 1), ou stator

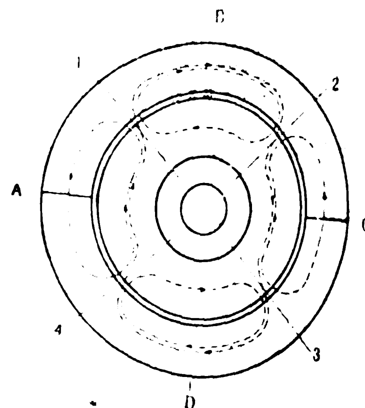


Fig. 1. — Coupe du stator à deux sections d'un alternateur à quatre pôles.

construit avec des segments de tôles (fig. 2), le flux direct D, diffère en valeur du flux inverse I, l'effet produit, au point de vue des phénomènes perturbateurs qui nous occupent est équivalent à celui résultant de la circulation d'un flux $D-I$ dans le circuit magnétique.

Un tel flux, s'il est alternatif, donnera naissance, par induction, à une certaine force électromotrice dans le circuit formé par l'arbre, les paliers et la plaque de fondation de la machine. Le courant d'arbre correspondant, qui est celui, ainsi qu'il a été dit plus haut, dont les effets sont le plus à craindre dans la pratique, se distingue par les caractères suivants : sa grandeur est sensiblement la même que la machine soit en mouvement, ou qu'elle soit à l'arrêt; dans ce dernier cas, le secondaire étant ouvert et le primaire étant soumis à la tension normale de fonctionnement; elle reste également à peu près invariable lorsqu'on passe du régime à vide au régime de pleine charge. On en déduit que les courants de cette nature, contrairement à ce que certains auteurs ont été conduits à supposer, n'ont aucune relation définie, soit avec le courant de travail, soit avec la réactance des connexions frontales de l'enroulement, soit encore avec la disposition mécanique des boucliers d'extrémité.

(1) P.-L. Alger et H.-W. Samson. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, décembre 1923, t. XLIII, p. 1 325-1 334, 5 500 mots, 15 fig.

Il est possible, du reste, de conclure, à l'avance, à la production de ces mêmes courants dans les machines, d'après les conditions de sectionnement (fig. 1) ou le mode d'assemblage des segments de tôle (fig. 2) en s'aidant des deux règles suivantes :

I. — Dans une machine à stator sectionné, des courants d'arbre prennent naissance si le rapport entre le double du nombre des joints et le nombre des pôles exprimé sous la forme d'une fraction réduite à sa plus simple expression a pour numérateur un nombre impair. La fréquence des courants d'arbre est égale au produit de ce numérateur et de la fréquence de la ligne d'alimentation.

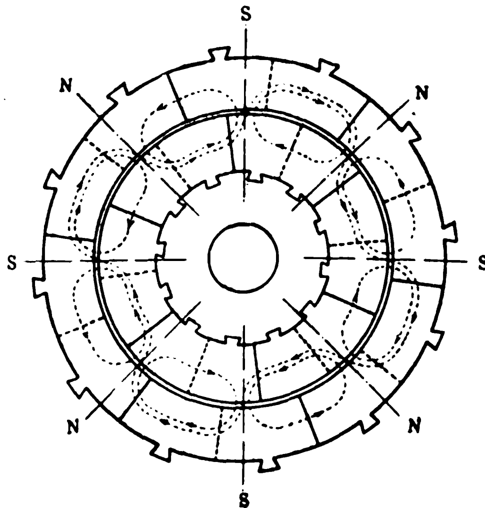


Fig. 2. — Coupe d'un stator à 6 segments d'un moteur à 8 pôles.

II. — Lorsqu'on emploie des segments de tôle symétriques, des courants d'arbre prennent naissance si le rapport entre quatre fois le nombre des segments et le nombre des pôles exprimé sous la forme d'une fraction réduite à sa plus simple expression a pour numérateur un nombre impair; la fréquence des courants d'arbre est égale au produit de ce numérateur et de la fréquence de la ligne d'alimentation.

MM. Alger et Samson étudient, avec un certain détail, le mécanisme de la production des courants d'arbre du type c) dans le cas, plus particulièrement, de machines dans lesquelles le circuit magnétique est constitué par un assemblage de segments de tôles; ils montrent, à l'aide d'oscillogrammes d'enregistrement de tensions développées entre arbre et paliers dans quelques machines de modèles différents, que les règles énoncées ci-dessus sont effectivement confirmées par l'expérience.

De nombreuses méthodes, dont quelques-unes ont donné lieu à la prise de brevets, ont été proposées pour s'opposer à la production des courants d'arbre du genre c). D'après les règles I et II, énoncées ci-dessus, certaines combinaisons de nombre de joints et de pôles ont été reconnues comme étant, à ce point de vue, désavantageuses; il conviendra, en conséquence, de les éviter. Un moyen, théoriquement simple, de remédier à l'inconvénient signalé, mais dont l'application, toujours coûteuse, comporte des difficultés dans le cas notamment de machines avec paliers supportés par des flasques latéraux, consiste à isoler les paliers de l'élément qui lui sert d'appui. On peut aussi, dans le même but, à l'aide d'une bobine auxiliaire alimentée par un courant de phase convenable, créer, dans la machine, un flux supplémentaire en opposition avec le flux perturbateur ou, encore, percer des trous dans les régions de moindre réluctance, de manière à uniformiser la valeur de cette dernière sur tout le pourtour du circuit magnétique. Dans le cas où ce circuit est établi avec des segments de tôles, les auteurs préconisent tout particulièrement la disposition représentée en figure 3. Dans ce système, les queues d'aronde repères, au lieu d'être poinçonnées au 1/4 et aux 3/4 de la longueur, comme pour les segments de la figure 2, le sont aux 1/8 et aux 5/8. Les deux premières couches de tôles (fig. 3) sont empilées de manière à obtenir des joints chevauchant à la façon habituelle; pour les deux couches suivantes, on renverse les segments de tôle sens dessus dessous, ce qui a pour effet d'amener les joints appartenant à ces couches à mi-distance entre les joints des deux couches antérieurement placées; on réalise, ainsi, quatre joints par segment au lieu de deux, avec une section de fer, à chacun d'eux, égale à 3/4 au lieu de 1/2 de la section totale; cette disposition, qui conduit à un mode de construction plus solide a, en outre, l'avantage de permettre de réduire les pertes dans le fer et de diminuer la réluctance du circuit magnétique.

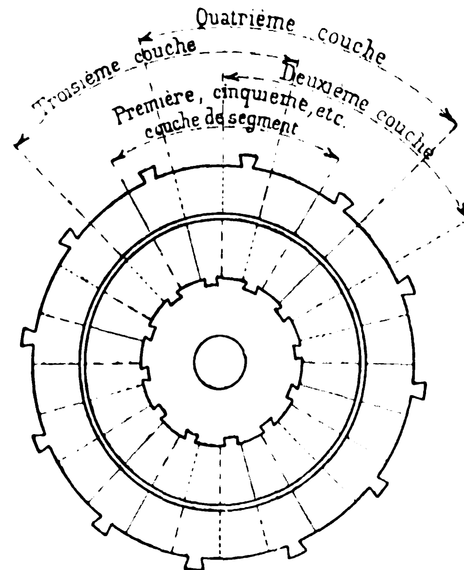


Fig. 3. — Noyau constitué par des tôles désaxées.

Application des courants d'arbre. — Il apparaît possible, théoriquement, tout au moins, car il n'est guère probable, dans l'opinion des auteurs, que l'idée émise par eux soit jamais réalisée d'une façon pratique, de mettre à profit le mécanisme de production des courants d'arbre pour l'obtention de courants à faible tension et de fréquence à un multiple impair de la fréquence de la ligne d'alimentation, en adoptant des combinaisons convenables de sections et de pôles conformément aux spécifications des règles I et II ci-dessus régissant les phénomènes correspondants. La machine construite dans ce but pourrait être établie suivant le modèle d'un transformateur statique, puisque les courants d'arbre, ainsi qu'on l'a vu plus haut, se produisent dans un moteur aussi bien avec rotor à l'arrêt qu'en mouvement. Il convient de noter, d'ailleurs, que les fréquences multiples obtenues étant dues à la saturation, le rendement de l'appareil ne serait, en somme, qu'assez médiocre. — L. D.

Considérations générales sur la mise à la terre du neutre dans les transmissions d'énergie (¹).

L'importance de cette question est telle que l'auteur n'a pas hésité à en refaire l'historique pour montrer comment s'est imposée peu à peu la mise à la terre directe ou avec interposition d'une résistance. La raison majeure d'une telle pratique, c'est que, dans l'état actuel de la technique, les surtensions sont plus à craindre que les surintensités. La résistance limitant les courants de terre accidentels doit donc aussi être très faible.

Lignes aériennes. — La question de la mise à la terre du neutre ne se posait pas, pour ainsi dire, dans les toutes premières installations. De 1888 à 1904, les lignes étaient trop courtes et à trop basse tension pour donner lieu à des perturbations importantes. Il n'y avait pas de différence bien accusée entre les résultats d'exploitation des lignes à neutre isolé et des lignes à neutre à la terre.

Les difficultés commencèrent lorsque les installations s'étendirent et que les puissances s'accrurent ; mais alors, de 1904 à 1912, ce développement fut si précipité qu'il ne laissa guère aux ingénieurs le loisir de confronter leurs observations et de faire un choix équitable.

Bien que la mise à la terre eût des avantages, ses détracteurs invoquaient en faveur du neutre isolé (particulièrement en faveur des montages en triangle) les arguments suivants :

1° Le bris d'un isolateur ne détermine pas de court-circuit et n'entraîne pas la mise hors service d'une phase ;

2° Il est toujours possible avec le montage $\Delta - \Delta$ d'assurer au moins un service partiel avec une ligne à la terre ou avec un élément monophasé de transformateur hors service (montage en triangle ouvert) ;

3° Avec le même montage en triangle, l'énergie dangereuse des ondes de décharge ou de charge, voyageant sur la ligne, se dissipe dans les transformateurs d'extrémité ;

4° Les isolateurs étant prévus pour la tension entre phases, la mise à la terre d'un conducteur n'augmente pas la contrainte dans l'isolement des deux autres conducteurs au delà d'une valeur admissible. (Cet argument est sans grande valeur, car les défauts de ce genre ne sont pas francs, mais accompagnés d'arcs à la terre et de surtensions dangereuses).

Aussi, en dépit de ces avantages, les arcs à la terre se multiplièrent alors que l'importance des réseaux exigeait justement un service sans aléas. On eut bien recours à des relais sélectifs ; mais il était très difficile de prévoir, pour leur réglage, la distribution des courants en cas de défaut dans un système isolé et il était aussi difficile de construire des relais sensibles aux courants réactifs des arcs à la terre. Fallait-il compter, comme on le fit trop souvent, sur un second défaut résultant du premier et provoquant un court-circuit pour éluder ces deux problèmes ?

Les suppresseurs d'arc Creighton et Nicholson, qui apparurent ensuite, mettaient franchement à la terre la phase menacée ; mais leur prix était prohibitif et bien peu furent installés. Il était plus simple et moins coûteux de relier en permanence le neutre à la terre ; c'était aussi déterminer, à coup sûr, le fonctionnement des relais sous l'effet du court-circuit résultant d'un défaut.

On y revient donc tout naturellement et, depuis, cette pratique s'est étendue à tous les réseaux de 22000 à 220 000 V. En général, pour n'avoir à faire qu'à des courants de court-circuit bien déterminés, on n'établit la terre qu'à la source d'énergie du réseau à protéger, par exemple, au neutre du transformateur élévateur $\Delta - \lambda$ à l'usine de départ et au neutre du transformateur $\Delta - \lambda$ dans les sous-stations.

Multiplier les terres sur l'étendue d'un réseau, c'est compliquer la prédétermination des courants dans les relais, et, pour bien le montrer, l'auteur cite cinq schémas types où cette difficulté va crescendo (¹) jusqu'au cas reproduit en figure 1.

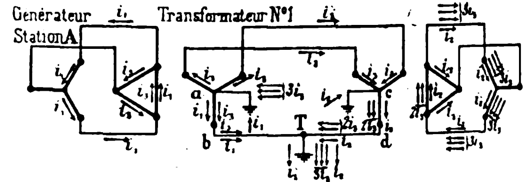


Fig. 1. — Distribution d'énergie avec deux stations génératrices.

Il préconise les transformateurs montés en $\lambda - \Delta$, qui opposent au passage des courants de court-circuit une réactance plus faible que les montages $\lambda - \lambda$. A leur défaut, sa prédilection va au transformateur en zig-zag, pour créer un neutre artificiel.

L'emploi des transformateurs $\lambda - \lambda$ à éléments monophasés distincts donne lieu, de neutre à neutre, par la terre, aux harmoniques 3 du courant, d'où possibilité d'interférence téléphonique. Si on supprime les terres, les harmoniques 3 de la tension apparaissent et peuvent compromettre l'isolement.

L'auteur mentionne alors le remède d'un enroulement auxiliaire en triangle qui joue, par ailleurs, le rôle d'équilibreur des courants de court-circuit.

Opportunité d'une résistance de terre. — On est généralement d'accord pour reconnaître que les perturbations doivent être de faible durée à tout prix et qu'il convient, par suite, de relier *directement* le neutre à la terre. Les appareils en service ne sont-ils pas prévus, d'ailleurs, pour résister aux efforts électromagnétiques et aux surcharges thermiques des courts-circuits jusqu'à ce que les relais agissent ? Si la temporisation est assez faible, il n'y a pas à craindre, d'autre part, le décrochage des appareils synchrones.

Les partisans des résistances rétorquent que la gêne apportée aux communications téléphoniques par induction des courants de court-circuit est plus grande; mais il ne nient pas que cette gêne (claquement sonore) soit plus brève, la perturbation s'épuisant très vite, et que l'emploi de résistances, provoquant très souvent des arcs à la terre, pourrait l'éterniser en l'affaiblissant.

Si, néanmoins, l'auteur signale les résistances les plus employées, en grilles ou en fils roulés sur tubes (fig. 2), ou bien les transformateurs spéciaux de mise à la terre, c'est pour faire ressortir leur prix élevé, et, pour les hautes tensions, les frais d'installation, de surveillance et d'entretien très onéreux.

Aussi, sur les treize grandes compagnies que cite l'auteur, quatre seulement ont conservé une faible résistance de terre.

Dans ces conditions, d'ailleurs, les résistances sont prévues pour donner libre cours dans l'installation à un courant triple ou quadruple du courant de pleine charge, et on peut employer les mêmes relais que pour une mise à la terre

(¹) H.-H. Dewey. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, juin 1923, t. XLII, p. 589-600, 11 000 mots, 9 fig.

(¹) Pour le calcul des courants de court-circuit sur réseaux complexes, l'auteur renvoie à l'article de W.-W. Lewis; Courant de court-circuit dans les systèmes avec neutre mis à la terre. *General electric Review*, juillet 1917.

directe. Mais, dès que les résistances sont grandes, les lignes doivent être munies de relais sélectifs dont l'extrême sensibilité ne tolère guère les écarts de réglage inhérents aux erreurs d'appréciation des courants. L'action de ces courants

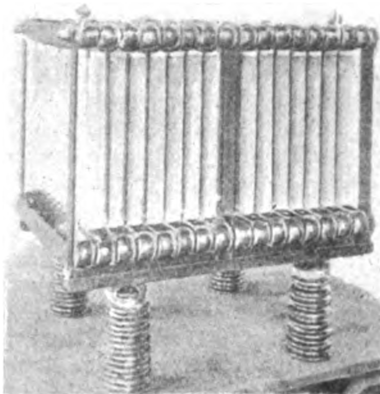


Fig. 2. — Résistance de terre en fil sur tube isolant, prévue pour un service de 2 minutes sur un réseau à 45 000 v.

très limités est aussi compliquée par le courant de capacité et peut se prolonger sans exciter les relais.

Discrimination entre faible résistance et mise a la terre directe. — Malgré sa longue expérience, l'auteur déclare qu'entre une ligne à haute tension (110 000 v) directement à la terre et des lignes similaires munies d'une faible résistance, la discrimination objective est difficile en raison des dissemblances de construction, des modifications sans cesse apportées et de la complexité particulière de chaque réseau. Il croit pouvoir affirmer, cependant, que le caractère oscillatoire des arcs à la terre est très atténué lorsque les neutres sont directement à la terre, parce que le courant de ces arcs est la superposition d'un courant de court-circuit, très élevé alors, en retard sur la tension, et d'un courant de capacité, relativement faible, en avance, qui, s'il était seul (ligne isolée) provoquerait des oscillations bien plus dangereuses.

C'est ainsi qu'un réseau à 110 000 v ayant 2 000 km de lignes aurait, à la suite d'un arc à la terre, un courant de charge de 750 A, et que toute résistance, choisie élevée pour limiter le courant de court-circuit à 100 A, ne saurait prétendre à stabiliser l'arc et à éviter les surtensions. Le courant de capacité faisant retour à la ligne par des voies ignorées rendrait aussi plus délicat le rôle de relais sélectifs.

Au-dessus de 110 000 v, on n'emploie jamais, aux Etats-Unis, de résistances; d'après M. Dewey, c'est un essai risqué que celui des Japonais adoptant des résistances très élevées pour leur transmission normalisée à 154 000 v.

L'auteur prend plus nettement position contre les résistances en leur préférant une mise à la terre partielle, mais directe, prévue à l'une des stations génératrices seulement, ou encore à un seul groupe de transformateurs à l'usine génératrice.

Emploi de transformateurs de terre. — Comme exemple d'application, l'auteur signale le cas d'une ligne à 110 000 v, de puissance apparente moyenne de 25 000 kv-A et en pointes de 50 000 kv-A, avec relais de surcharge réglé pour 60 000 kv-A. Le transformateur de terre doit donner libre cours sur la phase en défaut au courant correspondant à 60 000 kv-A et, partant, sa puissance sera choisie à 6 000 kv-A pour une réactance de 10 pour 100 ou 4 800 kv-A pour une réactance de 8 pour 100 [1] si l'on néglige la réactance de la ligne. Si l'on veut tenir compte de ce que la plus longue ligne venant de la sous-station a 10 pour 100 de réactance, il faut choisir celle du transformateur à 10 pour 100 au-dessus de celle de la ligne. La protection obtenue serait ainsi équivalente à celle qu'on peut escompter avec une résistance assez faible pour tolérer le même courant. En augmentant la puissance du transformateur, on réalise de plus près encore l'équivalent d'une mise à la terre directe.

A propos de réactances, un avantage appréciable des courants de courts-circuits intenses c'est de développer dans les machines des réactances internes qui réduisent à la fois la tension dans la phase menacée et les tensions dans les phases saines. Il faut que le courant de terre soit au moins égal au courant de régime de tous les générateurs en parallèle sur la ligne; ainsi le fonctionnement des relais est bien assuré. L'auteur recommande particulièrement, pour éliminer les risques d'arcs et de surtensions, de mettre à la terre le neutre des groupes de transformateurs, en tout ou partie, à l'usine génératrice seulement, et de ne pas étendre cette mesure aux sous-stations pour éviter de les englober sans raison dans les courts-circuits, comme le montre la répartition des courants dans la figure 3.

On tend à substituer aux résistances les bobines de Petersen qui opposent au courant de capacité de la ligne avariée un courant réactif en arrière. Il est probable, dit

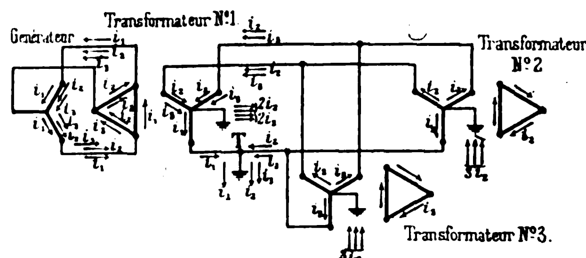


Fig. 3. — Distribution d'énergie avec station génératrice et deux sous-stations.

l'auteur, que ces réactances ont un champ d'application limité et que la petitesse des courants de charge sur lignes courtes ou, relativement, à basse tension (au-dessous de 110 000 v) ne tolère pas, pour l'accord de ces réactances, une marge d'erreurs raisonnable. Si la compensation des courants en avant et en arrière n'est pas suffisante, des arcs sur isolateurs sont à craindre [2].

Câbles souterrains. — La plupart de ces câbles, venant directement du générateur sans interposition de transformateurs, ont leur neutre mis à la terre par la voie d'une résistance calculée pour limiter le courant dû au défaut à la valeur de réglage des relais de surcharge. Peu sont franchement à la terre et moins encore sont pourvus d'une résistance très élevée; celle-ci n'aurait plus pour fonction d'éviter les troubles téléphoniques et elle compliquerait inutilement le rôle des relais sélectifs, en assurant la prépondérance du courant de capacité.

La méthode la plus usitée consiste à ne réunir à la terre

(1) Une réactance est dite de 8 pour 100 quand, soumise aux conditions du service normal de la distribution, elle est susceptible de provoquer une chute de tension évaluée à 8 pour 100 de la tension nominale.

(2) Mémoires sur les bobines de Petersen présentés à l'Assemblée annuelle de l'American Institute of electrical Engineers, par M.-W.-W. Lewis, J.-M. Oliver et W.-W. Eberhardt. *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. XV, p. 268-271.

qu'un seul générateur par station génératrice; cette pratique, basée sur les dissemblances des premières machines, évitait la circulation, entre neutres, de courants intenses, de fréquence triple de la fréquence fondamentale. La réduction des harmoniques dans les machines modernes enlève à cette règle son caractère impératif; mais il n'y a pas de raison pour la proscrire, un seul générateur étant suffisant pour alimenter le court-circuit que tolère la résistance d'emploi général.

Contre cet usage, d'ailleurs, l'auteur invoque le fait que la résistance ne peut rien contre les courts-circuits directs. De plus, elle est susceptible de provoquer ces courts-circuits indirectement en laissant s'éterniser le défaut entre le conducteur et l'enveloppe, défaut qui est le plus généralement observé. — On adjoint bien à ces résistances des relais sélectifs rapides, mais, dès que la tension atteint 26 000 à 33 000 v, ces relais sont en retard par rapport au court-circuit et il faut se résigner à abandonner les résistances. De fait, les câbles fonctionnant aux Etats-Unis sous plus de 26 000 v sont mis directement à la terre pour éviter les surtensions en cas de défaut et atténuer la fatigue anormale qui en résulterait dans le diélectrique déjà très éprouvé au-dessus de 26 000 v. L'auteur signale que des câbles à 50 000 v à trois conducteurs et à 66 000 v par trois câbles monophasés, en service à l'étranger, sont mis aussi directement à la terre.

Pourtant, sur les réseaux à distribution radiale, les inductances sont employées de plus en plus pour limiter les courants de court-circuit. C'est une pratique générale de calculer ces réactances à 3 pour 100, en ne tolérant qu'un court-circuit correspondant à 33 fois la capacité d'un feeder de l'usine et alimenté facilement par les puissantes unités modernes.

La résistance de terre joue le même rôle que ces réactances dans les installations dites à « phases isolées » où un court-circuit, de phase à phase, ne peut qu'emprunter la voie de cette résistance. On lui adjoint des inductances non seulement sur les feeders au départ, mais souvent dans les générateurs principaux eux-mêmes. L'auteur estime que l'intensité des courts-circuits peut être ainsi réduite de 25 000 ou 30 000 à 1 500 ou 2 000 A et que l'importance des arcs est aussi réduite dans les mêmes proportions. Mais il hésite à prendre parti pour l'un ou l'autre procédé, avec ou sans résistance de terre.

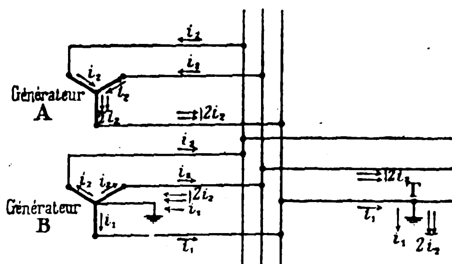


Fig. 4. — Deux génératrices en parallèle avec un seul neutre à la terre. La ligne est mise accidentellement à la terre du côté à basse tension.

La figure 4 donne une idée de la circulation des courants consécutifs à un défaut. On notera que le générateur A, mis à la terre au neutre, fournit non seulement le courant qui prend naissance dans le conducteur à la terre, mais aussi les courants de circulation dus à la présence d'un générateur isolé.

La variante adoptée pour la mise à la terre doit être en harmonie avec la protection p r relais. Dans les installations à feeders rayonnants, par exemple, la résistance de terre doit être calculée pour provoquer le fonctionnement des relais de surcharge par le passage d'un courant double ou triple du courant normal du feeder. On peut aussi, avantageusement, employer des relais à courant résiduel, sensibles à de faibles courants et dont l'emploi est compatible avec celui d'une résistance de terre élevée.

Quant aux relais différentiels, systèmes Merz-Hunter ou Cole, utilisant le fil de garde ou le fil pilote, leur fonctionnement, pour être irréprochable, exige des courants de terre plus intenses que leur sensibilité le ferait supposer. Enfin, les relais équilibrés et unidirectionnels pour sous-stations exigent pratiquement des courants plus élevés que les relais de surcharge.

Les capacités respectives d'un câble et d'une ligne aérienne sont telles que le câble présente les variations d'énergie électrostatique les plus grandes (courants de capacité par 1 600 m : 1,8 A pour câble à 13 200 v, 60 p : s et 0,5 A pour ligne à 110 000 v, 60 p : s). Il est naturel qu'on ait songé à protéger le câble par la résistance la plus élevée. Toutefois, ici encore, le courant de charge peut contrarier l'effet limiteur d'une haute résistance s'il est trop important.

Enfin, la protection des unités génératrices modernes, protection qui doit être en raison de leur importance, consiste essentiellement en relais très sensibles, à action rapide, connectés en différentiel aux transformateurs d'intensité montés sur le fil neutre et à l'extrémité de chaque phase. Le déséquilibre, s'il n'est pas très accentué et s'il est encore atténué par une résistance de terre peut laisser différer l'action des relais et s'étendre le dommage aux unités génératrices.

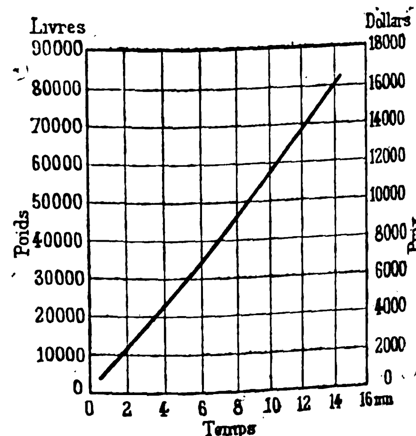


Fig. 5. — Variation du poids et du prix en fonction de la durée de service d'une résistance de 5 ohms, pour 1 200 A, 13 200 V.

En résumé, la protection par relais et l'emploi de fortes résistances paraissent rarement conciliables.

Les résistances de terre les plus employées pour les câbles sont du type à grille, comme les résistances de démarrage des moteurs d'induction. Leur température peut atteindre 100° C sans inconvénient. Elles sont le plus généralement prévues pour un service de 30 secondes, durée largement suffisante dans la plupart des cas pour permettre aux relais d'agir. Si l'on craint la carence des relais, il faut prévoir une durée de service bien supérieure et qui peut atteindre 10 minutes pour laisser au surveillant le temps de localiser le trouble et de l'éliminer. La figure 5 montre que le poids et le prix des résistanees sont en raison directe de la durée de service exigée.

Dans ses conclusions, l'auteur insiste sur le fait que la mesure dans laquelle une installation est mise à la terre ne s'évalue pas objectivement, selon les méthodes et les appareils employés; mais seulement par le rapport du courant de terre éventuel au courant de pleine charge. Plus ce rapport est élevé et meilleur est, d'après lui, la protection avec les moyens actuels. — L. P.

Influence de la déviation des chaînes d'isolateurs sur la variation de la flèche des lignes aériennes (¹).

Cet article se réfère à une étude de M. Egg, publiée en juillet 1920 et dont la « R. G. E. » a donné l'analyse (²). Il s'agissait d'étudier l'effort de traction unilatéral qui s'exerce sur les lignes aériennes dans les diverses portées d'un canton, lorsque celles-ci viennent à être soumises à des efforts accidentels de diverses natures (rupture, neige, etc.). L'auteur de cette première étude y supposait les supports flexibles et les isolateurs rigides.

Il n'était pas sans intérêt d'appliquer les formules de M. Egg à la détermination de la traction unilatérale et de la nouvelle flèche dans le cas de supports rigides et de chaînes d'isolateurs, c'est-à-dire d'attaches flexibles, en résumé le cas inverse. En ce qui concerne le cas de la rupture d'un conducteur, la formule proposée par l'auteur a été vérifiée assez exactement par un exemple pratique. La comparaison des résultats de cette expérience avec ceux de la formule conduit aux remarques suivantes : le calcul de l'augmentation des flèches donne des résultats sensiblement concordants avec ceux qui ont été relevés sur le terrain. L'effet de la rupture du conducteur se fait sentir surtout sur les portées voisines de la portée accidentée, mais l'augmentation de la flèche s'atténue rapidement avec la distance. Dans chaque portée, le centre de gravité du câble tend à revenir au milieu de la portée par suite d'une réaction sur les supports due à la rigidité du câble, non prévue par la théorie, mais observée sur le terrain. — En effet, la déviation des chaînes d'isolateurs a été trouvée pratiquement un peu inférieure à la valeur prévue par la théorie. D'après l'auteur, cet écart serait dû à la résistance au déplacement que présente un câble rigide ne pouvant se mouvoir librement autour de son point de suspension (pince de l'isolateur), ainsi que l'hypothèse en avait été faite primitivement. En réalité, le câble n'est pas attaché en « un point », mais serré dans une rainure sur une vingtaine de centimètres, ce qui contrarie les déplacements dans le sens de la ligne.

Lors des essais, on a facilement constaté un point d'inflexion du câble à faible distance de la chaîne d'isolateurs du premier pylône porteur. Le câble sortait de la pince obliquement vers le haut, s'infléchissait ensuite vers le bas et, à partir du point d'inflexion, prenait la forme de la chaînette. Ceci prouve que la rigidité du câble produit au point de suspension un moment tendant à ramener la chaîne d'isolateurs dans sa position verticale, dès qu'elle s'en écarte par suite d'une différence de traction dans les deux portées adjacentes.

Ces constatations ont poussé l'auteur à reviser sa théorie en tenant compte de ce moment et de cette distorsion du câble au voisinage de son attache lorsque celle-ci dévie et à considérer les résultats du calcul obtenus, d'une part, par une « théorie approchée » et, d'autre part, par une « théorie exacte ».

En ce qui concerne le cas d'effort unilatéral dû à la chute du manchon de neige sur une portée seulement, ce qui a pour effet d'accroître la flèche des autres portées encore chargées en y diminuant la contrainte du métal et de diminuer la flèche dans la portée dénudée en y augmentant la contrainte du métal, on peut faire, entre autres, la remarque suivante : l'augmentation de flèche devient de moins en moins sensible à mesure que le nombre de portées entre points d'ancrage croît; le cas le plus défavorable, partant le plus intéressant, est donc celui de deux portées seulement : dans ce cas, il faut compter avec une augmentation de flèche de 25 pour 100 environ dans la portée où il subsiste de la neige. D'autre part, l'augmentation de la flèche est proportionnelle à la longueur des chaînes. Ce sont les lignes en métal mou et de petit diamètre qui subissent les contraintes les plus élevées puisque, comme on sait, ce sont celles qui subissent de la part de la neige la contrainte relative la plus forte. Des tableaux sypnotiques et des courbes résument les résultats de la théorie et des observations. — L. C.

(¹) BOURQUIN. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, octobre 1923, t. XIV, p. 545-557, 5500 mots, 8 fig.

(²) M. EGG: Calcul des tensions consécutives aux efforts unilatéraux auxquels les lignes aériennes peuvent être accidentellement soumises. *Revue générale de l'Électricité*, 25 juin 1921, t. IX, p. 930.

L'art de souder les métaux communs à travers le verre (¹).

Le vide élevé nécessaire dans les lampes à incandescence et les valves thermoioniques exige que les conducteurs qui pénètrent dans l'ampoule soient soudés au verre de façon parfaitement étanche. Ce résultat n'a pu être atteint pendant de longues années, dans la fabrication des lampes à incandescence, que par l'emploi de fils de platine. Ce métal, en effet, ne s'oxyde pas et possède un coefficient de dilatation de 9.10^{-6} par degré centigrade, à peu près le même que celui du verre, alors que celui de l'or, de l'argent, du cuivre, du nickel, par exemple, est trop élevé. Mais le prix du platine fut bientôt prohibitif. On songea alors à faire usage d'alliages de fer et de nickel dont le coefficient de dilatation varie, suivant le titre, de zéro à 14.10^{-6} par degré centigrade.

L'industrie utilise actuellement, pour remplacer le platine, un conducteur formé d'un noyau d'alliage fer-nickel enrobé de platine ou même de cuivre enduit de borax déshydraté.

La résistivité de ces alliages étant notablement plus grande que celle du platine, on est conduit à donner à ces conducteurs une section plus grande, une courte longueur, et à souder, à chaque extrémité, un fil de cuivre par lequel s'écoule la chaleur dégagée par le passage du courant. Ces deux soudures ont aussi l'avantage d'obturer toutes les fuites qui pourraient résulter d'un mauvais contact entre la chemise de cuivre et l'alliage qu'elle entoure.

On obtient aussi de bonnes soudures entre le tungstène et le verre pyrex, avec, au besoin, interposition d'un verre approprié.

Dans le matériel téléphonique, des milliers de lampes de 4,5 cm de longueur et de 6 mm de diamètre sont employées On a fait, il y a plusieurs années, des expériences pour tenter de remplacer le platine. Après de nombreux essais, on trouva qu'une feuille de cuivre de 0,05 mm d'épaisseur et de 3 mm de largeur, recouverte de borax, pouvait se souder très intimement au verre. Le borax sert ici de désoxydant, l'oxydation rendant le ruban de cuivre extrêmement

(¹) William G. HOUSKEEPER. *Journal of the american Institute of Electrical Engineers*, septembre 1923, t. XLII, p. 954-961, 5000 mots, 16 figures. Cet article complète celui que nous avons publié déjà sur le même sujet dans la « R. G. E. » du 10 février 1923, t. XIII, p. 216-219.

fragile. Un essai de soudure d'une feuille de 0,2 mm d'épaisseur et de 6 mm de large, donna le résultat que montre la figure 1. On constate qu'il y a un décollement visible aux

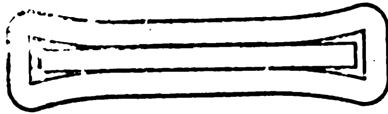


Fig 1. — Aspect d'une soudure verre-cuivre sans l'emploi de borax.

extrémités, mais non au milieu. Cependant, on peut arriver à souder des rubans de 0,38 mm d'épaisseur et de 25,4 mm de largeur lorsque les bords en sont chanfreinés. L'usage du borax est alors inutile. La figure 2 est une coupe transversale de la soudure obtenue dans ces conditions.

L'opération de la soudure s'effectue de la manière suivante : Une feuille de cuivre épaisse de 0,38 mm, large de 25,4 mm,

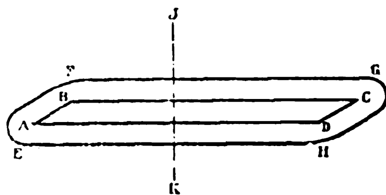


Fig. 2. — Coupe à travers la soudure d'un ruban de cuivre au verre après amincissement des bords du cuivre et sans emploi du borax.

est coupée à une longueur de 10,1 cm. Les bords, sur une longueur de 25,4 mm, sont biseautés de manière que l'angle soit de 8° à 10°. On pratique, au bout d'un tube de verre approprié, une ouverture de 28 mm sur 3 mm. La feuille de cuivre est alors chauffée au rouge dans la flamme à souder le verre pendant quelques secondes. On l'introduit alors dans le tube, de manière que le verre vienne en contact avec la section pourvue de bords amincis ; puis, le verre est pressé en contact avec la feuille à la plus haute température qui puisse être employée sans inconvénient. On recuit ensuite et on laisse refroidir. C'est parce que la surface de contact entre le verre et le métal est bien plus grande qu'avec les fils cylindriques de même section, que ce procédé est avantageux. La différence entre les coefficients de dilatation n'est jamais assez grande pour provoquer des fuites. On voit dans la figure 2, en ABCD, la section du ruban de cuivre, et en EFGH le verre qui l'emprisonne. Il est intéressant de donner les résultats d'un essai. En supposant qu'à 525°C le verre commence à étirer le cuivre, que la température ambiante est de 25°C, que le coefficient de dilatation du cuivre est 17×10^{-6} par degré centigrade, que celui du verre est $9,1 \times 10^{-6}$, l'excès de l'allongement du cuivre sur 2,5 cm de longueur sera environ de $25\ (17,2 - 9,1) \times 10^{-6} \times 500 = 0,01$ mm. Des essais effectués sur du cuivre tendre montrent que cet allongement correspond à une contrainte d'environ 612 kg : cm² qui se traduit par un cisaillement suivant les plans AB et CD.

La figure 3 montre la microphotographie d'une section de la soudure entre le cuivre et le verre. On reconnait le cuivre à sa surface tachée. La ligne noire de séparation est une couche d'environ 0,007 mm d'épaisseur d'oxyde cuivreux. On peut remarquer l'adhérence parfaite entre le cuivre et le verre.

La soudure d'un disque de cuivre au verre a été également étudiée. Le meilleur procédé à employer est celui qui est représenté par la figure 4. Cependant, on a expérimenté avec succès la disposition de la figure 5 qui consiste à faire passer un fil de cuivre au centre du disque et à le souder

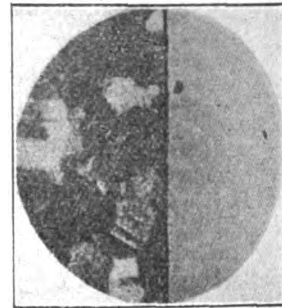


Fig. 3. — Microphotographie d'une soudure cuivre-verre.

au disque. Sur l'une des faces, on soude un tube de verre et sur l'autre, un tore de verre.

D'une manière générale, il existe trois méthodes pour souder le cuivre à travers le verre ; d'abord le fil de cuivre

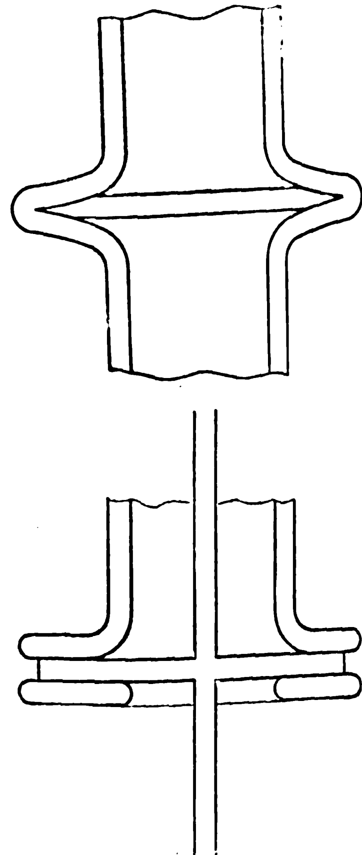


Fig. 4 et 5. — Soudures d'un disque de laiton au verre : 1° avec enrobement des bords ; 2° les bords étant libres.

laminé et enduit de borax, ensuite le ruban et, enfin, le disque. On est même arrivé à souder entre eux des tubes de verre et de cuivre. Il ne semble n'y avoir aucune limite dans les dimensions des parties à souder à condition qu'elles soient en rapport l'une avec l'autre. — C. F.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 7 MAI 1924.

Durant l'exercice, le chiffre d'affaires a dépassé de plus de 30 pour 100 celui réalisé en 1922 et a plus que triplé le chiffre obtenu en 1919.

Cet accroissement important, se manifestant sur toutes les branches des fabrications de la société, répond non seulement au travail persévérant de son personnel et des agents, mais encore à ses efforts techniques et scientifiques.

C'est ce qui lui a valu de voir ses appareils de radiothérapie profonde à tension constante de 250 000 v choisis par la presque totalité des centres anti-cancéreux qui se sont créés. Il faut citer notamment :

A Paris, les trois centres installés actuellement : l'Institut du Radium; l'Hôpital Paul-Brousse et l'Hôpital de la Salpêtrière.

En province, les centres installés à Bordeaux, Lyon, Montpellier, Nancy, Nimes, Strasbourg et Tours.

A l'étranger, les centres qui se sont créés :

En Belgique, Institut du Radium, à Bruxelles.

En Suisse, Hôpital cantonal de Genève et Hôpital de la Chaux-de-Fonds.

Au Danemark, Institut Finsen.

En Espagne, Hôpital de San Sebastian.

Indépendamment de ceux livrés, la société a encore à ce jour en commande un nombre important de ces appareils.

Au cours de cet exercice, la société a développé ses ententes avec la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, l'International general electric Company et la Victor X-Ray Corporation, en vue de l'exploitation plus étendue, tant des tubes « Coolidge » que des appareils de radiologie, dans différents pays d'Europe et d'Amérique du Sud.

En fin d'année, elle a participé à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Elle y a présenté, entre autres appareils, le groupe générateur à tension constante à 250 000 v, pour radiothérapie profonde, un nouveau type de voiture radiologique, un nouvel appareil de radiodiagnostic et elle a réalisé, de plus, à cette exposition, différentes expériences sur le rayonnement X et les vides élevés.

Les résultats moraux et commerciaux de cette exposition ont été des plus intéressants pour la société.

Elle termine cet exercice avec une importante progression de son chiffre d'affaires, ainsi qu'avec une grosse plus-value de commandes en portefeuille.

Une partie de l'augmentation de capital proposée l'année dernière [1] a été réalisée en décembre dernier, mais les modifications résultant de cette augmentation n'apparaissent pas au bilan, l'assemblée extraordinaire des actionnaires n'ayant eu lieu que le 25 janvier 1924 [1].

Les bénéfices bruts de l'exercice se sont élevés à 2 millions 810 478,35 fr contre 2 264 379,33 fr en 1922. Après déduction des frais généraux 1 317 817,95 fr et des charges financières 407 242,30 fr, le produit brut de l'exercice s'élève à 1 085 418,10 fr.

Il est prélevé 354 964,95 fr pour les amortissements divers. Le bénéfice net est de 730 453,15 fr, contre 540 939,94 fr en 1922.

Le bénéfice est réparti ainsi : 5 pour 100 pour la réserve légale, un premier dividende de 5 pour 100 aux actions.

Il reste 493 930,50 sur lesquels il est distribué : 15 pour 100 au Conseil et 20 pour 100 aux parts bénéficiaires.

Il reste 321 054,80 fr auxquels s'ajoute le report précédent 6081,17 fr.

Il est attribué un dividende supplémentaire de 5 pour 100 aux actionnaires, et 110 000 fr au fonds de réserve spécial.

Le report à nouveau est de 17 135,97 fr.

Le dividende est payé depuis le 15 mai 1924, contre remise du coupon n° 8 pour les actions et du coupon n° 5 pour les parts :

44 fr aux actions nominatives, 42,10 fr aux actions au porteur et 85,85 fr aux parts de fondateur.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Fonds de commerce	160 000 »
Installations	63 302,30
Terrains et constructions :	
Usines de Paris et d'Arcueil	4 142 590 »
Matériel et outillage :	
Usines de Paris, d'Asnières et d'Arcueil	706 195,20
Mobilier et automobiles	111 663,65
Caisses et banques	358 240,30
Effets à recevoir et à l'encaissement	289 388,90
Débiteurs divers	3 145 296,45
Approvisionnements, marchandises en cours de fabrication et fabriquées	4 473 380,60
Portefeuille titres	1 »
Loyers d'avance et cautionnements	43 229,60
Impôts de finance à recouvrer	30 586 »
	13 523 874 »

Passif.

	fr
Capital	4 000 000 »
Bons décennaux (émission 1921)	1 812 500 »
Réserve légale	79 080,13
A reporter	5 891 580,13

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 25 août 1923, t. XIV, p. 271.

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 16 février 1924, t. XVI, p. 276.

Report....	5 891 580 13
Fonds de réserve spécial	90 000 »
Créditeurs divers :	
Fournisseurs et divers	2 510 162,90
Créanciers	1 550 000 »
Créancier à terme :	
Société Nilmélior	1 800 000 »
Avances reçues sur commandes	584 843,20
Coupons à payer	5 788,50
Profits et pertes reportés	6 081,17
Produit net de l'exercice	1 085 418,10
	13 523 874 »

Energie électrique du Centre de l'Espagne.

Assemblée générale ordinaire du 8 mai 1924.

Le régime hydraulique n'a pas été favorable au fonctionnement des usines hydroélectriques pendant les premiers et les derniers mois de l'exercice 1923. Toutefois, dans l'ensemble, la production hydraulique, quoique un peu inférieure à la normale, est satisfaisante.

Pendant les périodes d'étiage et au moment des pointes, l'usine à vapeur de Valdepenas a fourni l'appoint de puissance et d'énergie nécessaire à compenser les insuffisances de la production hydraulique.

La production totale d'énergie a atteint 3531000 kw-h, dépassant de 55000 kw-h celle de l'année précédente (1).

Les recettes d'exploitation ont continué à progresser; elles se sont élevées à 690882,90 pesetas contre 673094,12 pesetas en 1922, soit une augmentation de 17788,78 pesetas. Ce supplément de recettes provient uniquement du développement des ventes d'énergie pour l'éclairage.

Les dépenses d'exploitation ont été de 447621,26 pesetas, dépassant de plus de 34000 pesetas celles de l'exercice 1922 qui étaient de 413612,26 pesetas. Cette augmentation résulte uniquement des dépenses supplémentaires occasionnées par la marche plus intensive de la réserve thermique de Valdepenas dont les frais d'exploitation ont été supérieurs de plus de 40000 pesetas à ceux de l'exercice antérieur.

Au 31 décembre 1923, le nombre des abonnements au compteur pour l'éclairage était de 2657, au lieu de 2398 en 1922; le nombre des abonnés pour la force motrice était de 501, au lieu de 467 en 1922.

Le bénéfice d'exploitation en Espagne s'élève à 243261,64 pesetas qui, converties en francs, donnent 612749,75 fr contre 556828,05 fr en 1922.

Il y a lieu d'y ajouter le solde du compte intérêts et divers s'élevant à 6720,12 fr.

Après déduction des intérêts, taxes et impôts, et amortissement en Espagne, le bénéfice net atteint 284613,11 fr.

Le compte de profits et pertes en France comprend le solde bénéficiaire en Espagne 284613,11 fr et le solde du compte intérêts et divers, 22127,40 fr.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 29 mars 1924, t. xv, p. 566.

Il faut en déduire les frais généraux en France 12331,70 fr, l'abonnement au timbre des obligations 3275 fr. Il reste 291133,81 fr.

Il est prélevé 49000 fr pour amortissement de 98 obligations, 150000 fr de provision pour frais exceptionnels de vapeur et de grosses réparations, 28677,10 fr de provision pour créances douteuses.

Le bénéfice disponible s'élève à 63456,71 fr auquel s'ajoute le report de 1922, 15077,12 fr.

Sur ce bénéfice il est prélevé :

5 pour 100 à la réserve légale, un dividende de 5 pour 100 aux 5000 actions.

Le report à nouveau est de 12107,14 fr.

Le dividende de 12,50 fr par action sera mis en paiement à partir du 16 juin 1924, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 2.

Bilan au 31 décembre 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses d'installations	4 531 196,20
Installations et matériel chez les clients	1 »
Mobilier, outillage et agencement des bureaux en Espagne	1 »
Mobilier en France	1 »
Approvisionnements	134 239,63
Caisses et banquiers	197 161,68
Bons de la Défense nationale et bons du Trésor	599 500 »
Factures à recouvrer	389 577,28
Débiteurs divers	1 716,98
Cautionnements déposés par la société	2 804,03
Impôts sur titres à recouvrer	30 479,30
Comptes d'ordre et divers	34 794,09
	5 921 473,28

Passif.

	fr
Capital :	
5 000 actions de 250 fr	1 250 000 »
Obligations :	
6 501 obligations de 500 fr	3 250 500 »
Réserve légale	1 978,97
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	249 500 »
Provision pour frais exceptionnels de vapeur et de grosses réparations	475 000 »
Provision pour créances douteuses et amortissements divers	100 000 »
Provision pour fluctuations du change	100 000 »
Créditeurs divers	208 436,10
Fournisseurs	24 925,69
Cautionnements et dépôts de garantie	41 471,21
Coupons à payer et obligations à rembourser	41 933,62
Comptes d'ordre et divers	99 193,86
Profits et pertes	78 533,83
	5 921 473,28

SECTION DE LÉGISLATION

A propos des dégâts causés aux conduites de gaz par les courants vagabonds

Pourvois formés par la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien contre un arrêté du Conseil de Préfecture en date du 10 mars 1914

L'auteur donne ci-dessous un exposé de la décision du Conseil d'État statuant sur la question des dommages causés aux conduites de la Compagnie du Gaz de Paris par les courants vagabonds circulant dans le sous-sol parisien et rappelle dans quelles conditions se sont produites les détériorations ayant motivé les pourvois ci-après.

Introduction. — Par deux décisions du 5 mars 1924, le Conseil d'État a statué sur les deux pourvois formés par la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et par la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien, tendant à l'annulation d'un arrêté en date du 10 mars 1914 par lequel le Conseil de Préfecture de la Seine avait condamné la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien à payer à la Société du Gaz de Paris, agissant comme régisseur de la ville de Paris et comme aux droits de la Compagnie d'Éclairage et de Chauffage par le gaz, en liquidation, respectivement les sommes de :

Pour la Compagnie du Chemin de fer métropolitain :

1° Une somme de 155,16 fr ;

2° Une somme de 2224,60 fr ;

Pour la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien :

1° Une somme de 155,16 fr ;

2° Une somme de 761,55 fr,

en réparation d'une partie des dommages subis par les conduites de gaz situées, d'une part, avenue Parmentier, d'autre part, rue Réaumur, et avait mis en outre à leur charge respectivement la moitié et 75 pour 100 des dépens (y compris les frais d'expertise) pour le Métropolitain et le surplus de la réparation des dommages ainsi que 50 pour 100 et 25 pour 100 des mêmes dépens pour la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien.

On sait que les faits qui ont motivé cet arrêté du Conseil de Préfecture sont fort anciens et remontent aux années 1906 et 1907, au cours desquelles des perforations furent constatées sur des conduites de la Compagnie parisienne du Gaz installées à hauteur des numéros 108, 122, 129 et 138 de la rue Parmentier et du n° 4 de la rue Réaumur.

Cette société attribuant ces détériorations à des courants « vagabonds » provenant des installations de la Compagnie de Tramways de l'Est-Parisien et du Chemin de fer métropolitain, quatre experts furent désignés pour établir un rapport à ce sujet : 1 pour le Conseil de Préfecture, 1 pour le Métropolitain, 1 pour la Compagnie du Gaz et 1 pour la Compagnie de l'Est-Parisien. Après s'être réunis à plusieurs reprises et avoir entendu les explications des parties intéressées, ces experts ont été d'accord pour reconnaître que, sans aucun doute, des courants électriques vagabonds avaient déterminé sur ces conduites de gaz des phénomènes d'électrolyse caractérisés par l'attaque extérieure et surtout par la perforation du matériel aux points où le courant électrique quittait les conduites pour rejoindre soit d'autres masses métalliques, soit les feeders de retour de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. Ils déclarèrent que, même en admettant que la nature du sol ne soit pas étrangère à l'altération de ces conduites, il n'en était pas moins certain que ladite altération avait été provoquée, dans la plupart des cas, et aggravée, dans tous les cas, par le passage de courants électriques.

A cette époque, la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien fournissait le courant électrique à ses voitures au moyen de plots et de feeders isolés, avec retour par les rails, et la Compagnie du Chemin de fer métropolitain fournissait le courant à ses automotrices par des feeders isolés avec retour par les rails de roulement établis sur des traverses en bois sans autre isolement du sol. Or, par suite des imperfections de l'éclissage des rails de roulement et de la chute de tension dans le rail utilisé comme conducteur de retour, une partie plus ou moins grande du courant de retour dénommée « courant vagabond » est dérivée des rails de roulement et n'est recueillie par les feeders de retour qu'après avoir parcouru une certaine zone du sol.

Les courants vagabonds sortant des câbles souterrains ou des rails se répandent alors dans le sol suivant les directions où les éléments constitutifs de ce sol offrent les meilleures conditions de conductibilité et, par suite de la non-homogénéité du terrain, il s'établit dans celui-ci des chemins de moindre résistance qu'empruntent ces courants vagabonds, quelle que soit leur provenance.

Le rapport des experts constatait en outre un certain rapport entre l'importance des altérations produites et l'importance des quantités d'électricité circulant dans les canalisations électriques susceptibles de donner naissance à des courants vagabonds.

De l'examen des divers systèmes de distribution de l'électricité dans les installations de ces Compagnies, les experts arrivèrent à cette conclusion qu'il y avait lieu d'écarter la responsabilité de la Compagnie parisienne de l'Air Comprimé (qui avait été mise en cause), car la répartition de courant vagabond pouvant provenir de ses installations était négligeable en égard aux facilités que les Compagnies de l'Est-Parisien et du

Métropolitain offraient à la naissance des dits courants sur le réseau de leurs rails ; les ouvrages de la Compagnie de l'Est-Parisien constituant d'ailleurs, notamment avenue Parmentier, un véritable lien entre les lignes métropolitaines nos 2 et 3. Les experts furent ainsi amenés à déclarer qu'il y avait lieu de faire le partage des responsabilités des dégâts entre ces deux compagnies en proportion de l'étendue de leurs exploitations.

C'est d'après ces constatations des experts que le Conseil d'Etat a eu à se prononcer sur les pourvois dont il s'agit.

Nous exposons ci-dessous les arguments qu'ont fait valoir chacun des intéressés.

Arguments de la Compagnie du chemin de fer métropolitain. — A l'appui de son pourvoi, la Compagnie du Métropolitain faisait valoir que les constatations effectuées par les experts étaient trop vagues et trop imprécises pour permettre de prononcer une condamnation ; que les courants électriques « vagabonds » pouvant avoir une origine éloignée de l'endroit où se manifeste leur action, l'on ne saurait admettre la mise hors de cause des sociétés productrices d'électricité dont les canalisations, quoique éloignées, avaient pu causer les dommages ; qu'en tous cas, les rails de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain présentant les plus sûres garanties d'isolement (à la différence de ceux de la Compagnie des tramways de l'Est-Parisien), la responsabilité de cette dernière paraissait prédominante si elle ne devait pas même être seule retenue ; enfin que, subsidiairement, le Conseil de Préfecture avait fait entrer en compte, à tort dans le montant de l'indemnité, des frais de surveillance et d'entretien incombant normalement à la société gazière.

Arguments de la Société du Gaz de Paris. — La Compagnie du Chemin de fer métropolitain ne fournit aucun argument de nature à infirmer le rapport d'expertise au vu duquel l'arrêté attaqué a été rendu ; les frais nécessités par la recherche des fuites ont été à bon droit compris dans l'indemnité et une nouvelle expertise serait purement frustatoire.

Arguments de la Société des tramways de l'Est-Parisien. — A l'appui de son pourvoi, la Société des Tramways de l'Est-Parisien se bornait à déclarer qu'il n'était nullement établi que les installations de son réseau aient causé les dommages constatés sur les conduites de gaz de l'avenue Parmentier et de la rue Réaumur.

Arguments de la Ville de Paris. — La responsabilité de la Ville contre laquelle, du reste, aucune conclusion n'a été prise, ne saurait en aucun cas être engagée et les constatations des experts justifient pleinement la répartition des dommages entre les deux compagnies du Métropolitain et des Tramways de l'Est-Parisien.

Décision du Conseil d'Etat. — Considérant que les quatre experts ont, à l'unanimité, attribué les détériorations constatées sur les conduites de la Société du Gaz, avenue Parmentier et rue Réaumur, à l'électrolyse due aux courants dits « vagabonds » provenant des installations de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien ;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que c'est avec raison que, pour les motifs déduits dans le rapport des experts le Conseil de Préfecture en a admis les conclusions et décidé que la responsabilité de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et de la Compagnie des Tramways de l'Est Parisien se trouvait engagée ;

Considérant que l'arrêté attaqué a fait une juste appréciation tant des dommages subis par la Société du Gaz de Paris que de la part de responsabilité incombant respectivement à la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et à la Compagnie des Tramways de de l'Est-Parisien, en condamnant ces compagnies à payer chacune, à la Société gazière les sommes précitées et que la répartition des dépens qu'il a faite entre les parties en cause est justifiée dans les circonstances de l'affaire ;

Considérant, en ce qui concerne la demande d'intérêts présentés par la Société du Gaz de Paris que le Conseil de Préfecture a déjà condamné la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien à payer à la Société du Gaz les intérêts, à partir du 19 mars 1909, des sommes allouées à cette compagnie, et qu'ainsi la demande d'intérêts formulée par cette dernière devant le Conseil d'Etat doit être regardée comme étant sans objet ;

Considérant, en ce qui concerne les intérêts des intérêts que la Société du Gaz de Paris a demandés le 17 décembre 1921, la capitalisation des intérêts des sommes dues tant par la Compagnie du Métropolitain que par la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien ; qu'à cette date il était dû plus d'une année d'intérêts et qu'il y a lieu, par application de l'article 1154 du Code civil, de faire droit à ces demandes :

Article premier. — Les requêtes susvisées de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien sont rejetées.

Art. 2. — Il n'y a pas lieu de statuer sur les conclusions de la Société du Gaz à fin d'intérêts.

Art. 3. — Les intérêts des sommes dues par la Compagnie du Chemin de fer métropolitain et la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien seront capitalisés à la date du 17 décembre 1921 pour porter eux-mêmes intérêts.

Conclusion. — Tout en s'inclinant devant la décision ci-dessus de la Haute-Assemblée (qui ne pouvait statuer que sur les rapports d'experts annexés au dossier des pourvois), un légitime souci d'équité oblige à faire remarquer ici que, depuis le 4 octobre 1912 (date de dépôt des rapports), l'outillage scientifique a fait des progrès et que, ce qui paraissait vrai il y a douze ans, ne semble plus exact aujourd'hui.

Il résulte, en effet, de constatations nouvelles, faites à l'occasion de cas plus récents d'électrolyse dans Paris, qu'on tendrait, au contraire, de plus en plus, à reconnaître maintenant que les installations du Chemin de fer métropolitain doivent être mises hors de cause.

Le problème de la détermination des compagnies responsables des courants vagabonds du sous-sol parisien ne semble donc pas encore définitivement résolu ni près de l'être.

Jean de la Ruelle,
Chef de bureau au Ministère des Travaux publics.

8e Année. Tome XV — N° 24. 14 Juin 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph. : Wagram 90 34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Electricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université

8e ANNÉE. TOME XV. — No 24. 14 JUIN 1924.

Société française des Electriciens. — Séance du 4 juin 1924. — La première partie de la séance fut consacrée à la discussion de la communication de M. Roth sur « les pertes supplémentaires dans les machines », parue le « Bulletin de la Société française des Electriciens » d'août-septembre-octobre 1923. Cette communication avait déjà fait l'objet d'une discussion à la séance du 2 février 1924 de la Société française des Electriciens (1).

Le 4 juin, deux membres de la Société, MM. Bunet et Boucherot, présentèrent quelques nouvelles observations sur le travail de M. Roth. M. Bunet rappela qu'il y a lieu d'appeler pertes supplémentaires toutes les pertes qu'on ne peut mesurer par la méthode des pertes séparées. Ces pertes, négligeables dans les machines de faible ou moyenne puissance, peuvent prendre une valeur considérable dans les gros turboalternateurs en particulier. M. Bunet estime qu'avant de faire des calculs et d'essayer d'établir des formules concernant les pertes supplémentaires, il serait nécessaire de définir le point de départ des pertes supplémentaires D'ailleurs, ces pertes peuvent atteindre des valeurs plus ou moins grandes suivant le mode de construction des machines. Plusieurs exemples donnés par M. Bunet ont montré clairement qu'en voulant diminuer certaines catégories de pertes, on en avait créé d'autres dans une autre partie de la machine. Pour M. Bunet, il n'est pas logique de diviser les pertes des machines en pertes normales et en pertes supplémentaires. Cette division a été créée dans un but commercial, pour permettre d'établir des règles d'essais simples. Les pertes supplémentaires son dues soit à l'imperfection de la main-d'œuvre et ne peuvent être évitées, soit à ce que, dans les formules, on prend des valeurs relevées expérimentalement pour certains coefficients, valeurs qui peuvent ne plus être exactes pour la machine qu'on construit. Comme conclusion, M. Bunet estime que c'est l'art de l'ingénieur d'appliquer ses connaissances et son expérience pour éviter dans l'établissement des machines qu'il construit la production de pertes dites supplémentaires.

M. Boucherot fit ensuite également quelques intéressantes remarques sur la communication de M. Roth ; il reprit point par point les différentes sortes de pertes et les étudia successivement. Il signala, au sujet des pertes par ventilation, que M. Roth était l'inventeur d'un nouveau mode de ventilation appliqué avec un plein succès aux turboalternateurs de 40 000 kv-A de l'usine de Gennevillers, construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques. Ce mode de ventilation consiste à utiliser les encoches de fuites du stator pour ventiler. Ces encoches de fuites ont été établies pour réduire au minimum la valeur du courant de court-circuit des machines. M. Boucherot rappela encore qu'il avait indiqué depuis longtemps qu'il était préférable de construire des machines à fortes fuites plutôt que de mettre des self-inductances en série avec une machine sans fuites. En ce qui concerne les pertes dans le fer et, en particulier, celles dues aux différentes espèces d'hystérésis, M. Boucherot, contrairement à M. Roth, estime que c'est au physicien et non à l'ingénieur de les étudier. Quant aux pertes par courant de Foucault, elles sont, de l'avis de M. Boucherot, indispensables pour permettre aux installations de marcher ; si on les

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. xv, p. 202.

supprimait, toutes les installations seraient détruites par les surtensions que seuls les courants de Foucault limitent. D'ailleurs, le plus souvent, si on les supprime dans une pièce, on risque d'en créer de plus importants dans une pièce voisine. M. Boucherot examine ensuite les pertes dues à la réluctance du circuit magnétique, les pertes dues aux boulons de serrage qui doivent être logiquement isolés, les pertes dans les amortisseurs. Comme conclusion à ses importantes observations, M. Boucherot émet l'avis qu'on n'arrivera pas à traduire en formules les connaissances des techniciens qui alors, une fois de plus, seront lésés en faveur des agents commerciaux.

M. Roth remercia MM. Bunet et Boucherot de leurs observations et la suite de la discussion fut reportée à la séance de décembre 1924.

La parole fut ensuite donnée à M. P. Leboucher, ingénieur en chef des Services techniques du Matériel et de la Traction de la Compagnie des Chemins de fer du Midi pour sa communication : « Electrification des Chemins de fer du Midi, locomotives à grande vitesse ». Il était admis jusqu'ici, dans le monde des chemins de fer tant en France qu'à l'étranger, qu'il était impossible de construire des locomotives électriques capables d'assurer des vitesses aussi élevées que les locomotives type Atlantic qui sont les plus rapides parmi les locomotives à vapeur. Plusieurs réseaux de chemins de fer, français ou étrangers, ont cherché à réaliser la locomotion électrique à grande vitesse, soit en utilisant des bielles, soit en employant des arbres creux avec accouplement élastique, soit en montant directement l'induit des moteurs de traction sur l'essieu. Jusqu'ici on ne peut encore dire qu'un de ces systèmes s'est montré supérieur aux autres et se signale particulièrement pour permettre des vitesses aussi élevées qu'avec la traction à vapeur. M. Leboucher, après avoir étudié la stabilité d'une locomotive qu'il compara avec celle d'un navire, les deux questions étant tout à fait analogues, a fait la description d'un modèle de locomotive à grande vitesse qui a été mise en service depuis plusieurs mois avec un plein succès par la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Cette locomotive est du type 2-C-2, c'est-à-dire à trois essieux moteurs compris entre deux bogies porteurs. Sa puissance unihoraire est de 2 100 ch et sa vitesse maximum de 130 km : h. Cette machine a été établie sur des principes entièrement nouveaux. Chaque essieu moteur est attaqué par un moteur à deux induits, tournant en sens contraire et à axe vertical, par l'intermédiaire d'engrenages d'angles, d'un arbre creux et d'un accouplement universel à anneau dansant étudié par M. F. Broussouse, ingénieur conseil des Constructions électriques de France qui ont construit ces machines. Ce système d'entraînement a donné d'excellents résultats et la locomotive peut atteindre des vitesses dépassant 130 km h : avec la plus grande facilité et avec une stabilité de plateforme parfaite. On peut dire que la locomotive 2-C-2 de la Compagnie des Chemins de fer du Midi est la première locomotive électrique à grande vitesse ayant donné entière satisfaction. Au point de vue électrique, la locomotive alimentée sous 1 500 v possède 2 groupes de 3 induits en série, (2 induits constituant un moteur double) et ces 2 groupes peuvent être mis soit en série, soit en parallèle. La commande se fait au moyen d'un arbre à cames actionné par un servo-moteur alimenté avec du courant à 120 v qui est produit par un groupe moteur-générateur auxiliaire 1 500/120 v. Devant les résultants excellents obtenus par les deux premières machines en service, la Compagnie du Midi a passé une commande de 8 machines semblables et a mis à l'étude, en vue de l'accroissement du tonnage des trains, une machine encore plus puissante et aussi rapide établie sur les mêmes principes avec moteurs verticaux. Cette machine, du type 2-D-2, aura une puissance de 3 200 ch. — M. Leboucher accompagna sa très intéressante communication de nombreuses projections.

Après la communication de M. Leboucher, ce fut au tour de M. Giroz de faire sa conférence sur « les redresseurs à vapeur de mercure ». Cette conférence comprit 2 parties : la première fut consacrée à des compléments sur la théorie et le fonctionnement des redresseurs à vapeur de mercure, à grand débit, et dans le deuxième, l'auteur fit connaître les résultats d'exploitation des installations à redresseurs. Nous ne pouvons malheureusement nous étendre sur la partie théorique de la communication de M. Giroz ; aussi, nous nous contenterons de rappeler qu'au point de vue pratique, il a montré la nécessité de former les redresseurs sur place avant leur mise en service même s'ils ont été formés préalablement en plate-forme. Après réparation, un redresseur peut être remis en service après quelques heures.

M. Giroz étudia ensuite le fonctionnement des bobines d'absorption, définit le facteur de puissance d'un redresseur, établit les conditions de la marche en parallèle de redresseurs entre eux ou avec des commutatrices, examina les surtensions produites par les redresseurs, les perturbations qu'ils peuvent apporter aux lignes à courants faibles, et signala les moyens employés pour réaliser des sous-stations à redresseurs complètement automatiques. Il termina en donnant des résultats d'essais en plate-forme et en cours d'exploitation et, en décrivant plusieurs installations françaises et étrangères. Il conclut, en montrant que le redresseur à vapeur de mercure, actuellement complètement au point, avait un rendement excellent, supportait merveilleusement les courts-circuits, n'apportait pas de perturbations sensibles sur les lignes à courants faibles, était d'une conduite facile, en un mot avait des avantages considérables sur tous les autres modes de transformation du courant alternatif en courant continu. — H. C.

Bibliographie : Bulletin de l'élève ingénieur (1). — Ce périodique, nouvellement fondé par notre collaborateur M. A. Curchod, s'adresse non seulement à toute la jeunesse des écoles techniques, mais encore aux ingénieurs qui désirent parfaire leur instruction ou simplement recherchent une récréation intellectuelle.

La méthode adoptée consiste à placer le lecteur en face d'un problème particulier, bien défini, que ses connaissances doivent lui permettre de comprendre ou de résoudre avec l'aide d'ouvrages qui sont entre ses mains. Chaque numéro du « Bulletin de l'élève ingénieur » doit donc comporter, d'une part, un certain nombre de problèmes avec les solutions développées suivies d'applications numériques et, d'autre part, un certain nombre de problèmes simplement proposés aux lecteurs et dont la solution sera publiée dans l'un des numéros suivants. Ces derniers seront choisis de préférence parmi ceux qui auront été posés à des concours ou examens divers.

En raison du développement considérable des écoles techniques de tout ordre, ce Bulletin est appelé à recruter de nombreux lecteurs parmi les élèves qui les fréquentent. — Y. G.

(1) Publication périodique, format 24 cm × 16 cm, de 24 pages, avec figures dans le texte, édité par la librairie A. Blanchard, 3 bis, place de la Sorbonne, à Paris. Prix : la livraison, 2,25 fr ; abonnements annuels : France, 22 fr ; étranger, 25 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Contribution à l'étude des compteurs d'électricité (*Suite*)

Dans le précédent article (¹), l'auteur a exposé comment il était parvenu à évaluer le moment du couple dû aux frottements de l'équipage mobile sur la crapaudine et sur le palier supérieur. Dans celui-ci, il indique comment il est possible de séparer, des valeurs globales ainsi obtenues, celles des moments des couples provenant du frottement de l'arbre contre le palier supérieur et il déduit, des résultats de ses essais, diverses conclusions intéressantes concernant l'inutilité du graissage du pivot inférieur et l'importance qu'il convient d'attacher à la réduction du poids de l'équipage mobile et à un bon polissage des pivots et des crapaudines. Il étudie ensuite les frottements dus à l'air, ceux dus aux engrenages de la minuterie, enfin ceux provenant de la pression des balais.

IV. **Mesure des couples de frottement** (*suite*). — 2. **Frottements dus au palier supérieur.** — Nous allons maintenant séparer des résultats précédents la valeur du couple dû au palier supérieur.

Nous avons eu soin de réaliser les disques D_2 et D_6, dont les formes et les dimensions sont rigoureusement identiques, en des métaux de densités différentes, en l'espèce en aluminium et en cuivre.

Par emboutissage, on a donné aux disques une forme telle que le centre de gravité du système en rotation soit plus bas que le point de pivotement.

Des précautions spéciales ont été prises pour réaliser l'identité de forme : les disques ont été pris au milieu d'une feuille de métal laminé; chacun d'eux a été monté sur un plateau à collerette et dressé sur un tour de précision. On est arrivé ainsi à ce que les variations d'épaisseur du métal, en des points quelconques du disque, ne dépassent pas 0,002 mm, une fois l'emboutissage effectué. Enfin, les deux disques ont été montés par sertissage sur deux arbres réalisés avec le même souci d'égalité des formes.

Les deux disques, dont les poids sont de 14,870 g et 46,240 g, ont respectivement 1 mm d'épaisseur et 80 mm de diamètre. Les réactions dues à l'air sur les deux systèmes sont ainsi rigoureusement égales.

Nous pouvons écrire pour chacun d'eux les équations suivantes :

$$C_{f2} = 0{,}00125 = 0{,}093\, f L_2 \times 14{,}870 + C_p, \qquad (1)$$
$$C_{f6} = 0{,}0055 = 0{,}093\, f L_6 \times 46{,}240 + C_p, \qquad (2)$$

L_2 et L_6 étant la longueur des ellipses de contact pour chacun des cas considérés et C_p, la somme des couples de frottement dus à l'air et au palier supérieur.

Comme nous avons employé pour les deux expériences le même palier supérieur et que les disques sont rigoureusement semblables au point de vue de la forme, nous pouvons admettre que les termes C_p sont égaux. D'autre part, au voisinage de $\omega = 0$, la résistance due à l'air est relativement négligeable si bien qu'en définitive le terme C_p représente le moment du couple dû aux frottements dans le palier supérieur seul.

Comme nous avons eu soin également d'opérer avec des paliers secs, autrement dit, sans interposition de lubrifiant, nous admettrons que les coefficients de frottement sont indépendants de la vitesse, de sorte que les deux équations (1) et (2) permettent de déduire f et C_p à la condition de connaître L_2 et L_6. Or, les tables de Heerwagen calculées d'après les équations de Hertz fournissent, par une relation simple, les longueurs des demi-axes des ellipses de contact en fonction de la charge du pivot et des rayons de courbure du pivot et de la crapaudine : il suffit donc de mesurer ces rayons, les charges étant connues.

a) Mesure du rayon de courbure du saphir. — Nous avons à cet effet réalisé un sphéromètre approprié permettant d'obtenir le rayon de courbure avec une approximation de ± 0,01 mm. Il serait, en effet, illusoire de compter sur une précision supérieure, puisque, en raison des opérations nécessitées par l'usinage, la creusure du saphir, théoriquement circulaire, est légèrement ovalisée, ainsi que le révèle l'examen au microscope.

b) Mesure du rayon de courbure du pivot. — C'est une opération des plus délicates. Pour l'effectuer, nous avons construit une lanterne de projection spéciale qui nous permet d'obtenir, sur un écran, une image du pivot grossie environ 350 ou 400 fois. On opère ensuite soit indirectement par photographie, soit directement en traçant au crayon sur l'écran de bristol le contour de l'image projetée. Un palmer de précision ou une mesure au micromètre permet de trouver, d'après la partie cylindrique du pivot, l'échelle de l'agrandissement et une simple construction graphique fournit le rayon de courbure de la partie hémisphérique.

Connaissant les rayons de courbure r et R du pivot et de la crapaudine, soit respectivement, dans le cas considéré, 0,28 mm et 1,42 mm, on a le rapport

$$\frac{r}{R} = \frac{0{,}28}{1{,}42} = 0{,}197.$$

(¹) *Revue générale de l'Électricité*, 7 juin 1924, t. XV, p. 1035-1043.

Les formules de Hertz simplifiées par M. Heerwagen donnent, pour les valeurs des demi-axes de l'ellipse,

$$a = A_p \sqrt[3]{\frac{2P}{H} r},$$

$$b = B_p \sqrt[3]{\frac{2P}{H} r}$$

où P est la charge du pivot ; r, son rayon de courbure ; H, les 3/2 du module d'élasticité de l'acier et A_p et B_p, des coefficients qui, dans le cas de $\frac{r}{R} = 0,197$, sont respectivement égaux à 1,11 et 0,963 d'après les tableaux et les courbes de M. Heerwagen.

De ce qui précède, on tire, pour L_2,

$$a = 1,11 \sqrt[3]{\frac{2 \times 0,01487}{31\,800} \times 0,28} = 0,0007 \text{ cm},$$

$$b = 0,963 \sqrt[3]{\frac{2 \times 0,01487}{31\,800} \times 0,28} = 0,0006 \text{ cm}.$$

La formule de M. Boussinesq ou des tables spéciales nous donnent, pour L_2, la valeur 0,00416 cm.

Pour L_6, on a de même

$$a = 1,11 \sqrt[3]{\frac{2 \times 0,04624}{31\,800} \times 0,28} = 0,00104 \text{ cm},$$

$$b = 0,963 \sqrt[3]{\frac{2 \times 0,04624}{31\,800} \times 0,28} = 0,00089 \text{ cm};$$

d'où $L_6 = 0,0061$ cm.

Des deux équations, on peut alors déduire

$$f = \frac{0,0055 - 0,00125}{0,093\,(0,0061 \times 46,24 - 0,041 \times 14,87)} = 0,207;$$

d'autre part, on tire

$$C_p = 0,0055 - (0,093 \times 0,207 \times 0,0061 \times 46,24)$$
$$= 0,00007 \text{ cm-g},$$

valeur presque négligeable, comme on pouvait s'y attendre, en raison des précautions prises pour la réalisation des disques et des paliers supérieurs, ce qui fait qu'en définitive on obtient pour les couples de frottement dus au pivot inférieur seul les valeurs suivantes :

pour D_1	0,0010	cm-g (¹)
pour D_2	0,0012	id
pour D_3	0,0006	id
pour D_4	0,0021	id
pour D_6	0,0054	id
pour D_7	0,0029	id

(¹) Valeurs légèrement supérieures à celles trouvées par l'expérience, en faisant fonctionner les disques des séries D en équilibre sur le pivot inférieur seul. En définitive, il semblerait que le coefficient de 0,085, proposé par Léauté, serait plus voisin de la vérité et fournirait des résultats plus conformes à ceux trouvés expérimentalement.

c) Influence du polissage des pivots. — La valeur de f trouvée plus haut représente le coefficient de frottement de l'acier sur le saphir pour un état déterminé de cet acier, le saphir étant supposé avoir un polissage parfait (¹) ; or, le coefficient de frottement dépend du polissage du pivot lui-même. Nous conviendrons de définir la valeur d'un polissage par la mesure du grossissement microscopique au-dessus duquel on peut apercevoir les stries du métal ou de la pierre. Par exemple, nous dirons qu'un pivot a un polissage d'indice 50 quand aucune strie n'apparaît plus à l'examen microscopique en employant un grossissement 50, et que ses stries redeviennent visibles en employant le grossissement immédiatement supérieur (²).

Nous avons déjà dit plus haut que les essais des disques D_1, D_3, etc... ont été effectués en conservant le même pivot et la même crapaudine, ce pivot ayant un indice de polissage égal à 50. Si nous remplaçons ce pivot d'indice 50 par un pivot d'indice 25 et de rayon de courbure, mesuré comme précédemment, égal à 0,42 mm, nous obtenons avec le disque D_2 muni d'un pivot d'indice de polissage 25 le tableau suivant et la courbe X de la figure 7 (³).

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,952
20	0,885
30	0,813
40	0,724
50	0,664
60	0,596
70	0,555
80	0,489
90	0,425
100	0,40
110	0,340
120	0,294
130	0,266
140	0,225
150	0,198
160	0,162
175	0,116
185	0,083
222	0

Le palier supérieur restant toujours le même, on obtient en définitive, pour le moment du couple de pivotement, 0,00148 cm-g et on peut écrire l'équation

$$0,00148 = 0,093 \times 14,87 \times L \times f'.$$

La longueur de l'ellipse de contact L étant trouvée égale à 0,0051 cm, on a en définitive

$$f'_{25} = \frac{0,00148}{0,093 \times 14,87 \times 0,0051} = 0,21\ (^4).$$

(¹) Ce qui est vrai, comparativement à l'acier, et en adoptant notre définition de l'indice de polissage.

(²) Nous ne méconnaissons pas ce qu'a d'arbitraire une telle définition.

(³) Cette expérience a été faite simultanément avec la mesure du frottement dû au laminage de l'air.

(⁴) On pourrait ainsi déterminer la valeur des coefficients de frottement pour tous les indices de polissage.

L'amélioration du coefficient de frottement est donc très faible quand on passe du polissage 25 au polissage 50.

d) Influence des rayons de courbure des pivots et de la crapaudine. — Il nous reste à vérifier comment se comporte le couple de frottement quand on fait varier le rayon de courbure de la crapaudine elle-même. Si nous répétons l'essai avec un pivot d'indice 25 et un disque D_4, mais en employant un saphir dont le rayon de creusure est de 1,24 mm, le rayon de courbure du pivot étant 0,42 mm, nous obtenons le tableau suivant et la courbe D'_4 de la figure 2 : (l'expérience étant faite avec le disque se tenant en équilibre sans le secours du palier supérieur).

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,95
20	0,840
30	0,81
40	0,77
50	0,712
60	0,66
70	0,62
80	0,582
90	0,535
100	0,515
110	0,475
120	0,429
130	0,393
140	0,350
150	0,322
160	0,305
170	0,278
180	0,247
190	0,225
200	0,205
210	0,1755
220	0,16
245	0,099
272	0,051
295	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,20}{95} = 0,0132 \text{ radian : s}^2.$$

Couple de frottement,

$$C_f = \frac{182,5}{981} \times 0,0132 = 0,00246 \text{ cm-g},$$

alors que ce couple n'était que de 0,0022 cm-g avec un rapport $\frac{r}{R} = 0,197$.

Or, le résultat fourni par la formule de Hertz est de

$$C_f = 0,093 \times 23,52 \times 0,0058 \times 0,21 = 0,0226 \text{ cm-g},$$

la longueur L de l'ellipse de contact étant trouvée égale à 0,0058 cm.

On voit donc que les résultats fournis par l'expérience et ceux donnés par l'application des formules sont absolument concordants en tenant compte de ce que le coefficient de Hertz nous conduit à des résultats différant d'environ 10 pour 100.

Pour diminuer le frottement de pivotement, il faut donc que le rapport entre les rayons de courbure du pivot et de la crapaudine soit aussi faible que possible ; il est évident qu'on sera vite arrêté dans cette voie par des raisons d'ordre mécanique. On ne peut diminuer indéfiniment le rayon de courbure du pivot sans risquer de voir la pointe de ce dernier s'émousser. D'autre part, on doit conserver au rayon de creusure du saphir une valeur assez petite pour que le pivot ait toujours tendance à se centrer par son propre poids sur la crapaudine. Si nous considérons la calotte sphérique déterminée par la creusure du saphir, on doit avoir, si $\operatorname{tg}\alpha$ est la tangente de l'angle défini par le rapport entre la profondeur de la creusure et le rayon du cercle de base de la calotte sphérique,

$$\operatorname{tg}\alpha > \operatorname{tg}\varphi.$$

$\operatorname{tg}\varphi$ étant, par définition, le coefficient de frottement, soit 0,207 dans le cas d'un polissage 50.

Quant aux frottements du palier supérieur, ils seraient théoriquement nuls si le disque n'avait rigoureusement aucun balourd et si, d'autre part, l'action exercée normalement au disque par les électroaimants était nulle. Or, nous avons pu nous rendre compte que tous les disques de compteurs présentaient un balourd appréciable et que, quelles que fussent les précautions prises, il était pratiquement impossible d'arriver pour les frottements du palier supérieur (sans interposition de lubrifiant) à réduire la valeur du moment du couple de frottement à moins de 0,00005 cm-g [1]. Cette valeur augmente considérablement pour les induits fixés sur l'arbre par un moyeu en alliage [2].

Ce procédé de fixation de l'arbre sur le disque au moyen d'un alliage très fusible, qui s'est beaucoup développé dans ces dernières années, parce que très économique, a le grave inconvénient d'augmenter la valeur du balourd. On peut corriger ce balourd en ajoutant au disque de petites masses additionnelles disposées en des points convenables. A cet effet, on perce le disque en aluminium de petits trous de 1 mm à 1,5 mm de diamètre, et on remplace la matière enlevée par un alliage plus dense. Dans certaines maisons, on se borne à tourner après coup le moyeu fondu ; mais, en fait, la plupart des constructeurs négligent totalement cette opération et emploient leurs induits tels qu'ils sortent de la machine à fondre. Nous avons pu observer ainsi la différence caractéristique qui existe au point de vue du frottement des paliers supérieurs, entre les axes fixés à l'aide d'un moyeu fondu et ceux où l'on emploie le procédé de fixation par ser-

[1] Ce nombre obtenu par différence dans l'essai d'un disque fonctionnant en équilibre sans palier supérieur, ne constitue évidemment qu'un ordre de grandeur.

[2] On emploie généralement un alliage de plomb, d'étain et d'antimoine.

tissage, ces derniers présentant une supériorité très marquée sur les autres.

Au déséquilibrage mécanique s'ajoute, dans les compteurs à induction, l'action produite en fonctionnement par les électroaimants eux-mêmes. Cette action est proportionnelle au poids de l'équipage mobile et au rayon du disque, ou plutôt à la distance qui sépare le centre de l'équipage du centre des électro-aimants.

On diminuera donc, en définitive, le couple de frottement développé dans le palier supérieur en employant des équipages légers, de faible rayon et parfaitement équilibrés. Il sera très avantageux également de placer le centre de gravité du système en rotation aussi bas que possible, et même, si faire se peut, au-dessous du point de pivotement.

e) Influence de la lubrification. — Si maintenant nous ouvrons les catalogues des constructeurs, nous trouvons décrits, généralement avec un grand luxe de détails, les dispositifs employés pour assurer la lubrification des paliers inférieurs et supérieurs.

Quelle est donc l'action de l'huile sur ces paliers? Pour l'étudier, nous avons pris un disque de la série D_1 d'une masse de 12,6 g et réalisé sans précautions spéciales au point de vue de l'équilibrage. Nous l'avons essayé, toujours avec le même palier supérieur et le même pivot, en huilant successivement la crapaudine et le pivot supérieur. Les résultats des essais sont donnés par les tableaux suivants :

Essai n° 1. — Disque D_1. Crapaudine sèche, palier supérieur sec (fig. 3, courbe M) :

Tableau et courbe M, figure 3.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,05
4	1,00
10	0,952
20	0,84
30	0,77
40	0,68
50	0,618
60	0,55
70	0,49
80	0,425
90	0,37
100	0,316
111	0,263
228	0,189
140	0,147
157	0,09
197	0

Essai n° 2. — En répétant cet essai après avoir huilé la crapaudine, on obtient une courbe M″ qui se superpose exactement à la courbe M.

Essai n° 3. — Disque D_1. — Crapaudine sèche, palier supérieur huilé.

Tableau et courbe M′, figure 3.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,88
20	0,80
30	0,73
40	0,667
50	0,61
60	0,535
70	0,50
80	0,435
90	0,40
100	0,368
110	0,33
120	0,281
128	0,263
141	0,22
151	0,194
162	0,166
193	0,097
205	0,0735
242	0

Essai n° 4. — En huilant les deux paliers, on obtient, toujours avec le disque D_1, le tableau suivant qui fournit très exactement la même courbe que l'expérience précédente.

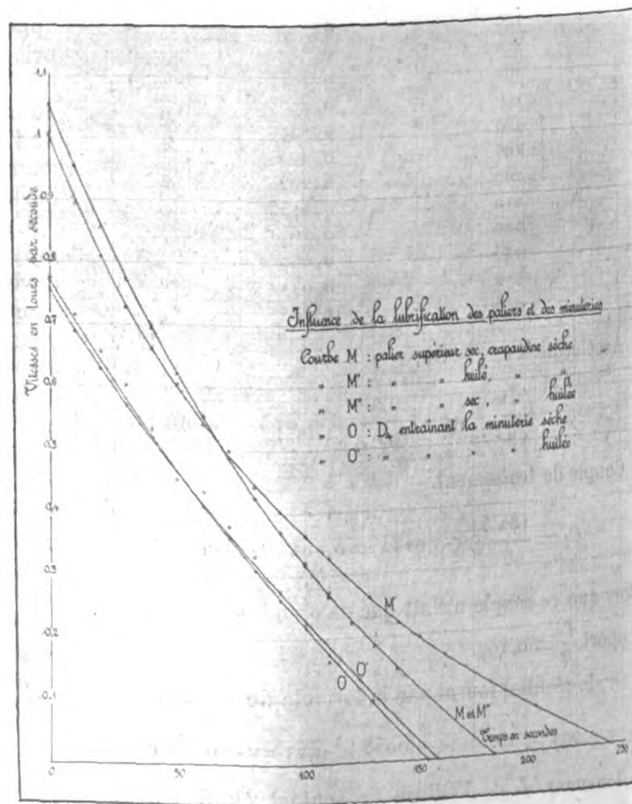


Fig. 3. — La courbe M″ qui se superpose exactement à M, montre la non influence de la lubrification de la crapaudine.

Tableau et courbes M' et M'', cette dernière ne figurant pas sur le cliché 3.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,91
20	0,833
30	0,77
40	0,69
50	0,625
60	0,578
70	0,526
80	0,476
90	0,438
100	0,40
110	0,357
120	0,328
130	0,284
140	0,256
148	0,232
168	0,182
180	0,152
195	0,111
205	0,094
218	0,069
243	0

Ces tableaux montrent donc surabondamment que la lubrification de la crapaudine n'a aucune action utile.

Bien que semblant paradoxal à première vue, ce résultat était à prévoir.

S'il est vrai que le coefficient de frottement des surfaces huilées est plus petit que celui des mêmes surfaces sèches, il faut, pour que le frottement soit diminué, que la lubrification soit possible. Or, si nous nous reportons aux dimensions des ellipses de contact d'un disque léger comme D_1, par exemple, la surface de contact est égale à

$$S = \pi a b = \pi \times 0,0068 \times 0,0058 = 0,000124 \text{ mm}^2.$$

La pression moyenne entre le pivot et la crapaudine est égale à

$$k = \frac{P}{\pi a b} = \frac{0,012}{0,000124} = 97 \text{ kg : mm}^2.$$

Ainsi la pression exercée par l'induit sur la crapaudine du compteur est de l'ordre de 10 t : cm². Tous les compteurs à induction que nous avons examinés dans cette étude présentent d'ailleurs des pressions variant entre 80 et 120 kg : mm²; dans les compteurs à courant continu, on atteint même parfois 300 kg : mm². Or, à cette pression, l'huile n'a plus aucune action utile puisqu'elle ne peut subsister entre les surfaces en contact d'où elle est immédiatement expulsée; autrement dit, dans le cas qui nous occupe, on ne peut jamais avoir frottement médiat, mais on a toujours un frottement immédiat [1].

D'autre part, non seulement l'huile est inutile, mais elle est nuisible. Fraîche, elle est la collectrice de toutes les poussières qui flottent autour du pivot, et ces poussières une fois fixées constituent sur le fond de la crapaudine un véritable enduit qui s'oppose au mouvement. Quand l'huile se dessèche, il se produit une sorte de résinification et la crapaudine se tapisse d'une pellicule solide facilement décelable au microscope et même détachable avec une fine pointe d'acier. Cette pellicule est entraînée par le pivot et augmente naturellement le couple de frottement. Nous avons mis son action en évidence dans l'essai du compteur A. Ce compteur, muni d'une crapaudine huilée, a d'abord été essayé sortant de fabrication (courbe A, figure 10). Puis, nous avons provoqué artificiellement le dessèchement de la crapaudine et nous avons répété l'expérience. Les résultats de ces essais, consignés dans les tableaux A et A' reproduits dans l'essai du compteur A, montrent que le couple de frottement dû au pivot est augmenté de 30 pour 100.

Indépendamment de cette action purement mécanique, l'huile peut agir chimiquement en attaquant les parties métalliques. Cette action est rapide quand les huiles sont légèrement acides, si bien qu'au bout de deux à trois ans, les frottements des organes lubrifiés se trouvent augmentés dans des proportions considérables.

Toutes ces considérations, bien qu'élémentaires, ont échappé encore jusqu'à présent à la plupart des constructeurs qui continuent à mettre de l'huile dans le palier inférieur. Certains prétendent qu'ainsi ils améliorent le démarrage, or cet argument est également inexact. Quand bien même la pression n'interviendrait pas pour expulser l'huile, celle-ci n'aurait absolument aucune action au démarrage, car, ainsi que l'a montré Hirn [2] et que l'a confirmé ensuite Marcel Desprez dans ses expériences de Creil, le frottement médiat est égal au frottement immédiat quand la vitesse est voisine de 0.

La courbe M', figure 3, obtenue avec un disque quelconque de la série D_1, montre qu'il n'en est pas de même en ce qui concerne l'action de l'huile dans le palier supérieur. Ici, les pressions sont à peu près nulles et, si on a eu soin de prévoir une réserve d'huile suffisamment importante et un dispositif approprié pour en réduire l'évaporation au minimum, l'action du lubrifiant peut améliorer sensiblement le fonctionnement.

De la courbe M', on déduit à l'origine un couple de frottement

$$C_f = 0,00108 \text{ cm-g}.$$

(1) Signalons, en passant, que les très grandes pressions exercées sur les crapaudines ne sont nullement dangereuses pour celles-ci puisque, pour des pressions de 100 kg : mm², le coefficient de sécurité dépasse encore 10 pour le saphir. En ce qui concerne l'acier, c'est plutôt son indice de dureté qui intervient et, ici encore, ces nombres restent dans les limites admissibles pour éviter une usure prématurée des pivots en acier trempé.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1884, t. XCIX, p. 253.

Comme avec le palier supérieur sec, on obtenait, d'après la courbe M, un couple de frottement égal à 0,00169 cm-g, le gain est donc de l'ordre de 0,0006 cm-g.

On peut remarquer que le couple donné par la courbe M' est égal, aux erreurs d'expérience près, à celui fourni par un disque D_1 parfaitement équilibré et dont le palier supérieur est sec.

L'huile a donc pour effet de remédier, en diminuant les frottements développés dans le palier supérieur, aux inconvénients résultant d'un léger défaut d'équilibrage du disque.

Cependant, il faut noter qu'il ne suffirait pas de huiler un palier mal conditionné pour rendre négligeables ses frottements; le tableau suivant, résultat d'un essai d'un disque de la série D_2 dans lequel on a provoqué volontairement un léger défaut dans le palier supérieur, en est la preuve.

Tableau.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,35
10	1,25
20	1,135
30	0,92
40	0,85
50	0,784
60	0,752
70	0,654
80	0,572
90	0,50
100	0,435
110	0,37
120	0,322
130	0,27
140	0,208
150	0,175
160	0,128
170	0,094
198	0

L'accroissement du couple de frottement à l'origine est de

$$0{,}0025 - 0{,}00125 = 0{,}00125 \text{ cm-g},$$

soit autant que pour le couple dû au frottement du pivot inférieur seul. Ainsi donc, dans ce cas, le mauvais état du palier supérieur, joint au déséquilibrage de l'induit, suffit à doubler la valeur du couple de frottement.

f) Conclusions. — En résumé, on améliorera le frottement de pivotement *d'abord, en allégeant l'équipage mobile* et en réduisant, autant que les possibilités mécaniques le permettront, le rapport entre les rayons de courbure du pivot et de la crapaudine et en conditionnant convenablement le palier supérieur : dans cet ordre d'idées, les paliers supérieurs à aiguille-guide nous semblent donner les meilleurs résultats. Le minimum au-dessous duquel il ne faudra pas descendre pour le rayon de courbure du pivot sera donné par le travail (pression spécifique) auquel sera soumis le pivot lui-même. Si l'on admet, pour un pivot trempé sec, une dureté de 600 kg : mm², il sera bon de ne pas dépasser une pression de 100 à 120 kg : mm². Au delà, étant donné surtout que nous travaillons sans interposition de lubrifiant, il y aurait usure rapide des organes en contact et, par voie de conséquence, augmentation du couple de frottement. C'est donc commettre une hérésie que d'employer indifféremment le même pivot pour les compteurs à induction, à équipages légers, et pour les compteurs wattheuremètres à courant continu, considérablement plus lourds.

D'autre part, il sera primordial de réaliser des équipages dont le balourd sera réduit au minimum ; il existe d'ailleurs des appareils à déceler les balourds et nous les avons vus fonctionner dans une usine étrangère que nous avons eu l'occasion de visiter, la correction du balourd s'effectuant simplement par adjonction, dans la matière du disque et en des points déterminés, de petites masses additionnelles constituées par un métal de densité différente.

Enfin, la question du polissage des pivots est aussi de la plus haute importance. Il est nécessaire que le profil de ces pivots soit d'abord absolument correct (corps de révolution) ou que ceux-ci ne présentent aucune dyssymétrie appréciable. Il semble que l'indice de polissage 25 soit un minimum au-dessous duquel il ne faut pas descendre pour obtenir des démarrages francs sous charge très réduite. Au point de vue industriel, la vérification du polissage est du reste très facile et peu coûteuse : dans tous les cas, nous estimons qu'aucun constructeur sérieux ne peut s'en dispenser. Les photographies ci-contre montrent la différence entre un pivot poli et un pivot brut mal conformé (fig. 4 et 5).

Quant aux pierres fines de crapaudines (saphirs ou rubis), les mêmes précautions devront être prises pour s'assurer de leur parfaite qualité. Nous avons remarqué que la plupart des constructeurs se bornaient à vérifier l'état des pierres des crapaudines en en faisant l'essai avec une pointe fine afin de déceler, s'il y a lieu, les fêlures qui ont pu se produire lors du sertissage ou dans tout autre phase de la fabrication. Ce mode de vérification est absolument insuffisant. L'examen au microscope des crapaudines d'un certain nombre de compteurs de constructions différentes nous a révélé que, dans près de la moitié des appareils contrôlés, la creusure du saphir était tapissée par une sorte de pellicule formée de débris d'abrasif et de limailles de laiton résidus du sertissage, le tout fixé le plus souvent par l'huile imprudemment ajoutée par le constructeur. Cette pellicule forme ainsi un frein excellent et ne contribue pas peu à fournir un mauvais démarrage. Il est évident que le pivot le mieux poli tournant dans une telle crapaudine ne peut donner que de mauvais résultats. Il est d'ailleurs plus facile d'obtenir un polissage parfait de la crapaudine que du pivot lui-même, la creusure sphérique se prêtant aisément au polissage automatique.

3. **Frottements dus à l'air.** — Nous avons vu plus haut que, dès que la vitesse du disque atteint 0,1 tour par seconde, le couple de frottement cesse d'être constant et augmente rapidement de valeur en raison de la résistance opposée par l'air.

Tenue pour négligeable par certains praticiens, cette influence de l'air est cependant prépondérante dans beaucoup d'appareils [1]. Elle augmente d'importance, comme on pouvait s'y attendre, avec le rayon du disque. La forme du disque intervient également ; quand ce dernier comporte des stries ou des impressions destinées à renforcer sa rigidité, l'entraînement de l'air est alors beaucoup plus important que dans le cas d'un disque lisse, et à plus forte raison encore quand, au lieu d'être plan, il comporte de véritables ondulations. Nous verrons d'ailleurs plus loin un exemple typique d'essai de compteur muni d'un disque ondulé.

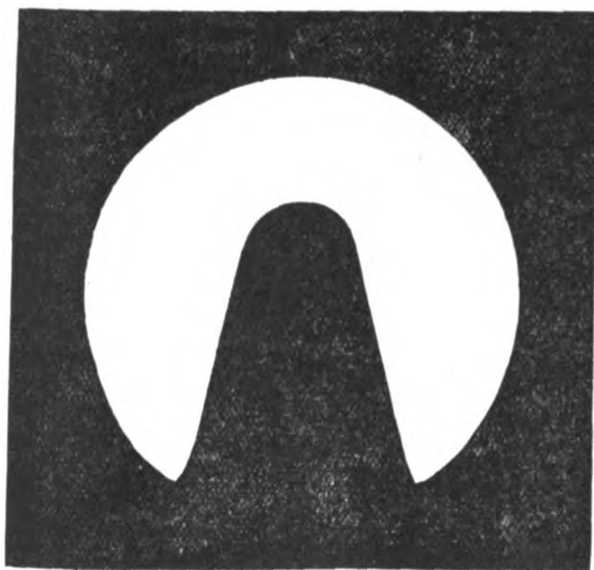


Fig. 4. — Pivot de forme correcte.

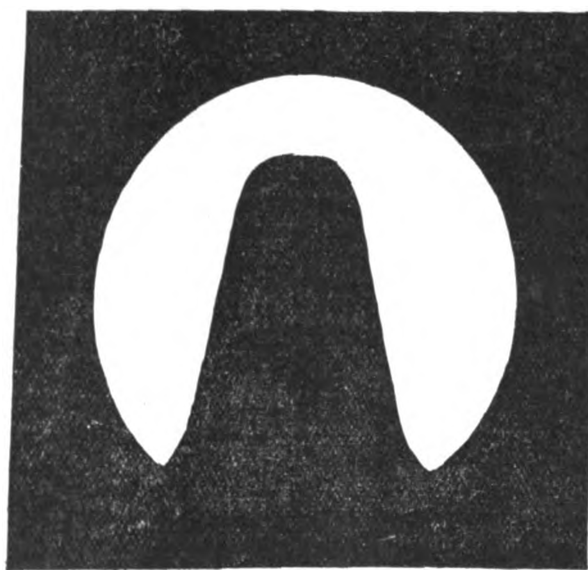


Fig. 5. — Pivot mal formé et strié.

Le couple freinant dû à l'air est également augmenté quand le disque présente des trous ou des fentes destinés à annuler la marche à vide. Il est préférable, si l'on est obligé de conserver ce dispositif, de diminuer l'action de ces trous en les allongeant dans une direction perpendiculaire à un rayon. Le tableau suivant, obtenu au moyen d'un disque de la série D_2 de 1 mm d'épaisseur et de 80 mm de diamètre, montre la loi de variation du couple dû à la résistance de l'air en fonction de la vitesse, le couple freinant étant obtenu en retranchant du couple total (pivots + air) à une vitesse déterminée, la valeur du couple représentant la somme des frottements dus aux pivots pour ω voisin de zéro.

Variation du couple dû à la résistance de l'air en fonction de la vitesse.

Vitesse t : s	$\frac{d\omega}{dt}$	C_f total en cm-mg	Couple dû à l'air en cm-mg
0	0,0121	1,25	0
0,1	0,013	1,34	0,09
0,2	0,0166	1,71	0,46
0,3	0,0194	2,00	0,75
0,4	0,0245	2,52	1,27
0,5	0,028	2,89	1,64
0,6	0,033	3,40	2,15
0,7	0,0375	3,86	2,61
0,8	0,042	4,33	3,08
0,9	0,046	4,64	3,39
1,0	0,05	5,15	3,90

La courbe déduite de ce tableau montre que le couple freinant dû à l'air n'a pas une allure parabolique. Etant donné que les vitesses développées dans les compteurs sont, somme toute, relativement faibles, le terme dû à la vitesse n'intervient qu'à la première puissance. Dans les compteurs à très grande vitesse (de l'ordre de 10 t : s, le terme du 2° degré apparaît, au contraire, très nettement.

Les résultats sont également influencés par les réactions des parois des compteurs ainsi que par l'action de laminage créée lors du passage du disque dans les entrefers des électroaimants. Il serait évidemment possible de déterminer la valeur de cette action, mais cette séparation n'offre aucun intérêt pratique.

a) Influence de la forme de l'aimant au point de vue du couple de frottement. — Le disque, en tournant, entraîne dans son mouvement les couches d'air voisines de sa surface et, au moment du passage de ces couches dans l'entrefer de l'aimant amortisseur, il se produit un véritable laminage qui tend à s'opposer à la rotation. La valeur de ce laminage n'avait pas encore, jusqu'ici,

[1] Ajoutons même que l'on a utilisé la résistance de l'air pour créer le couple amortisseur d'un ampèreheuremètre à induction.

été mise en évidence. Afin de n'être pas gêné par l'action des courants de Foucault, nous avons fait établir des maquettes en bois des différentes formes d'aimants utilisées dans l'industrie et nous avons mesuré, toujours par la méthode d'amortissement, la différence des couples de frottement développés avec ou sans aimant [1].

Les formes d'aimants actuellement utilisées se ramènent à deux types principaux que nous désignons par les lettres Y et Z (fig. 6). Dans le premier, l'étranglement que l'air, entraîné par le disque, est obligé de traverser, est beaucoup plus court que dans celui de la forme Z. Il existe tout une série de formes intermédiaires présentant des étranglements plus ou moins longs.

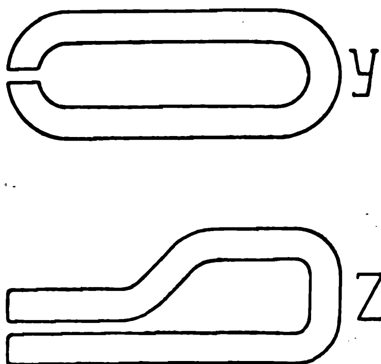


Fig. 6. — Types d'aimants amortisseurs.

Les résultats d'essais des types Y et Z sont consignés dans les 3 tableaux suivants et dans les courbes de la figure 7.

Essai n° 1. — Sans aimant.

Tableau et courbe X, figure 7.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,952
20	0,885
30	0,813
40	0,724
50	0,664
60	0,596
70	0,555
80	0,489
90	0,425
100	0,40
110	0,340
120	0,294
130	0,266
140	0,225
150	0,198
160	0,162
175	0,116
185	0,083
222	0

[1] Il est évident que, par aimant, nous entendons ici la maquette en bois du dit aimant, tout se passant, au point de vue mécanique, comme s'il s'agissait de l'aimant véritable.

Essai n° 2. — Maquette d'aimant forme Y.

Tableau et courbe Y, figure 7.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,730
10	0,65
20	0,58
30	0,527
40	0,475
50	0,415
60	0,357
70	0,307
80	0,263
90	0,218
102	0,182
107	0,161
122	0,112
134	0,0735
163	0

Essai n° 3. — Maquette d'aimant forme Z.

Tableau et courbe Z, figure 7.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,894
20	0,74
30	0,666
40	0,572

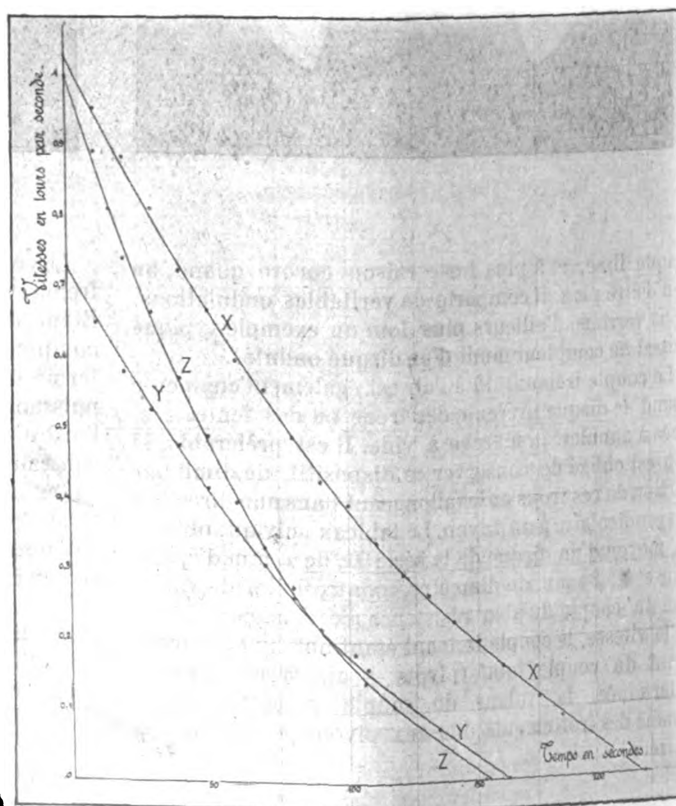


Fig. 7. — Influence de la forme de l'aimant au point de vue du couple de frottement dû à l'air.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par secondes)
50	0,49
60	0,397
70	0,333
80	0,278
90	0,218
108	0,141
116	0,109
153	0

Nous avons opéré avec un disque de la série D_2 (muni d'un pivot de polissage 25) qui nous a servi de terme de comparaison.

Le disque D_2 a 1 mm d'épaisseur et les deux maquettes d'aimant ont été choisies de même largeur (27 mm) et présentent la même longueur d'entrefer (2,4 mm).

Ces tableaux et les courbes Y et Z nous permettent de constater qu'au voisinage du démarrage la forme de l'aimant est indifférente : les coefficients angulaires des 3 courbes X, Y, Z, ont la même valeur à l'origine (fig. 7). Puis, au fur et à mesure que la vitesse augmente, l'influence du laminage se fait sentir : peu importante avec des aimants de la forme Y, elle devient vite prépondérante pour les aimants de la forme Z. Pour ceux-ci on a :

Pour $v = 0,5$ t : s, un couple résistant de 0,00187 cm-g;

Pour $v = 0,7$ t : s, un couple résistant de 0,0023 cm-g;

Pour $v = 0,834$ t : s, un couple résistant de 0,0027 cm-g;

c'est-à-dire plus de deux fois la valeur du couple dû aux pivots.

Pour cette dernière vitesse, le couple freinant dû au laminage de l'air dans l'aimant de la forme Y n'est que de 0,0013 cm-g.

Ces résultats montrent l'importance de la forme des aimants en ce qui concerne la résistance due au laminage de l'air : les aimants de la forme Z sont donc absolument défavorables à ce point de vue et à déconseiller.

En résumé, il sera intéressant, pour réduire les frottements dus à l'air, de n'employer que des aimants de forme appropriée et des vitesses de régime aussi faibles que possible. Cette dernière condition est nécessitée, par ailleurs, pour l'obtention d'une courbe d'erreurs très tendue et elle facilitera également, comme nous le verrons plus loin, la diminution du couple résistant du mécanisme enregistreur. Signalons que la diminution du diamètre du disque entraînerait la diminution du couple moteur; comme la résistance de l'air n'intervient pas au démarrage et qu'à pleine charge elle reste négligeable vis-à-vis du couple moteur, cette dernière solution est évidemment à rejeter.

4. **Frottements dus aux engrenages de la minuterie et réaction de la roue tangente sur la vis sans fin.** — Les compteurs d'électricité sont munis d'un dispositif d'enregistrement (auquel on donne, assez improprement d'ailleurs, le nom de minuterie). Ces minuteries sont de trois types principaux :

Les systèmes dits à aiguilles, où les consommations sont indiquées par des aiguilles se déplaçant sur des cadrans décimaux, le dispositif à rouleaux (rouleaux Deschiens qui sont en fait des engrenages intermittents du type fuseau-lanterne), et les minuteries à chiffres sauteurs.

Pendant longtemps, on a admis que les dispositifs à aiguilles, qui sont constitués pas des trains d'engrenages à rapport de réduction décimal, étaient seuls susceptibles de fournir un couple de frottement réduit. A la vérité, nous avons pu nous rendre compte que, si les minuteries à aiguilles, bien construites, étaient celles qui donnaient le plus petit couple de frottement, certaines minuteries à rouleaux donnaient des résultats avantageusement comparables à ceux fournis par des minuteries à aiguilles de construction moyenne.

Quant aux minuteries à chiffres sauteurs, où l'escamotage d'un chiffre est produit par l'action d'un contrepoids ou d'un petit ressort spiral, elles ont l'inconvénient de donner des couples résistants variables avec la position du voyant, ce qui ne laisse pas d'être un grave inconvénient quand le compteur fonctionne à charge très réduite.

La mesure des frottements dus aux minuteries est à peu près la seule à laquelle les constructeurs se soient intéressés jusqu'à présent. C'est, d'ailleurs, la plus facile : si nous essayons un compteur par la méthode d'amortissement, en ayant soin de retirer sa minuterie, le même essai répété ensuite avec la minuterie engrenée permet de déterminer, par différence, les pertes dues aux frottements des rouages et de la roue tangente de commande, puisqu'on peut admettre que le moment d'inertie de la minuterie est absolument négligeable, eu égard à celui du disque.

M. O'Keenan avait déjà, pour la détermination des frottements des minuteries, proposé d'utiliser un compteur O'K fonctionnant comme moteur étalonné.

Si l'on mesure, à l'aide d'un milliampèremètre, le courant dans l'induit du compteur O'K et la tension aux bornes des balais, le couple développé par le système est donné par la formule

$$C = 10^7 \frac{U_c i}{2\pi n} \times \frac{1}{981} = 1\,624\, U_c \times \frac{i}{n},$$

où U_c est la différence de potentiel aux bornes des balais, exprimée en volts, et n, le nombre de tours par seconde de l'induit, i étant le courant, en ampères, traversant cet induit.

Si on détermine, une fois pour toutes, le rapport

$$\frac{U_c}{n} = K,$$

la formule se résume à

$$C = 1\,624\, Ki$$

pour le moteur fonctionnant à vide.

Si maintenant nous embrayons sur la vis sans fin du compteur la minuterie à essayer, nous obtenons une nouvelle valeur C', telle que

$$C' = 1\,624\,Ki'$$

d'où, par différence, $C_f = C' - C$.

Comme nous avons pu nous rendre compte, par les nombres qui nous ont été communiqués par M. O'Keenan, que la méthode d'amortissement donnait des résultats comparables (aux erreurs de l'expérience près) à la méthode du moteur étalonné, nous avons, dans les essais de la présente étude, continué à nous servir de la méthode d'amortissement.

Nous avons déterminé, en premier lieu, quelle était l'influence du sens de la réaction de la roue tangente sur la vis sans fin qui la commande.

Selon le sens de rotation, ou encore selon le sens du pas de la vis sans fin, la réaction de la roue tangente tend à augmenter l'action de la pesanteur (c'est-à-dire tend à augmenter la pression du pivot sur la crapaudine), ou, au contraire, elle tend à diminuer cette pression.

Le calcul et l'expérience montrent que la valeur de cette réaction est de l'ordre de la limite des couples décelables par notre méthode, soit de 0,05 cm-mg. Bien que l'existence de cette réaction des roues tangentes soit connue, son importance a été tenue pour négligeable par certains constructeurs dont les appareils présentent ainsi un petit couple de frottement supplémentaire dont ils pourraient se débarrasser gratuitement.

Au lieu de changer le sens de la vis, on peut faire cette vérification d'une façon plus simple en faisant tourner le compteur à l'envers et en relevant les résultats dans les deux cas. Toutefois, pour que cet essai ait une signification, il faut que les dents de la roue tangente aient des profils bien symétriques. Il peut arriver en effet que, lorsque le profil de la denture a été rectifié au moyen d'une fraise à arrondir, les deux flancs de la dent ne soient pas également attaqués par l'outil, d'où une dyssymétrie du profil et, naturellement, des efforts résistants selon le sens de la rotation.

Le mode de fabrication des vis sans fin a également une importance. Certains constructeurs obtiennent ces vis en les décolletant à même dans le métal de l'arbre, ce qui présente l'inconvénient de conduire soit à un arbre trop lourd soit à une vis trop faible. Il peut en résulter alors, dans ce dernier cas, un fléchissement de l'arbre qui contribue à augmenter les frottements dans le palier supérieur.

Afin d'éviter le premier inconvénient, certains constructeurs ont réalisé des vis sans fin prises dans le métal d'un arbre en alliage léger (du duralumin, en général). Ces vis sans fin ne sont pas non plus à conseiller au point de vue frottements, parce que non seulement l'aluminium est un métal « gras », mais encore parce qu'il se forme à sa surface une couche d'oxyde qui vient altérer considérablement la valeur du coefficient de frottement.

Un autre mode de construction, à notre avis, de beaucoup préférable au précédent, consiste à rapporter la vis sans fin sur l'arbre par emmanchement dur.

Dans ce cas, la vis est en laiton ou en nickel et les pertes par frottement dépendent de la nature et de l'état des métaux en contact.

En ce qui concerne les minuteries, les essais effectués montrent que les résistances de frottement dépendent de la plus ou moins grande perfection des pivotages, et surtout du nombre des mobiles actionnés, le couple résistant s'accroissant naturellement avec ces derniers. La diminution de la vitesse de régime du compteur favorisera donc l'établissement de minuteries à faibles pertes, du fait de la possibilité de supprimer des trains d'engrenages intermédiaires.

Action de l'huile sur les pivots. — Il nous reste maintenant à examiner l'action de l'huile sur les pivots des minuteries.

Nous avons employé pour cette vérification une minuterie d'un type un peu différent de celui des expériences précédentes ainsi qu'un disque relativement lourd, ceci afin d'augmenter la précision des mesures (disque de la série D_4).

Essai n° 1. — Disque D_4 plus minuterie non huilée.

Tableau et courbe O, figure 3.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,75
10	0,666
20	0,625
30	0,565
40	0,526
50	0,475
60	0,425
70	0,380
80	0,333
90	0,285
102	0,233
111	0,196
132	0,096
154	0

Essai n° 2. — Disque D_4 plus minuterie huilée.

Tableau et courbe O', figure 3.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,78
10	0,715
20	0,66
30	0,614
40	0,536
50	0,50
60	0,435
70	0,382
80	0,333
90	0,278
101	0,222
113	0,162
129	0,099
157	0

On voit par les courbes O et O' de la figure 3 que l'action favorable due au lubrifiant est insignifiante. — Ce résultat était également à prévoir en raison de la faible vitesse des rouages : il n'y a donc aucun avantage à huiler copieusement les pivots comme le font la plupart des constructeurs ; il suffirait de les humecter légèrement pour les préserver de la rouille, tout au moins quand on a affaire à des axes en acier. Depuis un certain nombre d'années, on construit également des minuteries dont les axes des roues sont en laiton ; ces minuteries sont particulièrement sensibles à l'action chimique de l'huile.

Les inconvénients dus au dessèchement du lubrifiant, signalés déjà à propos des crapaudines, vont se retrouver, et considérablement augmentés, dans les minuteries. Nous avons remarqué qu'on pouvait amener les minuteries à un état sensiblement voisin de ce qu'elles seraient après deux années environ de fonctionnement dans un compteur parfaitement étanche en les soumettant, pendant vingt-quatre heures, à la température d'une étuve maintenue à 110° ou 120°C. Les couples de frottement ainsi mesurés après résinification artificielle de l'huile sont évidemment des minima puisque, en réalité, on ne tient pas compte de l'introduction des poussières, limailles, etc., ni des altérations produites par l'action chimique de l'huile.

Nous avons principalement examiné deux types de minuteries à aiguilles : dans le premier type la roue tangente est montée sur un axe pivoté en acier supporté par deux contre-pivots à creusure conique. Dans le second modèle, l'arbre de la roue tangente tourne simplement dans des trous ménagés dans les platines en laiton, ces trous étant fraisés de façon à former huiliers. Les résultats de ces essais sont consignés ci-dessous.

Essai n° 3. — Minuterie desséchée (plus disque de comparaison).

Tableau et courbe S', figure 8.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,04
10	0,90
20	0,76
30	0,646
40	0,55
50	0,42
60	0,357
72	0,227
84	0,122
101	0

Moment d'inertie,

$$K = 240 \text{ g-cm}^2.$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,368}{51} = 0,0453 \text{ radians : s}^2.$$

Couple du disque et de la minuterie,

$$C_t = \frac{0,0453 \times 240}{981} = 0,0111 \text{ cm-g.}$$

Essai n° 4. — Disque de comparaison seul.

Tableau et courbe S, figure 8.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,605
10	0,512
20	0,455
30	0,370
40	0,318
51	0,235
67	0,145
76	0,10
99	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,260}{64,5} = 0,0249 \text{ radians : s}^2$$

Couple dû au disque seul,

$$C_t = \frac{240}{981} \times 0,0249 = 0,0061 \text{ cm-g.}$$

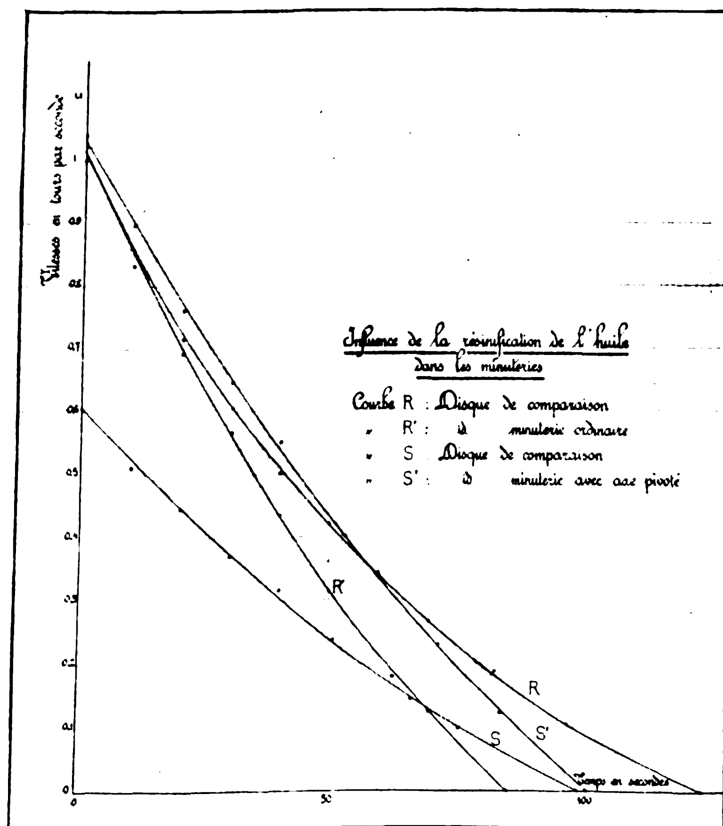


Fig. 8. — Influence de la résinification dans les minuteries.

Couple dû à la minuterie

$$0,0111 - 0,0061 = 0,005 \text{ cm-g}.$$

La minuterie neuve et fraîchement huilée ayant un couple de 0,0039 cm-g, l'accroissement dû à la résinification de l'huile est de l'ordre de 30 pour 100.

Essai n° 5. — Courbe à vide (disque de comparaison seul).

Tableau et courbe R, figure 8.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,85
20	0,714
30	0,605
40	0,50
50	0,42
60	0,342
70	0,265
83	0,185
97	0,104
123	0

Moment d'inertie du disque,

$$K = 163,5 \text{ g-cm}^2.$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,216}{60} = 0,0226 \text{ radians : s}^2.$$

Couple dû au disque seul

$$C_f = \frac{163,5 \times 0,0226}{981} = 0,00377 \text{ cm-g}.$$

Essai n° 6. — Disque de comparaison plus minuterie desséchée.

Tableau et courbe R', figure 8.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde
0	1,00
10	0,83
20	0,69
30	0,57
40	0,435
50	0,313
63	0,175
70	0,123
85	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,372}{47,5} = 0,0482 \text{ radians : s}^2.$$

$$C_f = \frac{163,5}{981} \times 0,0482 = 0,008 \text{ cm-g},$$

$$C_f \text{ minuterie} = 0,008 - 0,0037 = 0,0043 \text{ cm-g}.$$

Le couple de la minuterie neuve et fraîchement huilée étant de 0,0027 cm-g, l'accroissement de frottement dû à la résinification de l'huile est de l'ordre de 60 pour 100.

On voit par les résultats des expériences précédentes que les minuteries dont les roues tangentes sont munies d'axes terminés par des pointes pivotées sont beaucoup moins sensibles au vieillissement que les minuteries du deuxième type. Il est également à noter, à l'avantage des minuteries du premier type, que les contre pointes coniques permettent d'emmagasiner une réserve d'huile relativement importante, ce qui retarde considérablement les effets du dessèchement.

Dans les ampèreheuremètres à grande vitesse, on pourra cependant envisager des huiliers pour le premier et même pour les deux premiers mobiles en raison de leur vitesse de rotation relativement élevée, les autres rouages devant être laissés secs. Mais ces compteurs devront, du fait de leur lubrification, être soumis à des vérifications et à des nettoyages périodiques.

5. **Pression des balais.** — Cette cause de frottement intervient dans les compteurs à courant continu (les compteurs du type Thomson n'étant guère employés sur les réseaux à courant alternatif), le moment du couple étant naturellement fonction de la pression des balais. Les tableaux suivants donnent un exemple d'essais d'un compteur-moteur à collecteur muni d'une minuterie à rouleaux.

Essai n° 1. — Compteur à courant continu. — Période d'oscillation propre, $t_1 = 13,22$ s; période d'oscillation avec disque additionnel, $t_2 = 13,82$ s.

Tableau et courbe N, figure 9.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,37
30	1,22
40	1,176
70	1,11
80	1,08
90	1,05
100	0,925
130	0,89
140	0,85
150	0,734
180	0,705
190	0,68
200	0,645
210	0,615
220	0,580
230	0,550
240	0,535
250	0,50
260	0,430
270	0,40
280	0,375
290	0,355
310	0,325
320	0,306
330	0,285
340	0,267
350	0,252

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
360	0,227
370	0,21
380	0,19
398	0,16
411	0,139
427	0,111
437	0,093
465	0,05
501	0

$$K = 65{,}9 \times \frac{(13{,}22)}{(13{,}82) - (13{,}22)} = 710 \text{ g-cm}^2,$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}232}{151} = 0{,}00965 \text{ radian : s}^2.$$

Couple dû à l'induit seul,

$$C_t = \frac{0{,}00965 \times 710}{981} = 0{,}007 \text{ cm-g}.$$

Essai n° 2. — Compteur à courant continu. — Minuterie entraînée (les 5 rouleaux étant en prise), balais relevés.

Tableau et courbe N', figure 9.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,41
10	1,28
20	1,235
30	1,18
40	1,125
50	1,09
60	1,02
70	1,00
80	0,915
90	0,87
100	0,83
120	0,714
130	0,69
140	0,645
150	0,618
160	0,574
170	0,550
180	0,500
190	0,465
200	0,445
210	0,413
220	0,370
230	0,340
240	0,307
250	0,285
260	0,250
270	0,233
280	0,196
290	0,170
303	0,128
355	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}26}{501} = 0{,}0156 \text{ radian : s}^2.$$

Couple dû à l'induit entraînant la minuterie,

$$C_{t0} = \frac{0{,}0156 \times 710}{981} = 0{,}0113 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à la minuterie,

$$0{,}0113 - 0{,}007 = 0{,}0043 \text{ cm-g}.$$

Essai n° 3. — Compteur à courant continu. — Sans minuterie, balais en position.

Tableau et courbe N'', figure 9.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,38
10	1,22
20	1,13
30	1,00
40	0,89
50	0,77
60	0,66
70	0,568
80	0,476
90	0,38
102	0,262
112	0,171
130	0

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}74}{80} = 0{,}0581.$$

Couple dû à l'induit avec ses balais,

$$C_t = \frac{0{,}0581 \times 710}{981} = 0{,}042 \text{ cm-g}.$$

Couple freinant dû à la pression des balais

$$0{,}042 - 0{,}007 = 0{,}035 \text{ cm-g}.$$

Pour la mesure du couple-moteur de ces compteurs, il ne faut pas oublier que ce couple varie selon la position des sections de l'induit ; on devra donc, si on ne dispose pas d'un dispositif enregistreur, faire la mesure du couple dans les différentes positions de l'induit et prendre la valeur moyenne. On voit par cet exemple que, pour les compteurs à courant continu, la valeur des couples de frottement est extrêmement élevée ; il s'en suit que, en dépit de leur grand couple moteur, ces compteurs ne présentent en général qu'un facteur organique faible.

(A suivre.)

René-Marcel Fichter,
Ingénieur I. E. N.,
Licencié en Droit.

Revues, analyses et informations

Nouvelle méthode pour la mesure des longueurs d'onde à la réception (1).

La mesure des longueurs d'onde peut être réalisée de deux manières, directement ou indirectement. La première ne s'applique qu'aux mesures faites à l'émission; elle consiste tout simplement à accorder le circuit oscillant sur un ondemètre étalonné et de vérifier la résonance par un galvanomètre à miroir, par exemple. Mais il est évident que l'énergie appréciable que demande cette méthode limite exclusivement son emploi aux mesures à l'émission. La seconde, au contraire, permet les mesures à la réception. Le circuit oscillant étalonné est excité de manière à devenir à son tour émetteur et on règle sa longueur d'onde jusqu'à ce que l'audition au poste de réception permette d'identifier cette onde avec celle du poste que l'on contrôle. Cette méthode indirecte est rendue imprécise par la présence de l'onde du générateur que l'on emploie pour exciter le circuit oscillant étalonné. Celle qui est indiquée dans les lignes suivantes permet, malgré sa simplicité, de mesurer avec exactitude, les longueurs d'onde à la réception.

I. Principe de la méthode. — Si l'on excite un circuit oscillant K avec un tube à vide, il se produit un certain courant d'anode dès que le régime d'oscillation est devenu stationnaire. Si maintenant on couple, avec le circuit oscillant K, un second circuit oscillant R, de façon à provoquer une petite réaction, le courant alternatif d'anode diminue aussitôt que les deux circuits sont en résonance; il est alors possible d'utiliser cette variation du courant d'anode pour déterminer la position de résonance des deux circuits. Le processus est le suivant : par le couplage du circuit oscillant R, tout se passe comme si l'on y avait introduit une résistance qui se révèle d'autant plus grande que les deux circuits sont plus près d'être accordés. Cette résistance diminue l'intensité du courant dans le circuit oscillant et, en même temps, la tension grille due à la réaction; d'autre part, la tension de la grille réagit de son côté sur le courant d'anode; ainsi donc le courant alternatif d'anode est diminué par la résistance insérée dans le circuit oscillant tant que le couplage de réaction reste petit. Pratiquement, le circuit oscillant K est couplé par l'intermédiaire d'une capacité avec l'anode du tube à vide et il est excité, par réglage précis de celui-ci, juste de manière à entrer en vibration. De plus, le circuit oscillant K est couplé par induction avec un circuit d'antenne de manière à pouvoir également servir de circuit secondaire pour la réception. Si l'antenne est accordée sur la même longueur d'onde que le circuit oscillant, la vibration cesse pour un certain couplage qui est toujours très lâche. Si maintenant l'antenne recueille des ondes de la fréquence commune aux deux circuits, tout ou partie de l'énergie qui était précédemment absorbée par l'antenne est restituée au circuit oscillant qui se met de nouveau à vibrer. Pour rendre la réception audible, on monte encore un hétérodyne et on utilise, comme audion, le triode excitateur lui-même. L'intensité du courant redressé est amplifiée et mesurée simultanément par un écouteur et un électromètre unifilaire en montage idiostatique. Le téléphone ne sert qu'au réglage sur la station et à la vérification de la régularité des longueurs d'onde reçues. Enfin, un ondemètre est couplé avec le circuit oscillant. Si on le règle sur la longueur de l'onde reçue, les déviations de l'électromètre diminuent avec l'accord, jusqu'à devenir nulles, en même temps que l'audition s'éteint dans l'écouteur.

II. Disposition employée. — Les figures 1 et 2 indiquent la disposition que l'on a employée. K est le circuit oscillant avec lequel est couplé le tube à vide générateur d'oscillations. La self-induction S et les spires R de couplage en réaction sont prises sur une même bobine d'environ 25 mH. En

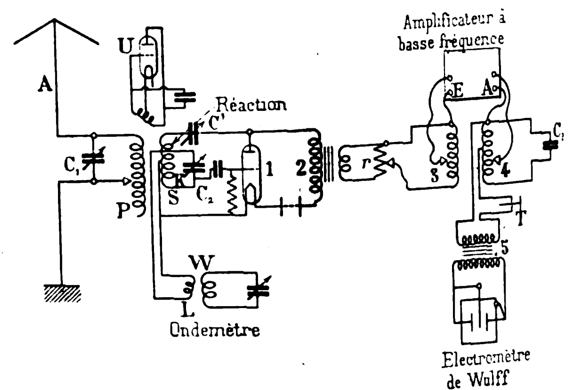


Fig. 1. — Schéma du montage employé pour la mesure d'une longueur d'onde au poste de réception.

effectuant convenablement les dérivations, on obtient les self-inductions correspondant à toute la gamme des longueurs d'ondes nécessaires sur lesquelles on s'accorde au moyen du condensateur C_2 et d'un petit condensateur tournant monté en parallèle avec ce dernier. Le couplage de réaction se règle par le condensateur C' (1).

Le circuit d'antenne est constitué par la bobine de self-induction P, de même dimension que celle du circuit oscillant, et par le condensateur C_1 dont la capacité peut varier jusqu'à 4 000 μμF. L'antenne est du type en L à quatre brins longs de 40 m, portés par deux mâts à une hauteur de 12 m au-dessus des toits. La bobine L, dérivée sur quelques spires de la bobine du circuit oscillant, réalise le couplage avec l'ondemètre W. On peut donc disposer ce dernier de manière qu'il ne soit pas directement influencé par le circuit d'antenne.

Comme ondemètre, on utilisa l'appareil étalon du Reichsanstalt avec les bobines de self-induction de 10^{-1}, 10^{-2} et 10^{-3} H qui étaient suffisantes pour le domaine des longueurs d'onde à explorer. Leurs conducteurs toronnés sont enroulés sur un cylindre de porcelaine. Pour bien définir la capacité des bobines, celles-ci sont placées dans une grande caisse en bois dont les parois sont recouvertes de feuilles d'étain S (fig. 2). Des extrémités des bobines partent deux conducteurs à écartement constant qui traversent les parois de la caisse pour se connecter à des condensateurs étalons à air du Reichsanstalt également. La perfection du réglage était obtenue

(1) E. Alberti et G. Leithäuser. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1027-1030, 2 000 mots, 3 fig., 5 tab.

(1) G. Leithäuser. *Jahrbuch der drahtlose Telegraphie*, 1923, t. XXI, p. 30.

par un condensateur réglable dont la capacité ne représentait qu'une très petite partie de la capacité totale. La caisse contenant les condensateurs était reliée à l'une de leurs armatures et à la caisse des bobines de self-induction. Pour toutes les mesures, on employa toujours, pour l'ondemètre, une inductance telle qu'une capacité d'au moins 1 000 $\mu\mu$F était nécessaire pour obtenir l'accord. La précision de cet ondemètre atteint, pour les longueurs d'onde étudiées, environ le dix-millième.

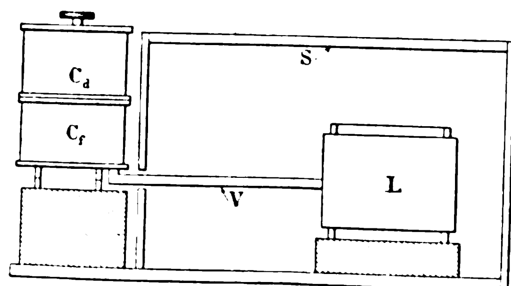


Fig. 2. — Schéma de l'ondemètre étalon du Reichsanstalt.

Le courant à basse fréquence produit par le tube à vide 1, traverse le transformateur 2 dont le circuit secondaire débite sur une résistance *r* constituée par un indicateur d'intensité d'audition. Sur les plots de réduction de cette résistance se monte la bobine de self-induction 3 de 1 H. Cette bobine est divisée de manière à se coupler d'une manière lâche avec l'amplificateur à basse fréquence. Aux bornes de sortie de celui-ci, se trouve une nouvelle bobine de self-induction 4, de 1 H, qui, par le condensateur C_3 de 3 000 $\mu\mu$F, se règle sur une fréquence audible déterminée, et peut être couplée lâche avec la bobine 3. L'amplificateur à basse fréquence reçoit ainsi un couplage de réaction réglable qui permet une réduction considérable de l'amortissement. Sur une partie de la bobine 4 montée sur les bornes de sortie de l'amplificateur à basse fréquence sont connectés en série l'écouteur de réception T et l'enroulement primaire du transformateur 5. L'enroulement secondaire de ce dernier alimente l'électromètre. Le rapport de transformation est de 1 : 20. L'électromètre est du type unifilaire de Wulff. La tension du fil est choisie telle que, pour toutes les vitesses de transmissions, le fil donne sa déviation définitive pour chaque signal. La sensibilité de l'électromètre fut bien suffisante, malgré l'emploi de cet appareil en montage idiostatique. Les postes américains donnèrent des déviations d'environ 30 divisions de l'échelle du micromètre.

III. Méthode opératoire. — Lorsqu'il s'agit de recevoir une émission lointaine, la méthode est autre que celle indiquée dans le premier chapitre et dans laquelle on parfait le réglage sur une longueur d'onde connue. On procède de la manière suivante : le circuit d'antenne, avec une valeur quelconque de la capacité du condensateur C_1 (zéro, par exemple) est couplé serré sur le circuit K. L'émetteur auxiliaire (hétérodyne) U est réglé sur une longueur d'onde voisine de celle à recevoir et on fait varier la capacité du condensateur C_2 jusqu'à ce qu'on obtienne une bonne audition des signaux à recevoir. On rend ensuite plus lâche le couplage entre le circuit d'antenne et le circuit K et on règle en même temps le condensateur du circuit d'antenne de manière que ce dernier entre en résonance à mesure que le couplage diminue. On augmente alors la valeur de la capacité du condensateur C' du circuit de réaction, ce qui détermine une augmentation de l'intensité à la réception. Il est possible de pousser ainsi la réduction de l'amortissement si loin que, d'abord, les signaux résonent et qu'enfin, pour une certaine augmentation de la réaction, le système entier se mette en oscillation permanente. Cependant, il ne faut pas diminuer par trop l'amortissement et en rester au réglage pour lequel des signaux commencent à se faire entendre. La qualité du réglage peut se déterminer à la fois par la déviation de l'électromètre et par l'audition. En effet, ce n'est que dans le cas d'une réduction de l'amortissement du circuit K, que la déviation de l'électromètre augmente beaucoup et que l'audition est pure et faible. Dans le cas d'un réglage approché ou d'un très petit désaccord, au contraire, l'audition n'est pas nette par suite de battements et la déviation de l'électromètre n'augmente pas. Ensuite, on règle l'hétérodyne de manière à avoir, à la réception, la hauteur de son qui est la mieux renforcée par l'amplificateur couplé en réaction ; ce que l'on reconnaît à un nouvel accroissement de la déviation de l'électromètre. On couple ensuite l'ondemètre et on l'accorde sur l'onde reçue. Aux environs de la résonance, la déviation de l'électromètre diminue et devient minimum au point de résonance. Pour obtenir avec précision ce minimum, on prend deux valeurs de la capacité, l'une plus grande, l'autre plus petite que celle qui doit correspondre à la résonance, valeurs pour lesquelles les déviations de l'électromètre sont identiques. Leur moyenne est celle donnant la résonance. A ce moment le circuit d'antenne, le circuit oscillant K et l'ondemètre sont accordés sur une même longueur d'onde.

IV. Vérification expérimentale de la méthode. — Pour vérifier l'exactitude de la méthode, l'auteur installa un émetteur à tube dont la longueur d'onde était mesurée avec un deuxième ondemètre normal avec détecteur et galvanomètre à miroir comme indicateur. L'onde était reçue par une petite antenne équipée avec le dispositif indiqué qui permettait de mesurer la longueur de l'onde à la réception. Le tableau I indique le résultat des mesures effectuées sur un trait :

Tableau I. — *Vérification de la méthode.*

Longueur de l'onde mesurée à l'émission en mètres	Longueur de l'onde (mesurée à la réception) en mètres	Écart relatif en millièmes
4 750,5	4 751,9	0,30
10 552,5	10 556,5	0,38

On voit que les résultats concordent et que les écarts observés sont du même ordre que les erreurs des mesures effectuées.

Pour constater la sûreté de cette méthode appliquée à la mesure d'une longueur d'onde sur réception de signaux Morse, on effectua rapidement et successivement 10 mesures sur l'écoute d'une station dont une longue expérience avait vérifié la constance de l'émission. Le tableau II donne les résultats obtenus.

V. Application de la méthode. — Il est surtout intéressant d'employer le procédé indiqué ci-dessus pour les mesures des longueurs d'onde des postes que l'on reçoit couramment. Ces mesures furent effectuées pour les longueurs d'onde comprises entre 2 900 m et 23 000 m, à des jours différents, pendant le fonctionnement normal des postes, les variations des longueurs d'onde pendant les observations étant corrigées par trois opérations successives dont on prenait la

TABLEAU II. — *Mesures de la longueur d'onde du poste de Berne effectuées à de très courts intervalles de temps, le 28 mars 1923.*

LONGUEUR D'ONDE MESURÉE en mètres	ÉCARTS SUR LA MOYENNE en millièmes	LONGUEUR D'ONDE MESURÉE en mètres	ÉCARTS SUR LA MOYENNE en millièmes
3 402,8	— 0,47	3 404,2	— 0,06
3 401,0	— 0,71	3 402,8	— 0,47
3 404,0	— 0,12	3 405,2	+ 0,24
3 405,0	+ 0,47	3 406,0	+ 0,47
3 405,2	+ 0,24	3 405,9	+ 0,44
Valeur moyenne 3 404,4.		Écart moyen 0,44	

moyenne. Elles furent surtout faciles sur les émetteurs à lampes, mais restèrent toujours commodes sur quelques émetteurs à arc ou à alternateur.

L'auteur a consigné, dans un tableau que nous ne reproduisons pas, les résultats de ses essais, qui ont permis de constater que certains postes, tels que les postes Marconi d'Ongar et de Berne ont une longueur d'onde qui varie très peu d'un jour à l'autre, circonstance favorable qu'il faut rechercher pour obtenir des communications radiotélégraphiques sans mélange. Egalement, dans les grandes stations, on trouve une bonne régularité dans l'émission ; ainsi, la longueur d'onde du poste de Rome varie peu ; parmi les postes équipés avec des alternateurs, Eilvese (alternateur Golschmitdt), Rocky Point (alternateur Alexanderson) et Carnarvon (alternateur Alexanderson), ont une longueur d'onde bien fixe. La régularité des postes de Nauen et de St-Assise est bien moins satisfaisante.

On voit que nombreux sont les postes européens qui travaillent sur une longueur d'onde voisine de 4500 m et qu'une augmentation du trafic et du nombre des postes ne sera possible que si la longueur d'onde est rigoureusement constante. La méthode décrite permet une mesure exacte et une discrimination facile. Enfin, elle rend possible la comparaison de deux ondemètres placés à une grande distance l'un de l'autre, sans qu'il soit nécessaire de les rapprocher. — B. H.

Théorie et pratique des essais sur des éprouvettes entaillées (1).

L'expérience prouve qu'une loi de similitude exprimant une simple proportionnalité entre le travail A du choc et le volume V de l'éprouvette ne peut être étendue aux éprouvettes entaillées, surtout si le métal est fragile et l'entaille aiguë ; pareille loi serait entièrement en défaut dans le cas de rupture. En partant des principes de la mécanique, l'auteur s'est proposé d'établir la théorie du phénomène et discerne, dans celui-ci, quatre périodes successives : choc proprement dit et déformation limitée à la région du contact, déformation élastique de l'éprouvette, déformation plastique s'étendant jusqu'à l'apparition de la cassure, formation des surfaces de cassure.

Le travail total A est donc formé de la somme des travaux A_1, A_2, A_3, A_4, correspondant à ces périodes. On néglige d'ordinaire le travail A_1 : l'énergie dépensée pendant cette première période est proportionnelle au poids du barreau, et la loi de similitude est confirmée tant que la masse percutante et les conditions du choc restent les mêmes. L'intégrale qui exprime le travail A_2 durant la déformation élastique est élémentaire quand on ne considère que les tensions longitudinales et la région avoisinant la section de rupture, la loi de répartition des tensions en fonction des ordonnées y (mesurées depuis l'axe longitudinal du barreau), étant supposée très simple.

La règle $\frac{A}{V} = \lambda$ est, d'autre part, applicable aux corps géométriquement semblables tant que l'on évite de prendre en considération le travail A_4 correspondant à la quatrième période : on peut donc exprimer la somme $A_2 + A_3$ par δbhy, où b et h sont respectivement la largeur et la hauteur de la section de rupture et δ, un coefficient ne dépendant que de la matière ; y représente ici l'ordonnée du centre de gravité, c'est-à-dire l'excentration de la section de rupture. La loi de similitude susdite devient inapplicable au travail dépensé pendant la quatrième période ; en se basant sur les résultats d'expérience, on est conduit à exprimer cette dernière fraction du travail au moyen du produit de l'aire de la section de rupture par un coefficient $2w$. La somme $A_2 + A_3 + A_4$ se présente ainsi comme faite de deux parties dont l'une serait fonction du volume de l'éprouvette et l'autre, fonction de la section de rupture. En divisant les deux membres de l'égalité par l'aire de cette section, on obtient la loi linéaire $\frac{A}{bh} = \delta y + 2w$, où le premier membre est constitué par la fraction ε qui sert d'ordinaire d'indice de la qualité du métal ; il appartient à l'expérience de fournir les valeur numériques des paramètres δ et $2w$.

Pour des éprouvettes géométriquement semblables le produit bhy est lui-même proportionnel au volume et l'équation ci-dessus, divisée par y, représente bien l'hyperbole à laquelle arrivent les expérimentateurs anglais, l'excentration y étant proportionnelle à toute dimension linéaire des barreaux et en particulier à leur longueur, laquelle sera portée en abscisses. Théoriquement, deux essais sur des éprouvettes de même qualité auraient suffi pour donner de façon non ambiguë les coefficients δ et $2w$, mais, à cause de l'incertitude et des erreurs auxquelles donne lieu l'expérience, il convient de multiplier les essais ; les valeurs négatives trouvées pour les coefficients seront exclues.

Des essais entrepris à l'aciérie Kapfenberg (Steiermark) sur des barreaux en acier au carbone, laminés et lentement refroidis, ont confirmé la loi linéaire, la presque totalité des points obtenus sur le diagramme se trouvant alignés ; l'équation de la droite est $\frac{A}{bh} = 1020y + 460$. Il est difficile d'élucider la signification physique des deux paramètres δ et $2w$ qui représentent, manifestement, des propriétés différentes d'un même métal. On peut supposer que la résistance à la rupture est principalement représentée par le paramètre $2w$ toutes les fois que la déformation n'a pas pénétré bien avant dans la masse. En se basant sur l'expérience, l'auteur est conduit à admettre que l'augmentation de δ et de l'excentration y signifie accroissement de résistance à la rupture d'un seul coup ; que, par contre, la matière résiste d'autant mieux à la formation de surface de rupture lente que le coefficient $2w$ est grand. Aussi, l'auteur propose-t-il de nommer δ et $2w$ résistance « au choc » et « résistance à la fissure » : ce sont là des « notions diverses de celles de fragilité » et « fissilité » admises par les techniciens français. L'article contient la description et la discussion de nombreux essais faits sur différents métaux (aciers, fer soudé, cuivre laminé, fonte d'aluminium) et renferme des indications utiles concernant les difficultés et sources d'erreurs que l'on rencontre en pratique. — Th. S.

(1) P. FILLUNGER. *Schweizerische Bauzeitung*, 24 novembre et 1er décembre 1923, t. LXXXII, p. 265-268 et 284-289, 9800 mots, 19 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

La fixation de l'azote aux États-Unis et les usines de Muscle Shoals

La fixation de l'azote atmosphérique sous forme nitrique ou sous forme ammoniacale est un problème de première importance pour toutes les nations à cause de ses applications pacifiques et guerrières. La « Revue générale de l'Electricité » a consacré déjà un certain nombre de ses colonnes à ce sujet qui touche par quelques-uns de ses côtés à l'industrie électrique, et notamment, dans le numéro du 22 septembre 1923, elle a publié un article de l'auteur ayant pour titre : Quelques points du problème de la fixation de l'azote vus par un électricien, où l'on donne plusieurs comparaisons entre les divers procédés en usage industriel. Aux Etats-Unis, des projets importants, accompagnés de réalisations plus ou moins avancées, ont été exécutés par l'industrie privée, mais surtout par le Gouvernement. En plus de l'état général de la question, tiré de quelques publications récentes et de diverses sources d'informations, nous donnons la description de deux usines qui sont, chacune dans son genre, la plus grande du monde à quelque point de vue, selon la formule devenue de rigueur aux Etats-Unis. L'une renferme une fabrication de carbure de calcium avec ses dérivés immédiats donnant l'azote sous diverses formes : cyanamide, ammoniaque, acide nitrique, nitrate d'ammoniaque. L'autre constitue une installation hydroélectrique contenant un certain nombre d'intéressants détails.

Généralités. — Avant même leur entrée en guerre, les Etats-Unis se préoccupaient d'accroître considérablement leurs ressources en matières azotées. En 1913, la production d'azote artificiellement fixé était à peu près nulle dans ce pays. Toute la consommation était fournie presque entièrement par la fabrication du sulfate d'ammoniaque venant des sous-produits de la houille, c'est-à-dire par l'industrie du gaz et du coke, conjointement avec les importations de nitrates du Chili.

Se rendant compte de l'importance de la question, le gouvernement n'hésita pas à la prendre directement en main dès 1916. Il fit passer le 3 juin devant le Congrès un acte de défense nationale autorisant le Président des Etats-Unis à faire telles investigations qui, selon son jugement, seraient nécessaires pour déterminer les meilleurs et les plus économiques moyens de production de corps azotés. Ceci, comme l'exprime un article de « Chemical and metallurgical Engineering » paru dans le numéro du 10 décembre 1923, auquel nous empruntons également une partie des renseignements qui suivent, fut le premier pas fait par le gouvernement pour résoudre le problème. Le second pas consista en une recherche rapide, mais laborieuse, de tout ce qui était alors connu sur la question ; il conduisit à la construction de deux usines de fixation d'azote, ce qui constitua le troisième pas qu'on fit. Le quatrième pas ne fut réalisé qu'après la guerre : il consista à prendre des mesures pour faire de ces usines le meilleur usage possible.

A cet effet, le 29 mars 1919, fut créé le Fixed Nitrogen Research Laboratory (Laboratoire de recherches sur la fixation de l'azote), ayant comme programme de coordonner et rendre utiles à tous les connaissances en matière de fixation de l'azote obtenues par le gouvernement pendant la guerre, de centraliser les informations conduisant à l'utilisation, en temps de paix, des installations faites par le gouvernement à Sheffield et Muscle Shoals (Alabama), et, ce qui est le plus important de tout, d'étudier la fixation et l'utilisation de l'azote sur une base d'encouragement intelligent et de conseils utiles à l'industrie. Ce laboratoire est toujours en fonctionnement et il est rattaché actuellement au United States Department of Agriculture (Ministère de l'Agriculture). Créé sur ce programme bien défini et chargé d'une mission de haute confiance, le laboratoire a très efficacement travaillé et, dans ce qui suit, nous indiquons l'opinion de ses dirigeants sur un certain nombre de points, telle qu'ils l'ont donnée à la rédaction de notre confrère « Chemical and metallurgical Engineering » en y ajoutant un certain nombre d'observations.

Quelques chiffres de statistique. — Dès le début de la guerre, chacune des nations belligérantes vit immédiatement la nécessité de se procurer des quantités de matières azotées dont on n'avait pas soupçonné l'importance, l'azote devant se trouver, pour la fabrication des explosifs, sous forme nitrique pour la plus grande part ; mais on sait que l'on passe assez aisément de la forme ammoniacale à la forme nitrique par oxydation catalytique de l'ammoniaque.

En même temps que ces besoins d'azote se manifestaient de plus en plus impérieusement, la source très

importante des nitrates naturels du Chili se trouva fermée pour l'un des groupes belligérants, tandis que l'autre était fort gêné dans ses transports maritimes et, de plus, perdait la possession de ses charbonnages du nord de la France et de la Belgique avec leurs sous-produits ammoniacaux. Il fallut donc absolument se rejeter sur la fixation de l'azote atmosphérique, et les Etats-Unis durent faire de même, déjà avant leur entrée en guerre.

Le développement de ces nouvelles sources d'azote changea considérablement l'équilibre antérieur et, actuellement, on n'est pas encore parvenu à un nouvel équilibre, même approximatif, puisque, notamment, les espoirs très légitimes qu'ont fait naître les procédés par compression d'azote et d'hydrogène pour l'utilisation de toutes les sources de ce dernier gaz, entrent seulement, pour les autres pays que l'Allemagne, dans la voie des grandes réalisations.

La consommation mondiale d'azote a été estimée pour 1913 à 735000 tonnes ; elle augmenta en 1918 à 1 million 170 000 tonnes, soit de 59 pour 100 et, malgré cette augmentation, la proportion de ce qui était tiré du Chili et des sous-produits du charbon diminua fortement. La proportion de ce qui est fabriqué synthétiquement au moyen de l'air atmosphérique augmenta à un tel point que cette production dépasse maintenant sensiblement ce qui provient de chacune des deux autres sources. Ainsi, en 1922, la consommation mondiale est estimée à près de 800000 tonnes, de laquelle 24 pour 100 sont provenus des nitrates du Chili, 35 pour 100 de l'industrie du coke et du gaz, et 41 pour 100 de l'azote atmosphérique par des procédés synthétiques.

Mais ce résultat, moyen pour l'ensemble de notre planète, est fort variable selon les contrées et, en particulier pour les Etats-Unis, une consommation de 160 000 tonnes d'azote eut lieu en 1922 (soit un cinquième de celle du globe), de laquelle 58 pour 100 provenaient des dérivés de la houille, et 3 pour 100 tout au plus de la fixation synthétique.

La figure 1 donne graphiquement des renseignements sur la consommation d'azote et la production synthétique. La surface des cercles est proportionnelle à la consommation totale. Chacun des secteurs de la partie entourée de traits forts représente la production synthétique. La première ligne horizontale donne pour 1913 et 1922 la situation mondiale ; les principales nations productrices sont indiquées séparément pour cette dernière année seulement. La seconde ligne horizontale est spéciale à la consommation et la production de l'Allemagne pour ces deux mêmes années. La troisième ligne horizontale montre la situation des Etats-Unis ; on a ajouté sur cette même ligne un petit secteur à part montrant ce que produiraient les usines de Muscle Shoals si elles étaient mises en service normal. Leur production possible est évaluée à 36 000 tonnes d'azote par an.

On est immédiatement frappé, à première vue de ce graphique, par le formidable accroissement de la capacité de production allemande en azote synthétique.

La faible part de la France doit aussi attirer toute notre attention ; celle des Etats-Unis ne la dépasse guère avec un ordre de grandeur de 5000 tonnes d'azote par an en 1922.

Les Etats-Unis sont dans le même cas que la France à certains points de vue : ils sont à la veille de devoir prendre impérieusement des décisions en ce qui concerne le choix des procédés à adopter, la puissance à utiliser, l'emplacement des usines, et il est vraisemblable que l'un et l'autre pays ne tarderont pas à conquérir une place beaucoup plus importante dans la production mondiale. Les Etats-Unis possèdent, ce que nous n'avons pas, une immense usine de production dont nous donnerons plus loin la description ; elle est arrêtée, et, apparemment, uniquement parce qu'on ne dispose pas d'énergie électrique en quantité suffisante dans la région où elle est située ; elle ne produirait d'ailleurs guère plus de 20 pour 100 des besoins actuels du pays.

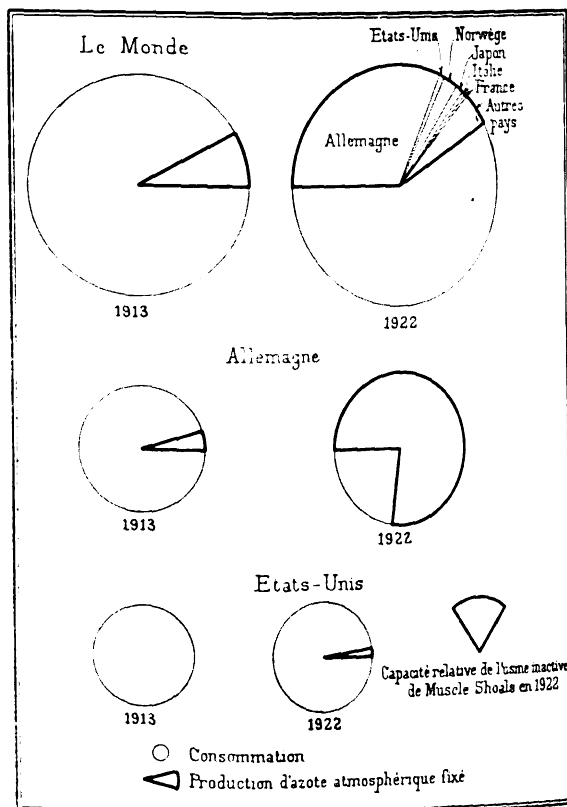


Fig. 1. — Graphique établissant la comparaison entre la consommation d'azote et la production par voie synthétique.

D'après une autre source de renseignements officiels des Etats-Unis, on arriverait à une consommation dans ce pays un peu plus élevée que celle indiquée par le graphique de la figure 1, soit 160 000 tonnes pour 1922. Cela tient vraisemblablement à ce qu'on fait intervenir

tous les produits contenant de l'azote employés par l'industrie, dont certains doivent être laissés de côté par la première statistique que nous avons citée.

Dans le tableau ci-dessous, la première colonne donne la consommation pour les besoins de l'agriculture ; la seconde donne la consommation pour les besoins des diverses industries, dont la principale est celle des explosifs ; la troisième colonne est le total des deux précédentes. Une quatrième colonne indique la part que représentent les sous-produits tirés de la houille. Le tableau a été poussé par une extrapolation de prévisions officielles jusqu'en 1930.

Les nombres sont exprimés en milliers de tonnes, par an, d'azote consommées aux Etats-Unis.

Année.	Agriculture.	Industrie.	Total.	Tiré de la houille.
1900.........	0	36	36	
1905.........	21	42	63	
1910.........	57	68	125	21
1913.........	71	83	154	35
1914.........	81	59	140	33
1915.........	66	102	168	45
1916.........	68	94	162	53
1917.........	80	231	311	67
1918.........	79	295	374	70
1919.........	85	70	155	77
1920.........	79	90	169	90
1921.........	97	97	194	63
1922.........	112	102	214	
1925.........	171	117	288	117
1930.........	257	138	395	144

On voit ainsi que l'agriculture qui, il y a vingt ans seulement, consommait bien peu d'engrais azotés, a atteint vers 1910 une consommation à peu près égale à celle de l'industrie, explosifs principalement. Si on met de côté les années de guerre où la consommation d'explosifs fut anormale, on voit que l'égalité des deux modes de consommation s'est à peu près maintenue. Mais on estime que les besoins agricoles vont, dès maintenant, commencer à dépasser rapidement les besoins industriels et atteindre le double de leur importance en 1930 malgré l'accroissement prévu de ces derniers.

Les prévisions pour les années 1925 et 1930, d'après des documents présentés au Congrès, sont, pour la production au moyen des sous-produits de la distillation de la houille selon les procédés actuellement en usage, de 117 000 et 144 000 tonnes respectivement, ou seulement 41 et 36 pour 100 de la consommation d'azote totale prévue. Le reste devra donc être importé, principalement au moyen de nitrates du Chili, ou fabriqué synthétiquement au moyen de l'air atmosphérique. Les Américains préféreraient naturellement éviter une importation considérable ; d'autre part, ils ne possèdent guère que trois usines capables de fixer de l'azote atmosphérique qui, travaillant à pleine charge, seraient tout au plus capables de fournir 45 000 tonnes d'azote par an.

Il resterait donc, si les importations devaient être supprimées, à installer d'ici 1925 des usines permettant d'obtenir une production annuelle de

288 000 — (11 000 + 45 000) = 126 000 tonnes d'azote ;

Et, d'ici 1930, de quoi produire annuellement

395 000 — (144 000 + 45 000) = 206 000 tonnes d'azote.

Si toute cette fixation était effectuée comme dans l'usine la plus perfectionnée d'Amérique, celle de Muscle Shoals, appartenant au gouvernement, qui doit faire du carbure, puis de la cyanamide, de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, il faudrait compter sur environ 20 kw-h par kilogramme d'azote fixé à produire dans les usines génératrices. Comme, d'autre part, cette usine, qui doit produire 36 000 tonnes d'azote sur les 45 000 tonnes susceptibles d'être fournies par les usines installées, ne dispose pas encore d'usine génératrice pour l'alimenter, on est ainsi conduit à devoir installer d'ici 1925 le matériel nécessaire à la production annuelle de

162 000 000 × 20 = 3 240 000 000 kw-h et à installer d'ici 1930, celui correspondant à

242 000 000 × 20 = 4 840 000 000 kw-h annuels.

On voit ainsi apparaître les milliards de kilowatts-heure, et quoique cette unité ait beaucoup perdu de son pouvoir d'étonnement, ces chiffres n'en sont pas moins impressionnants.

Ils correspondent avec une marche continue de 8 000 heures dans l'année à

400 000 kw d'ici 1925
600 000 kw d'ici 1930.

Si, au lieu d'appliquer ce procédé, on arrivait à n'utiliser que de l'hydrogène provenant de diverses sources, comme celui qu'on tirerait des fours à coke en le combinant à de l'azote atmosphérique au moyen de fortes pressions comme l'ont fait les Allemands sur une grande échelle au cours de la guerre, et comme d'autres commencent à le faire actuellement, une puissance de beaucoup inférieure serait nécessaire ; elle est de l'ordre de 3 kw-h par kilogramme d'azote fixé et on serait ainsi amené à 15 pour 100 seulement des chiffres ci-dessus, en énergie et en puissance, faisant seulement envisager, d'ici 1930 l'installation de 100 000 kw environ.

Si on appliquait ce même procédé par compression en produisant tout l'hydrogène au moyen de l'électrolyse de l'eau, on retomberait à peu près sur les premiers chiffres, la consommation d'énergie électrique par kilogramme d'azote étant approximativement la même que si on s'adresse aux dérivés du carbure de calcium.

Ces nombres montent toute l'importance du problème, même au seul point de vue électrique, qui n'est qu'un côté de la question, et la grandeur des sommes à dépenser justifie de sérieuses réflexions avant de choisir un plan définitif, lequel, pour des raisons de divers ordres, doit comporter forcément l'utilisation non pas d'un seul procédé, mais de plusieurs dont il convient de fixer la proportion relative dans l'ensemble.

Si nous jetons un coup d'œil comparatif à ce qui peut être fait chez nous, nous trouvons, d'après Georges Claude, dans sa communication au Congrès de Chimie industrielle du 22 octobre 1923, que la France, en captant intégralement l'hydrogène sortant de ses fours à coke, pourrait le transformer en 1 000 tonnes d'ammoniaque par jour, ce qui fait 300 000 tonnes d'azote par an. Si la consommation mondiale d'azote est admise égale à 800 000 tonnes en 1922 et que l'accroissement d'ici 1930 se fasse suivant l'échelle adoptée en Amérique, elle monterait à cette date à 1 million 500 000 tonnes, et les Américains seuls espèrent en consommer 395 000. Comme nous ne produisons à peu près rien maintenant par les procédés synthétiques, sauf quelque peu de cyanamide et que les sous-produits de l'industrie de gaz resteront probablement dans les dizaines de milliers de tonnes, on voit sans autres commentaires la belle place que nous pouvons prendre dans cette industrie.

Considérations techniques et commerciales; examen critique de l'œuvre du Laboratoire américain de recherches sur la fixation de l'azote. — La première occupation du Laboratoire de recherches sur la fixation de l'azote fut d'étudier ce que sont les procédés actuellement connus, de déterminer leurs qualités, leurs défauts et aussi les perfectionnements qui peuvent être attendus, en procédant aussi aux expériences paraissant utiles pour éclairer ces questions.

L'opinion du Laboratoire américain semble pouvoir se résumer ainsi (beaucoup de ces points sont d'ailleurs bien connus ici) :

a) Le procédé de combinaison directe, par l'arc électrique, entre l'azote et l'oxygène atmosphériques, en formant de l'oxyde azotique oxydé ultérieurement et progressivement jusqu'à l'état d'acide nitrique, a été étudié tout d'abord au point de vue physico-chimique, dans le but principal de déterminer les facteurs qui limitent le rendement de l'appareillage tel qu'il est actuellement en usage en Norvège. Des recherches ont été ainsi faites sur la production de l'ozone, de l'oxyde d'azote, de l'azote actif dans la décharge électrique. Les propriétés physiques et chimiques de ces corps ont été soigneusement étudiées.

On doit remarquer que ce procédé à l'arc n'a progressé que bien peu depuis vingt ans qu'il est en usage sur une grande échelle. Le Laboratoire estime que des recherches de principe, physiques aussi bien que chimiques, sont nécessaires avant qu'aucun progrès sérieux puisse être envisagé; il faudrait donc faire un effort du côté des bases théoriques mêmes.

Le Laboratoire a, d'autre part, fait des progrès très réels dans la mise au point pratique d'un procédé au moyen duquel les très coûteuses tours employées jusqu'ici pour absorber les gaz peuvent être remplacées par des appareils très efficaces et de coût beaucoup moindre. Ce perfectionnement peut d'ailleurs s'appliquer aussi dans le cas où les gaz sont produits par l'oxydation catalytique de l'ammoniaque sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

b) Le procédé par la cyanamide intéresse plus particulièrement les États-Unis puisque le gouvernement est possesseur de l'usine de Muscle Shoals n° 2, la plus importante du monde pour la production de cette cyanamide, actuellement non exploitée et dont nous reparlerons plus loin.

Ce procédé qui consiste, comme on le sait, à produire d'abord du carbure de calcium par l'action de la chaux sur le charbon dans un four électrique, puis à y fixer de l'azote produit le plus souvent par rectification de l'air liquide, est maintenant connu depuis près de vingt ans; par conséquent, il offre moins de chances de perfectionnements considérables que les méthodes nouvelles.

Le Laboratoire a fait deux séries d'études très sérieuses sur les deux parties bien distinctes de cette industrie, soit la production du carbure et la fixation de l'azote.

La conclusion générale à laquelle il arrive est que la production du carbure est un vieux procédé, en quelque sorte normalisé, et qu'il n'y a pas beaucoup de possibilités de réduction de prix de ce côté. Au contraire, dans la fixation de l'azote sur ce carbure, c'est-à-dire sur l'obtention même de la cyanamide, de sérieuses économies de fabrication peuvent être réalisées. Cependant, dans l'ensemble et comme conclusion, il est douteux qu'une réduction considérable du prix de l'unité d'azote puisse être envisagée en se basant sur le procédé de la cyanamide et ses perfectionnements possibles apparemment.

Remarquons, en passant, que ce que dit le Laboratoire américain au sujet des fours produisant le carbure s'applique naturellement à certains grands fours qu'emploient les grosses usines modernes, absorbant jusqu'à 15 000 kw, qui sont assez différents de ceux qu'on trouve dans beaucoup de petites et d'anciennes usines. Ainsi, les fours les plus perfectionnés sont fermés, et les gaz qui s'en échappent, soit de l'oxyde de carbone presque pur, au lieu d'être rejetés dans l'atmosphère, sont recueillis et utilisés comme combustible. Les poussières, qui constituent parfois une perte importante de matières et une gêne pour tout le voisinage sont ainsi récupérées. Ces deux points seraient importants à bien résoudre. En effet, on établit facilement que la réaction produit 28 kg d'oxyde de carbone en même temps que 64 kg de carbure de calcium, soit 437 kg d'oxyde de carbone par tonne de carbure. Pour produire une tonne de carbure, il faut à peu près 4000 kw-h; la combustion de 437 kg d'oxyde de carbone procure 1 060 000 calories équivalant à 1 220 kw-h

ou 30 pour 100 de la consommation d'énergie électrique. On voit ainsi l'intérêt que prend la question d'un chauffage préalable de la matière avec ces gaz avant qu'elle n'arrive dans la zone de réaction où la température que peut seul amener le passage du courant est nécessaire; on peut aussi employer l'oxyde de carbone à d'autres usages, comme le chauffage des fours à chaux toujours adjoints aux fours à carbure... Quant aux pertes de matières par poussières, elles atteignent couramment 0,5 pour 100 quand le four fonctionne à basse tension, et elles croissent beaucoup quand la tension augmente. Si nous passons maintenant à la tension à adopter qui, théoriquement, peut être quelconque puisqu'il s'agit simplement d'effectuer un chauffage électrique, on semble se trouver entre une pratique très employée en Europe où l'on a bien souvent de petites unités et une autre pratique plus usitée aux Etats-Unis. La première conduit à une tension de l'ordre de 40 v et le chauffage se fait presque uniquement par le passage du courant dans le carbure liquide déjà formé qui sert de conducteur résistant; la seconde amène à tirer les électrodes supérieures pour donner au four une certaine fonction de four à arc en même temps que de four à résistance. C'est ainsi qu'un auteur américain réputé, A. Stansfield, dit textuellement dans son livre : « The electric Furnace », publié en 1914 : « Le carbure de calcium est généralement fabriqué dans des fours à arc, mais il a été dit qu'en France beaucoup de fours sont construits sur le principe de la résistance, c'est-à-dire sans formation d'arc... » En fait, la tension est généralement plus élevée aux Etats-Unis que chez nous et cela réduit très sérieusement la dépense d'installation puisque cela baisse d'autant l'intensité à puissance égale et dispense, par conséquent, de beaucoup de coûteuses barres de cuivre. Le facteur de puissance est aussi considérablement augmenté, ce qui permet le choix d'une fréquence plus élevée. Par exemple, nous avons vu, pour un même projet, un ingénieur français choisir 45 v avec des fours monophasés, ce qui amenait à la fréquence 16 2/3 p : s ou tout au plus 25, tandis qu'un Américain recommandait des fours triphasés avec 160 v entre extrêmes, soit 90 v ou le double par arc unitaire, opérant à la fréquence de 50 ou 60 p : s avec facteur de puissance de même ordre : on voit immédiatement l'économie d'installation dans le prix des conducteurs, des transformateurs, des génératrices. D'autre part, plus la tension est élevée, c'est-à-dire plus on produit un arc long ou plutôt plus on produit de petits arcs entre les morceaux de matière première n'ayant pas encore réagi, moins la marche est tranquille; la consommation d'électrodes augmente; des morceaux de solides sont projetés, d'où des poussières et peut-être, comme le disent certains, une tendance à la production de carbure impur, l'agitation étant favorable à la dissolution de la chaux et diverses impuretés dans le carbure fondu. Ceci serait plutôt confirmé par les caractéristiques de carbures données par des publications américaines : par exemple, pour les usines de Muscle Shoals, où on semble avoir accumulé tous les perfectionnements, Chemical and metallurgie Engineering indique une teneur du produit sortant des fours de 80 pour 100 en carbure pur, ce qui est jugé très médiocre et même inacceptable ici où l'on atteint couramment 86 et même 90 (80 pour 100 correspond à 279 litres d'acétylène par kilogramme; 86 à 300; 90 à 314). Il ne nous semble donc pas que, du côté des fours eux-mêmes, il n'y ait plus aucun problème à résoudre, ni aucune question à élucider.

Fermant cette parenthèse, nous revenons aux travaux du Laboratoire de recherches américain. L'emploi de la cyanamide comme engrais, en l'utilisant directement, a été étudié de très près. On sait, en effet, qu'on peut transformer d'une manière pratique la cyanamide en ammoniaque et en autres corps azotés. Mais il est évidemment plus économique de l'employer telle quelle, puisqu'on admet que l'unité d'azote y possède la même valeur fertilisante que dans les engrais rivaux. A cet effet, le Laboratoire a procédé à une étude complète de la production de phosphate calciné, nouvelle forme de phosphate utilisable en agriculture et qui n'est pas encore sur le marché. Ce phosphate calciné, à l'encontre du phosphate acide, maintenant employé sur une grande échelle, peut se mélanger à toute proportion désirée de cyanamide, en éliminant ainsi une des grosses objections contre l'emploi plus intensif de la cyanamide par les agriculteurs des Etats-Unis. Il apparaît que ce phosphate peut être obtenu pour le même prix, sinon à meilleur marché que le phosphate acide, et il a l'avantage de contenir 25 pour 100 d'acide phosphorique utile au lieu de 16 pour 100.

Des méthodes pour la production de divers produits tirés de la cyanamide, utiles à des points de vue industriels et militaires, ont aussi été étudiées.

c) La synthèse directe par simple combinaison de l'hydrogène et de l'azote est réalisée au moyen des procédés Haber, Claude, Casale, Fauser et autres.

Rappelons, en quelques mots, les caractéristiques de ces procédés qui emploient tous la compression du mélange des deux gaz et le passage sur une matière catalysante, laquelle est de l'oxyde de fer. Le procédé Haber, le plus ancien en date, mis par les Allemands au point pendant la guerre, nécessite une pression de 200 atmosphères, au maximum, et une température de 500° environ. Le mélange gazeux se combine à raison de 8 pour 100 au plus par chaque passage sur le catalyseur. Pour retirer l'ammoniaque produite, il faut refroidir fortement afin de la condenser sous forme liquide ou injecter de l'eau pour la retirer en solution. Le procédé Claude emploie une pression de 900 à 1 000 atmosphères et alors la proportion de gaz qui se combinent atteint 40 pour 100; si on dispose trois catalyseurs en série cette proportion peut presque doubler; l'ammoniaque se liquéfie d'elle-même et son extraction est bien plus facile; il est inutile de chauffer les gaz sauf pour amorcer l'opération, la chaleur produite par la réaction étant suffisante et même au delà. Le procédé Casale emploie une pression plus faible de

l'ordre de 600 à 700 atmosphères et ne comporte qu'un seul tube catalyseur; la proportion de gaz qui se combinent est alors plus faible que dans le procédé précédent pour chaque passage sur le catalyseur, ce qui serait compensé par une circulation plus active des gaz.

Les problèmes qui se rapportent à ces procédés peuvent se diviser en deux groupes : d'abord ceux qui concernent la combinaison elle-même et, ensuite, ceux qui concernent l'obtention du mélange d'hydrogène et d'azote et la purification de ces gaz.

Le principal point du premier groupe, d'après le Laboratoire de recherches américain, se place autour du catalyseur lui-même et, en fait, l'essence du procédé dans son ensemble dépend très largement des caractéristiques du catalyseur. Le Laboratoire déclare avoir étudié et réalisé une matière catalytique très stable et active qui, pour autant qu'il a été capable de se renseigner, est supérieuse à toutes les autres. Un procédé de réalisation commerciale de ce catalyseur a été développé et il est maintenant à la disposition des industriels américains et étrangers, moyennant négociations avec le Laboratoire. Le mécanisme de l'action catalytique est maintenant étudié tout spécialement et on espère que le résultat de ces recherches conduira à de nouveaux perfectionnements du catalyseur.

Le Laboratoire a également procédé à des essais métallurgiques très importants au sujet des matériaux à employer pour la réalisation des machines, dans le but de prolonger la vie de ces matériaux qui sont exposés aux mélanges d'azote, d'hydrogène et d'ammoniaque avec des pressions énormes et des températures élevées. Les résultats de ces essais ont indiqué un acier spécial qui serait le métal préférable.

La disposition et la marche industrielle d'usines de cette espèce ont été étudiées par le Laboratoire dans le but d'arriver à un abaissement du prix de revient. Parmi les points spécialement considérés par le Laboratoire, citons : la disposition du tube catalyseur, l'établissement de pompes de circulation à haute pression avec lubrification spéciale, de valves à haute pression manœuvrées à la main ou automatiquement, de compteurs de débit de gaz à très haute pression, la recherche de dispositifs de contrôle automatique de la composition des gaz, etc., des méthodes de séparation de l'ammoniaque produite, par liquéfaction, par lavage à l'eau et autres absorbants.

La question de la purification du mélange des gaz hydrogène et azote employé dans la synthèse dépend surtout de la source d'hydrogène envisagée. Le Laboratoire a entrepris des recherches sur les différents procédés de production et captage de l'hydrogène, comme le gaz à l'eau, l'électrolyse de l'eau, l'utilisation de sous-produits d'autres industries; une récapitulation de toutes les sources possibles d'hydrogène va être terminée. La purification même de l'hydrogène issu de ces diverses sources a fait l'objet d'études sur les méthodes déjà employées et a conduit à la découverte de nouveaux moyens. Comme il est aussi important de prévenir la contamination des gaz dans l'appareil que de lui fournir des gaz purs, on a cherché des dispositifs pour éliminer la lubrification par l'huile.

En plus du côté commercial et industriel du problème, le côté théorique a été aussi examiné en ce qui touche notamment les constantes d'équilibre de l'ammoniaque à diverses températures et pressions, la solubilité de l'azote et de l'hydrogène dans l'ammoniaque liquide, la tension de vapeur de l'ammoniaque aux très hautes pressions et, d'une manière générale, la façon dont les gaz se comportent à ces hautes pressions.

Tel est, d'après le journal américain, le bilan du travail du Laboratoire de recherches sur la fixation de l'azote en ce qui touche les procédés par compression. Il nous paraît nécessaire de faire à ce propos quelques remarques.

Il faut reconnaître la réalité et le succès des efforts faits par l'organe officiel américain auquel n'ont certainement pas été ménagés les encouragements et subventions et aussi regretter que nous n'ayons rien su faire de comparable chez nous en ce qui touche la coordination des recherches ; mais il serait équitable que le rôle de l'Europe, et le nôtre en particulier, n'apparussent pas cependant comme trop effacés.

En somme, ces procédés ont pris naissance de ce côté de l'Atlantique : Haber en Allemagne, puis Claude en France et Casale en Italie pour les trois seuls qui, croyons-nous, aient à l'heure actuelle plus ou moins de réalisation industrielle. L'obtention d'azote par la distillation de l'air liquide est faite en appliquant des procédés créés et mis au point en France et en Allemagne. Tous les points de détail étudiés aux Etats-Unis le sont également dans les autres pays, et la matière catalysante fait ici également l'objet de recherches et de progrès constants que l'on est en droit même de supposer plus efficaces puisqu'ils s'appuient souvent sur des marches industrielles qui existent réellement en Europe, alors qu'il semble bien que peu d'appareils américains aient fait de l'ammoniaque commercialement utilisée.

La purification de l'hydrogène est loin d'être en retard chez nous, et on commence sérieusement, en France, à vouloir utiliser les gaz de fours à coke dont il existe plusieurs traitements, pour la séparation de l'hydrogène, en voie de perfectionnements constants : la liquéfaction et la rectification procédé bien au point maintenant, la réduction d'oxyde de fer et le traitement du fer réduit par la vapeur d'eau. Les mines de Béthune installent le système Claude ; d'autres mines voisines, le système Casale, avec ces gaz de fours à coke ; on utilise également l'hydrogène provenant de l'électrolyse du sel marin établie pour livrer le chlore et la soude,... le problème est attaqué par toutes ses faces sans qu'un détail soit laissé de côté. Nous disions plus haut, par exemple, que le Laboratoire américain se préoccupe de supprimer le graissage des compresseurs ; nous avons signalé dans cette même revue, le 23 septembre dernier, l'intérêt des appareils à membrane métallique, mis au point à Paris, qui résou-

draient la question en même temps que celle des fuites aux garnitures, etc.

On ne signale que deux installations faites aux Etats-Unis ; l'une par le gouvernement à Sheffield (Alabama) qui n'a jamais marché avec succès ; l'autre à Syracuse (New-York), sur laquelle nous n'avons pas de renseignements certains, a été installée par la Compagnie Semet-Solvay. Ces deux installations appliquent le procédé dit de la General chemical Company qui est à peu près le procédé Haber opérant à une pression inférieure, tandis qu'il est bien reconnu maintenant qu'il faut adopter une pression supérieure. C'est ce qu'on fait ou prévoit partout dans les nouvelles installations, en Italie, en Suisse, en Espagne, au Japon, en France et nul ne paraît songer à employer dorénavant les pressions de la méthode Haber initiale, et encore moins de plus basses, sauf probablement le déplorable industriel qu'est le Gouvernement français. Nous avons été à même de visiter récemment tous les détails d'une installation appliquant l'un de ces nouveaux procédés à haute pression et il est frappant de voir l'aspect rassurant des appareils ; on sent bien que, s'il y a des perfectionnements à demander, la réalité de l'exploitation commerciale ne fait aucun doute.

Ces sentiments sont d'ailleurs partagés par des industriels américains qui ont envoyé des missions en Europe pour examiner les installations et acquérir les droits leur permettant de les reproduire chez eux, et ceci malgré les très intéressants résultats obtenus par leur Laboratoire de recherches. Nous croyons pouvoir affirmer que le groupe de Du Pont de Nemours, que l'on a appelé le roi des explosifs, est en pourparlers avancés pour acheter la licence des procédés Claude, tandis qu'un autre groupe très important également, dont fait partie le General electric Company, a déjà traité avec les possesseurs du procédé Casale. Des usines d'essais faites sur des plans européens vont ainsi être montées à bref délai en Amérique ; l'une d'elles, à Niagara, serait prête dès ce mois d'avril.

d) Le Laboratoire de recherches américain a encore examiné les autres procédés de fixation de l'azote, comme ceux qui utilisent les cyanures et les nitrures.

Les cyanures peuvent être traités pour donner de l'ammoniaque, laquelle peut à son tour être mise sous forme d'engrais, mais le résultat des études du Laboratoire l'a conduit à cette conclusion qu'il y a bien peu d'espoir de perfectionnement de ces procédés pour les rendre commercialement économiques. Cependant, les cyanures ont une application directe dans la production de l'acide cyanhydrique qui est employé sur une assez grande échelle en Californie pour les fumigations de fruits du genre des citrons. Il est intéressant de noter que cette consommation agricole de cyanures aux Etats-Unis dépasse maintenant celle de la métallurgie, traitement des minerais d'or pour une grande part.

Le Laboratoire a aussi examiné la conversion des corps contenant de l'azote les uns dans les autres. La principale opération de ce genre est la transformation d'ammoniaque en acide nitrique ; son importance est surtout déterminée par ce fait que les procédés nouveaux et économiques conduisent plutôt à l'ammoniaque tandis que les besoins militaires et ceux de l'industrie des explosifs en général sont presque exclusivement dans la forme nitrique.

On a étudié également la production de nitrate d'ammoniaque sous une forme non hygrométrique, celle du phosphate d'ammoniaque, des superphosphates ammoniaqués, de l'urée, etc.

Usines électrochimiques de Muscle Shoals. — Nous avons parlé ci-dessus de ces deux usines installées près de Sheffield (Alabama) dont la construction fut décidée au cours de la guerre. Elles appartiennent au gouvernement.

L'une d'elles contient, comme nous l'avons dit, une modification qui semble peu heureuse du procédé Haber ; la pression est abaissée vers 100 atmosphères. La mise en marche ne put jamais être faite, autant que nous sommes informé, d'une manière satisfaisante.

La seconde, dite United States Nitrate Plant n° 2, constitue l'usine de cyanamide dont la capacité de production est la plus importante, puisqu'elle pourrait fixer près de 40 000 tonnes d'azote annuellement. Cette usine est presque entièrement en état de marche et elle a partiellement fonctionné pendant une courte durée d'une façon convenable. Elle est actuellement arrêtée pour diverses raisons, dont le manque de courant, l'installation hydroélectrique voisine, que nous décrivons ci-après, n'étant pas achevée.

Cette installation mérite une description, au moins sommaire.

Elle fut terminée en 1919. La figure 2 en montre le plan général schématique : à gauche se trouve l'arrivée des matières premières et leur traitement préalable, notamment la fabrication de la chaux. Puis viennent les fours à carbure et, ensuite, la fixation de l'azote sur ce carbure et l'obtention de calcium-cyanamide, communément dite cyanamide tout court. L'azote est obtenu grâce à une installation d'air liquide.

La cyanamide pourrait être conservée telle quelle ; on peut aussi la traiter dans la suite des appareils de l'usine pour l'obtention d'ammoniaque.

De même, celle-ci pourrait être conservée telle quelle, ou neutralisée par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammoniaque, ou bien être oxydée dans les catalyseurs à mousse de platine qui viennent ensuite et livrent du protoxyde d'azote dilué dans l'air. Le procédé installé se confond ensuite avec celui de la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène au moyen de l'arc électrique, sauf qu'il est d'application plus facile en ce sens que les gaz contiennent pratiquement plus d'oxyde d'azote, soit près de 9 pour 100 au lieu de 2 pour 100 tout au plus, et consiste dans le passage des gaz par des tours d'oxydation et d'absorption.

Enfin l'acide nitrique obtenu peut à son tour être saturé par de l'ammoniaque tirée des opérations pré-

cédentes, de sorte qu'on obtient du nitrate d'ammoniaque, forme la plus riche en azote des corps pratiques susceptibles d'emplois agricoles ou industriels, avec 28 pour 100.

Il y a donc un ensemble bien complet des dérivés ammoniacaux et nitriques dérivés du carbure et de la cyanamide.

Donnons quelques détails sur les appareils installés :

La chaux est produite par calcination du carbonate naturel dans des fours cylindriques et rotatifs analogues à ceux que l'on emploie dans la fabrication du ciment. Cinq de ces appareils sont prévus pour la marche normale ; deux supplémentaires sont en réserve. Chacun d'eux peut produire 90 tonnes de chaux par jour. Ils sont chauffés au moyen de chalumeaux à charbon pulvérisé.

Le traitement des charbons est fait par 4 sécheurs à coke dont 3 en service et 1 de réserve, capables chacun de faire passer 100 tonnes dans une journée de seize heures, et de 2 sécheurs à houille de 150 tonnes chacun par jour dont 1 prévu comme réserve. Il y a également 4 broyeurs à charbon, dont 1 de réserve, chacun mettant en poudre 3 tonnes par journée de seize heures.

Les fours à carbure sont au nombre de 12, dont 10 prévus en service normal et 2 en réserve. Chacun de ces fours doit élaborer 44 tonnes par jour de pro-

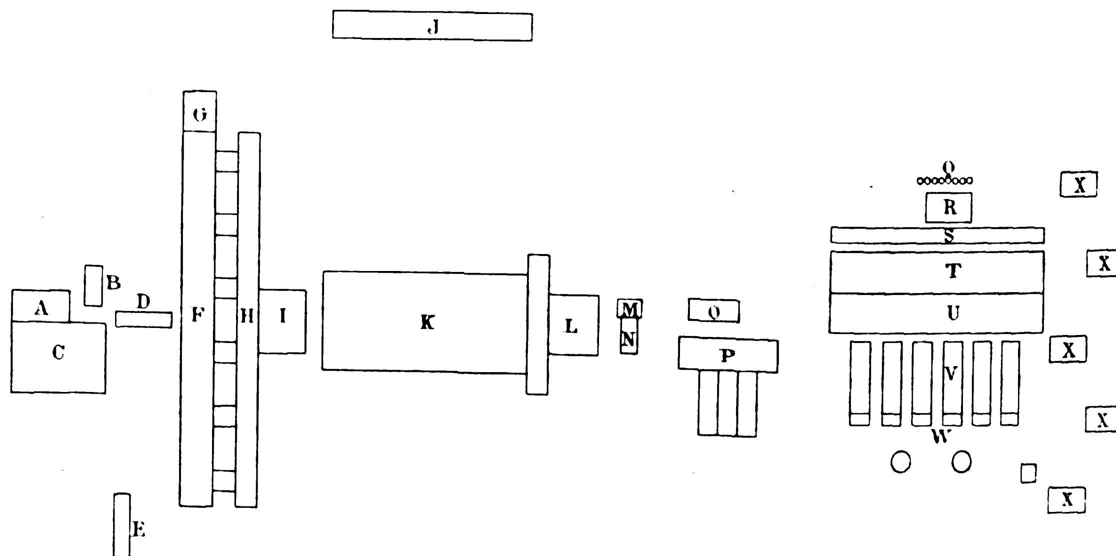


Fig. 2. — Schéma général de la fabrique de nitrates des Etats-Unis.

A, Bâtiment de séchage du coke ; B, bâtiment des broyeurs à charbon ; C, bâtiment des fours à chaux ; D, bâtiment des matières premières ; E, poste électrique ; F, salle des fours à carbure ; G, salle des électrodes ; H, bâtiment de refroidissement du carbure ; I, salle de broyage du carbure ; J, bâtiment de l'air liquide ; K, salle des fours à cyanamide ; L, salle des broyeurs à cyanamide ; M, silo à cyanamide ; N, bâtiment d'hydratation ; O, salle de chaudières ; P, bâtiment des autoclaves ; Q, bassins de décantation du nitrate ; R, bâtiment de neutralisation ; S, magasin d'acide ; T, tours d'absorption ; U, tours d'oxydation et de refroidissement ; V, bâtiment des catalyseurs ; W, salle des compteurs ; X, bâtiments à nitrate d'ammoniaque.

duit brut à 80 pour 100 de carbure de calcium pur.

La puissance normale de chaque four est de 6 000 kw environ, avec un facteur de puissance de 0,84 à 0,87, l'alimentation étant faite à 60 p : s, ce qui implique une tension élevée. La consommation d'énergie électrique, donnée égale à 124 kw-jour pour 2 000 livres de carbure à 80 pour 100 correspond à 3 270 kw-h par tonne de 1 000 kg, et équivaudrait à 3 510 kw-h par tonne de carbure à 86 pour 100 ; cette consommation spécifique est peu élevée, beaucoup de vieilles usines dépensant 4 000 kw-h et davantage.

La production de 440 tonnes par jour nécessite le chargement d'environ 425 tonnes de chaux et 300 tonnes de charbon, coke ou anthracite.

Le carbure, tiré des fours par coulées effectuées tous les quarts d'heure environ dans des creusets spéciaux montés sur roues où le produit se solidifie, est mené dans le bâtiment voisin où les blocs coulés se refroidissent. Ils sont ensuite transportés à la pulvérisation qui amène le produit sous la forme d'une poudre très fine passant au tamis 200. Cette pulvérisation s'effectue au moyen de trois unités, chacune capable de traiter 220 tonnes par journée de seize heures ; donc deux unités en service et une de rechange. Chaque unité se compose de trois machines : un concasseur à mâchoires, un premier broyeur, puis un second broyeur tubulaire à boulets.

La pulvérisation en poudre aussi fine est nécessaire pour la fixation d'azote et l'obtention de cyanamide.

Les fours à cyanamide viennent ensuite (fig. 3). Ils sont au nombre de 1 538 dont 1 500 pour l'usage courant et 38 en réserve ou réparations. Chacun contient une charge de 715 kg de carbure pour une opération qui doit durer soixante heures, soit au total 1 100 tonnes

de carbure chargé pendant soixante heures ou 440 tonnes par jour. Cela correspond à une production de 600 tonnes de cyanamide brute environ.

On sait que la fixation d'azote sur le carbure dégage assez de chaleur pour que la réaction s'entretienne : il

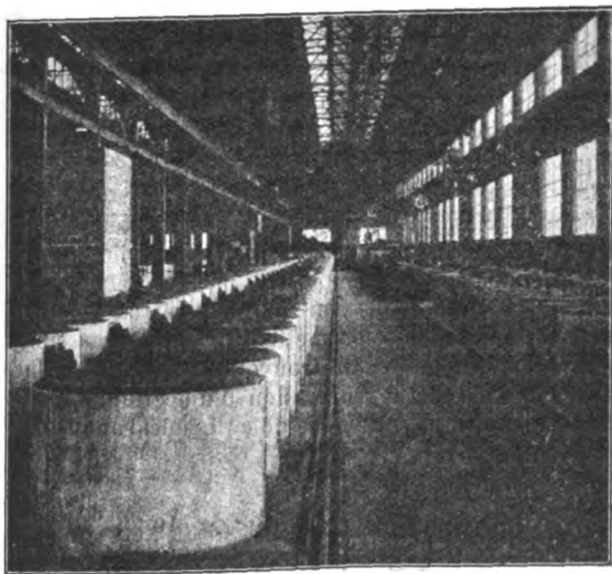
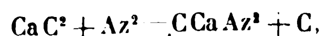


Fig. 3. — Vue photographique d'une rangée de fours à cyanamide de l'usine dite United States Nitrate Plant n° 2.

suffit donc d'amorcer cette dernière au moyen de résistances parcourues par du courant électrique, qui ne restent en fonctionnement que pendant une très faible partie seulement de la durée d'une opération, et ne correspondant alors qu'à une faible énergie.

Si l'on s'en tenait à la réaction



$$CaC^2 + Az^2 = CCaAz^2 + C,$$

on aurait 80 de cyanamide pour 64 de carbure, c'est-à-dire qu'on aurait 1,25 fois le poids chargé. Mais il reste en plus, dans le produit obtenu, le charbon qui se dépose et qu'on ne peut commodément enlever en pratique, un peu de carbure inattaqué et toutes les impuretés qui étaient dans le carbure plus ou moins modifiées. On passe ainsi à 600 kg de produit final avec 440 de carbure brut soit 1,36 fois le poids. Mais, au lieu d'une tenenr de 35 pour 100 d'azote comme la cyanamide pure, il ny a plus que 20 ou un peu plus.

Perpendiculairement, si on peut s'exprimer ainsi, au courant général des produits dans l'usine, doit arriver, dans ce bâtiment des fours à cyanamide, la conduite d'azote qui est produit dans un bâtiment voisin au moyen de l'air liquide. L'installation comprend 18 compresseurs actionnés par des moteurs synchrones dont l'inducteur est directement placé sur l'arbre ; le démarrage s'opère, comme d'usage en Amérique pour ces appareils, à demi-tension au moyen d'autotransformateurs. La fonction asynchrone, au moment du démarrage, est donnée par la cage d'écureuil placée sur les pôles. Rappelons, en passant le succès des moteurs synchrones pour la commande des compresseurs aux Etats-Unis, qui tient à une collaboration étroite de deux constructeurs que l'on trouve trop peu souvent ici, où certains doutent encore de la possibilité d'employer beaucoup plus couramment les moteurs synchrones que nous ne le faisons.

Il y a, de plus, dans la même file de compresseurs, 5 autres appareils qui fournissent l'usine d'air comprimé, employé par le service général et en particulier par la montée des liquides corrosifs. La figure 4 représente cette installation de moteurs synchrones à Muscle Shoals.

Les colonnes de rectification, que l'on voit à droite de cette figure, ou appareils producteurs d'azote au moyen de l'air liquide, sont au nombre de 36, chacun des compresseurs en alimentant normalement deux. Faisons remarquer que ces appareils à azote, qui pourraient produire chacun jusqu'à 500 m³ de gaz à l'heure sont du système Claude et ont été construits pendant la guerre par l'usine française de l'Air liquide installée au Canada.

La cyanamide passe ensuite dans un atelier de broyage qui est identiquement le même que celui qui est employé pour le carbure. La cyanamide peut également être pulvérisée à la finesse du tamis 200, c'est-à-dire bien plus finement qu'on le ferait pour l'employer directement comme engrais.

Vient ensuite l'atelier d'hydratation, comme à l'ordinaire, la cyanamide devant être abondamment lavée à l'eau afin d'enlever la petite proportion de carbure demeuré inattaqué. Le bâtiment dans lequel se fait cette opération contient trois appareils d'hydratation, dont un en réserve ; chacun permet de passer à l'heure 25 à 30 tonnes de produit.

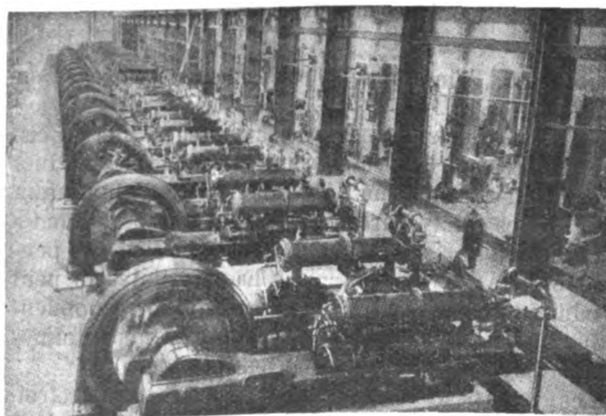


Fig. 4. — Vue photographique de l'installation de moteurs synchrones et compresseurs à l'usine de Muscle Shoals.

L'opération suivante est le passage de la cyanamide à l'autoclave. Il y a 7 unités d'autoclaves, dont une comme rechange ; chaque unité est composée elle-même de 8 cylindres autoclaves et peut traiter 4 tonnes à l'heure en moyenne. L'eau attaque la cyanamide en

dégageant de l'ammoniaque et laissant du carbonate de calcium.



$$CCa\,Az^2 + 3\,H^2O = CO^3Ca + 2\,AzH^3.$$

La filtration est faite au moyen de 20 filtres rotatifs, soit 15 en service et 5 en réserve permettant de séparer par jour 650 tonnes de précipité, mélange du carbonate de calcium et des impuretés qui se trouvaient dans la cyanamide brute.

L'ammoniaque est ensuite dégagée à chaud de la solution aqueuse au moyen de chauffage à la vapeur, et séchée.

En cet endroit, deux voies s'offrent à elle : l'une vers un atelier de saturation projeté, mais non encore construit, où on fabriquerait le sulfate d'ammoniaque, l'autre, celle qui est actuellement installée, conduit l'ammoniaque vers les bâtiments d'oxydation et de fabrication de l'acide nitrique et du nitrate d'ammoniaque. Là, l'ammoniaque est également partagée en deux parties.

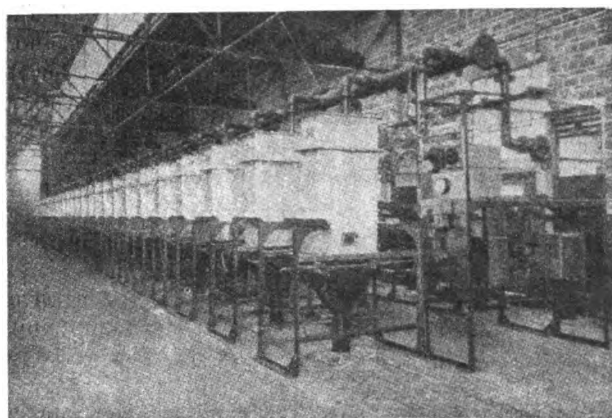


Fig. 5. — Vue photographique des catalyseurs à éponge de platine.

Après des gazomètres et des compteurs, une de ces parties arrive à 696 catalyseurs à éponge de platine, chacun étant renfermé dans une caisse d'aluminium (fig. 5). Ces catalyseurs sont répartis dans 6 bâtiments d'oxydation à raison de 116 dans chacun dont 100 peuvent être en service à la fois. Chaque catalyseur peut produire en 24 heures les gaz nitreux qui correspondent à 400 kg d'acide azotique pur, soit au total 40 tonnes par bâtiment et 240 tonnes en tout par jour.

Les gaz passent ensuite dans des chambres de refroidissement, puis dans des chambres d'oxydation où ils se transforment en acide nitrique. Ces chambres, nous le répétons, sont identiques, en principe, à celles que l'on doit installer quand on produit l'oxyde d'azote au moyen de l'arc électrique, mais, dans ce dernier cas, les chambres doivent être beaucoup plus importantes puisqu'on obtient seulement un gaz nitreux plus dilué.

L'autre partie de l'ammoniaque, après passage par d'autres compteurs, arrive au bâtiment dit de neutralisation où on la met en présence d'acide nitrique dilué produit dans l'opération que nous venons de décrire. La neutralisation se fait dans des bassins spéciaux avec dispositifs de refroidissement, au nombre de quatre, dont un de réserve. Chacun peut produire près de 100 tonnes de nitrate d'ammoniaque dissous par jour.

La solution de nitrate d'ammoniaque est répartie dans 5 bâtiments identiques, contenant des appareils d'évaporation et de cristallisation. Chacun des bâtiments peut livrer 50 à 60 tonnes de nitrate d'ammoniaque cristallisé par jour.

Nous avons ainsi passé rapidement en revue les différentes phase des opérations. Les aménagements de l'usine sont complétés par des magasins, silos, appareils de transport et de manutention, tous détails dans lesquels les Américains sont passés maîtres qui facilitent les opérations et permettent de réduire au minimum la main-d'œuvre. On trouve une description plus détaillée de l'usine et l'indication d'un certain nombre d'accessoires dans un article de « Chemical and metallurgical Engineering » du 4 août 1920.

Installation hydroélectrique de Muscle Shoals sur la rivière Tennessee. — Les grandes installations hydroélectriques de Muscle Shoals, faites par le gouvernement des Etats-Unis, utilisent des chutes de la rivière Tennessee, affluent de l'Ohio qu'elle rencontre à peu de distance de sa jonction avec le Mississipi. Issue des monts Alleghanys, la rivière Tennessee parcourt l'Etat du même nom en coulant à peu près du Nord-Est au Sud-Ouest jusque vers la ville de Chattanooga aux environs de laquelle sont édifiées d'importantes usines hydroélectriques. La rivière fait alors brusquement un coude très important, un demi-cercle fort approximatif de 300 km de diamètre, en grande partie dans l'Etat d'Alabama, avant de reprendre une marche du Sud au Nord, de nouveau dans l'Etat de Tennessee, puis dans celui de Kentucky.

C'est presque au bout de cette incursion dans l'Alabama, à proximité des villes de Florence et de Sheffield, que se dressent les grandes installations que nous allons décrire, à 2 km environ de l'usine électrochimique dont nous venons de parler (fig. 6).

Les chutes dites Muscle Shoals consistent en une succession de rapides et de petites cascades parmi de nombreuses îles, dans une rivière dont le lit varie en largeur de 800 m à plusieurs kilomètres. Les bras, ainsi formés en grande quantité, sont très irréguliers tant en chute qu'en direction. Ces chutes sont d'ailleurs la continuation de chutes semblables en amont dites Elk River Shoals, qui sont caractérisées par une dénivellation totale de 8 m, commençant à 19 km au-dessous de la ville de Decatur et s'étendant sur près de 18 km en se terminant au confluent de l'Elk river; il y a ensuite un cours plat sur 8 km où la chute totale n'est que de 60 cm.

Puis viennent les Muscle Shoals proprement dits, qui se divisent en Big Muscle Shoals avec une chute de 26 m en un peu plus de 27 km, puis en Little Muscle

Shoals avec une chute de 7 m sur 1 km, qui se terminent à Florence.

La différence de cote entre les hautes et les basses eaux était de 1,5 à 1,8 m seulement avant qu'on ne fasse de travaux hydrauliques.

La surface du bassin de la rivière Tennessee au point considéré est de 75 000 km² (bassin total de la Seine et affluents 77 769 km²). La rivière est quelque peu régularisée par des barrages construits en amont. On peut estimer que le débit minimum utilisable est de l'ordre de 300 m³ : s ou tout au moins ne doit tomber que fort rarement au-dessous. Cela correspond à environ 4 litres par kilomètre carré de surface de bassin, avec un débit moyen utilisable environ quatre fois plus grand.

Les jaugeages sont en général très bien faits aux Etats-Unis, et nous avons pu le vérifier, particulièrement dans la région de la rivière Tennessee. Nous avons eu à examiner cette contrée il y a dix à douze ans, et spécialement les chutes d'eau en cours d'exécution pour l'établissement d'un rapport dont nous avions été chargé. En voici quelques extraits :

A Chattanooga, au-dessus des chutes de Muscle Shoals, où le bassin de la rivière Tennessee n'atteint que 56 000 km², soit 0,75 environ de la surface versante à Muscle Shoals, on a installé une grande usine hydroélectrique et des relevés soigneusement effectués ont précédé la construction de cette usine.

Le débit mensuel minimum, pour une période de dix années, s'étendant de 1903 à 1912, défini par la moyenne des huit jours de chaque mois pour lesquels le

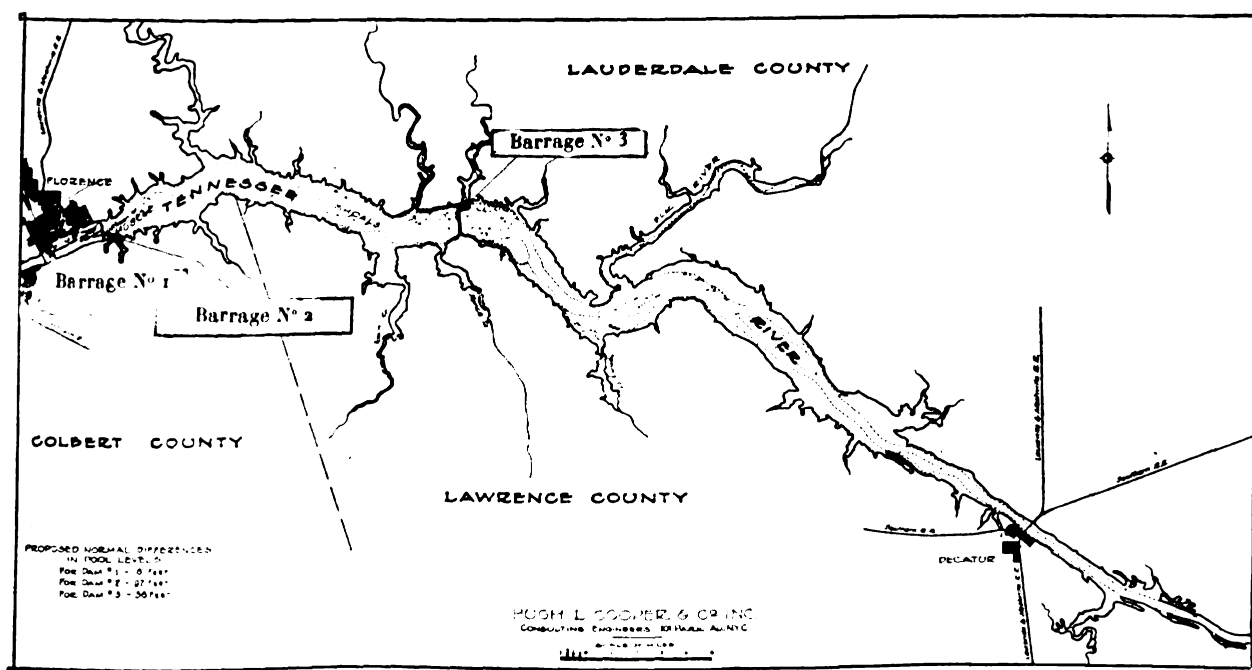


Fig. 6. — Plan montrant l'emplacement des différents barrages.

débit était le plus faible, s'établit ainsi à Chattanooga :

1903......	octobre	205 m³ : s ou	3,7 l : km².
1904......	octobre	175	3,1
1905......	novembre	280	5,0
1906......	mai	585	10,4
1907......	octobre	335	6,0
1908......	octobre	265	4,7
1909......	novembre......	300	5,4
1910......	novembre.	260	4,6
1910......	août-septembre.	335	6,0
1912......	novembre.... .	310	5,5

Le débit le plus bas constaté est de 138 m³ : s et on peut considérer comme exceptionnel un débit inférieur à 220 m³ : s. La prise d'eau de l'usine est faite pour un maximum de 1 130 m³ : s. La plus haute crue constatée a atteint 16 000 m³ : s.

Cette usine de Chattanooga est en fonctionnement depuis plusieurs années et d'autres vérifications ont été faites, qui permettent d'avoir toute certitude sur le débit de la rivière. Du reste, d'autres renseignements proviennent des relevés opérés sur les affluents qui constituent la rivière Tennessee au-dessus de Chattanooga, dont une portion très importante vient de l'Etat voisin de Caroline du Nord, qui a un service de relevés différent (North Carolina geological and economic Survey). Nous donnons ci-dessous les jaugeages effectués sur sept de ces affluents ; la première colonne de nombres donne la surface de bassin en kilomètres carrés ; la seconde donne les années entre lesquelles les relevés ont été faits ; la troisième indique les valeurs entre lesquelles a oscillé le minimum de débit spécifique, en litres par kilomètre carré, pour la meilleure et la plus mauvaise année ; la quatrième colonne indique les valeurs entre lesquelles a oscillé la hauteur, en mètres, de la couche

d'eau, sur toute la surface du bassin, fraction de la chute totale de pluie et neige, qui est arrivée à la rivière dans l'année, pour la meilleure et la plus mauvaise année :

RIVIÈRE	POINT	SURFACE km²	ANNÉES	DÉBIT SPÉCIFIQUE MINIMUM l : km²	COUCHE D'EAU m
Hiwassee	Reliance	3 080	1900 à 1907	12 à 3,4	1,26 à 0,415
Little Tennessee	Mac Ghee	6 400	1905 à 1907	13.8 à 6,0	1,17 à 0,75
Tuckaseegee	Bryson	1 720	1898 à 1907	13,8 à 4,8	1,32 à 0,51
French broad	Oldtown	4 500	1903 à 1905	4,7 à 2,5	0,89 à 0,36
Nolichucky	Greeneville	2 850	1903 à 1907	9 à 3,1	0,81 à 0,36
Pigeon	Newport	1 700	1904 à 1905	4,7 à 2,2	0,57 à 0,37
Watauga	Elizabethton	1 050	1903 à 1907	7,6 à 4,0	0,91 à 0,44

Pour utiliser des chutes comme celles de Muscle Shoals, il est bien souvent plus économique, afin d'éviter de longs canaux de dérivation avec des sections très grandes, de construire des barrages assez élevés et d'inonder une étendue de terrain assez considérable à l'amont. L'usine génératrice est construite alors au barrage même.

Les travaux prévus à Muscle Shoals consistent en l'établissement de trois barrages désignés par les numéros 1, 2, 3 (fig. 6).

Le barrage n° 1 qui comprend une écluse pour la navigation est placé dans la ville de Florence. C'est un ouvrage établi uniquement pour les besoins de la navigation.

Le barrage n° 2, connu sous le nom de barrage Wilson, situé à 5 km en amont du précédent à l'entrée de la ville de Florence, est en construction avancée. En novembre 1923, on estimait que 60 pour 100 des travaux étaient exécutés. La construction a été commencée au printemps 1918 par le gouvernement des États-Unis, en vue d'alimenter les usines de fixation de l'azote dont nous avons parlé précédemment. La construction, pour diverses raisons, n'a pas été toujours poussée très vite, et, en particulier, elle a été arrêtée pendant le second semestre de 1918, et également depuis avril 1921 jusque juillet 1922. Les travaux doivent dorénavant être poussés activement de telle sorte qu'ils soient achevés et les premiers 260 000 ch installés pour le 1er octobre 1925.

La longueur totale du barrage d'un bord à l'autre de la rivière est de 1 370 m. L'usine génératrice, qui touche à la rive Sud, forme une portion du barrage sur 380 m de longueur. La partie formant déversoir, depuis l'extrémité nord de la station génératrice jusqu'aux écluses placées sur la rive nord, a une longueur de 930 m, et la longueur de la partie qui contient les écluses est de 60 m (fig. 7).

La hauteur du barrage est de 29 m depuis le lit de la rivière jusqu'à la crête de maçonnerie qui est établie à la cote de 147 m. Cette crête est surmontée d'une série de voûtes sur lesquelles est établie une voie de 14 m de largeur au total servant de passage et permettant la manœuvre des vannes. L'épaisseur du barrage à la base est de 32 m.

La hauteur de chute variera de 28,5 m en eaux normales à un minimum prévu de 21 m lors des crues.

58 des voûtes de la partie supérieure sont fermées par des vannes mobiles reposant sur la crête du barrage. Ces vannes ont 11,6 m de large et une hauteur de 5,5 m fixant ainsi la retenue d'eau normale à 5,5 m au-dessus de la crête de maçonnerie. Les vannes sont mises en mouvement par un système de manœuvre tel qu'un seul homme peut les ouvrir et fermer toutes en deux heures. Elles sont prévues pour, étant toutes ouvertes, éliminer au-dessus de la crête du barrage un volume d'eau correspondant au débit de 26 800 m³ : s. En calculant le débit par les formules ordinaires des déversoirs, pour la largeur totale des vannes de 673 m, soit à peu près 40 m³ : par mètre courant, on trouve qu'il faut 8 m au-dessus de la crête pour éliminer cette quantité d'eau formidable (égale à environ cinq fois ce qu'a jamais débité la Seine qui a un bassin de même surface). Nous devons en conclure qu'on a admis qu'en cas de ces crues extrêmes le plan d'eau à l'amont serait relevé de 2,5 m, ou qu'on ouvrirait les écluses pour laisser passer une partie de l'eau.

En temps normal, on élimine l'excès d'eau par 13 vannes à papillon placées au pied du barrage auprès de la station génératrice.

Les fondations de tout l'ouvrage sont établies sur un calcaire bleu très dur. L'examen qui en a été fait avant la construction avait été entièrement satisfaisant. Des trous de sondage, d'une profondeur qui a varié de 12 à 30 m, ont été forés tous les 6 mètres sur toute la longueur du barrage, et aucun doute ne peut être possible quant à la solidité de ce barrage et de ses annexes.

Sur la rive Nord se trouvent les écluses pour la navigation. Elles sont au nombre de deux, l'une immédiatement au-dessus de l'autre. Chacune est capable d'établir ou supprimer une dénivellation de 14,2 m en conditions moyennes. Les dimensions de chacun des bassins sont de 18,3 m sur 91,5 m, avec 2,3 m d'eau morte au-dessus du radier.

Le lac créé par le barrage s'étendra sur une longueur de près de 30 km ; avec une largeur moyenne de 1 200 m, cela représente une surface de 35 km² environ.

L'ouvrage entier demandera la pose d'un peu plus de 1 million de mètres cubes de maçonnerie, ce qui cons-

tituera un record dans les installations hydrauliques. L'estimation de la dépense totale, usine comprise, est de 50 millions de dollars.

L'usine génératrice est un bâtiment de 380 m de longueur et de 49 m de largeur. Sa hauteur totale est de 41 m. La partie inférieure est en béton monolithique, tandis que la partie supérieure de l'édifice est en béton armé. Le pont roulant est prévu pour lever 160 t.

Dix-huit unités seront installées, comportant une turbine à axe verticale à la partie supérieure de laquelle est placé un alternateur triphasé, à 60 p : s (fig. 8 et 9). Les quatre premières, dont on commence maintenant le montage comportent des turbines de 30 000 ch, tandis que pour les quatorze autres, dont on passe les commandes, la puissance est portée à 35 000 ch par groupe. La puissance totale sera ainsi de 600 000 ch environ, soit un peu plus de 400 000 kw pour l'ensemble des alternateurs.

On estime que la première tranche d'énergie, qui peut être fournie à puissance constante, sauf baisses de l'eau tout à fait exceptionnelles, c'est-à-dire celle qui correspond au minimum admis pour le débit de la rivière, sera annuellement de 700 000 000 kw-h, ce qui correspond à 80 000 kw pendant les 8 760 heures d'une année. Si nous calculons le débit des turbines pour cette puissance de 80 000 kw en supposant 0,96 de rendement pour les alternateurs et 0,87 pour les turbines, nous arrivons à 340 m³ : s, sous la chute maximum de 28,5 m, ce qui concorde avec le débit minimum dont nous avons parlé ci-dessus, en tenant compte d'une certaine régularisation par les travaux

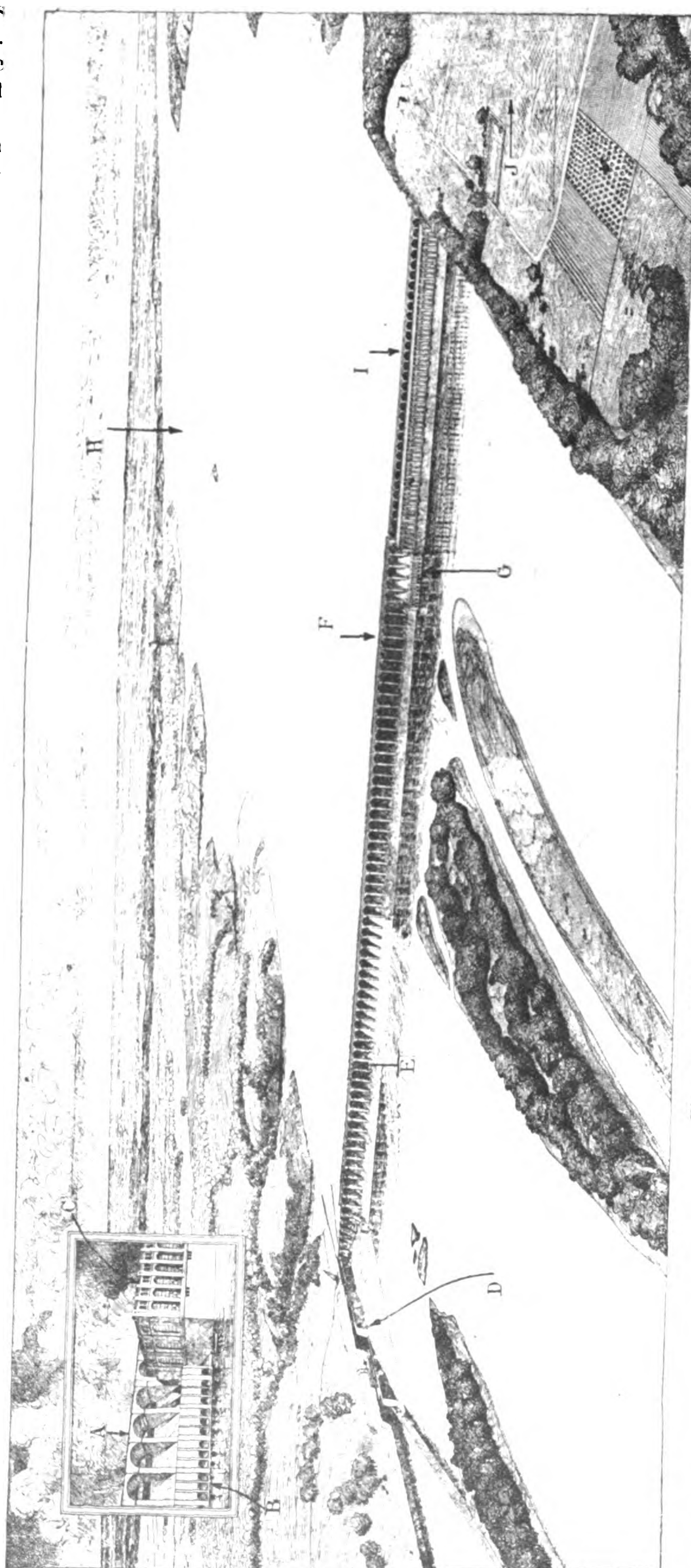


Fig. 7. — Vue en perspective du barrage n° 2 (barrage Wilson).

A, altitude de l'eau en amont du barrage 152,5 m; B, altitude moyenne de l'eau en aval du barrage 124 m; C, détail de l'extrémité nord de l'usine génératrice. Noter que ce bâtiment est en réalité une portion du barrage; D, écluse à deux étages; chacun d'eux, dont la longueur intérieure est de 91,5 et la largeur de 18,3 m, élève de 14,2 m avec une hauteur morte au-dessus du radier de 2,3 m; E, l'eau en excès lors des crues passe par 58 vannes d'acier, chacune de 11 6 m de long 5,5 de haut. Les ouvertures de déversement laissent passer une crue de 26 800 m³ : s; F, la longueur avec déversoir est de 930 m la crête de maçonnerie est à 29 m au-dessus du lit de la rivière et l'épaisseur à la base est de 32 m; G, 13 déversoirs spéciaux munis de papillons pour laisser passer les excès d'eau en temps normal; H, ce lac artificiel s'étend en amont sur 39 km environ; sa largeur moyenne sera de 1 200 m et sa surface de 35 km²; I, usine génératrice a 380 m de long, 49 m de large et 41 de haut. On installe au début 260 000 ch et ultérieurement un total de 600 000 ch; J, vers les usines à nitrate n° 1 et n° 2 du gouvernement sont à 1,6 km de la rivière.

déjà effectués en amont, et aussi de la réserve même créée par le barrage. Si on tire une lame d'eau, de 1 m seulement, du lac qui est à l'amont, avec une surface moyenne de 30 km², elle correspond à 30 000 000 m³ que l'on peut ajouter au débit de la rivière pour la

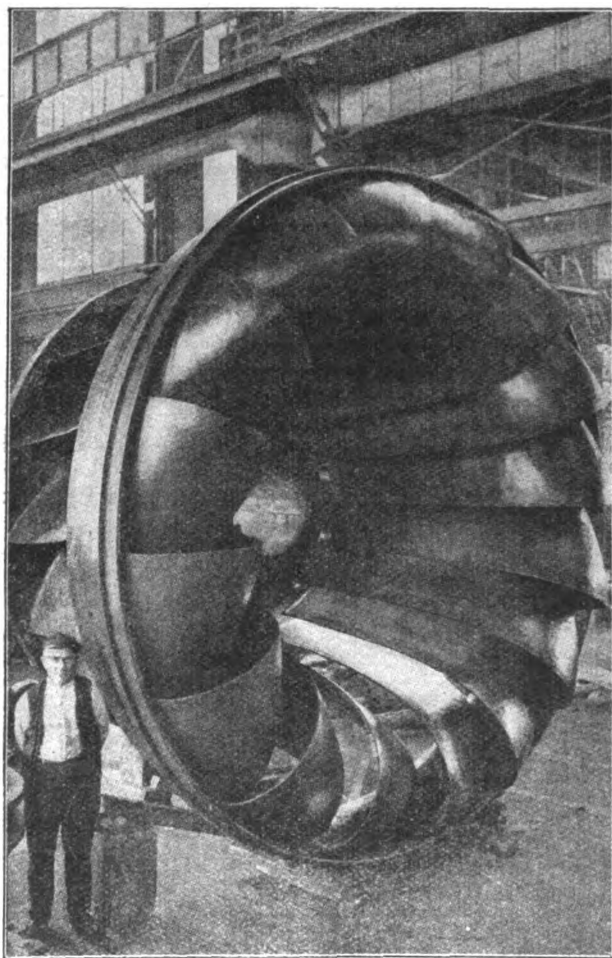


Fig. 8. — Une des roues de turbines installées à Muscle Shoals, 30 000 ch. La pièce de fonte pèse 43 000 gk

régulariser. Ce volume d'eau correspond à une énergie de 1 940 000 kw-h sortie des alternateurs, faisant un appoint de 20 000 kw pendant quatre jours entiers.

De plus, on estime qu'une seconde tranche d'énergie pourra être fournie, non pas sous forme d'une puissance constante, mais sous la forme d'une puissance industriellement utilisable pendant une fraction de l'année seulement, par exemple, pour des opérations électrochimiques ou électrométallurgiques, ou encore en fonctionnant en parallèle avec d'autres usines dont la puissance varierait en sens inverse. Cette énergie serait de 1 490 000 000 kw-h, ce qui correspondrait à 170 000 kw en moyenne, avec, naturellement, des fluctuations assez importantes ; mais les 400 000 kw installés permettront d'aller par moments bien au-dessus de cette moyenne.

Lorsque les barrages qui sont prévus dans les parties supérieures de la rivière seront exécutés, les réserves qu'ils constitueront augmenteront sensiblement la puissance et l'énergie à tirer de cette installation. On estime que l'énergie annuelle sera, de ce fait, augmentée de 30 pour 100 environ.

Si, pour l'instant, on ne compte pas du tout là-dessus, on voit qu'on arriverait à une puissance moyenne utilisable de 250 000 kw avec des fluctuations variables, selon les années, entre un minimum de 80 000 kw et un maximum qui peut atteindre quatre fois cette puissance. Le prix d'estimation de 50 millions de dollars conduirait à 200 dollars par kilowatt moyen sorti de l'usine, ce qui représente une dépense modérée pour une chute de cette nature.

Le barrage n° 3 est actuellement à l'état de projet seulement; il sera placé à 30 km au-dessus du barrage n° 2, c'est-à-dire à la limite environ du lac que ce dernier détermine à son amont. Ce barrage n° 3 sera à peu près la reproduction du barrage n° 2, mais avec

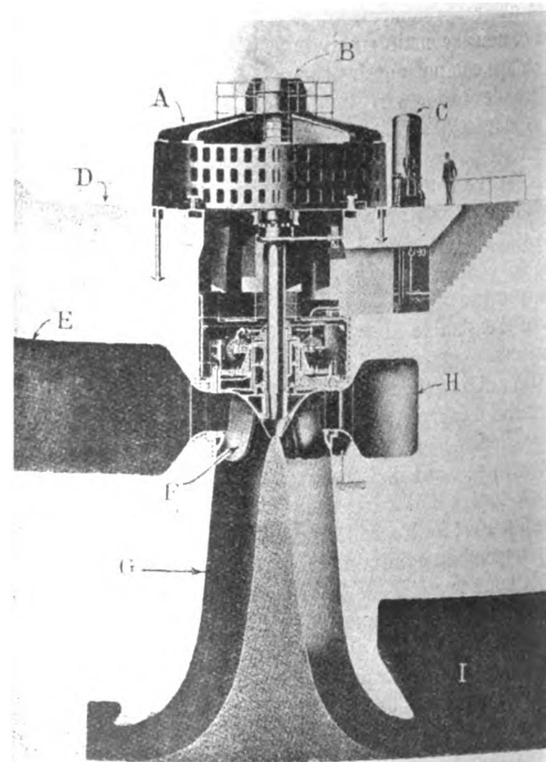


Fig. 9. — Section d'une unité de 30 000 ch de Muscle Shoals.

A, Alternateur; B, palier de butée Kingsbury; C, régulateur; D, sol de la salle des machines; E, arrivée d'eau; F, roue de la turbine de 30 000 ch; G, tube d'aspiration Moody; H, distributeur d'eau; I, décharge de l'eau.

une hauteur de chute sensiblement plus faible, environ 40 pour 100 de l'autre. L'énergie annuelle livrée d'une manière régulière sera de 285 500 000 kw-h et l'énergie variable, mais industriellement utilisable, atteindra 608 000 000 kw-h, soit au total 893 500 000 kw-h.

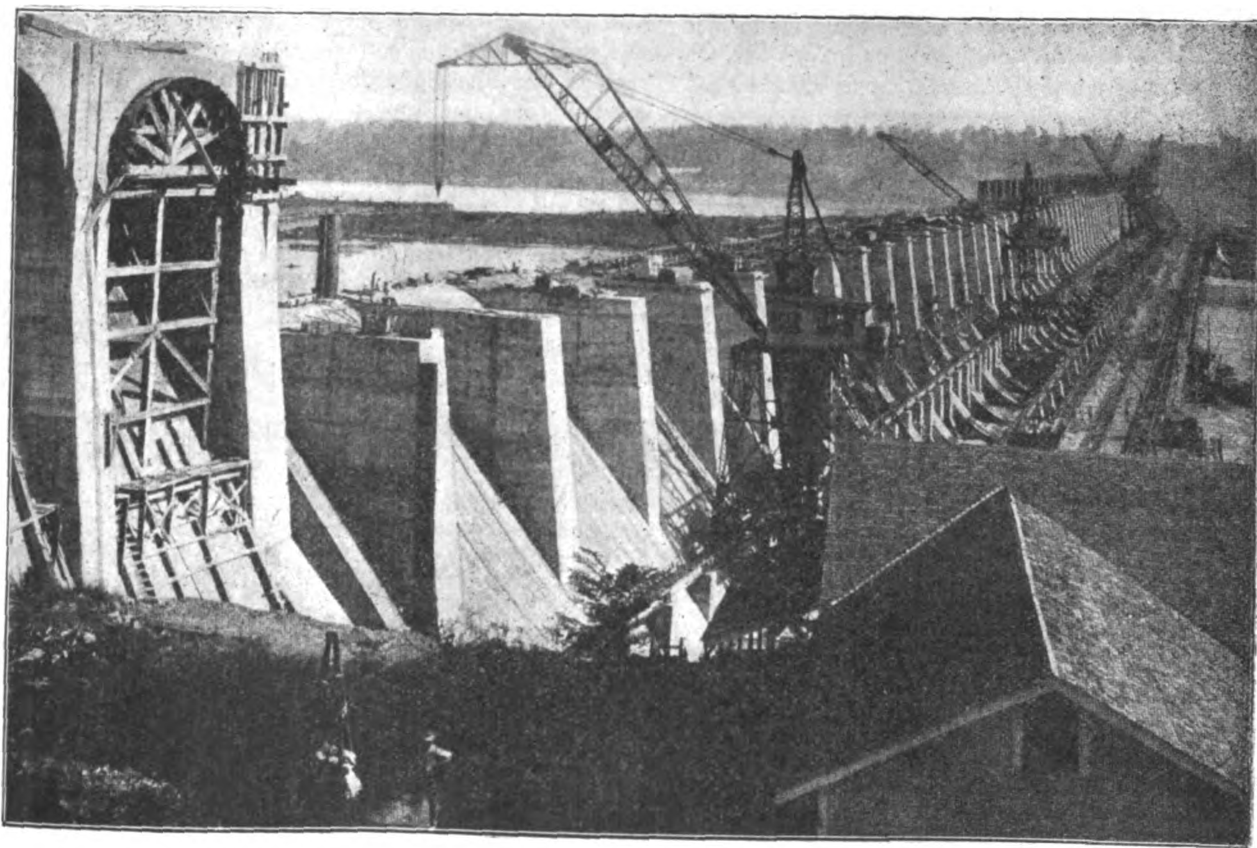


Fig. 10. — Vue photographique prise pendant la construction du barrage n° 2.

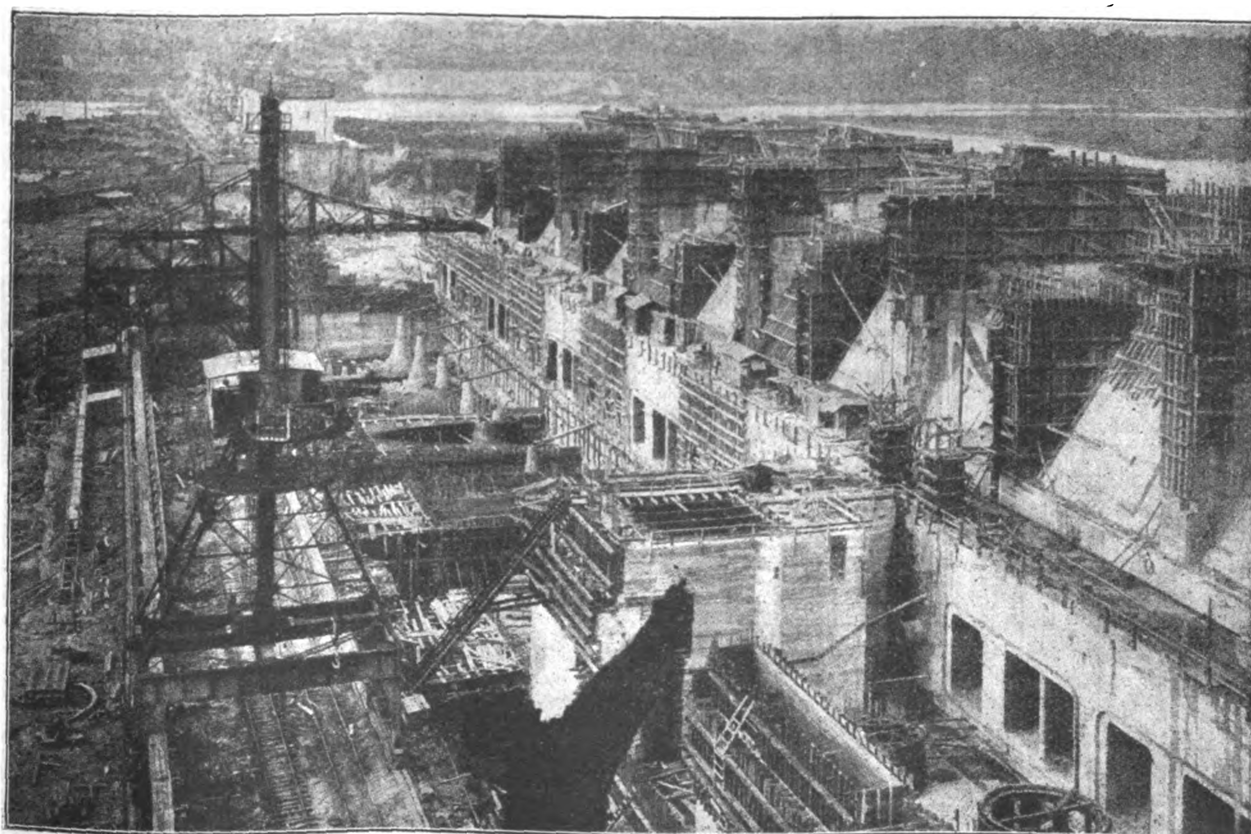


Fig. 11. — Autre vue photographique prise pendant la construction du barrage n° 2.

ou une puissance moyenne variable dans les mêmes conditions que pour le barrage n° 2 de 102 000 kw. On prévoit une dépense de 25 millions de dollars, soit 245 dollars par kilowatt moyen.

Les travaux du barrage n° 2 qui ont exigé, comme nous l'avons dit, la pose de plus d'un million de mètres cubes de maçonnerie auront duré, en déduisant les périodes d'arrêt, environ cinq ans et demi. En tenant compte de la préparation du chantier, de la construc- des batardeaux pour détourner successivement la rivière de chacune des sections et de la préparation des fondations, on voit que la pose de béton s'est faite assez rapidement. Le campement établi pour les travailleurs peut recevoir 5 000 hommes. Nous avons déjà eu occasion de signaler dans cette revue la puissance de production des chantiers américains (numéro du 22 décembre 1917) où nous avons vu les chantiers des grands travaux de cette nature poser 1000 m³ de maçonnerie par jour de travail et jusqu'à 40000 m³ par mois. Un travail comme le barrage n° 2 de Muscle Shoals, où l'on a la place de faire au besoin plusieurs chantiers, peut donc être exécuté, en tenant compte des mauvais temps, des crues, en deux à trois ans en tant que maçonnerie proprement dite si l'on tient à aller vite et tout en ne dépensant pas exagérément en outillage.

Nous donnons plusieurs vues des travaux du barrage.

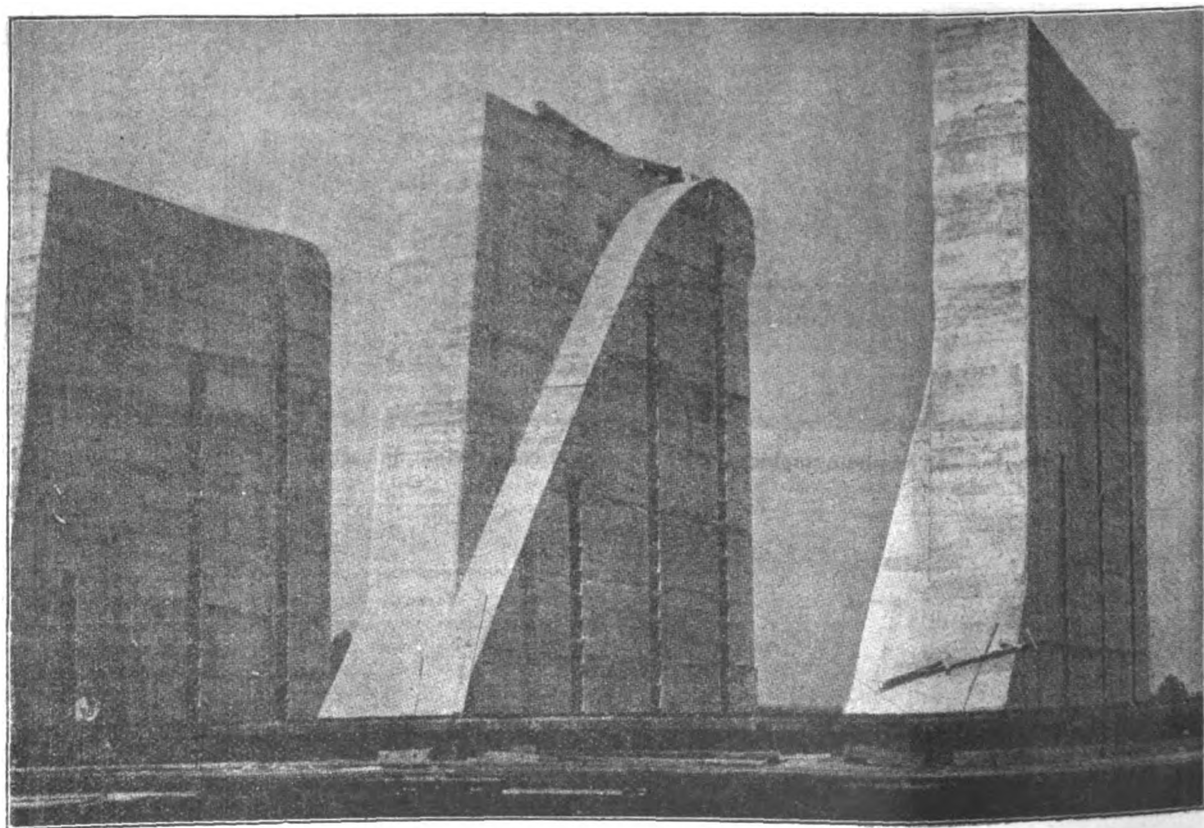


Fig. 12. — Vue des grandes piles en béton soutenant les voûtes supérieures.

Les figures 10 et 11 donnent une idée de l'activité déployée. La figure 12 montre les grandes piles de la hauteur de la crête de déversement sur lesquelles s'appuient les voûtes de la partie supérieure. On voit l'amorce de la partie aval du barrage entre deux de ces piles. Ces espaces libres ont été maintenus pour le passage des crues pendant la construction. Ils ne seront remplis qu'à la fin des travaux. Toutes ces vues ont été prises pendant l'automne dernier.

Pour terminer, disons qu'il n'est pas sûr du tout que cette usine hydroélectrique soit affectée à l'usine électrochimique située à moins de 2 km et que nous avons décrite dans le chapitre qui précède. D'une manière générale la région du sud des Etats-Unis se développe très vite et les compagnies de distribution ne peuvent suffire à satisfaire les industriels et le public ; une vive campagne est faite en faveur de l'utilisation de la puissance tirée du barrage de Muscle Shoals aux usages généraux de la région et des industries nouvelles ; l'usine électrochimique devrait alors attendre à plus tard. Mais, en matière de fixation d'azote, les progrès sont rapides et ne sera-t-elle pas démodée avant d'avoir servi si on tarde trop ? Le gouvernement devra donc prendre à temps une décision définitive et on pense qu'elle aura lieu dans quelques mois.

P. Bunet.

Normalisation des diamètres des fils de cuivre

Adoptée par le Comité de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 7 mai 1924 (¹)

La normalisation que nous publions ci-après a déjà été établie et adoptée par le Comité de direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité au cours de la rédaction de son règlement pour l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances (²). Sur la proposition de la deuxième Commission (statuts et règlements), elle a été généralisée par décision du Comité de direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité du 7 mai 1924.

CONSTITUTION DU CONDUCTEUR (diamètres en millimètres)	SECTIONS en millimètres carrés	CONSTITUTION DU CONDUCTEUR (diamètres en millimètres)	SECTIONS en millimètres carrés
1 × 12/10	1,13	19 × 12/10	21,5
1 × 16/10	2,01	18 × 14/10	29,3
1 × 20/10	3,14	1 [illegible]	38
1 × 25/10	4,91	19 × 18/10	48
1 × 30/10	7,07	19 × 20/10	60
1 × 34/10	9,08		
7 × 9/10	4,45	37 × 16/10	74
7 × 10/10	5,50	37 × 18/10	94
7 × 12/10	7,92	37 × 20/20	116
7 × 14/10	10,8	37 × 22/10	141
7 × 16/10	14,1	37 × 24/10	167
7 × 18/10	17,8	37 × 26/10	196
		37 × 28/10	228
		37 × 30/10	262

Revues, analyses et informations

Réduction des frais d'installation dans les réseaux de distribution (³).

Alors que l'on tend de plus en plus à substituer la machine à l'ouvrier et à l animal et qu'il est d'une impérieuse nécessité de restreindre au minimum l'importation des produits étrangers : pétrole et essence, le renchérissement des prix, celui du cuivre surtout, menace d'entraver l'extention des réseaux de distribution. Cette situation est regrettable, car, d'ici quelques années, quand les grandes usines hydroélectriques seront en service, il y aura excédent de courant et il faut que, les petits consommateurs puissent en profiter. Ce résultat ne peut être atteint qu'en comprimant les frais d'installation et en donnant la préférence aux matériaux les moins chers. C'est ainsi que les poteaux en bois trouveront le plus large emploi. Les administrations des postes et des chemins de fer se sont déjà engagées dans cette voie. A côté des poteaux jumelés qui, dans leur conception, cherchent à réaliser les conditions de résistance du fer U, il faut citer les poteaux normalisés ». Ces derniers sont en deux pièces. Le pied est constitué par une essence dure, apte à résister à la pourriture, tandis que la partie supérieure est de qualité moindre et se fixe sur la première à l'aide d'éclisses métalliques. En ce qui concerne les conducteurs, il y a tout intérêt à éviter le cuivre et à le remplacer par les produits indigènes. L'aluminium soit pur, soit sous forme d'acier-aluminium, de duralumin, etc., donne d'excellents résultats quand il est posé avec soin. Le fer, par suite de sa faible conductibilité, ne peut convenir que pour les lignes à faible charge. Il ne saurait en être question pour les réseaux locaux ; par contre, il est tout indiqué pour les branchements à haute tension. Il a, en outre, l'avantage de jouer un rôle amortisseur vis-à-vis des brusques variations de tension et fournit ainsi une excellente protection des transformateurs contre les surtensions. Les nombres ci-dessous relatifs à une ligne à 20 kv, traitée avec divers matériaux, font ressortir les avantages du fer et de l'aluminium.

	Cuivre.	Aluminium.	Fer.
Section, en millimètres carrés..	16	25	35
Poids, en tonnes..............	2,8	1,3	5,55
Rapport des prix des câbles....	1	0,74	0,60

Il convient cependant de noter que, comparativement au cuivre, il faut, à égalité de longueur, moins de poteaux avec l'aluminium tandis qu'il en faut plus avec le fer.

Le problème le plus important qui se pose ensuite est celui des postes de transformation. Etant donné qu'il s'agit

(¹) Publiée sous le nº 95 des fascicules édités par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

(²) Reproduit dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 743-751.

(³) C. REINDL. *Der elektrische Betrieb*, 24 mars 1923, t. XXI, p. 62-66, 4 000 mots, 7 fig., 1 tab.

en général de faibles puissances, le disjoncteur à huile ou à air devient inutile; de simples bobines de self-induction suffisent. Il n'y aura ni constructions onéreuses, ni appareils coûteux; on se contentera d'un poste sur poteau convenablement organisé. Les desiderata à remplir sont les suivants : les appareils doivent être à l'abri des intempéries et placés dans une cage protectrice suffisamment vaste, la mise en place du poste doit être facile et ne nécessiter que deux poteaux en bois. Aux prix actuels, on ne doit pas songer à utiliser des supports métalliques. Le type représenté sur la figure 1 répond à ces conditions. Sa fixation est assurée par le serrage spécial des brides contre les mâts; on dispose d'un jeu d'environ 15 cm en sorte que le monteur n'éprouve aucune difficulté par suite de l'irrégularité de l'écartement des poteaux. La cabine porte, à sa partie supérieure, trois tubes d'introduction isolants avec chapeau de protection contre la

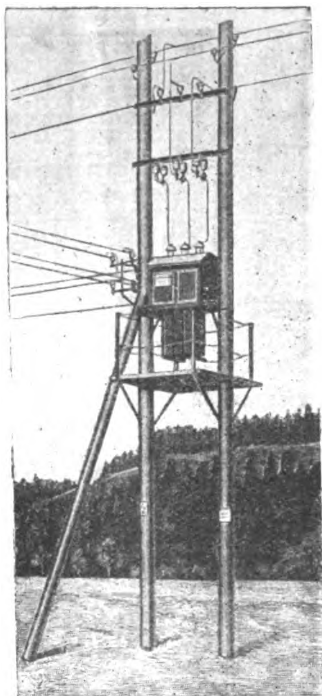


Fig. 1. — Poste sur poteau de la Hochspannungs-Apparatebau Gesellschaft, Dresde.

pluie qui aboutissent aux inductances placées à l'intérieur. L'ensemble de l'appareillage est porté par une plaque isolante fixée par quatre vis, il comporte : sur l'une des faces, 3 coupe-circuits à haute tension; sur l'autre, 3 coupe-circuits à basse tension et 3 parafoudres unipolaires à boules sans soufflage magnétique qui sont particulièrement bon marché. Les deux côtés sont directement accessibles de la plate-forme et, par suite de la disposition adoptée, nul contact fortuit entre la haute et la basse tension n'est à redouter. La sortie à basse tension s'effectue par des pipes en porcelaine fixées sur les parois latérales. En cas de besoin, on peut adjoindre à l'ensemble un compteur. Il est intéressant de pouvoir utiliser des transformateurs des types les plus divers et de pouvoir les remplacer facilement. A cet effet, la cabine n'est pas fermée à sa partie inférieure, c'est le couvercle du transformateur qui assure l'obturation. Pour cela, le transformateur repose sur deux fers en U suspendus à quatre tirants filetés à leur partie inférieure et dont la tête prend dans les traverses de la cabine; rien donc de plus facile que de régler la position en hauteur en agissant sur les écrous. Le joint latéral, nécessaire pour éviter l'introduction des insectes ou de la poussière, est assuré par l'interposition d'une tôle découpée en son centre suivant des dimensions inférieures de quelques centimètres à celles du couvercle. Elle se trouve ainsi pressée entre le couvercle et la partie inférieure de la caisse. En cas de remplacement, tout forgeron pourra fournir la tôle et les tirants appropriés. Deux plates-formes avec garde-corps donnent toute facilité pour le service. Lors du montage, on pose en premier lieu la traverse des sections neurs et on l'utilise pour le raccrochage des palans de manœuvre. Au-dessus de 25 000 v, la disposition d'ensemble reste analogue, mais il va de soi que l'isolement et les appareils de sécurité devront être traités avec plus de soin. Outre la possibilité de réaliser des économies en recourant aux matériaux à bon marché, il y a celle qui résulte de la diminution des sections des lignes et des dimensions des transformateurs. Ce résultat ne peut être atteint qu'en réduisant les pointes, c'est-à-dire en organisant d'une façon rationnelle les travaux agricoles et plus particulièrement ceux du battage.

Dans le même ordre d'idées, il faut citer les efforts faits en vue d'améliorer le facteur de puissance. Le dernier progrès réalisé dans ce sens serait l'emploi de petits moteurs synchrones produisant eux-mêmes leur courant d'excitation, pouvant fournir de 4 à 11,5 ch à la vitesse de 1 500 t : mn et qui ne le cèdent en rien, comme robustesse et simplicité, au moteur asynchrone. Dans un exemple cité par l'auteur, où l'on suppose trois moteurs de faible puissance alimentés par un même transformateur et montés respectivement sur le branchement à 600, 875 et 1525 m du poste, le poids du cuivre de ce branchement serait de 2460 kg pour $\cos \varphi = 0,87$ et tomberait à 1 800 kg avec $\cos \varphi = 1$. — E. F.

Nouveau procédé de calcul et de réalisation des massifs en béton pour pylônes (1).

Le calcul des massifs en béton pour pylônes, d'après les formules de Fröhlich et Feuer, qui sont généralement employées, est pratiquement incommode. L'auteur indique, dans cet article, un procédé nouveau et simple qui donne approximativement les mêmes résultats que le précédent,

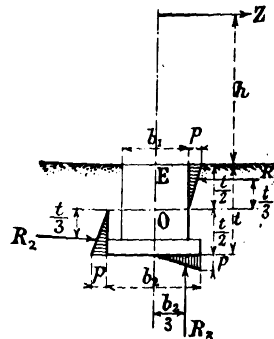


Fig. 1. — Schéma des réactions qui se développent dans un massif de fondation pour pylône.

mais qui a l'avantage d'être clair et de tenir convenablement compte de la poussée des terres.

(1) Georg Schutz. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 708-709, 800 mots, 2 fig., 1 tab.

On désigne par :

M_E, le moment fléchissant total de renversement, en mètres-kilogrammes ;

Z, l'effort en tête (effort du vent sur le pylône compris), en kilogrammes ;

p, le coefficient maximum de butée du sol, en kilogrammes par centimètre carré ;

10 000 p, le coefficient maximum de butée du sol, en kilogrammes par mètre carré.

Les autres lettres ont leur signification indiquée dans la figure 1.

On a $M_E = Z h$;

$M_0 \; Z\left(h + \frac{t}{2}\right)$ = moment au point O autour duquel on suppose que tourne le massif.

Les réactions R_1, R_2, R_3 sont :

$$R_1 = \frac{t}{2} b_1 \frac{10\,000\,p}{2} = 2\,500\, t b_1 p,$$

$R_2 = R_1$ pour simplifier,

$$R_3 = b_2 \frac{b_2}{2} \frac{10\,000\,p}{2} = 2\,500\, b_2^2 p,$$

$$M_0 = Z\left(h + \frac{t}{2}\right) = R_1 \frac{t}{3} + R_2 \frac{t}{3} + R_3 \frac{b}{3}.$$

En portant les valeurs de R_1, R_2, R_3 dans cette équation, on obtient

$$Z\left(h + \frac{t}{2}\right) = 1\,670\, t^2 b_1 p + 835\, b_2^3 p ;$$

d'où on tire

$$b_2^3 = \frac{Z\left(h + \frac{t}{2}\right) - 1\,670\, t^2 b_1 p}{835\, p},$$

formule qui permet de calculer facilement b_2.

La dimension la plus avantageuse à donner à la largeur du socle b_1 est déterminée par la forme du pylône.

Le coefficient de butée des terres n'est pas constant. Il varie avec la valeur du moment fléchissant $M_E = Z h$ et on peut admettre pour p les valeurs données dans le tableau suivant :

Tableau I

$M_E = Zh$ m-kg	p kg : cm²	$M_E = Zh$ m-kg	p kg : cm²
200 000	2,7	75 000	1,8
175 000	2,6	50 000	1,5
150 000	2,5	25 000	1,2
125 000	2,3	10 000	0,9
100 000	2,1	5 000	0,7

Si l'on considère p comme constant et qu'on le prenne égal à 2,5 kg : cm² ainsi que l'indiquent les circulaires ministérielles, on détermine, pour les plus petits pylônes, des massifs de béton de dimensions insuffisantes. Cela provient du fait que, pour des raisons de construction, b_1 est relativement grand et le rapport $\frac{h}{t}$ relativement petit. On arrive ainsi à des sufaces latérales du massif et à des coefficients de butée faibles. Les valeur de p, indiquées dans le tableau 1, ont été calculées d'après des modèles de massifs pratiquemens réalisés.

Exemple numérique. — On suppose que :

$Z = 5\,700$ kg ;

$h = 21{,}8$ m ;

$t = 2{,}75$ m (valeur choisie) ;

$b_1 = 2{,}4$ m (valeur donnée pour des raisons de construction) ;

$Zh = 5\,700 \times 21{,}8 = 124\,500$ m-kg environ ;

$p = 2{,}3$ kg : cm² environ d'après le tableau 1 ;

$$b_2^3 = \frac{5\,700\left(21{,}8 + \frac{2{,}75}{2}\right) - 1\,670 \times 2{,}75^2 \times 2{,}4 \times 2{,}3}{835 \times 2{,}3} = 32{,}4 ;$$

on en déduit $b_2 = 3{,}19$ ou $3{,}20$ m environ.

Si on avait appliqué à cet exemple le procédé de Frölich et Feuer, on serait arrivé sensiblement au même résultat.

On voit, par les calculs précédents, que la stabilité d'un massif de pylône dépend surtout de ses dimensions extérieures. Pour l'intérieur du massif, il est possible de réaliser de notables économies. Aussi, pour les constructions d'une certaine importance, est-il recommandable de faire creux le socle et de remplir son intérieur avec de la terre. L'auteur croit que le premier essai de ce genre a été tenté en 1919 sur les lignes à 100 000 v Nachterstedt Crottorf-Harbke et Golpa-Dessau-Magdeburg et que les résultats ont été favorables. Dans ces massifs, le noyau de terre était contenu en bas par une couche de béton et en haut par un couvercle bétonné étanche, de manière que, en cas de surcharge du support, le poids de ce noyau de terre contribuât à assurer la stabilité. Le couvercle en béton a pour but d'empêcher la pénétration de l'eau dans l'intérieur du massif et la désagrégation de la construction.

Il est encore possible de réaliser une plus grande économie en donnant au massif la forme représentée dans la figure 2. Le socle de béton doit être muni d'un trou suffisamment gros pour permettre l'évacuation de l'eau qui se serait infiltrée dans le noyau de terre par le haut non recouvert. Il faut que le trou soit plus petit que le noyau de terre pour que le poids de ce dernier porte bien sur le socle. Le noyau de terre doit être assez volumineux, de manière que les croisillons du pylône s'appuyent à l'intérieur des faces du massif qui émergent de terre, faces qui sont à calculer comme des plaques verticales de béton armé soumises à une contrainte de flexion par la butée horizontale des terres. Pour les constructions assez importantes, il serait sans doute avantageux d'armer les parois verticales avec des fers ronds, disposés horizontalement et régulièrement. Ces

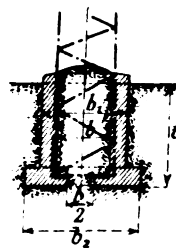


Fig. 2. — Fondation constituée par un cube de béton creux garni de terre à l'intérieur.

parois verticales doivent toujours être calculées suffisamment solides pour résister sûrement à la pression p ; cependant, on peut escompter qu'elles seront un peu soulagées, dans une certaine mesure, par le noyau de terre bien damé. La largeur b_1 sera donc, par cela même, suffisamment grande. Ceci est favorable, car, d'après la méthode de calcul précédemment indiquée, chaque augmentation de la dimension b_1 permet de diminuer la dimension b_2 et de réduire les travaux de terrassement et les matériaux de bétonnage. En vue de la meilleure utilisation possible de cette armature, il convient de faire identiques, pour tous les massifs de différents types de pylône d'un même canton, les largeurs b du noyau de terre et b_1 du socle.

Les principes de calcul et de construction précédents ne sont naturellement valables que pour les massifs de pylône à établir en terrain plat pour lequel on peut fixer avec certitude la butée des terres sur toutes les faces. Si les massifs devaient être établis en remblai ou sur des pentes, il n'y aurait plus butée des terres sur tous les côtés et le calcul serait tout autre. — B. H.

Un nouveau système d'élimination automatique des défauts dans les réseaux de traction (¹).

Le système en question, qui fonctionne depuis le 1er mars 1923 sur la ligne Sihlbrugg-Zürich des chemins de fer fédéraux suisses, se présente comme une des meilleures solutions du problème de protection contre les surcharges dans les réseaux de traction à sections dépendant les unes des autres. Ajoutons qu'une semblable installation revient moins cher qu'avec les systèmes semi-automatiques.

En principe, dès qu'une section devient le siège d'un trouble tel qu'un court-circuit ou autre, les mécanismes entrent en jeu, recherchent cette section et la séparent du reste du réseau. Ces opérations doivent se faire dans un temps suffisamment court pour que le trafic ne soit pas interrompu et pour que l'échauffement ne puisse atteindre des valeurs préjudiciables à l'appareillage électrique.

Dans le cas présent (fig. 1), le parcours total Sihlbrugg-Zürich a été divisé en 18 sections, réparties en sections de station et sections entre-stations. Les unes et les autres sont reliées à des interrupteurs à huile qui permettent d'isoler certaines d'entre elles, sans interrompre la continuité de la ligne électrique. Le courant à 15000 v est pris sur les barres de la sous-station de Sihlbrugg. Cette prise s'effectue au moyen d'un interrupteur d'alimentation O, à déclenchement instantané à maximum de courant et qui se produit dès l'apparition de l'avarie. A ce moment, le réseau reste encore alimenté par le courant de contrôle qui traverse la très forte résistance P. Dès que ce courant prend la valeur correspondant à la tension de régime, ce qui indique que la section malade est mise hors-circuit, l'interrupteur d'alimentation se referme, le courant d'épreuve disparaît, le courant normal se rétablit sur les sections saines.

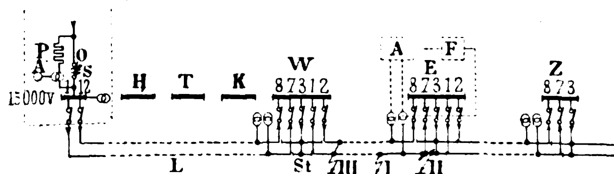


Fig. 1. — Sections de couplage de la ligne Sihlbrugg-Zurich des chemins fédéraux suisses. — H, Station Horgen-Oberdorf; T, Thlawil; K, Kilchberg; W, Wollishofen; E, Enge; Z, Zürich; A, appareil automatique; F, tableau des commandes à distance; L, ligne de contact; St, poste de coupure pour une section de station; O, interrupteur du point d'alimentation; P, grande résistance.

Mode d'action. — Chaque station comporte deux relais déclenchés sous tension nulle (un seul pour Sihlbrugg) et un combinateur à commande électrique alimenté par une batterie d'accumulateurs de 36 éléments. Les relais sont alimentés par deux transformateurs de tension 15000/110 v.

Soit le cas d'un court-circuit (I). L'interrupteur d'alimentation se déclenche, le réseau n'est plus sous tension. Les relais entrent en jeu et provoquent la rotation des combinateurs. L'ordre des opérations est le suivant :

Le contact 3-Zurich s'ouvre. La faute ne se trouvant pas sur les lignes intérieures Zurich, le combinateur continue à tourner; 3 se referme; 8 et 7 s'ouvrent alors et restent dans cette position, quel que soit l'emplacement du défaut. Puis, c'est l'ouverture et la fermeture successive de 1, 2, 3 à Enge et l'ouverture seule de 7 et 8-Enge; ouverture de 1 et 2 à Wollishofen. Cette fois le défaut se trouvant éliminé, le courant normal reparaît, déclenchant les relais, d'où arrêt du combinateur. C'est dire que 2 se referme tandis que 1 reste ouvert. Le courant passe par 2, réenclenchant les relais d'Enge, ce qui ferme 8, et successivement le courant se rétablit sur toutes les sections jusqu'à Zurich. Les combinateurs reviennent au repos.

Il faut remarquer que les interrupteurs n'ont à couper que de faibles puissances, celles qui correspondent au courant de contrôle, dont l'intensité ne dépasse guère 7,5 A. Cette circonstance permet d'employer des organes légers et d'un prix avantageux, grâce à quoi on peut multiplier les coupures. Pour la même raison, les appareils de station ne chauffent pratiquement pas ; le seul échauffement à considérer est celui de la résistance de contrôle, qui absorbe à elle seule toute la puissance de court-circuit.

Description des appareils. — Le combinateur porte deux tambours de contact à axe vertical actionnés par un petit moteur électrique situé à sa partie supérieure. L'un des tambours règle la succession de l'ordre de commande des 5 interrupteurs, l'autre détermine le temps qui sépare le déclenchement du relais de l'entrée en action des interrupteurs. Cet intervalle de temps peut être modifié à volonté. Les divers combinateurs doivent tourner en synchronisme rigoureux et sont munis, pour cela, d'un régulateur de vitesse.

Les appareils de mise en marche des combinateurs sont fixés dans les coffres des relais et sont munis d'une lampe indicatrice.

Le tableau de commande des interrupteurs de section est muni de deux lampes rouge et verte. Il comporte un verrouillage destiné à prévenir toute fausse manœuvre de la part du personnel. Il porte également un voltmètre qui peut être branché sur l'une ou l'autre des sections aboutissant à la station.

Les relais, le combinateur, la mise en marche de ce dernier et le tableau sont groupés le long des bâtiments de la station. Les interrupteurs de section prévus pour 24 kv et 600 A sont placés dans un enclos en plein air avec les transformateurs de tension des relais et les sectionneurs.

(¹) H. Lüthy. *Schweizerische Bauzeitung*, 22 septembre 1923, t. LXXXII, p. 148-151, 3000 mots, 5 fig.

MODE DE FONCTIONNEMENT. — S'il s'agit d'un court-circuit passager, 5 secondes au plus, le système ne fonctionne pas. Au contraire, dans le cas d'une perturbation plus longue, les opérations se succèdent ainsi que nous l'avons montré. Dans le cas le plus défavorable, l'isolement demande environ 40 secondes. Il serait, du reste, possible de réduire cette durée à 20 secondes. Cette interruption ne porte aucune atteinte au trafic, les trains continuent à rouler en vertu de la vitesse acquise.

On pouvait se demander si le démarrage d'une ou plusieurs locomotives, au moment précis de la reprise du courant, n'empêcherait pas le réenclenchement des relais des sections voisines. La pratique a montré qu'il n'en est rien.

Il se peut qu'on soit en présence de courts-circuits de la forme (II). Dans ce cas, la période de recherche et de séparation est seulement un peu plus longue.

Dans le cas (III), les interrupteurs au delà de Wollishofen ne pourraient se refermer. Il est facile de constater que le fait est sans importance; par suite de la disposition du court-circuit, le courant ne pourrait parvenir à ces sections saines.

Il est possible encore que l'on soit amené à séparer le réseau de la sous-station : alors tous les interrupteurs s'ouvrent. Supposons que, dans ce cas, une ligne étrangère en charge côtoie la précédente pendant quelques kilomètres. Celle-ci pourra, par suite d'effets d'induction de la première, se trouver portée sous tension, d'où risque de réenclenchement, en particulier, de fermeture des interrupteurs de Sihlbrugg. L'expérience a montré que, pour obvier à cet inconvénient, il fallait porter au maximum la capacité par rapport à la terre de la ligne déconnectée ; ce qui exige l'emploi de contacts spéciaux portés par les combinateurs et permettant de relier entre elles les diverses sections.

Enfin, mentionnons que, pour se rendre un compte exact du fonctionnement de cet appareillage, on n'a pas hésité à le soumettre à l'action de courts circuits provoqués artificiellement. — E. F.

Le développement de l'éclairage électrique des trains [1].

L'auteur, après avoir rapidement refait l'historique du problème, signale qu'en 1914 tous les pays d'Europe étaient entrés dans la voie des applications. On peut classer les procédés d'éclairage électrique des trains en trois catégories, suivant qu'ils comportent, soit l'emploi exclusif de batteries d'accumulateurs, soit l'emploi exclusif de dynamos, soit l'emploi combiné des deux sources d'énergie (système mixte) ; à un autre point de vue, on établit encore une distinction entre les divers systèmes d'éclairage selon que, d'un point central, on commande l'éclairage de chaque voiture individuellement ou de l'ensemble des voitures formant le train.

L'éclairage individuel, qui a conquis la majorité des suffrages, présentait de multiples difficultés, à savoir : travail automatique de l'installation indépendamment du sens de marche et de la vitesse, charge automatique de la batterie sans que les lampes puissent être survoltées, robustesse sous volume et poids restreint, durée et bon rendement. Le point le plus délicat reste celui du réglage de la tension, celle-ci dépendant de plusieurs variables. On a réalisé le réglage par limitation de la vitesse (système Stone), ou par régulation de l'excitation de la dynamo à l'aide, soit d'un régulateur rapide branché sur le courant principal ou aux bornes d'une génératrice shunt, soit d'une machine à courant constant (dispositifs Rosenberg, Vickers), soit d'une machine réglant sa tension (construction Pintsch-Grob, par exemple).

La régulation à courant ou puissance constante est néfaste à la batterie en fin de charge, par suite de l'ébullition et des pertes qu'elle provoque dans l'électrolyte et il convient de prévoir des limiteurs de charge. Par contre, le fonctionnement à tension constante menace la batterie de sulfatation par charge incomplète ; mais, si cette tension est trop élevée, soit 2,4 à 2,5 v par élément, on risque de surcharger la dynamo aux premiers instants de son fonctionnement, quand la batterie est déchargée. L'auteur passe alors à la description du système Dick (Siemens-Schuckert-Werke) pour l'éclairage individuel. Le principe du procédé est le suivant : une tension de 2,2 à 2,4 v par élément suffit, d'une part, à la charge de la batterie et à son maintien en bon état : elle est inoffensive, d'autre part, pour les lampes à filaments métalliques branchées directement aux bornes soit de la batterie, soit de la dynamo. Le graphique de la figure 1

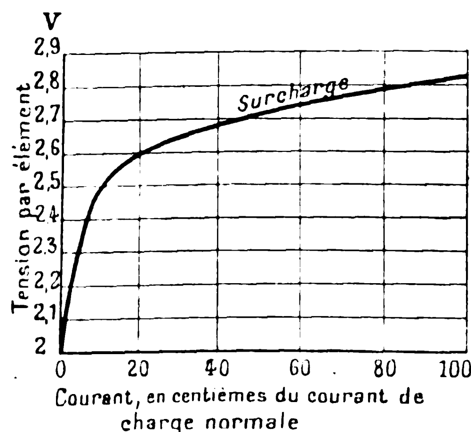


Fig. 1. — Variation de la tension aux bornes d'un accumulateur en fonction du courant de charge, quand on prolonge la charge au dessus de la charge normale.

donne la relation entre le courant de charge et la tension aux bornes de la batterie pleinement chargée; celui de la figure 2 représente la consommation et l'intensité lumineuse des lampes en fonction de la tension appliquée. Si on appelle vitesse critique, la vitesse qui donne une tension à vide égale à celle de la batterie, il faut prévoir un interrupteur automatique qui coupe la machine du réseau aux vitesses inférieures.

Le schéma simplifié du dispositif général de l'installation est donné par la figure 3. La vitesse critique susdite correspond généralement à une vitesse du train de 15 km : h pour les voies locales et montagneuses et de 25 à 30 km : h pour les grandes lignes. Le régulateur automatique R intervient pour limiter la valeur de la tension aux vitesses supérieures. La tension de 2,4 à 2,5 v par élément ne peut être atteinte, indépendamment de la vitesse, qu'au cas où la batterie se trouve complètement chargée et le circuit de lampes ouvert ; le courant de charge se trouve ainsi réduit de 5 à 10 pour 100 relativement à sa valeur normale et une charge exagérée et néfaste de la batterie est rendue impossible. Les variations du courant de charge, pour un voyage complet de cinq heures, sont comprises entre 35 A au départ et 5 A à l'arrêt. Si le circuit des lampes se trouve

(1) H. LÖWL. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 1er avril 1923, t. XLI, p. 200-203. 2 500 mots, 9 fig.

fermé ou la batterie déchargée, la tension de la machine est limitée, par l'action d'un enroulement série auxiliaire du régulateur shunt, à la valeur correspondant à 2,2 v par élément, ce qui empêche toute surcharge de la machine. La variation de la tension, en fonction du courant débité par la dynamo, est comprise entre 29 et 26,5 v quand le courant reste compris entre 0 et 40 A sans les lampes et entre 28

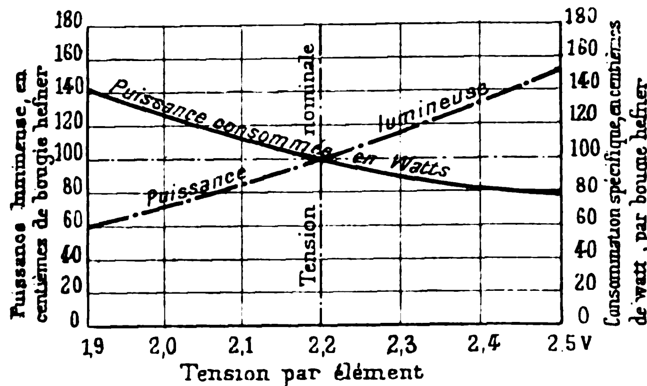


Fig. 2. — Variation de la puissance lumineuse et de la consommation spécifique en fonction de la tension aux bornes.

et 25,5 A quand les lampes sont en parallèle avec la batterie.

La dynamo actionnée par un essieu est du type blindé, tétrapolaire, à excitation shunt et suspendue au châssis ou à la caisse de la voiture à la manière d'un pendule. L'induit est muni de paliers à billes avec graissage à la vaseline; sa tension varie de 24 à 30 v et sa puissance de 300 à 3 000 w suivant les types. L'inversion de la polarité avec le sens de marche s'obtient par décalage des balais; la meilleure transmission est réalisée par une courroie Balata. La batte-

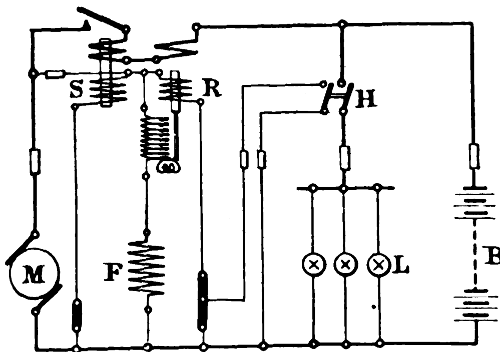


Fig. 3. — Tableau pour la charge des accumulateurs et l'alimentation des lampes pour l'éclairage des trains. M, induit de la dynamo; F, excitation; B, batterie; L, groupe de lampes; R, régulateur automatique en dérivation; S, interrupteur automatique; H, interrupteur des lampes.

rie formée de 12 éléments à électrodes positives présentant une grande surface se trouve logée dans une caisse bien ventilée placée à la partie inférieure du wagon. Le coffret du dispositif décrit comprend le régulateur, l'interrupteur automatique, les résistances, les fusibles et les bornes de branchement ainsi qu'une lampe témoin branchée aux bornes de la dynamo. — F. B.

Les travaux d'installation du câble téléphonique souterrain Milan-Turin-Gênes [1].

Le 18 décembre 1922, a été commencée la pose du premier câble téléphonique interurbain en Italie, destiné à relier entre elles, les villes de Milan, Turin et Gênes. La ligne dans son parcours a la forme d'un grand Y. Le point de rencontre des trois branches se trouve à San Guiliano, où doit être installée la station amplificatrice. Le projet a été étudié et les dispositions ont été prises de façon à rendre possible l'extension du service téléphonique interurbain. A cet effet, a été prévue la liaison à Casteggio (situé entre Milan et San Guiliano) d'un futur câble pour Bologne, Florence, Rome et Naples. Le projet complet comprend en outre les embranchements Bologne-Venise et Florence-Livourne de telle sorte qu'à l'achèvement des installations l'Italie sera dotée d'une grande ligne ininterrompue (en câble) qui, de Turin, descendra jusqu'à Naples par Bologne, Florence et Rome avec embranchements San Guiliano-Milan, San Guiliano-Gênes-Bologne Venise et Florence-Livourne. Le présent article donne la description détaillée de la ligne Milan-Turin-Gênes, ainsi que la façon dont les travaux ont été conduits. Le câble est disposé le long des routes sur toute la partie de son parcours (en presque totalité) pour laquelle le voisinage immédiat des lignes électriques d'énergie a pu être évité. Il est placé dans des tubes en grès à la traversée des villes et des centres habités, dans des tubes en fer à celle des ponts et dans un petit tunnel en terre cuite pour le reste du trajet. Les relevés topographiques effectués ont donné les longueurs suivantes pour les quatre sections qui divisent naturellement ce câble :

Première section : Milan-Casteggio..........	64,814 kg
Deuxième section : Casteggio-San Giuliano...	39,539 kg
Troisième section : San Giuliano-Turin.......	112,889 kg
Quatrième section : San Giuliano-Gênes.....	78,924 kg
Total..............	296,166 kg

Comme dans les autres installations interurbaines, le câble Milan-Turin-Gênes est à double paires, c'est-à-dire est formé par quatre conducteurs permettant d'obtenir trois communications simultanées : Deux réelles et une combinée. La longueur de chaque section de pupinisation est de 1,8km soit en tout 164 sections. Enfin, les circuits téléphoniques du câble sont divisés en deux groupes : circuits à deux fils (diamètre des conducteurs, 1,3 mm) et circuits à quatre fils (diamètre des conducteurs, 0,9 mm); les premiers destinés aux communications entre Milan, Turin et Gênes, et les seconds, aux communications lointaines (Italie du Sud). Le nombre minimum de doubles paires pour les sections précitées est de 35 (quatrième section) et le nombre maximum est de 51 (deuxième section). Dans les lignes à double fil, l'amplificateur employé est du type 22 (deux lampes et amplification dans deux directions); elle est du type 21 (deux lampes et amplification dans une seule direction) dans les lignes à quatre fils. — P. B.

(1) G. MAGAGNINI, *Telegrafi e Telefoni*, mai-juin 1923, t. XXII, p. 130-138, 3 000 mots, 22 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

La documentation, ses principes et ses méthodes

La documentation technique, pour des raisons diverses, prend à notre époque un développement important. La « Revue générale de l'Électricité », qui s'occupe de cette question depuis sa fondation, en a reconnu l'utilité absolue pour tout travailleur, aussi bien au laboratoire que dans l'industrie, et a tâché d'en faire bénéficier ses lecteurs dans la plus large mesure. L'article ci-dessous, écrit par un spécialiste attaché au service de la Documentation de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, vient compléter ce qui a déjà été dit dans ces colonnes au sujet du classement des documents (1) *: il donne une vue d'ensemble des différentes méthodes utilisées pour la réalisation pratique de ce classement.*

I. **Généralités**. — La documentation est l'art du renseignement. Elle se base sur un classement de documents correspondant à un ordre logique susceptible de les mettre en valeur.

Il ne suffit pas, en effet, de rassembler, vaille que vaille, un nombre imposant d'éléments relatifs à une question déterminée. L'amoncellement informe de références placées bout à bout, sans aucun lien apparent ni réel, ne relève pas à proprement dit de la documentation. C'est en somme une opération purement mécanique qui ne suppose aucun effort intellectuel, tandis que la valeur d'une documentation est uniquement fonction de la somme de travail intellectuel fourni pour l'organiser.

Elle n'a, en d'autres termes, d'autre raison d'être que l'organisation du renseignement. Celui-ci existe en effet en dehors de toute organisation et de toute documentation. Celle-ci ne crée pas sa matière première, elle la soumet simplement à un certain travail de transformation analogue à l'usinage des produits mi-ouvrés.

Ce travail de transformation n'est cependant ni quelconque, ni arbitraire ; il dépend du but même qu'on se propose quand on fait appel à la documentation.

Cherchons, en effet, dans la pratique pour quelle raison et à quel moment se fait cet appel.

On peut dire d'une façon générale qu'on cherche à se documenter pour connaître les données d'un problème et les solutions qui ont été déjà proposées. Vue sous cet angle, la documentation se présente comme une des modalités de la curiosité scientifique.

Cette curiosité s'éveille soit à l'énoncé d'un problème, soit au moment de sa solution. En effet, certains cherchent, avant d'approfondir une question, à connaître les travaux analogues et les essais tentés dans ce sens. D'autres, au contraire, se sentent gênés par l'habituelle contradiction des solutions proposées et des idées préétablies ; ils travaillent d'abord par eux-mêmes et se préoccupent ensuite de comparer leurs résultats à ceux déjà trouvés. C'est à ce moment là, seulement, qu'ils font appel à la documentation.

Mais il est aisé de voir que, dans les deux cas, le rôle proprement dit, l'objet précis de la documentation est invariable. Qu'elle aiguille ou contrôle les recherches, elle répond toujours à un besoin identique : la mise au point d'une question. Tel est, en effet, le but dernier de la documentation, celui auquel devra tendre l'organisation du renseignement.

Un travail documentaire ou, selon l'expression consacrée, une documentation sur une question déterminée devra donc faire surgir devant l'esprit du lecteur une image sincère et non déformée de ce qui s'est fait, de ce qui se fait et de ce que certains se proposent de faire.

On voit donc déjà que la documentation n'est pas une œuvre morte, vouée au maniement d'archives poussiéreuses ou à la recherche patiente de choses rares ; elle plonge ses racines dans la vie réelle et marche de

(1) J. Blondin ; La documentation industrielle. *Revue générale de l'Électricité*, 13 janvier 1917, t. I, p. 1-2 et 10-11 de la « Documentation ». — La documentation électrotechnique et sa classification. *Id.*, 21 février 1920, t. VII, p. 250. — Application de la classification décimale à l'électrotechnique. *Id.*, 21 février 1920, t. VII, p. 273-274. — La classification décimale des documents scientifiques, techniques, commerciaux, etc. *Id.*, 24 septembre 1921, t. X, p. 377-378.

On pourra consulter, également, les analyses et résumés qui ont été donnés dans la *Revue générale de l'Électricité* et se rapportant à des articles publiés dans diverses publications techniques :

H.-C. Marie ; Note sur l'organisation interalliée de la documentation. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 78. D. Calmès ; Le rôle de la statistique dans les entreprises industrielles. *R. G. E.*, 12 avril 1919, t. V, p. 120 D. P. Otlet ; L'information et la documentation au service de l'industrie. *R. G. E.*, 6 septembre 1919, t. VI, p. 63 D. P. Otlet ; Transformations opérées dans l'appareil bibliographique des sciences. *R. G. E.*, 21 septembre 1918, t. IV, p. 96 D. Guillet ; La documentation industrielle. *R. G. E.*, 17 août 1918, t. IV, p. 233. Eason A ; Les sources d'information technique. *R. G. E.*, 4 octobre 1919, t. IV, p. 96 D. Sebert (Général) ; L'organisation en France d'offices de documentation. *R. G. E.*, 15 juin 1918, t. III, p. 885. Projet d'organisation d'un service central de documentation industrielle. *R. G. E.*, 6 septembre 1919, t. VI, p. 64 D.

pair avec le progrès de la technique et de la science. Elle évolue en suivant leurs derniers perfectionnements et revêt, par là, le caractère d'une véritable science.

II. Eléments de la documentation. — Voyons maintenant sous quelle forme se présente dans la réalité la matière première de cette science et comment on la transforme.

Le renseignement, qui est cette matière première, se présente sous des formes aussi variées que les manifestations de la pensée humaine. Les plus usuelles sont les journaux, les livres, les revues, les brevets d'invention ; à ces documents d'ordre public, on peut joindre les essais, les études et les rapports privés qui sont d'un ordre plus confidentiel.

Ces documents constituent ce qu'on pourrait appeler l'élément primaire de la documentation ; ils sont la matière brute sur laquelle travailleront les documentateurs et qui est contenue et conservée dans les bibliothèques. Cette matière ne se présente guère, en effet, en documentation que sous la forme détournée de la référence, qui constitue l'élément secondaire de la documentation. Une œuvre documentaire n'entraîne donc pas nécessairement la collection des renseignements proprement dits, mais plutôt la collection de références permettant de situer et de retrouver le renseignement et supposant, d'autre part, la connaissance de ce renseignement.

On a donné, en pratique, le nom de documentation à tous les travaux ayant le renseignement pour point de départ et allant de la reproduction intégrale du document à la simple référence bibliographique. Ces diverses transformations ou utilisations constituent la deuxième étape du travail documentaire et obéissent à des lois bien déterminées.

Nous nous trouvons ainsi en présence de trois genres de méthodes : 1° la reproduction intégrale du document à l'aide de procédés divers ; 2° la simple référence bibliographique et 3° le système intermédiaire des résumés documentaires.

1° Utilisation intégrale des documents. — Elle se fait de deux manières : par classement direct et communication du document, ou par reproduction de ce document.

Le classement direct est celui du bureau d'archives où l'on classe les rapports dans des dossiers ou celui des bibliothèques où l'on range les livres sur des rayons appropriés.

Certains offices de documentation signalent, par exemple, à l'attention des chefs de service les articles intéressant leur spécialité. Ces articles sont ensuite découpés, collés sur feuilles volantes reliées par des onglets spéciaux portant les indications sommaires du classement adopté et placés soit dans des classeurs soit dans des meubles à classement vertical ou horizontal.

Ce système permet de constituer des dossiers sur une question précise et supprime les recherches bibliographiques dans les revues. Il évite la manutention, le prêt et le va-et-vient de volumes parfois encombrants quand il s'agit de revues de grand format reliées par année ou par semestre. C'est un système de documentation directe intéressant pour les entreprises à but bien limité, mais pour lesquelles les documents ne peuvent guère servir qu'à un seul service.

Son emploi se limite cependant d'une façon à peu près exclusive aux journaux et aux revues. Les livres et les brevets ne peuvent être soumis à la mutilation du découpage. D'autre part, on ne peut faire figurer le même document dans deux dossiers différents, alors que, parfois, les besoins de la classification l'exigent ou la facilité des recherches le recommande.

La reproduction dactylographique ou photographique permet d'obvier à la plupart de ces inconvénients, car on peut obtenir, par ces procédés, le nombre voulu d'exemplaires et on n'abîme pas les revues. La grosse question de l'exactitude du texte, des calculs et des figures n'est néanmoins résolue que par les procédés photographiques. Le procédé le plus simple et le plus pratique dans ce cas est l'emploi du photostat qui permet l'impression directe sur papier et supprime l'étape intermédiaire de la plaque négative.

Malgré tout, le prix de revient de ce procédé n'est pas comparable à celui des procédés de références pures, qui comportent les tables de matières et les fiches.

2° Références bibliographiques simples. — On peut, en effet, se contenter de collectionner seulement des références qui permettront de retrouver, le cas échéant, le document nécessaire qu'on peut, alors, se dispenser de posséder en propre.

Tables des matières. — Le système le plus simple, parce qu'il utilise un travail déjà fait et conduit à un encombrement plus restreint, consiste à réunir les tables des matières des revues spéciales. Au point de vue de l'encombrement, en effet, un volume de 200 pages peut contenir 50000 références qui, sous forme de fiches, occuperaient au moins 50 tiroirs.

Cependant, les tables des matières ont aussi leurs inconvénients. C'est ainsi que, si elles sont classées d'un point de vue logique, on voit d'un coup d'œil les sources dont on dispose, mais dans le cas de tables disposées par ordre alphabétique cet avantage disparaît.

D'autre part, les tables étant, pour la plupart, semestrielles ou annuelles, il faut, pour voir la question dans son ensemble, feuilleter de nombreuses tables ; dans cet ordre d'idées, le système de tables récapitulatives, décennales ou autres, adopté par certaines revues supprime une partie de ces inconvénients.

Ce principe appliqué à une entreprise dont le but est très limité sera d'un rendement suffisant au point de vue documentaire et très intéressant au point de vue économique. Pourtant, dès que la documentation prend un peu d'ampleur et gagne en généralité, ce système devient très insuffisant et nécessite de longues recherches. Il oblige à s'habituer à une dizaine de

classements méthodiques, car les classements diffèrent d'une revue à l'autre, et trop souvent, même, d'une année à l'autre dans la même revue.

De plus, la table des matières ne permet pas un classement méthodique et unique des éléments de documentation : ceux-ci restent épars dans des endroits différents et on ne réalise pas cette présentation matérielle qui à elle seule donne au premier coup d'œil l'idée d'ensemble d'une question.

On peut donc dire que, si ce système est intéressant, on n'est jamais sûr, lorsqu'on l'utilise, de n'avoir pas omis de consulter quelque rubrique intéressante et de posséder la totalité de la documentation contenue dans ces diverses tables.

Références bibliographiques sur fiches. — La fiche supprime cet éparpillement regrettable des renseignements ; elle a d'ailleurs d'autres avantages qui sont loin d'être négligeables.

La couleur de l'encre, le trait qui souligne, l'espacement des lignes, le décalage du titre, tout contribue à donner à la fiche la clarté, la propreté et la probité qui en font l'instrument par excellence de la documentation.

La calligraphie, la disposition typographique, le libellé relèvent d'un art aussi précis et aussi exact que celui d'un instrument scientifique.

On trouve en effet, dans une fiche bien faite, tout ce qu'il faut savoir pour connaître un document, le classer dans l'ordre logique et le retrouver au besoin.

D'autre part, la fiche elle-même doit porter son histoire. On inscrit, par exemple, à son verso son numéro d'ordre, le dossier auquel elle correspond, ceux à la formation desquels elle a contribué et les diverses manutentions qu'elle a subies.

La fiche a pour elle l'avantage d'une mobilité très grande, excessive d'après certains, puisqu'on peut l'égarer. Elle permet de procéder à tous les classements et à toutes les modifications et multiplications de classification sans toucher aux objets de la documentation et elle s'applique sans distinction aux documents d'ordre public et à ceux d'ordre privé, aux livres comme aux revues.

La consultation des fiches permet au chercheur d'éliminer les documents qui n'ont pas trait directement à la question qui le préoccupe et cette sélection préalable permet de gagner du temps puisqu'elle supprime des lectures inutiles de textes en dehors du sujet.

La fiche a surtout le grand avantage d'être plus économique qu'un achat de revues ou de livres, puisqu'on peut prendre les références dans les bibliothèques, dans les répertoires ou les bibliographies déjà établies.

Elle permet d'étendre, sans frais, le champ de ses recherches. L'entreprise qui ne peut financièrement prendre des abonnements trop coûteux arrive par ce moyen et à se tenir au courant des questions propres à ses besoins et à rayonner même sur les questions d'ordre plus général. La fiche encombre beaucoup moins et se prête à toutes les combinaisons possibles de classification.

Les fiches supposent un fichier, et l'achat du meuble arrête parfois. La manie des fiches accroît leur nombre de façon terrifiante ; après plusieurs années, il faut disposer de batteries de meubles, dont le nombre impose aux visiteurs, mais pèse parfois aux directeurs. Les avantages du système compensent cependant ces inconvénients purement apparents. La richesse des collections et la rigueur des renseignements entraînent une certaine débauche de références, mais nullement un gaspillage de fiches et d'argent. En effet, au cours des classements successifs, les fiches en double, les fiches moins intéressantes disparaissent ; un tassement se produit dans les collections et chaque remaniement draine des déchets.

Comparaison entre les deux systèmes précédents. — Le répertoire sur fiches est bien préférable au répertoire par tables, car il est plus explicite et plus complet. On risque souvent, en effet, de ne renvoyer dans les tables des matières qu'à des analyses d'articles, à des extraits de mémoires, à des indications purement bibliographiques, trop sommaires et trop pâles la plupart du temps. Les indications données permettent trop rarement de remonter à la source véritable et à l'article original. La fiche donne parfois des références concernant des extraits ou des résumés, mais elle porte aussi, dans ce cas, l'indication de la source originale à laquelle il est alors facile de remonter.

Il semble donc que la fiche soit l'instrument idéal de la documentation ou, en tous cas, le plus pratique. Les tables des matières supposent d'ailleurs une confection préalable de fiches et les découpures constituent à la rigueur des fiches de plus grand modèle ; mais précisément leurs dimensions leur enlèvent une partie de la mobilité et de l'économie des fiches du modèle de format international (75 mm × 125 mm).

3° Résumés documentaires. — Certains estiment cependant que la fiche de simple référence est trop sobre et qu'on devrait la compléter par un résumé succinct de l'article. Cette combinaison serait assurément la véritable solution du problème de la documentation, car elle allierait les avantages de la fiche à ceux du document lui-même. La documentation serait à la fois plus vivante et plus précise et le classement serait grandement facilité.

La plupart des revues ont compris l'intérêt de ce système et le profit qu'elles en pourraient retirer. Aussi trouve-t-on, à côté des articles originaux, des résumés d'articles parus dans les revues de langue française ou étrangère intéressant l'ordre de préoccupations de la revue. C'est ce que nous trouvons, en particulier, dans la « Revue générale de l'Electricité » depuis sa fondation.

La valeur de ces résumés est évidemment variable ; elle dépend beaucoup du rédacteur et de la présenta-

tion matérielle. Signalons les améliorations que l'on pourrait souhaiter dans ce sens, si elles ne se heurtaient, comme nous le savons, à des difficultés considérables à la fois d'ordre technique et d'ordre économique. Leur publication devrait se rapprocher davantage de celle de l'article original, ce qui leur donnerait plus d'actualité ; leur collection devrait reproduire plus fidèlement l'ensemble des articles parus dans les périodiques analysés de façon suivie, et leur présentation devrait au besoin permettre d'apprécier l'intérêt des articles en ce sens que les moins importants ne donneraient lieu qu'à des résumés très courts, voire même, à de simples indications bibliographiques. Mais, répétons-le, ces améliorations sont beaucoup plus faciles à indiquer qu'à réaliser.

L'utilisation de ces résumés est aussi variable que celle des articles originaux eux-mêmes. Leur faible étendue permet, en général, leur collage sur fiche ordinaire et ce système est excellent, car on amplifie par là la valeur de la fiche, surtout dans le cas où les travailleurs effectuent eux-mêmes les recherches. Quand le service de documentation consulte seul son répertoire et livre à l'extérieur le résultat de ces recherches, cet avantage diminue beaucoup, mais le système conserve cependant son intérêt, car il permet une rapidité plus grande au moment du premier classement, le résumé précisant beaucoup le contenu de l'article. Le temps exigé pour le découpage, le collage et le pliage des résumés doit cependant correspondre à peu près au temps perdu à la recherche du texte original quand on doute de la sincérité du titre.

Les plis du papier peuvent gêner un peu dans la manutention des fiches ; ils augmentent, d'autre part, l'épaisseur de celles-ci et réduisent d'autant la capacité des tiroirs qui servent à les contenir.

En tenant compte à la fois des avantages et des inconvénients que nous venons d'exposer, il semble bien néanmoins, en définitive, que ce système soit, en pratique, le système idéal auquel on devrait tendre.

III. **Classement des documents**. — Après avoir franchi la deuxième étape du travail documentaire, il nous reste à envisager la conservation et la mise en valeur des éléments fournis par les travaux de transformation imposés à la matière première : le renseignement.

Tout document se situe par lui-même dans un certain milieu où il possède des attaches à la fois logiques et chronologiques. La recherche de ses attaches et leur coordination constitue l'établissement d'une classification.

Dans cette recherche, on s'inspirera avec profit des méthodes analytiques les plus strictes et, selon la formule cartésienne, on poussera l'analyse jusqu'aux dernières limites. On ne passera jamais du connu à l'inconnu sans avoir épuisé toutes les ressources du connu et on ne décrira jamais le particulier avant d'avoir épuisé le général.

Après le stade analytique, on passera au stade synthétique en regroupant tous les éléments simples décomposés par l'analyse pour les grouper dans un cadre unique, mais logique et complet. En un mot, il faut une classification rigoureuse. Le documentateur ne va pas sans un classificateur ; cet aspect qui paraît parfois secondaire est cependant le plus important car il importe peu d'avoir des références si on ne sait ni s'en servir, ni les faire valoir, ni surtout les retrouver. La simplicité, la luminosité de la classification doit imposer leur place à tous les éléments. Il faut cependant qu'elle soit assez souple pour s'accommoder à tous les cas.

On s'efforcera autant que possible d'unifier le développement de tous les chapitres d'après un cadre unique et intangible. On conviendra d'un ordre type de points de vue d'après lesquels on envisagera tous les problèmes et ainsi l'on saura immédiatement où classer ses fiches. On admettra, par exemple, l'ordre suivant : considérations mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, acoustiques, optiques, thermiques, électriques et chimiques et, dans tous les cas, on l'observera scrupuleusement. Dans chaque chapitre, on établira de même un ordre idéal et logique dont on ne se départira sous aucun prétexte. C'est là le secret de la perfection et en tout cas de la clarté de la classification, de la simplification des recherches et de l'utilisation complète d'un travail documentaire.

Il ne faudrait pas croire cependant qu'il suffit d'organiser ainsi chacun de ces chapitres séparément ; il faut, avant tout, avoir un plan d'ensemble de la classification.

Les entreprises à but très limité se contentent d'habitude de concevoir quatre catégories de renseignements qui concernent :

1° Les matières premières servant à la fabrication ;
2° Les procédés de fabrication ;
3° Les débouchés et l'utilisation du produit ;
4° Les concurrents.

Cette stylisation du classement autour d'un point nécessairement arbitraire leur suffit pratiquement, mais ne saurait se défendre aussitôt qu'il s'agit d'une entreprise à buts multiples, ou dont l'importance gagne des domaines toujours inattendus. Qui pourra, par exemple, délimiter les emplois du caoutchouc que l'on rencontre presque partout ?

La nécessité d'une synthèse technique s'impose donc la plupart du temps. Dans ce cas, il ne faut pas avoir peur des généralisations. La synthèse représentée par le système de classification décimale de M. Dewey revêt bien le caractère de généralité et d'universalité convenant à cet ordre de préoccupations. Malgré certaines imperfections, elle englobe logiquement l'ensemble des connaissances humaines et permet un classement rapide et sûr de tous les documents ; toute autre synthèse pourrait d'ailleurs rendre le même service. Celle de Dewey possède, à l'heure actuelle, le mérite d'être internationale et de supprimer la nécessité des traductions de titres ou le soulignement des

mots classificateurs. Etant idéologique, le classement se suffit à lui-même et la place de la fiche dans un tiroir instruit automatiquement de l'intérêt de la référence.

Cette place des fiches est déterminée par la classification et constitue le classement. Ce dernier représente, en quelque sorte, le côté mécanique du travail dont la classification est le côté intellectuel.

Ce travail mécanique retient d'habitude trop peu l'attention des documentateurs qui la confient à des agents subalternes. Son importance est tout aussi considérable que celle de la classification sur laquelle il s'appuie.

La présentation extérieure d'un classeur ou d'un tiroir doit refléter l'aspect des grandes lignes de la classification et la disposition des fiches doit donner l'impression d'un cadre à la fois bien défini et bien adapté.

On introduira entre les fiches ou entre les dossiers des cartons diviseurs ou des fiches divisionnaires qu'on différencie, soit par la couleur, soit par la largeur de leurs becs, soit par les deux à la fois. La normalisation s'impose ici aussi. On consacrera de façon absolue et définitive une couleur ou une largeur de bec déterminée aux chapitres, une autre aux paragraphes, une autre aux alinéas, et ainsi de suite jusqu'aux plus petits détails.

N'importe la classification adoptée, l'essentiel est de retrouver le renseignement demandé et de le présenter sous une forme suggestive. Les relevés bibliographiques sur une question précise se présenteront donc sous les traits d'un schéma dont la classification fournit l'ossature, dont les fiches représentent les points saillants et dont le libellé des articles constitue la texture intime et donne à l'ensemble sa solidité. Une documentation sur un sujet déterminé ne devra pas être, par conséquent, la simple et sèche énumération d'articles isolés accolés sans aucun lien logique. Il faut pouvoir suivre, en lisant le libellé des fiches, le développement logique de l'idée et ses modalités, en prévoir les réalisations pratiques et les utilisations après en avoir supputé les difficultés. La lecture de ces titres perd ainsi immédiatement de son aridité. L'esprit est déjà satisfait au premier examen, car l'art du documentateur a fait surgir devant le chercheur une image de la réalité que son intelligence cherche à fixer en formules définitives.

Maurice BOURREL.

Assemblées générales

Société des Forces motrices d'Auvergne.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 8 MAI 1924.

Les résultats de l'exercice 1923 sont satisfaisants; les recettes sont en augmentation d'environ 16 pour 100 sur l'exercice précédent (1) bien que les dépenses, pour la marche thermique, soient en forte augmentation par rapport à l'année 1922, par suite de la prolongation de la sécheresse jusqu'au milieu d'octobre, et bien que l'exercice ait à supporter la liquidation du compte « accident canal, » le Conseil a proposé la distribution d'un dividende, tout en reconstituant à nouveau une réserve spéciale de prévoyance.

L'effort de la société devra tendre, dans les années qui vont venir, vers l'augmentation de cette réserve qui est bien insuffisante, étant donnés l'importance et l'âge du matériel.

La société a entrepris toute une série de travaux dans le but d'améliorer son service et de donner pleine satisfaction à sa clientèle.

C'est ainsi que l'équipement à 20000 v de la ligne directe de Sauviat à Thiers a été terminé par l'installation des transformateurs élévateurs et abaisseurs en bout de ligne; les résultats attendus de cette modification au point de vue de l'amélioration de la tension ont été pleinement réalisés.

D'autre part, elle a confié le rebobinage des trois alternateurs qui dataient de 1903 à une maison qui s'est fait une spécialité de ce genre de rajeunissement du matériel électrique; l'opération, faite pendant l'été de 1923, a parfaitement réussi, ce matériel a gagné en puissance et en résistance aux accidents, ce qui permettra une plus grande régularité dans le service.

Enfin, le conseil propose la reconstruction en 1924, suivant la technique la plus moderne, d'une des trois turbines et de son régulateur qui datent de la même année 1903; si les résultats obtenus sont satisfaisants, il poursuivra ce travail en 1925 sur les deux autres groupes.

Les recettes de l'exploitation se sont élevées à 2 533 349,12 fr.

Les dépenses correspondantes à 1 416 506,65 fr.

Le bénéfice d'exploitation ressort à 1 116 842,47. Il est supérieur de 280 763,99 fr à celui de 1922.

Sur ce bénéfice ont été prélevés : les intérêts d'obligations et de comptes courants, 241 870,64 fr; le remboursement de 142 obligations à 4,5 pour 100 et de 120 bons décennaux à 7 pour 100, et les amortissements des comptes suivants : 37 072,75 fr aux frais de constitution et d'émissions; 3 550 fr à la prime de remboursement des obligations; 155 346,14 fr à l'actif immobilisé; 120 000 fr à l'accident canal; 80 000 fr pour la reconstitution de la réserve spéciale de prévoyance; 10 399,50 fr pour les créances irrécouvrables et la dépréciation des approvisionnements et maisons ouvrières.

Le bénéfice net s'élève donc à 468 603,44 fr.

Il se répartit de la façon suivante : 5 pour 100 à la réserve légale, un dividende de 5 pour 100 aux actions, 15 pour 100 du reste au conseil, 100 000 fr à la réserve spéciale de prévoyance, un deuxième dividende de 5 pour 100 aux actions.

Le report à nouveau est de 897,27 fr.

Le dividende, fixé à 10 fr par action n° 1 à 30 000, est payable, sous déduction des impôts, depuis le 16 mai 1924, sur présentation du coupon n° 14, à raison de 8,80 fr pour

(1) Voir *R. G. E.*, 11 août 1923, t. XIV, p. 208.

les actions nominatives et de 7,35 fr pour les actions au porteur.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Apports payés en espèces	pour mémoire
Frais de constitution et d'émissions	137 072,75
Etudes, projets et divers	pour mémoire
Installations gratuites	pour mémoire
Prime de remboursement des obligations	58 375 »
Dépenses de premier établissement	6 198 837,43
Installations en location	65 645,26
Acquisitions de terrains et immeubles	448 236,63
Outillage, mobilier et agencement	95 084,83
Accident canal	120 000 »
Loyer d'avance et cautionnements	2 195 »
Caisses et banques	249 211,33
Portefeuille-titres	185 000 »
Débiteurs divers	323 872,65
Impôts à recouvrer	12 706,80
Approvisionnements	278 645,38
	8 174 883,06

Passif.

	fr
Capital social	3 000 000 »
Obligations à 4,5 pour 100	667 500 »
Obligations à 6 pour 100	2 500 000 »
Bons décennaux à 7 pour 100	540 000 »
Réserve légale	76 853,48
Avances sur consommations	548 »
Créditeurs divers	558 614,77
Coupons restant à payer et obligations à rembourser	97 794,48
Profits et pertes de l'exercice 1923	733 572,33
	8 174 883,06

Société hydroélectrique des Dranses.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 8 MAI 1924.

L'application complète du contrat avec la Société Braunstein frères a commencé le 1er février 1923. Depuis cette date, la société a régulièrement perçu chaque mois le douzième de la somme totale de 650000 fr qui lui est due pour l'année. Toutefois, elle a été amenée à faire à un locataire une ristourne de 20000 fr pour l'indemniser de dégâts importants causés à l'usine de Vougy par un emballement des turbines qui s'est produit le 29 septembre 1923 par une cause restée inconnue.

La consommation d'énergie par la Société Braunstein a nécessité une production de 6159200 kw-h à l'usine de Bonnevaux en 1923

La ligne de Bonnevaux-village a été mise en service le 1er mars 1923;

Les travaux de premier établissement ont été très réduits en 1923; ils n'ont guère consisté qu'en l'achèvement de l'électrification de Bonnevaux-village y compris l'achat de deux transformateurs.

Les sommes dépensées en dehors de ce but spécial se rapportent à des travaux exécutés en 1922 mais non soldés pendant cet exercice.

Pour les demandes de concession, les formalités administratives se sont poursuivies en 1923; les ingénieurs du service des Forces hydrauliques de Grenoble ont visité les lieux, mais c'est seulement tout à fait à la fin de l'année que les dossiers sont arrivés au Ministère des Travaux publics à Paris. Ils seront soumis très prochainement au Comité consultatif des Forces hydrauliques qui doit se prononcer sur la mise à l'enquête.

Les recettes de l'exploitation, fournitures de courant et divers, se sont élevées à 619690,50 fr.

Les dépenses correspondantes ont été : pour les frais généraux, 58508,20 fr : pour les frais d'exploitation et d'entretien, impôts et assurances, 179361,15 fr.

L'exploitation proprement dite a laissé un produit brut de 381821,15 fr; après déduction de la charge d'intérêt des obligations, des comptes courants et d'avances, de 109244,31 fr, le solde du compte des profits et pertes est de 272576,84 fr.

Le conseil d'administration a décidé de procéder à divers amortissements s'élevant à 81616,92 fr.

Le bénéfice net de 1923 s'élève donc à 190959,92 fr: il se répartit ainsi qu'il soit : 5 pour 100 à la réserve légale, 6 pour 100 d'intérêts aux actions.

Le report à nouveau est de 1411,92 fr.

Le dividende est fixé à 30 fr par action n° 1 à 6000, il est payable, sous déduction des impôts, à partir du 1er août 1924 sur la présentation du coupon n° 1, à raison de :

26,40 fr pour les actions nominatives;
18,65 fr pour les actions au porteur n° 1 à 4000;
20,50 fr pour les actions au porteur n° 4001 à 6000.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'émissions	192 040 »
Etudes, projets et divers	281 948,95
Prime de remboursement des obligations	100 000 »
Frais d'actes d'acquisition	294 000 »
Installations en compensation de servitudes	27 694,40
Dépenses de premier établissement	3 955 716,77
Outillage, mobilier et agencement	62 216,80
Loyer d'avance et cautionnements	1 150 »
Caisses et banques	265 636,35
Débiteurs divers	278 250,75
Impôts à recouvrer	4 568,75
Approvisionnements	14 692,20
	5 477 914,97

Passif.

	fr
Capital	3 000 000 »
Obligations à 6 pour 100	2 000 000 »
Coupons d'obligations	50 090 »
Créditeurs divers	155 248,13
Profits et pertes	272 576,84
	5 477 914,97

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Jugement du Tribunal civil de la Seine concernant les droits de voirie pour occupation temporaire de la voie publique par un concessionnaire de distribution d'énergie électrique.

Voici le texte de ce jugement, en date du 1er mai 1924, rendu par la deuxième Chambre du Tribunal civil de la Seine.

Le Tribunal :

Ouï M. Barrier, juge-commissaire, en son rapport ;

Ouï en leurs observations orales Me Charles Sirey, avocat de la société X..., agissant poursuites et diligences de ses directeurs et administrateurs ; Me Maurice Travers, avocat de la commune de Z... en la personne de M. le receveur municipal ;

Ouï M. Paillet, substitut de M. le procureur de la République, en ses conclusions orales et subséquentes ;

Vu les mémoires respectivement signifiés et les diverses pièces produites ;

Après en avoir délibéré conformément à la loi, jugeant en matière sommaire et en dernier ressort ;

Attendu que la société X... a sollicité le 14 avril 1921 l'autorisation provisoire d'exécuter des travaux d'installation d'une ligne souterraine à 60000 v entre A... et B..., cette canalisation devant être comprise dans la demande de concession d'Etat avec déclaration d'utilité publique présentée en 1919 par la société susvisée à l'effet d'établir un réseau de distribution d'énergie électrique dans les départements de....

Attendu que cette autorisation lui a été donnée le 21 juillet 1922 à titre provisoire et pour ce qui concerne seulement le parcours extra muros compris entre les usines de C... et de D... à charge par ladite société de se conformer aux dispositions des arrêtés ministériels déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique... et sous l'obligation particulière d'obéir aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 14 juin 1911 sur les permissions de voirie ;

Attendu que l'exécution des travaux ayant amené, dans le courant de l'année 1922, l'occupation de la voie publique, la commune de Z... réclama à la société pour droits de voirie afférents à ces travaux une somme de 13 216 fr ;

Attendu que la société refusa de payer lesdits droits et donna comme motif de son refus que les câbles de haute tension qui avaient été posés faisaient partie du réseau compris dans la concession d'Etat qu'elle avait demandée ; que, d'autre part, aucune des autres villes traversées par les canalisations n'avait perçu de taxes analogues ;

Que dans une lettre adressée au maire de Z..... la société réitéra son refus de payer les droits de voirie en invoquant l'autorisation provisoire ci-dessus visée, autorisation qui, à son avis, emportait les mêmes effets que l'approbation du cahier des charges qui devait être suivie de la concession définitive ;

Attendu que la commune de Z..... n'en persista pas moins dans sa réclamation et à défaut de paiement amiable décerna le 9 juin 1923 contre la société X..... une contrainte pour avoir paiement de la somme de 13216 fr.

Que la société X..... par exploit de Saget, huissier à Paris, signifié le 16 juin 1923 au maire de la commune de Z....., a fait opposition à la contrainte et a assigné la ville de Z..... en nullité de celle ci, en se basant sur ce qu'elle était en instance d'approbation et de déclaration d'utilité publique de la concession dont il a été parlé plus haut ;

Attendu que, depuis cette opposition à contrainte, la société X..... a obtenu par décret du 31 juillet 1923 délibéré en Conseil d'Etat l'approbation avec déclaration d'utilité publique d'une convention passée le 21 février 1923 entre elle et M. le ministre des Travaux publics, portant concession d'Etat d'un réseau d'énergie électrique..... conformément aux clauses et conditions du cahier des charges annexé à ladite convention ;

Attendu que la société X .... fait en premier lieu remarquer que la première période d'autorisation provisoire à elle donnée le 21 juillet 1923 constitue une période de concession virtuelle, pendant laquelle elle doit nécessairement participer aux mêmes droits et obligations que pendant la période de concession définitive ;

Que pareille prétention est justifiée que X..... aurait pu, en effet, ne commencer les travaux qu'après l'octroi de la concession définitive et qu'on ne peut lui faire grief d'avoir devancé le moment peut-être éloigné en raison des lenteurs administratives où elle l'aurait obtenue ;

Qu'on ne saurait oublier que lesdits travaux étaient entrepris par elle dans l'intérêt public des communes comprises dans le territoire de la concession ;

Qu'à l'appui de son opposition la société opposante invoque les articles 5 paragraphes 3 et 9 de la loi du 15 juin 1906 aux termes desquels les permissions de voirie ou les concessions ne peuvent imposer aux entreprises de distribution d'énergie électrique d'autres charges pécuniaires que les redevances d'occupation du domaine public et les seules dont parle la loi :

Attendu que la commune de Z..... prétend que le législateur n'a envisagé dans les articles précédents que les redevances dues en cas d'occupation permanente de la voie publique, c'est-à dire durant la période d'exploitation, mais qu'il n'a pas voulu réglementer le cas où l'occupation du territoire communal a eu lieu en vertu d'une autorisation d'exécuter les travaux d'installation nécessaires pour la construction du réseau ;

Que, durant cette période précédant la mise en exploitation définitive, les droits de voirie ordinaires seraient dûs et devraient être perçus conformément au droit commun ;

Mais attendu que cette distinction, outre qu'elle constitue une véritable innovation fiscale non prévue par les textes, est absolument contraire à la loi du 15 juin 1906 qui dans son article premier dispose que les conditions générales par lesquelles elle réglemente les distributions d'énergie électrique, sont applicables non seulement à leur fonctionnement, mais encore à leur établissement ; que ce dernier mot intentionnellement employé par le législateur ne peut s'appliquer qu'à la construction du réseau ;

Que du reste le contrat passé entre l'Etat et la société X comporte nécessairement pour celle-ci l'obligation d'exécuter des travaux de pose des canalisations dans le sous-sol de la voie publique, travaux qui ne peuvent s'effectuer que par l'occupation du sol même de ladite voie sur lequel les matériaux et les déblais doivent être déposés ; qu'il y a là une

raison de bon sens contre laquelle la commune de Z..... ne peut invoquer aucun argument sérieux ou reposant sur un texte;

Attendu que la volonté du législateur d'assimiler l'établissement à l'exploitation apparaît d'autant plus certaine que le sommaire du titre six, lequel contient l'article 18 qui, dans son paragraphe 7, prévoit l'établissement du tarif des redevances dues à l'Etat, aux départements et aux communes, est ainsi libellé :

« Conditions communes à l'établissement et à l'exploitation des distributions sous le régime des permissions de voirie ou de concessions »;

Attendu que la commune de Z..... prétend que ledit tarif ne mentionne que des redevances annuelles et que cette particularité montrerait qu'il ne s'applique qu'aux redevances dues quand l'installation est terminée et qu'il ne s'agit plus que de la mise en exploitation;

Mais attendu que, s'il est vrai que les redevances sont annuelles au point de vue de la fixation de leur taux, elles sont calculées par trimestre et que, si le relevé trimestriel ne tient compte que des installations terminées, c'est précisément parce que le législateur de 1906 a entendu ne taxer l'occupation du domaine public qu'à partir du moment où elle était complète et définitive et ne pas soumettre à la taxation les occupations préalables ou provisoires nécessaires pour la réalisation de cette occupation définitive;

Attendu que la commune de Z..... soutient enfin que, si aucune redevance n'était perçue pendant la durée des travaux d'installation, rien n'inciterait les occupants temporaires à limiter leur occupation comme durée et comme surface;

Qu'à cet argument la société X..... répond avec raison que son propre intérêt lui commandait d'aboutir le plus rapidement possible à la mise en exploitation du réseau qu'elle était chargée de construire;

Que d'ailleurs le Service du Contrôle veille à ce que les occupations temporaires du sol ne soient jamais prolongées outre mesure;

Par ces motifs :

Déclare la société X..... recevable et fondée dans son opposition à la contrainte à elle signifiée le 9 juin 1923;

Déclare nulle et de nul effet ladite contrainte; condamne la commune de Z..... en tous les dépens taxés et liquidés à la somme de..... en ce non compris l'enregistrement et le coût de la grosse du présent jugement.

Circulaire relative aux attributions respectives des ingénieurs de l'Etat dans les questions concernant les concessions de transmissions d'énergie électrique.

Voici le texte de cette circulaire, en date du 22 mars 1924, adressée par le ministre des Travaux publics aux préfets des départements.

Les demandes d'instruction qui m'ont été adressées par plusieurs ingénieurs en chef semblent indiquer que le décret du 24 avril 1923 (1) relatif aux concessions de transmission d'énergie électrique à haute tension n'est pas toujours parfaitement compris, en ce qui concerne les attributions respectives des ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique des départements et de l'ingénieur en chef chargé de centraliser le contrôle.

En définissant explicitement le rôle de chaque ingénieur en chef, le texte de ce décret n'a laissé aucune latitude d'interprétation. Il importe, en effet, en raison du nombre souvent élevé de départements intéressés par les réseaux de transmission, qu'une centralisation complète soit réalisée dans les rapports avec l'administration supérieure et avec le concessionnaire et assure, en particulier une uniformité absolue dans les mesures aussi bien techniques qu'administratives qui auront à être prises.

J'appelle donc votre attention sur les remarques suivantes:

A. *Instructions en vue de la délivrance de la concession.* — L'intervention des ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique des départements est prévue limitativement et définie par les articles 8, 9 et 10 du décret du 24 avril 1923.

B. *Contrôle de la construction et de l'exploitation du réseau.* — Pendant la période d'instruction des projets et d'exécution des travaux, le rôle des ingénieurs en chef des départements est également fixé limitativement par le décret. Hormis leur intervention prévue par les articles 19 et 20, lors de l'enquête relative aux servitudes, leur rôle est analogue à celui des autres services intéressés, et notamment à celui du Service des Postes et Télégraphes; ils n'auront donc à intervenir que lorsque le réseau de transmission intéressera une ligne de distribution ou de transmission dont ils auront le contrôle.

Après l'achèvement des travaux, la réception des ouvrages et le contrôle de l'exploitation sont entièrement effectués par l'ingénieur en chef centralisateur; les ingénieurs en chef du Contrôle des départements n'ont à intervenir que dans les cas prévus par les articles 29 et 30 du décret.

Pour permettre à l'ingénieur en chef chargé de centraliser le contrôle de remplir le rôle qui lui est dévolu par le décret, des agents (ingénieurs des Ponts et Chaussées, ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, adjoints techniques) des services départementaux de contrôle pourront être chargés sous sa direction du contrôle local du réseau de transmission; des propositions en vue de la désignation de ces agents devront m'être adressées par cet ingénieur en chef, d'accord avec les ingénieurs en chef du Contrôle des départements.

C. *Etat des redevances et des frais de contrôle.* — Si le décret de 1923 ne contient aucune prescription relative aux états de recouvrement des frais de contrôle et des redevances dans le cas de réseaux s'étendant sur plusieurs départements, il résulte clairement de l'esprit du décret aussi bien que des instructions qui précèdent que les états de recouvrement doivent être dressés pour l'ensemble du réseau, par les soins de l'ingénieur en chef, chargé de centraliser le contrôle. Il est bien entendu d'ailleurs que les états de recouvrement des frais de contrôle devront être établis d'abord par le département, en vue de leur transmission aux préfets, pour approbation et que les relevés des occupations du domaine public national, départemental ou communal, devront être effectués par commune, conformément aux prescriptions de l'article 5 du décret du 17 octobre 1907, modifié par décrets des 7 septembre 1912 et 17 mai 1921, pour être transmis, ensuite, aux directeurs des Domaines, aux préfets ou aux maires.

Il a été décidé, en outre, de concert avec M. le ministre des Finances, que le trésorier payeur-général du département où se trouve le siège social, ou tout au moins le principal établissement de la société concessionnaire, serait chargé, à l'exclusion de ses collègues des autres départements sur lesquels s'étend le réseau, du recouvrement des frais de contrôle.

Les états de recouvrement, une fois arrêtés par les préfets de chaque département traversé, seront donc retournés à l'ingénieur en chef, chargé de centraliser le contrôle; ce fonctionnaire les fera parvenir au trésorier payeur-général sus-mentionné.

J'adresse une copie de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'énergie électrique des départements et à MM. les ingénieurs en chef du Service des Forces hydrauliques du Centre, du Sud-Est et du Sud-Ouest.

Paris, le 22 mars 1924.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 19 mai 1923, t. XIII, p. 850-854.

8e Année. Tome XV — N° 25. 21 Juin 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).

Téléph. : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916  LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. TOME XV. — N° 25. 21 JUIN 1924.

La troisième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. — La troisième session de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension aura lieu au mois de juin 1925 et le secrétariat général de la Conférence prépare, dès maintenant, la participation française.

Rappelons que la participation française à la session de 1923 avait été, par courtoisie pour nos confrères étrangers, aussi réduite que possible, mais il parait intéressant qu'elle reprenne son importance normale en 1925 et il y a lieu de faire appel à tous nos spécialistes pour faire honneur à notre pays lors des séances internationales de la prochaine session.

Voici, dans ses grandes lignes, le programme général de la Conférence :

1° *Production et transformation de l'énergie :* alternateurs et groupe turboalternateurs de grande puissance, matériel d'isolation et de protection, établissement de grandes usines génératrices, thermiques ou hydrauliques, construction des postes ou sous-stations en plein air;

2° *Construction des réseaux :* établissement des pylônes, massifs de fondation, construction des pylônes, isolateurs, conducteurs, phénomènes électriques des lignes, etc.;

3° *Exploitation des réseaux :* marche en parallèle des usines génératrices, protection des réseaux contre les accidents, moyens de surveillance des lignes et de recherche des avaries, exploitation simultanée de plusieurs réseaux par dispatcher.

Les ingénieurs qui se proposent d'exposer un mémoire à cette prochaine Conférence devront en faire connaître le sujet, avant le 1er octobre 1924, au secrétariat général de la Conférence, 25, boulevard Malesherbes, à Paris. Les rapports devront être remis avant le 1er février 1925. Cette date limite sera rigoureusement observée.

Bibliographie : Utilisation des vernis isolants dans l'industrie électrique, par R. VAN MUYDEN, ingénieur civil, avec une préface de L. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble (1). — Les ouvrages traitant des vernis isolants sont assez peu nombreux; c'est ce qui a décidé l'auteur à réunir et à publier les résultats de ses études sur cette très importante question.

M. van Muyden indique d'abord quelle est la composition des vernis couramment employés et comment ils se fabriquent. Il passe ensuite en revue différentes sortes de vernis : vernis liquides séchant rapidement à l'air, vernis d'imprégnation séchant à l'étuve, vernis solides dits « compounds d'imprégnation », vernis genre « sigma » et vernis laques synthétiques (genre bakélite), puis, d'une façon toute particulière, les laques synthétiques dites « isolemail ».

L'auteur expose ensuite, après quelques mots sur les qualités que doivent avoir les vernis isolants employés par les

(1) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 125 pages, avec 40 figures dans le texte, édité par la librairie Albin Michel, 22, rue Huyghens, à Paris. Prix : broché, 7,50 fr.

constructeurs de machines électriques, comment doit se faire la réception de ces vernis.

Il décrit, dans le chapitre suivant, les applications multiples des vernis isolants : isolement des tôles d'induits ou de transformateurs, isolement des parties métalliques diverses, etc.

Les derniers chapitres sont consacrés à ce que nous pouvons appeler la pratique de l'emploi des vernis et qui comprend la description des appareils à utiliser et l'exposé des procédés d'étuvage et d'imprégnation à cœur des bobinages avec action successive du vide et de fortes pressions.

Cet ouvrage, essentiellement pratique, sera très apprécié des constructeurs de machines ou d'appareils électriques pour lesquels le succès de la fabrication est très souvent lié à l'utilisation judicieuse de vernis isolants. — Y. G.

Bibliographie : Revue générale du Caoutchouc (1). — Le développement considérable de l'emploi du caoutchouc dans l'industrie moderne vient d'amener la création d'une revue qui doit s'occuper uniquement de ce qui concerne cette matière première et ses applications.

Cette revue sera lue en premier lieu par le chimiste, qu'il se limite aux recherches de laboratoire ou qu'il aborde l'industrie et les grosses fabrications, mais elle s'adressera aussi à presque tous les industriels en raison des multiples applications du caoutchouc. Il serait difficile, en effet, de trouver une industrie qui n'ait besoin, au moins indirectement, de produits en caoutchouc. En particulier, nous croyons devoir rappeler le rôle important joué par cette matière première dans l'industrie électrique, puisqu'elle forme la base d'une bonne partie des isolants utilisés.

Disposée sur un plan qui n'est pas sans analogie avec celui qui est suivi par la « Revue générale de l'Electricité », cette nouvelle revue comprend les divisions principales suivantes : Introduction ; recherches scientifiques ; Technologie et industrie ; Questions économiques et commerciales ; Production ; Chronique financière ; Bibliographie ; Informations. On trouvera dans le premier numéro, daté du mois d'avril 1924, un certain nombre d'articles répartis sous ces diverses rubriques.

Signalons que cette revue est fondée sous les auspices du Syndicat du Caoutchouc et des Industries qui s'y rattachent qui groupe, entre autres industriels, un certain nombre de fabricants de fils et câbles électriques. — Y. G.

Bibliographie : Le nouveau code de la route, par Joseph Noulens, chef de bureau au Service de la Voirie routière au Ministère des Travaux publics (2). — Ce petit ouvrage reproduit le texte, en le commentant, du décret du 31 décembre 1922, réglementant l'usage des voies ouvertes à la circulation publique, et des réglementations annexes sur la police de la circulation et du roulage.

Cette réglementation annexe concerne, par exemple, la réception et la déclaration des véhicules, les règles générales sur la circulation, les ordonnances du Préfet de Police fixant les règles de la circulation dans les rues de Paris, les pénalités infligées aux infractions aux divers règlements, le régime fiscal des véhicules, la circulation internationale et les douanes.

(1) Publication mensuelle, format 27 cm × 21 cm, de 64 pages, avec illustrations. Administration et rédaction, 18, rue Duphot, à Paris. Prix de la livraison, 5 fr. Abonnements annuels : France, 35 fr ; étranger, 40 fr.

(2) Un volume, format 17 cm × 11 cm, de 265 pages, avec 122 figures dans le texte, édité par les « Cartes Taride », 18, boulevard Saint-Denis, à Paris. Prix : broché, 4,50 fr.

Nous attirons particulièrement l'attention de nos lecteurs sur un chapitre, placé en appendice et dans lequel M. Pierre Bossu, président de la Commission des Projecteurs d'Automobile au Comité national français de l'Eclairage, a exposé la nouvelle réglementation sur l'éclairage des automobiles. On y trouvera le texte de l'arrêté ministériel du 28 juillet 1923, que nous avons nous-mêmes publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 18 août 1923, t. XIV, p. 239, mais avec de nombreuses explications complémentaires mettant le texte officiel à la portée de tous. Un tableau synoptique très clair et illustré de 32 figures indique, dans chaque cas, quels sont les moyens pour satisfaire à la réglementation actuelle. — B. E.

Bibliographie : Service des grandes forces hydrauliques ; Etudes glaciologiques. T. IV, par MM. Mongin, inspecteur général des Eaux et Forêts, et Bernard, professeur à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts (1). — Cet ouvrage publié par le Directeur général des Eaux et Forêts comprend deux études complètement séparées, dont l'une se rapporte au glacier de Tête-Rousse (Mont-Blanc) et l'autre, aux avalanches en Savoie.

La première partie de la première étude est due à MM. Mongin et Bernard qui donnent d'abord des renseignements d'ordre général sur la situation et l'historique du glacier en question et indiquent les travaux exécutés pour la prévention d'une catastrophe analogue à celle qui survint en 1892.

La deuxième partie de cette étude contient l'exposé, par M. Bernard, de quelques observations et expériences sur la cristallisation de l'eau et la constitution de la glace. On y trouve des renseignements nombreux sur ces questions ainsi que la description des appareils dont l'auteur s'est servi pour ses recherches.

La deuxième étude, due à M. P. Mongin, contient, en dehors d'un état de haute valeur documentaire sur les principales avalanches tombées en Savoie et qui remonte à l'année 1623, d'une part, des renseignements d'ordre général sur l'accumulation de la neige, la formation des avalanches, etc., et destinés surtout à montrer que ces phénomènes dangereux peuvent être prévus — du moins dans une certaine mesure — et que l'on peut commencer une lutte efficace contre l'écroulement des neiges hivernales, et, d'autre part, des indications pratiques fort intéressantes concernant la correction et la déviation des avalanches, seuls moyens dont nous disposions pour protéger contre elles les différents ouvrages construits dans les endroits menacés. Remarquons en passant que ces renseignements seront lus avec intérêt par un certain nombre de producteurs ou de distributeurs d'énergie électrique qui ont leurs usines, postes ou lignes établis en montagne. Cette question est en effet étudiée ici complètement, au point de vue théorique et au point de vue pratique. Signalons aussi deux pages de bibliographie sur les avalanches qui permettront des recherches plus complètes à ceux qui désirent approfondir cette question.

Une grande carte, hors texte, des départements de la Savoie et de la Haute-Savoie indique l'emplacement et le trajet suivi par les avalanches qui y ont été observées jusqu'en 1914. — B. E.

(1) Un volume, format 25 cm × 17 cm, de 322 pages, avec 128 figures dans le texte, de nombreux tableaux, trois planches hors texte et une carte, édité par l'Imprimerie nationale, rue Capitaine-Ménard, à Paris XVe. Prix : broché, 8 fr.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Contribution à l'étude des compteurs d'électricité (*Suite et fin*) [1]

Dans les deux précédents articles [1], l'auteur a exposé, d'une part, les procédés qu'il a employés pour évaluer le moment du couple moteur et la somme des moments des divers couples qui s'opposent au couple moteur, d'autre part, les résultats des mesures faites en prenant pour équipages mobiles des disques construits spécialement en vue de mettre en évidence l'influence des divers facteurs intervenant dans les valeurs des couples résistants. Dans la partie de son étude qui est publiée ci-dessous, il présente les résultats qu'il a obtenus en appliquant ces procédés à quatre compteurs de fabrication française et à cinq compteurs de fabrication étrangère. Pour la plupart d'entre eux, il indique les diamètres et poids du disque mobile, l'état de la crapaudine et du palier supérieur, la vitesse de régime, la forme de l'aimant, le moment d'inertie de la partie mobile, les moments du couple moteur et des divers couples résistants, le facteur organique au démarrage, la valeur du quotient de ce facteur par le produit de la vitesse angulaire nominale et de la consommation électrique interne du compteur, etc.; pour huit des compteurs, les valeurs de sept des grandeurs précédentes sont rassemblées dans un tableau récapitulatif qui en facilite la comparaison. Il conclut de son étude que les compteurs à couple moteur élevé ne sont pas toujours les plus sensibles, ni ceux présentant le meilleur facteur organique et qu'il est possible de construire des compteurs ayant un facteur organique élevé tout en n'ayant qu'un faible couple moteur.

V. **Justifications et essais comparatifs.** — Ayant évalué chacun des couples de frottement, la détermination de

$$F = \frac{C_m}{\Sigma C_f}$$

s'ensuit immédiatement.

La connaissance du « facteur organique » du compteur va nous permettre maintenant d'apprécier ses qualités et surtout de prévoir la conservation de ces qualités dans le temps.

L'arrêté ministériel du 8 janvier 1920 [2] a fixé, pour la France, les conditions exigées pour l'approbation d'un type de compteur. Notre législation, en effet, se contente d'imposer l'examen sévère d'un compteur type et admet implicitement que tous les compteurs de la série auront les mêmes qualités. En particulier, d'après cet arrêté, les courbes d'erreurs doivent être renfermées entre deux lignes limites à écartement variable selon les conditions de fonctionnement. Le compteur doit, en outre, pouvoir démarrer au 1/200 de sa charge nominale, si c'est un appareil à courant alternatif et au 1/100 de cette charge, si c'est un appareil à courant continu, la consommation des circuits dérivés ne devant pas dépasser 1,5 w par 100 v pour les appareils à induction et 4 w par 100 v pour les compteurs à courant continu.

Or, sans vouloir mettre en cause le moins du monde la probité des constructeurs, il va de soi que les compteur livrés au commerce ne pourront jamais être aussi soignés que ceux présentés aux essais officiels d'approbation. D'autre part, si un compteur donne des indications suffisamment exactes au début de son installation, on peut se demander quelle sera la valeur de ces indications au bout de cinq ou même dix années de service.

Les compagnies de distribution perçoivent bien, sous des rubriques diverses, des redevances destinées à payer l'entretien des compteurs; cependant, à part quelques exceptions d'autant plus louables qu'elles sont rarissimes, ces redevances ne constituent que des augmentations déguisées du prix de vente du courant et, en fait, les compteurs sont purement et simplement abandonnés à eux-mêmes.

Or, les qualités d'un compteur se modifient dans le temps.

Si, au point de vue électrique, on peut tenir comme négligeables les changements d'état moléculaires qui viendront modifier à la longue la résistance des enroulements, si même à la rigueur encore on peut admettre que, en raison des progrès réalisés dans la construction et surtout dans le vieillissement artificiel des aimants, le couple freinant des compteurs ne subira pas de diminution appréciable, il n'en va plus de même des qualités d'ordre mécanique qui, en raison de l'usure des organes, du dessèchement de l'huile, etc..., s'altèreront et viendront insensiblement changer l'allure de la courbe d'étalonnage du compteur aux faibles régimes de charge.

On s'est bien inquiété, il est vrai, d'évaluer les qualités mécaniques des compteurs et l'intention du législateur apparaît dans le fait que la mesure du couple

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 7 et 14 juin 1924, t. XV, p. 1035-1043 et 1083-1095.

(2) *Revue générale de l'Électricité*, 13 mars 1920, t. VII, p. 380-384.

moteur, qui ne figurait pas dans l'arrêté de 1910, a été imposée par l'arrêté de 1920. On a d'ailleurs beaucoup épilogué sur cette question du couple moteur. C'est en effet une erreur manifeste de croire que de la plus ou moins grande valeur du couple moteur dépendra la plus ou moins grande sensibilité de l'appareil. Les compteurs, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif, sont des appareils qui, en principe, fournissent un travail extérieur nul, et quelle que soit la valeur donnée au couple, on a, à chaque instant, l'identité :

Couple moteur — couples freinants = 0.

Si le couple moteur croît, il faut augmenter de même les couples freinants.

Ce qu'il nous faut donc considérer, en réalité, c'est l'excès du couple moteur sur la somme des couples de frottement : plus cet excès sera grand et plus le compteur démarrera facilement. D'autre part, l'examen des divers couples de frottement renseignera sur l'accroissement probable de ces frottements dans le temps. Le frottement de pivotement sera d'autant plus constant que l'acier du pivot sera plus dur et travaillera sous une pression spécifique plus réduite. D'autre part, les frottements de tous les organes mobiles seront d'autant plus constants qu'aucun lubrifiant ne pourra venir en modifier la valeur et que des précautions seront prises pour éviter l'introduction des poussières, etc.

Dans l'étude des couples de frottement, il nous faut distinguer ceux qui agissent exclusivement au démarrage, c'est-à-dire les couples dus aux pivots et à la minuterie.

Naturellement, il faudrait considérer, si l'on envisage la détermination du facteur organique au démarrage, la valeur du couple-moteur pour la charge « administrative » de démarrage, c'est-à-dire pour le 1/200 ou le 1/100 de la charge nominale, et cette valeur peut-être sensiblement différente (en raison du couple compensateur des frottements) du 1/200 ou du 1/100 du couple moteur à pleine charge. Comme il est pratiquement très difficile de mesurer la valeur de ce couple au démarrage, nous conviendrons de définir le facteur organique à cette charge : le rapport entre le couple moteur théorique pour la charge administrative de démarrage et la somme des couples de frottement au démarrage.

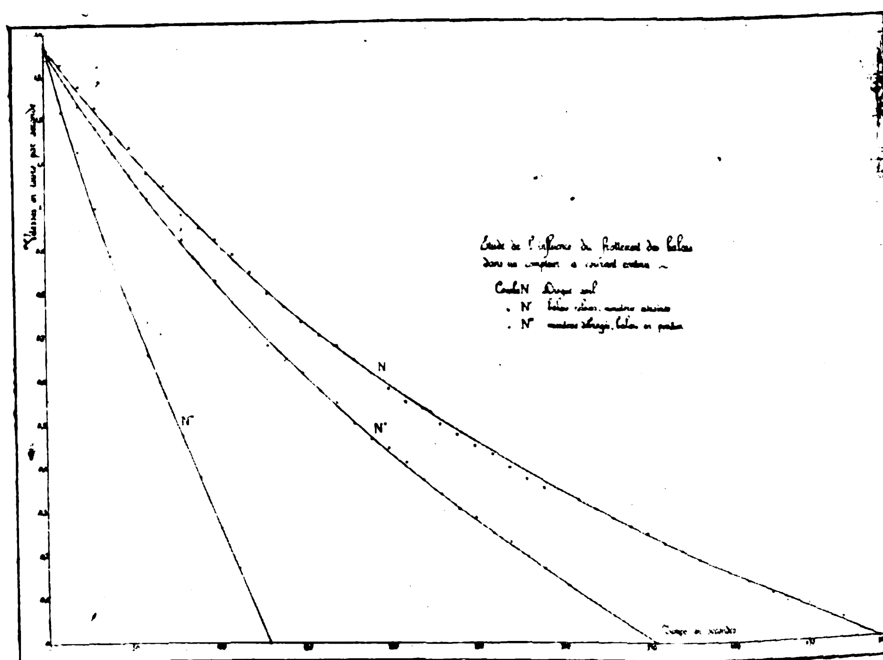


Fig. 9. — Étude de l'influence du frottement des balais dans un compteur à courant continu.

Il faudrait, en outre, tenir compte de l'action des organes d'arrêt destinés à annuler la marche à vide, et qui contribuent à diminuer la sensibilité au démarrage.

Le compteur sera évidemment d'autant plus sensible que le facteur organique au démarrage sera plus grand, et c'est pourquoi nous préconisons l'introduction de la mesure de ce facteur dans les épreuves administratives d'approbation, puisque l'étude des différents couples de frottement est susceptible de donner une indication sur la conservation dans le temps des qualités du compteur.

Quel que soit l'intérêt que peut présenter l'obtention d'un facteur organique élevé, il ne faut pas oublier que ce résultat peut être acquis aux dépens de la consommation interne de l'appareil ; il faut donc qu'en même temps le compteur présente une consommation interne aussi réduite que possible.

Ayant eu l'occasion d'examiner un très grand nombre de compteurs d'électricité, nous avons été amené à

comparer leurs qualités d'ordre électrique et d'ordre mécanique. Si nous désignons par ε le maximum de l'écart (pour des conditions de fonctionnement déterminées, par exemple pour un compteur à induction avec $\cos \varphi = 1$) entre les lignes limites mesurant l'erreur relative entre la puissance vraie et la puissance indiquée et que, d'autre part, nous comparions cette valeur de ε que nous appellerons « écart caractéristique » aux vitesses de régime, nous remarquons que ε est d'autant plus petit que la vitesse de régime elle-même est plus réduite. Or, nous avons vu dans cette étude que la réduction de certains couples de frottement était d'autant plus facilitée que la vitesse de régime était elle-même plus petite ; il y a donc concordance entre les conditions à réaliser pour augmenter les qualités électriques et les qualités mécaniques des compteurs à induction.

Si n est la vitesse nominale, en tours par minute, d'un compteur à induction, le produit

$$\frac{C_m}{C_f} \cdot \frac{1}{n}$$

rendra compte des qualités électriques et mécaniques de l'appareil, étant sous-entendu que ce dernier *satisfait par ailleurs aux conditions administratives.* En outre, l'usure des organes de pivotement, toutes autres choses égales, sera d'autant plus rapide que n sera plus grand.

Si maintenant nous rapportons ce produit à la consommation interne W du compteur (W représentant la consommation du circuit « tension » seul), le produit

$$\frac{C_m}{C_f} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{W}$$

permettra, étant donné un certain nombre de compteurs satisfaisant aux conditions administratives, de déterminer quels seront ceux qui présenteront la plus grande sécurité de marche pour la consommation la plus réduite.

Il est évident qu'il est nécessaire de considérer chacun des termes isolément selon que l'on attribuera plus ou moins d'importance aux qualités d'ordre mécanique ou à celles d'ordre électrique.

Nous avons vu plus haut que, si l'on ne considère que les frottements dus aux pivots, le facteur organique d'un compteur à induction prend au démarrage la forme suivante :

$$F = \frac{C_m}{C_f} = \frac{KP}{K'P^{\frac{4}{3}}} = \frac{k'}{\sqrt[3]{P}}.$$

Autrement dit, étant donné une série de compteurs à induction ayant le même circuit magnétique et des équipages mobiles différents, leur facteur organique est indépendant du couple moteur et inversement proportionnel à la racine cubique du poids de l'équipage.

De tout ce qui précède, il est facile de déduire les conditions optima de fonctionnement d'un compteur, c'est-à-dire :

Au point de vue mécanique : réduction des frottements sans interposition de lubrifiant et accroissement du couple-moteur, ce qui revient à rendre maximum $\frac{C_m}{\Sigma C_f}$.

Au point de vue électrique : réalisation d'un écart caractéristique minimum pour les différentes conditions de fonctionnement, sans préjudice évidemment d'une consommation interne aussi réduite que possible.

Pour les compteurs à induction, dont nous nous sommes occupé principalement dans cette étude, ce sont là des conditions contradictoires et la question ne peut évidemment se résoudre que par un compromis.

On peut, pour améliorer le facteur organique, adopter l'une ou l'autre des deux solutions suivantes :

Ou élever le couple moteur en valeur absolue sans s'inquiéter des couples de frottement ;

Ou bien adopter un couple faible, ce qui permettra de réduire l'écart caractéristique et la consommation interne, et s'attacher à diminuer les couples de frottement.

Enfin, on peut choisir un moyen terme entre ces deux solutions.

Quelle que soit la solution adoptée, la mesure du facteur organique sera un critérium sûr pour juger les qualités d'un appareil.

En résumé, on ne devra donc plus, pour comparer des compteurs entre eux, considérer isolément la mesure du couple moteur, mais toujours la rapporter, non pas au poids de l'équipage mobile (évaluation du facteur de qualité), mais bien aux couples de frottement développés à l'origine dans le système.

Nous avons appliqué cette méthode d'investigation à un certain nombre de compteurs actuellement en usage dans les secteurs français et étrangers.

Afin de tenir compte de l'encrassement des minuteries, nous avons d'abord essayé les appareils tels que nous les avons reçus des constructeurs, puis les compteurs ont été mis pendant 24 heures dans une chambre close maintenue à 120° C pour opérer le dessèchement de l'huile, ce temps d'épreuve ayant été déterminé empiriquement et par comparaison avec des compteurs ayant deux années de service et placés dans des conditions d'installation aussi parfaites que possible. Les essais effectués sont indiqués dans les tableaux ci-après, les lettres A, B, C et D désignant des compteurs de construction française et les lettres E, F, G, H et X représentant des compteurs de construction értangère. Tous ces compteurs sont du calibre 10 ampères, 110 volts, 50 périodes par seconde, le compteur X étant un appareil à courant continu.

COMPTEUR A. — Disque en aluminium de 95 mm de diamètre, pesant 28 g, serti sur un axe en duralumin ; vis tangente décolletée dans la matière de l'arbre.

Etat de la crapaudine (examen au microscope), très bon.

Palier supérieur à aiguille-guide, bien conditionné.

Vitesse de régime, 50 t : mn.

Forme de l'aimant, type Y.

Essai n° 1.

Tableau et courbe A, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,909
20	0,833
30	0,787
40	0,715
50	0,675
60	0,606
70	0,565
80	0,532
90	0,483
100	0,456
110	0,416
120	0,385
130	0,357
140	0,323
150	0,286
160	0,265
170	0,238
180	0,213
190	0,192
200	0,164
222	0,1205
255	0,068
299	0

Moment d'inertie,

$$t_1 = 8,40 \text{ s}, \quad t_2 = 9,42 \text{ s},$$

$$K = 65,9 \frac{\overline{8,40}^2}{\overline{9,42}^2 - \overline{8,40}^2} = 253 \text{ g-cm}^2.$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,274}{174} = 0,0099 \text{ radian : s}^2$$

Couple de frottement du disque seul (palier inférieur plus palier supérieur), 0,00255 cm-g.

Couple des pertes dues au frottement du disque dans l'air pour la vitesse de régime, 0,0069 cm-g.

Couple des pertes dues au laminage de l'air dans l'aimant, 0,002 cm-g.

Essai n° 2. — La crapaudine de ce compteur étant huilée, nous avons procédé à son dessèchement et recommencé l'essai 1.

Tableau et courbe A″, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,05
10	0,95
20	0,87
30	0,80
40	0,726
50	0,666
60	0,624
70	0,556
80	0,512
90	0,476
100	0,416
110	0,385
120	0,351
130	0,312
150	0,256
160	0,232
173	0,196
184	0,159
191	0,150
206	0,117
215	0,0952
267	0

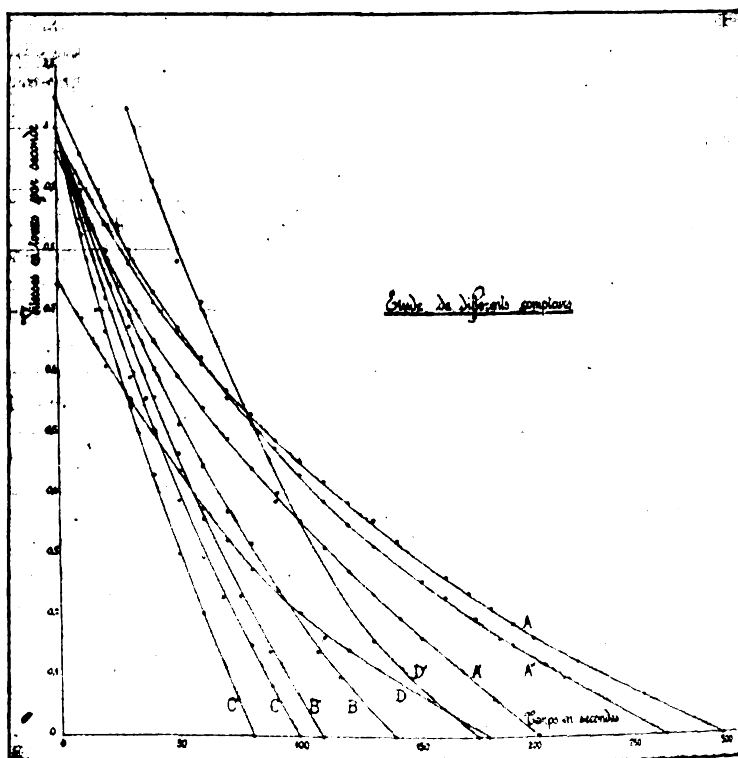


Fig. 10. — Courbes d'essais de différents compteurs.

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,224}{117} = 0,012,$$

Couple dû au frottement du pivot sur la crapaudine desséchée,

$$(C_f)_0 = \frac{0,012 \times 253}{981} = 0,0031 \text{ cm-g.}$$

(soit une augmentation de 30 pour 100).

Essai n° 3.

Tableau et courbe A', figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0.96
10	0,89
20	0.78
30	0,714
40	0,650
50	0,588
60	0,526
70	0,483
80	0,439
90	0,382
100	0,352
110	0,308
120	0,275
130	0,234
143	0,191
150	0,165
182	0,0606
203	0

Couple de frottement dû à la minuterie (neuve et fraîchement huilée), 0,0026 cm-g.

Couple de frottement dû à la minuterie desséchée, 0,0045 cm-g.

Consommation des électroaimants de « tension », 0,6 w par 100 v.

Couple moteur à pleine charge, 7,45 cm-g.

Valeur théorique du couple actif au démarrage, 37,25 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 7,6 cm-mg.

Facteur organique au démarrage,

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} = \frac{37,25}{7,6} = 4,9.$$

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 4,9 \times \frac{1}{50} \times \frac{1}{0,6} = 0,163.$$

Compteur B. — Disque en aluminium de 95 mm de diamètre pesant 30,60 g, monté au moyen d'un moyeu fondu sur un arbre en laiton ; vis tangente décolletée à même dans l'arbre.

Etat de la crapaudine très bon.

Conditionnement du palier supérieur, médiocre.

Essai n° 1.

Tableau et courbe B, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1.00
10	0.87
20	0.80
30	0.69
40	0.605
50	0,512
60	0.445
70	0.370
80	0,318
91	0.235
107	0,145
116	0.10
139	0

Moment d'inertie :

$$t_1 = 8,10 \text{ s} \qquad t_2 = 9,15 \text{ s}$$

$$K = 65,9 \times \frac{\overline{8,10}^2}{\overline{9,15}^2 - \overline{8,10}^2} = 230 \text{ g-cm}^2$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,26}{64,5} = 0,0249 \text{ radian : s}^2$$

Couple de frottement dû aux paliers,

$$\frac{240}{98} \times 0,0249 = 0,0061 \text{ cm-g}.$$

Couple de frottement dû au palier supérieur seul, 0,003 cm-g.

Couple de frottement dû à la crapaudine seule, 0,0031 cm-g.

Couple dû à la résistance de l'air pour la vitesse nominale de 50 t : mn, 0,009 cm-g.

Couple dû au laminage de l'air dans l'aimant (forme Y), 0,002 cm-g.

Essai n° 2. — Détermination des frottements de la minuterie.

Tableau et courbe B', figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0.893
20	0.793
30	0,676
40	0.556
50	0.465
60	0.357
75	0,230
87	0,140
109	0

Couple de frottement total, 0,010 cm-g.

Couple de frottement dû à la minuterie neuve et fraîchement huilée,

$$0,010 - 0,0061 = 0,0039 \text{ g-cm}.$$

Couple dû à la minuterie après résinification de l'huile, 0,005 cm-g.

Couple moteur à pleine charge, 6,4 cm-g.

Consommation des électroaimants de « tension », 0,96 w par 100 v.

Couple actif théorique pour la valeur administrative de démarrage, 34 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 11,1 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\left(\frac{C_m}{\Sigma C_t}\right)_0 = 3{,}07$.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_t}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 0{,}064.$$

Compteur C. — Disque en aluminium de 85 mm de diamètre pesant 30,43 g, fixé au moyen d'un moyeu fondu sur un axe en laiton ; vis sans fin rapportée.

Palier supérieur bien conditionné.

Etat de la crapaudine, mauvais (traces d'abrasifs et de limailles de laiton, pellicule adhérente sur le fond de la creusure).

Essai n° 1. — Frottements des paliers :

Tableau et courbe C, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,87
20	0,74
30	0,588
40	0,50
50	0,385
60	0,29
68	0,227
79	0,151
88	0,0808
99	0

Moment d'inertie du disque :

$$t_1 = 6{,}72 \text{ s} \qquad t_2 = 7{,}96 \text{ s}$$

$$K = 65{,}9 \times \frac{\overline{6{,}72}^2}{\overline{7{,}96}^2 - \overline{6{,}72}^2} = 163{,}5 \text{ g-cm}^2,$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}544}{74} = 0{,}047 \text{ radian : s}^2$$

Couple de frottement dû aux paliers,

$$\frac{163{,}5}{981} \times 0{,}047 = 0{,}0078 \text{ cm-g}.$$

Couple des pertes dues à l'air à la vitesse de régime (50 t : mn), 0,0064 g-cm.

Couple des pertes dues au laminage de l'air dans les aimants (forme Z), 0,006 cm-g.

Essai n° 2.

Tableau et courbe C, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,832
20	0,668
30	0,540
40	0,415
50	0,30
59	0,205
80	0

Couple de frottement dû aux paliers et à la minuterie, 0,0105 cm-g.

Couple de frottement dû à la minuterie neuve et fraichement huilée,

$$0{,}0105 - 0{,}0078 = 0{,}0027 \text{ cm-g}.$$

Couple de frottement de la minuterie après résinification de l'huile, 0,0042 cm-g.

Couple moteur à pleine charge, 5,6 cm-g.

Consommation des électroaimants de « tension », 0,90 w par 100 v.

Couple moteur théorique au démarrage, 28 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 11,3 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{28}{11{,}3} = 2{,}47$.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_t}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 0{,}05.$$

Compteur D. — Disque en aluminium de 80 mm de diamètre, monté par sertissage sur un arbre en duralumin ; vis sans fin en laiton rapportée sur l'arbre.

Poids de l'équipage mobile, 12,6 g.

Etat de la crapaudine, très bon.

Etat du palier supérieur (dispositif à aiguille), très bon.

Essai n° 1.

Tableau et courbe D, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	0,74
10	0,69
20	0,606
30	0,556
40	0,476
50	0,435
60	0,370
70	0,323
80	0,275
90	0,233
100	0,204
110	0,101
120	0,142
182	0

Moment d'inertie :

$$t_1 = 4{,}84 \text{ s} \qquad t_2 = 6{,}42 \text{ s}$$

$$K = 65{,}9 \frac{(4{,}84)^2}{(6{,}42)^2 - (4{,}84)^2} = 85 \text{ g-cm}^2,$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}362}{182} = 0{,}012 \text{ radian : s}^2$$

$$C_f = \frac{2\pi}{981} \times 85 \times \frac{0{,}362}{182} = 0{,}00108 \text{ cm-g}.$$

N. B. — L'équipage mobile ayant son centre de gravité plus bas que le point de pivotement et le disque n'ayant aucun balourd décelable, les frottements du palier supérieur sont absolument négligeables.

Couple dû à la résistance de l'air pour la vitesse nominale de 31 t : mn, 0,0021 cm-g.

Couple des pertes dues au laminage de l'air dans l'aimant (forme Y) à la vitesse de régime, 0,0004 cm-g.

Couple moteur à pleine charge, 2,2 cm-g.

Consommation du circuit « tension », 0,29 w par 100 v.

Essai n° 2.

Tableau et courbe D, figure 10.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,60
10	1,25
20	1,14
30	1,03
40	0,91
50	0,78
60	0,714
70	0,617
80	0,515
90	0,40
100	0,285
110	0,210
120	0,179
130	0,160
175	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 0{,}034,$$

Couple de frottement de l'équipage et de la minuterie,

$$C_f = \frac{85 \times 0{,}034}{981} = 0{,}00295 \text{ cm-g soit environ } 0{,}003 \text{ cm-g.}$$

Couple dû à la minuterie,

$$0{,}003 - 0{,}00108 = 0{,}0019 \text{ cm-g.}$$

Cette minuterie n'étant pas huilée et la vitesse du compteur étant très réduite ($n = 31$ t : mn), nous admettrons que le couple de frottement reste constant dans le temps.

Couple moteur théorique au démarrage, 11 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 2,9 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{11}{2{,}9} = 3{,}8.$

Cette valeur élevée du facteur organique assure un excellent démarrage, malgré la faiblesse relative du couple moteur.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 0{,}42,$$

Compteur E. — Disque en aluminium de 95 mm de diamètre pesant 34,85 g, monté au moyen d'un alliage fondu sur un arbre en acier.

Crapaudine et palier supérieur très bien conditionnés et en excellent état.

Essai n° 1.

Tableau et courbe E, figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,91
20	0,833
30	0,78
40	0,712
50	0,64
60	0,590
70	0,55
80	0,50
90	0,450
100	0,40
110	0,356
120	0,322
130	0,274
140	0,25
150	0,217
160	0,191
172	0,154
180	0,141
196	0,103
221	0,0575
251	0

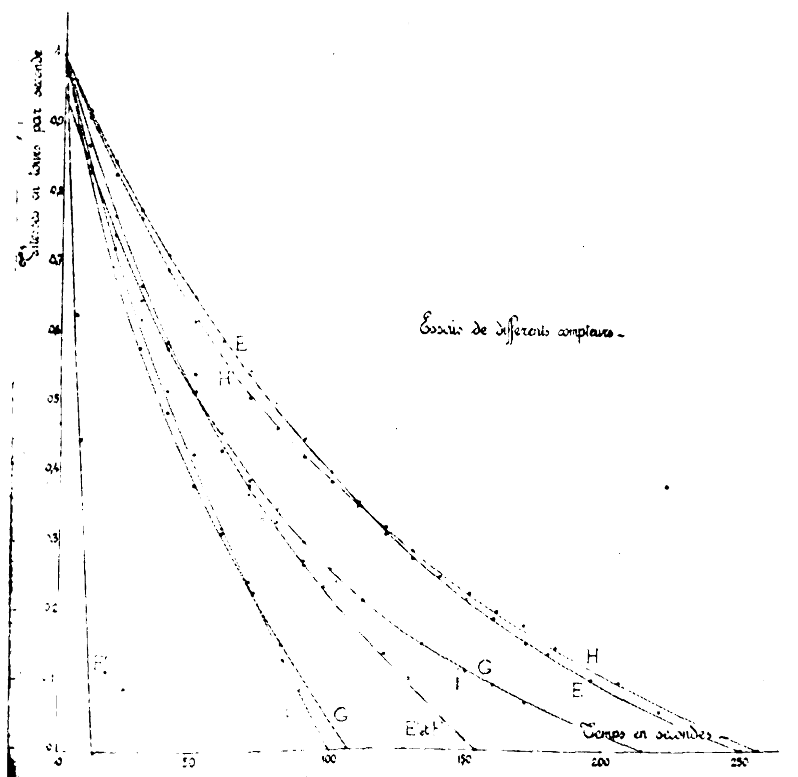


Fig. 11. — Courbes d'essais de différents compteurs.

Moment d'inertie :

$$t_1 = 9,20 \text{ s} \qquad t_2 = 10,12 \text{ s}$$

$$K = 65,0 \frac{\overline{9,20}^2}{\overline{10,12}^2 - \overline{9,20}^2} = 313 \text{ g-cm}^2,$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,282}{151} = 0,0117 \text{ radian : s}^2.$$

Couple de frottement dû aux deux paliers,

$$C_f = \frac{313 \times 0,0117}{981} = 0,00375 \text{ cm-g},$$

à la vitesse de régime (50 t : mn, ou 0,834 t : s).

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_{0,83} = 2\pi \times \frac{0,455}{70} = 0,041.$$

Couple freinant dû à l'air et aux paliers.

$$C_{0,83} = \frac{0,041 \times 313}{981} = 0,013 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à l'air seul,

$$0,013 - 0,0037 = 0,0093 \text{ cm-g}.$$

Couple freinant dû au laminage de l'air dans l'aimant à la vitesse nominale, 0,002 cm-g.

Couple moteur, 5 cm-g.

Consommation de l'électroaimant de « tension, » 0,7 w par 100 v.

Essai n° 2.

Tableau et courbe E, figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,87
20	0,77
30	0,666
40	0,588
50	0,526
60	0,46
70	0,385
80	0,322
90	0,274
98	0,237
120	0,140
129	0,104
154	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,425}{104} = 0,0256 \text{ radian : s}^2$$

Couple total (disque + minuterie),

$$C_f = \frac{313 \times 0,0256}{981} = 0,0082 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à la minuterie seule, 0,0044 cm-g.

L'essai a été fait sur un compteur en service depuis deux années ; nous avons constaté que les huiliers étaient pratiquement secs.

Couple actif théorique au démarrage, 25 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 8,1 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{25}{8,1} = 3,1$,

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 0,098.$$

Compteur F. — Disque en aluminium de 70 mm de diamètre pesant 14 g monté par sertissage sur un axe en laiton.

Etat des paliers inférieur et supérieur, très bon.

Essai n° 1.

Tableau et courbe E, figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,83
20	0,714
30	0,666
40	0,588
50	0,526
60	0,435
70	0,370
80	0,333
90	0,270
101	0,208
112	0,156
120	0,128
129	0,086
153	0

Moment d'inertie :

$$t_1 = 4,17 \text{ s} \qquad t_2 = 5,97 \text{ s}$$

$$K = 65,9 \times \frac{\overline{4,17}^2}{\overline{5,97}^2 - \overline{4,17}^2} = 63 \text{ g-cm}^2.$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = \frac{2\pi \times 0,411}{103} = 0,025 \text{ radian : s}^2$$

Couple dû aux paliers seuls,

$$C_{f0} = 0,025 \times \frac{63}{981} = 0,0016 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à l'action de l'air sur le disque pour la vitesse nominale de 45 t : mn, 0,0023 cm-g.

Couple dû au laminage, 0,0012 cm-g.

Couple moteur, 5,3 cm-g.

Consommation de l'électroaimant de « tension », 1,65 w par 100 v.

Essai n° 2. — Tableau et courbe F', figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1.00
6	0,628
8	0,428
13	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = \frac{1}{13} \times 2\pi = 0{,}483 \text{ radian : s}^2$$

Couple total dû au disque et à la minuterie,

$$C_{fp+m} = 0{,}483 \times \frac{63}{981} = 0{,}030 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à la minuterie,

$$0{,}030 - 0{,}0016 = 0{,}028 \text{ cm-g},$$

valeur évidemment très élevée due aux erreurs de conception et d'exécution de cette minuterie.

Couple actif théorique au démarrage, 26,5 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage 29,6 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{26{,}5}{29{,}6} = 0{,}9$.

Comme on pouvait s'y attendre d'ailleurs, puisque le facteur organique est plus petit que l'unité, le compteur est incapable de démarrer au 1/200° de la charge nominale.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{p} = 0{,}0135.$$

COMPTEUR G. — Disque en aluminium de 100 mm de diamètre pesant 12 g, monté au moyen d'un moyeu fondu sur un arbre en acier.

Etat du palier inférieur, bon.

Etat du palier supérieur, assez bon.

Essai n° 1. — Tableau et courbe G, figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,83
20	0,74
30	0,65
40	0,58
50	0,52
60	0,45
70	0,39
80	0,35
90	0,30
100	0,26
112	0,217
122	0,183
134	0,152
150	0,113
160	0,095
172	0,07
215	0

Moment d'inertie :

$$t_1 = 6{,}14 \text{ s} \qquad t_2 = 7{,}45 \text{ s}$$

$$K = 65{,}9 \, \frac{\overline{6{,}14}^2}{\overline{7{,}45}^2 - \overline{6{,}14}^2} = 139{,}5 \text{ g-cm}^2.$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = \frac{0{,}193}{115} \times 2\pi = 0{,}0105 \text{ radian : s}^2$$

Couple dû aux paliers,

$$C_f = \frac{139{,}5 \times 0{,}0105}{981} = 0{,}0015 \text{ cm-g},$$

valeur très faible comme on pouvait s'y attendre du fait du poids réduit de l'équipage.

En raison des stries imprimées dans le disque et du grand diamètre de ce dernier, l'influence de l'air devient très sensible à partir de $n = 0{,}20$ t : s.

A la vitesse de régime (30 t : mn ou 0,5 t : s), on a

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_{0,5} = 2\pi \frac{0{,}34}{51} = 0{,}042\,;$$

d'où un couple total

$$(C_f)_{0,5} = \frac{139{,}5 \times 0{,}042}{981} = 0{,}006 \text{ cm-g}$$

et un couple dû à l'air de 0,0045 cm-g, valeur évidemment très élevée.

Essai n° 2. — Tableau et courbe G', figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,90
20	0,710
30	0,582
40	0,49
50	0,385
60	0,318
72	0,23
82	0,155
90	0,091
107	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0{,}51}{81} = 0{,}0395, \text{ radian : s}^2$$

Couple total dû au disque et à la minuterie,

$$C_f = \frac{139{,}5 \times 0{,}0395}{981} = 0{,}0056 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à la minuterie,

$$0{,}0056 - 0{,}0015 = 0{,}0041 \text{ cm-g}.$$

Cette minuterie n'étant pas huilée, on n'a pas procédé à son étuvage.

Couple moteur, 2,8 cm-g.

Consommation de l'électroaimant de « tension », 1,29 w par 100 v.

Couple actif théorique au démarrage, 14 cm-mg.

Somme Σ des couples de frottement au démarrage, 5,6 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{14}{5,6} = 2,5$.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{W} \times \frac{1}{n} = 0,064.$$

Compteur H. — Disque en aluminium comportant deux lignes de gaufrage.

Diamètre 105 mm ; poids 35,20 g ; le disque est monté sur un arbre en acier par l'intermédiaire d'un moyeu fondu tourné après coulée.

Vis sans fin en laiton rapportée sur l'arbre.

Etat de la crapaudine, très bon.

Etat du palier supérieur, bon.

Minuterie à rouleaux.

Essai n° 1. — Tableau et courbe H, figure 11.

Tableau et courbe H, figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,905
20	0,830
30	0,770
40	0,695
50	0,620
60	0,582
70	0,510
80	0,465
90	0,425
100	0,385
110	0,350
120	0,310
130	0,285
140	0,25
151	0,227
161	0,200
171	0,180
183	0,150
206	0,10
257	0

Moment d'inertie :

$$t_1 = 9,34 \text{ s} \qquad t_2 = 10,28 \text{ s}$$

$$K = 65,9 \frac{\overline{9,34}^2}{\overline{10,28}^2 - \overline{9,34}^2} = 311 \text{ g-cm}^2,$$

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{160}{82} = 0,0122 \text{ radian : s}^2$$

$$C_f = \frac{311}{981} \times 0,0122 = 0,004 \text{ cm-g}.$$

En raison des deux lignes de gaufrage, dont le relief sur le plan du disque est très appréciable, la résistance due à l'air est relativement importante.

A la vitesse de régime (0,5 t : s), on a, pour l'accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_{0,5} = 2\pi \frac{0,37}{74} = 0,0314 \text{ radian : s}^2$$

d'où un couple total de frottement

$$C_f = \frac{0,0314 \times 311}{981} = 0,010 \text{ cm-g}.$$

Le couple dû à l'air est égal à 0,006 cm-g, soit une valeur supérieure à celle que présentent, pour la même vitesse, les autres compteurs à disque lisse.

Essai n° 2. — Essai avec minuterie (5 rouleaux en prise).

Tableau et courbe H', figure 11.

Temps (en secondes)	Vitesse (en tours par seconde)
0	1,00
10	0,87
20	0,725
30	0,625
40	0,520
50	0,430
60	0,323
70	0,244
83	0,131
100	0

Accélération angulaire,

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_0 = 2\pi \frac{0,20}{25} = 0,0502 \text{ radian : s}$$

Couple total (disque + minuterie),

$$C_f = \frac{311}{98} \times 0,0502 = 0,0156 \text{ cm-g}.$$

Couple dû à la minuterie,

$$0,0156 - 0,004 = 0,011 \text{ cm-g}.$$

Couple moteur, 4,6 cm-g.

Consommation de l'électroaimant de « tension », 0,7 w par 100 v.

Couple actif théorique au démarrage, 23 cm-mg.

Somme des couples de frottement au démarrage, 15,6 cm-mg.

Facteur organique au démarrage, $\frac{23}{15,6} = 1,47$.

Produit

$$\left(\frac{C_m}{\Sigma C_f}\right)_{\frac{1}{200}} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{W} = 0,06.$$

Nous avons résumé dans le tableau suivant les principaux résultats des essais effectués sur les compteurs A, B, C, D, E, F, G, H.

TABLEAU RÉCAPITULATIF.

COMPTEURS	VITESSE de régime, en tours par minute	POIDS de l'équipage, en grammes	COUPLE MOTEUR théorique au démarrage 1/200 du couple moteur en cm-mg	Σ DES COUPLES de frottement au démarrage, en cm-mg	FACTEUR organique au démarrage	CONSOMMATION du circuit par 100 volts, en watts	PRODUIT $\frac{(C_m)}{\Sigma C_f} \frac{1}{W}$
A	50	28	37,25	7,6	4,9	0,60	8,17
B	50	30,6	32	11,1	2,29	0,96	3,007
C	50	30,43	28	11,3	2,47	0,90	2,5
D	31	12,6	11	2,9	3,8	0,29	13
E	50	34,85	25	8,1	3,1	0,70	4,92
F	40	14	26,5	29,6	0,9	1,65	0,54
G	30	12	14	5,6	2,5	1,29	1,93
H	30	35,2	23	15,6	1,47	0,70	2,1

VI **Conclusions générales.** — Nous tirerons de cette étude les conclusions suivantes :

1° Il est possible, par une construction soignée et une étude rationnelle de tous les organes de pivotement, de réaliser des compteurs à couple faible et à facteur organique élevé ;

2° Les compteurs à couple moteur élevé ne sont pas toujours les plus sensibles, ni ceux qui présentent le meilleur facteur organique ;

3° Enfin, nous ajouterons pour terminer que nous avons pu relever dans les appareils de construction française un progrès très sensible sur les fabrications d'avant-guerre, et nous sommes heureux de constater qu'un certain nombre de compteurs français peuvent aujourd'hui, avantageusement, être comparés aux appareils de construction étrangère [1].

René-Marcel FICHTER,
Docteur es sciences,
Ingénieur I. E. N., Licencié en Droit.

Revues, analyses et informations

La théorie des filtres d'ondes composés d'éléments de circuits couplés [1].

I. INTRODUCTION. — Dans cet article, des chaines composées de circuits couplés seront traitées d'une manière similaire à celle que l'on emploie pour déterminer les propriétés des lignes longues à constantes réparties.

II. PROPAGATION DU COURANT DANS UNE CHAINE COMPOSÉE D'ÉLÉMENTS IDENTIQUES. EQUATIONS GÉNÉRALES ET CONSTANTES DE PROPAGATION. — Considérons la chaine de circuits tous identiques représentée par la figure 1. Chaque circuit considéré isolément a une impédance qui sera représentée par Z_c.

L'impédance mutuelle schématiquement représentée par un petit rectangle sera désignée par Z_m, c'est-à-dire que la tension dans le ($q_{ième}+1$) circuit due au courant dans le $q^{ième}$ circuit est $I_q Z_m$.

La source d'énergie est représentée par un générateur qui à travers une impédance Z_0 débite dans un circuit terminal ayant la moitié de l'impédance normale. La chaine se termine à l'autre extrémité par un demi-circuit fermé sur une impédance de charge Z_n.

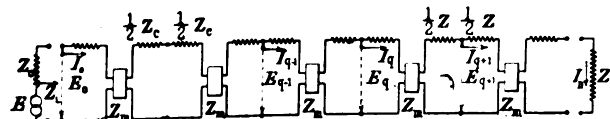


Fig. 1. — Schéma d'une ligne formé d'un enchainement de circuits identiques.

Appliquant la loi de Kirkhoff au $q^{ième}$ circuit on a

$$-Z_m I_{q-1} - Z_m I_{q+1} - Z_c I_q = 0. \qquad (1)$$

[1] J. PETERS. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, mai 1923, t. XLII, p. 445-462, 15 000 mots, 22 fig.

[1] Je me dois d'exprimer ici mes remerciments à MM. Brandt et Fouilleret, qui ont obligeamment mis leur laboratoire à ma disposition, à MM. les constructeurs, qui m'ont confié des compteurs en vue d'essais, et à mes collaborateurs, M. Lognon, ingénieur I. E. N., licencié es sciences, et MM. Laroche et Bortault, contremaitres précisionnistes, qui ont su réaliser les délicats appareils nécessités par mes expériences.

La tension mesurée au point milieu du $q^{\text{ième}}$ circuit est :

$$E_q = - Z_m I_{q-1} - \frac{Z_c}{2} I_q. \qquad (2)$$

La solution de l'équation (1) qui relie les courants dans trois circuits adjacents est de la forme

$$I_q = Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau}. \qquad (3)$$

Substituant (3) dans l'égalité (1), on a

$$\frac{Z_c}{Z_m}(Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau}) + Ae^{-\tau}e^{q\tau} + Be^{\tau}e^{-q\tau} + Ae^{\tau}e^{q\tau} + Be^{-\tau}e^{-q\tau} = 0. \qquad (4)$$

$$\frac{Z_c}{Z_m}(Ae^{q\tau}+Be^{-q\tau})+Ae^{q\tau}(e^{\tau}+e^{-\tau})+Be^{-q\tau}(e^{\tau}+e^{-\tau})=0, \qquad (5)$$

$$(Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau})\left(\frac{Z_c}{Z_m} + e^{\tau} + e^{-\tau}\right) = 0. \qquad (6)$$

Si le premier facteur était identiquement nul, il ne passerait aucun courant dans la chaine. Le premier facteur est donc différent de zéro et on a

$$\frac{Z_c}{Z_m} + (e^{\tau} + e^{-\tau}) = 0, \qquad (7)$$

$$\cosh \tau = - \frac{Z_c}{2 Z_m}. \qquad (8)$$

L'égalité (8) relie la constante de propagation τ aux constantes du circuit. Les constantes A et B sont arbitraires et peuvent être déterminées en fonction de deux valeurs de l'intensité ou de la tension.

$$E_q = - Z_m(Ae^{(q+1)\tau} + Be^{-(q+1)\tau}) - \frac{Z_c}{2}(Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau}). \qquad (9)$$

De l'équation (5), on tire

$$\frac{Z_c}{2}(Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau}) = - \frac{Z_m}{2}(e^{\tau} + e^{-\tau})(Ae^{q\tau} + Be^{-q\tau}). \qquad (10)$$

Substituant (10) dans (9), on a

$$E_q = - (Z_m \sinh \tau)[Ae^{q\tau} - Be^{-q\tau}]. \qquad (11)$$

D'après (8),

$$\cosh \tau = - \frac{Z_c}{2 Z_m}; \quad \sinh \tau = \sqrt{\frac{Z_c^2}{4 Z_m^2} - 1},$$

et, en substituant dans (11), il vient

$$E_q = - \sqrt{\frac{Z_c^2}{4} - Z_m^2}\,(Ae^{q\tau} - Be^{-q\tau}). \qquad (12)$$

La quantité

$$\sqrt{\frac{Z_c^2}{4} - Z_m^2},$$

que l'on appellera impédance caractéristique sera représentée par le symbole Z_s ; par suite, on a

$$Z_s = \sqrt{\frac{Z_c^2}{4} - Z_m^2}. \qquad (13)$$

$$E_q = - Z_s[Ae^{q\tau} - Be^{-q\tau}]. \qquad (14)$$

Posons encore $E_q = E_0$ et $I_q = I_0$ pour $q = 0$.
On tire alors de (14)

$$E_0 = - Z_s(A - B), \qquad (15)$$

$$I_0 = A + B, \qquad (16)$$

$$A = \frac{1}{2}\left(I_0 - \frac{E_0}{Z_s}\right), \qquad (17)$$

$$B = \frac{1}{2}\left(I_0 + \frac{E_0}{Z_s}\right). \qquad (18)$$

Les équations du courant et de la tension deviennent

$$I_q = \frac{1}{2}\left(I_0 - \frac{E_0}{Z_s}\right)e^{q\tau} + \frac{1}{2}\left(I_0 + \frac{E_0}{Z_s}\right)e^{-q\tau}, \qquad (19)$$

$$E_q = \frac{1}{2}(E_0 - Z_s I_0)\,e^{q\tau} + \frac{1}{2}(E_0 + Z_s I_0)\,e^{-q\tau}. \qquad (20)$$

Soit

$$\tau = h + jk. \qquad (21)$$

Les équations (19) et (20) peuvent être écrites en introduisant les fonctions trigonométriques ou hyperboliques.

Les formes trigonométriques sont

$$I_q = \frac{1}{2}\left(I_0 + \frac{E_0}{Z_s}\right)e^{-hq}(\cos kq - j \sin kq) + \frac{1}{2}\left(I_0 - \frac{E_0}{Z_s}\right)e^{hq}(\cos kq + j \sin kq). \qquad (22)$$

$$E_q = \frac{1}{2}(E_0 + Z_s I_0)\,e^{-hq}(\cos kq - j \sin kq) + \frac{1}{2}(E_0 - Z_s I_0)\,e^{hq}(\cos kq + j \sin kq). \qquad (23)$$

Les formes hyperboliques sont

$$I_q = I_0 \cosh q\tau - \frac{E_0}{Z_s} \sinh q\tau, \qquad (24)$$

$$E_q = E_0 \cosh q\tau - Z_s I_0 \sinh q\tau. \qquad (25)$$

Le courant à l'extrémité de la chaine, c'est-à-dire dans la n^e section, est

$$I_n = I_0 \cosh n\tau - \left(\frac{E_0}{Z_s}\right) \sinh n\tau. \qquad (26)$$

La tension aux bornes de l'impédance terminale est

$$E_n = E_0 \cosh n\tau - Z_s I_0 \sinh n\tau. \qquad (27)$$

De plus

$$Z_n I_n = E_n. \qquad (28)$$

De (26), (27) et (28) on tire

$$I_0 = E_0 \frac{\cosh n\tau + \frac{Z_n}{Z_s}\sinh n\tau}{Z_n \cosh n\tau + Z_s \sinh n\tau}. \qquad (29)$$

Posons

$$Z_L = \frac{Z_n \cosh n\tau + Z_s \sinh n\tau}{\cosh n\tau + \frac{Z_n}{Z_s}\sinh n\tau}, \qquad (30)$$

où Z_L représente l'impédance de la chaine vue de l'extrémité génératrice de la ligne et

$$I_0 = \frac{E_0}{Z_L};$$

les équations (22) et (23) deviennent alors

$$I_q = \frac{1}{2} E_0 \left(\frac{1}{Z_L} + \frac{1}{Z_s}\right) e^{-hq} (\cos kq - j \sin kq) + \frac{1}{2} E_0 \left(\frac{1}{Z_L} - \frac{1}{Z_s}\right) e^{hq} (\cos kq + j \sin kq). \quad (32)$$

$$E_q = \frac{1}{2} E_0 \left(1 + \frac{Z_s}{Z_l}\right) e^{-hq} (\cos kq - j \sin kq) + \frac{1}{2} E_0 \left(1 - \frac{Z_s}{Z_l}\right) e^{hq} (\cos kq + j \sin kq). \quad (33)$$

Les équations (24) et (25) peuvent être mises sous la forme

$$I_q = E_0 \left(\frac{1}{Z_L} \cosh q\tau - \frac{1}{Z_s} \sinh q\tau\right). \quad (34)$$

$$E_q = E_0 \left(\cosh q\tau - \frac{Z_s}{Z_L} \sinh q\tau\right). \quad (35)$$

Les équations obtenues s'appliquent identiquement aux lignes à constantes uniformément réparties, mais les relations qui déterminent Z_s et τ sont différentes pour les deux catégories de circuits : la constante de propagation qui est une fonction algébrique des constantes de la ligne pour une ligne uniforme est une fonction transcendante de ces constantes pour une chaine de circuits couplés et cette différence caractérise les deux systèmes. D'autre part, le paramètre q qui est un entier positif pour la chaine n'est pas nécessairement entier pour une ligne uniforme.

Dans les équations (22) et (23), les premiers termes diminuent si l'on considère des circuits de plus en plus éloignés de l'extrémité génératrice de la chaine : ces termes représentent les ondes principales de courant et de tension pour les lignes à constantes uniformément réparties tandis que les seconds termes représentent les ondes réfléchies; leur importance est d'autant plus grande que l'on considère des points plus éloignés de l'extrémité génératrice. Pour les lignes uniformes, on supprime les seconds termes, premièrement, en faisant la ligne très longue; deuxièmement, en la terminant par une impédance égale à l'impédance caractéristique de la ligne. Si on réalise ces conditions dans une chaine de circuits couplés, on obtient le même résultat. En effet, l'équation (30) qui détermine Z_L donne

$$Z_L = \frac{Z_n + Z_s \operatorname{tgh} n\tau}{1 + \frac{Z_n}{Z_s} \operatorname{tgh} n\tau},$$

et la limite de

$$Z_L \text{ pour } n = \infty \quad \text{est} \quad Z_L = Z_s. \quad (36)$$

$I_0 = \frac{E_0}{Z_s}$ et les termes représentant l'onde réfléchie disparaissent des équations du courant et de la tension.

On obtient le même résultat en faisant $Z_n = Z_s$ et les expressions du courant et de la tension pour le $q^{ème}$ circuit deviennent

$$I_q = I_0 e^{-q\tau}, \quad (37)$$

$$E_q = E_0 e^{-q\tau}, \quad (38)$$

$$I_q = I_0 e^{-hq} (\cos kq - j \sin kq), \quad (39)$$

$$E_q = E_0 e^{-hq} (\cos kq - j \sin kq), \quad (40)$$

où l'on a, pour la constante de propagation, $\tau = h + kj$. Si l'on examine les équations (22) et (23), on voit que le terme h affecte l'amplitude de l'onde. C'est la constante d'atténuation. D'autre part, quand on passe un nombre de circuits q_w tel que $q_w = \frac{2\pi}{k}$, on retrouve la même phase de la tension et du courant; k est la constante de longueur d'onde.

L'équation (8) donne

$$\cosh \tau = \cosh (h + jk) = -\frac{Z_c}{2 Z_m}.$$

Soit

$$\frac{Z_c}{Z_m} = u + jv = \gamma (\cos \varphi + j \sin \varphi), \quad (42)$$

$$\cosh h \cos k + j \sinh h \sin k = -\frac{u + jv}{2}. \quad (43)$$

$$\left.\begin{aligned} \cosh h \cos k &= -\frac{u}{2}, \\ \sinh h \sin k &= -\frac{v}{2}. \end{aligned}\right\} \quad (44)$$

$$\left.\begin{aligned} \cosh^2 h \cos^2 k &= \frac{u^2}{4}, \\ \sinh^2 h \sin^2 k &= \frac{v^2}{4}. \end{aligned}\right\} \quad (45)$$

$$(\cosh^2 h - 1)(1 - \cos^2 k) = \frac{v^2}{4}, \quad (46)$$

$$\cos^2 k = 1 - \frac{v^2}{4(\cosh^2 h - 1)}, \quad (47)$$

$$(\cosh^2 h)\left(1 - \frac{v^2}{4(\cosh^2 h - 1)}\right) = \frac{u^2}{4}, \quad (48)$$

$$\cosh^4 h - \cosh^2 h \left(1 + \frac{u^2 + v^2}{4}\right) = -\frac{u^2}{4}, \quad (49)$$

$$\cosh h = \left[\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{u^2 + v^2}{4} + 1\right) + \sqrt{\left(\frac{u^2 + v^2}{4} + 1\right)^2 - u^2}\right\}\right]^{\frac{1}{2}}, \quad (50)$$

$$\cosh h = \left[\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{\gamma^2}{4} + 1\right) + \sqrt{\left(\frac{\gamma^2}{4} + 1\right)^2 - \gamma^2 \cos^2 \varphi}\right\}\right]^{\frac{1}{2}}. \quad (51)$$

On obtient de même

$$\cos k = -\frac{u}{\sqrt{u^2}}\left[\frac{1}{2}\left\{\left(\frac{\gamma^2}{4} + 1\right) - \sqrt{\left(\frac{\gamma^2}{4} + 1\right)^2 - \gamma^2 \cos^2 \varphi}\right\}\right]^{\frac{1}{2}}. \quad (53)$$

L'équation (53) ne détermine pas le signe de k qui doit satisfaire à la relation

$$\sin k = -\frac{v}{2 \sinh h}. \quad (54)$$

III. Propriétés sélectives d'une chaine de circuits couplés. — La figure 2 représente une chaine de circuits couplés terminée par une impédance Z_s telle que l'onde réfléchie est

éliminée, ce qui nous permet d'appliquer les formules simplifiées

$$I_q = I_0\, e^{-q\gamma}, \tag{37}$$

ou

$$I_q = I_0\, e^{-qh}\,(\cos kq - j \sin kq), \tag{39}$$

avec

$$\cosh \gamma = -\frac{Z_c}{2Z_m} = -\frac{1}{2}(u + jv). \tag{43}$$

On appellera filtre idéal un filtre constitué par des bobines et des condensateurs dans lesquels il ne se produit aucune dissipation d'énergie. Dans ce cas Z_c et Z_m sont des quantités

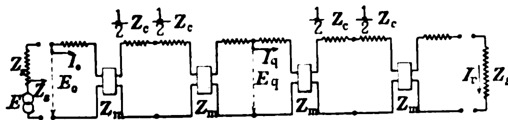


Fig. 2. — Même schéma que celui de la figure 1, mais où la chaîne de circuits couplés est terminée par une impédance Z_s qui élimine l'onde réfléchie.

purement imaginaires et $\frac{Z_c}{Z_m}$ est un nombre réel, donc $v = 0$.

On a alors

$$\cosh \gamma = -\frac{Z_c}{2Z_m} = -\frac{u}{2},$$

où u est réel. $\frac{Z_c}{Z_m}$ est une fonction de la fréquence de la tension appliquée et, par conséquent, est aussi une fonction de la fréquence du courant transmis.

Si $\frac{Z_c}{Z_m} < -2$, on a $\cosh \gamma > 1$ et γ est un nombre réel positif, c'est-à-dire h a une valeur positive et $k = 0$. Ainsi les courants de fréquences telles que $\frac{Z_c}{Z_m} < -2$ diminuent d'amplitude, mais conservent leur déphasage par rapport aux courants dans le premier circuit quand on considère des circuits de plus en plus éloignés de l'extrémité génératrice de la chaîne.

Si $\frac{Z_c}{Z_m} > 2$, $\cosh \gamma < -1$ et, dans ces conditions, on a $h \neq 0$, et $k = \pi$. Quand on passe d'un circuit au suivant, l'amplitude du courant diminue et il y a entre les courants dans deux circuits adjacents un déphasage de 180°.

Si $-2 < \frac{Z_c}{Z_m} < 2$, $\cosh \gamma$ a une valeur réelle, plus petite que l'unité ; dans ces conditions, $h = 0$ et k est en général différent de 0. Les courants de fréquences telles que $-2 < \frac{Z_c}{Z_m} < 2$ sont donc transmis sans atténuation à travers la chaîne ; ils sont dans la zone de transmission, les autres sont dans la zone d'atténuation. La présence de résistances entraîne une certaine atténuation dans la région de transmission et abaisse encore l'atténuation dans les régions d'atténuation.

Dans la zone des fréquences transmises, k varie de 0, pour l'une des fréquences limites, à π, pour l'autre fréquence limite. Au voisinage des fréquences limites et dans les zones d'atténuation, k reste constamment égal à 0 où à π.

Si le circuit d'utilisation Z_n était relié directement aux bornes du générateur, la puissance transmise serait maximum pour $Z_n = Z_0$ Z_0 désignant l'impédance du générateur ; si, d'autre part, on fait $Z_n = Z_s$, le circuit d'utilisation recevra la même puissance que s'il était directement branché aux bornes du générateur, on aura donc une puissance transmise maximum pour $Z_0 = Z_n = Z_s$

IV. Application de la théorie générale a des filtres constitués par des circuits en série simple, magnétiquement couplés. — Considérons le filtre idéal de la figure 3. On le représen-

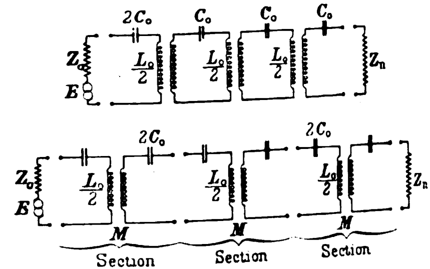


Fig. 3 et 4. — Schéma d'un filtre idéal dont les éléments peuvent être décomposés comme il est indiqué en figure 4.

tera comme constitué par des éléments ainsi que le montre la figure 4. L'impédance de chaque circuit est

$$Z_c = j\left(\omega L_0 - \frac{1}{\omega C_0}\right). \tag{54}$$

L'impédance mutuelle est $Z_m = j\,\omega M$. Soit

$$M = \frac{K_0 L_0}{2}; \quad |K_0| < 1.$$

K_0 peut être positif ou négatif ; alors

$$Z_m = \frac{j\omega L_0 K_0}{2}, \tag{55}$$

$$\frac{Z_c}{Z_m} = \frac{2\left[\omega L_0 - \frac{1}{\omega C_0}\right]}{\omega L_0 K_0}. \tag{56}$$

Les pulsations correspondant aux fréquences limites sont telles que

$$\frac{Z_c}{Z_m} = \frac{2\left[\omega L_0 - \frac{1}{\omega C_0}\right]}{\omega L_0 K_0} = \pm 2,$$

$$\omega L_0 - \frac{1}{\omega C_0} = \pm K_0 \omega L_0.$$

Les pulsations limites sont

$$\omega_A = \sqrt{\frac{1}{L_0 C_0 (1 - K_0)}} = \omega_{r0}\sqrt{\frac{1}{1 - K_0}}, \tag{57}$$

$$\omega_B = \left(\sqrt{\frac{1}{1 + K_0}}\right)\omega_{r0}. \tag{58}$$

où ω_{r0} est défini par la relation

$$\omega_{r0} = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}; \tag{59}$$

on a aussi

$$\cosh \gamma = \cosh (h + jk) = -\frac{Z_c}{2 Z_m} = \frac{1}{K_0} \left[\left(\frac{\omega_{r0}}{\omega} \right)^2 - 1 \right]. \tag{60}$$

On se rend alors facilement compte de l'allure générale de la courbe d'atténuation (fig. 5).

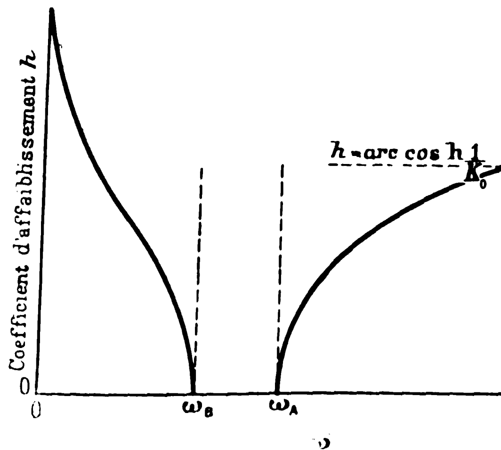


Fig. 5. — Variation du coefficient d'atténuation ou d'affaiblissement en fonction de la pulsation.

L'impédance caractéristique est donnée par la relation

$$Z_s = \sqrt{\frac{Z_c^2}{4} - Z_m^2} = \sqrt{\left(\frac{Z_c}{2} - Z_m\right)\left(\frac{Z_c}{2} + Z_m\right)}. \tag{15}$$

Pour le filtre idéal considéré,

$$\left.\begin{aligned} \frac{Z_c}{2} - Z_m &= \frac{1}{2} j \left[\omega L_0 (1 - K_0) - \frac{1}{\omega C_0} \right], \\ \frac{Z_c}{2} + Z_m &= \frac{1}{2} j \left[\omega L_0 (1 + K_0) - \frac{1}{\omega C_0} \right]. \end{aligned}\right\} \tag{61}$$

$$Z_s^2 = -\frac{1}{4} \frac{1}{\omega^2 C_0^2} [\omega^2 L_0 C_0 (1 - K_0) - 1] [\omega^2 L_0 C_0 (1 + K_0) - 1], \tag{62}$$

$$Z_s^2 = -\frac{1}{4} \frac{1}{\omega^2 C_0^2} \left[\left(\frac{\omega}{\omega_{r0}} \right)^2 \left\{ \left(\frac{\omega}{\omega_{r0}} \right)^2 (1 - K_0)^2 - 2 \right\} + 1 \right]. \tag{63}$$

Comment déterminera-t-on les constantes du filtre? ω_{r0} est fixé par l'emplacement de la zone des fréquences transmises; K_0 est réglé par la largeur de cette dernière zone, où l'impédance du filtre doit être égale à celles du générateur et du récepteur pour la pulsation ω_{r0}, par exemple, et on veut déterminer L_0 et C_0 de manière que, pour $\omega = \omega_{r0}$, on ait $Z_s = Z_0$. En appliquant cette condition à l'équation (63), on trouve

$$Z_0^2 = -\frac{1}{4} \frac{1}{\omega_{r0}^2 C_0^2} |-K_0^2| = \frac{1}{4} \frac{K_0^2}{\omega_{r0}^2 C_0^2}, \tag{64}$$

$$Z_0 = \frac{K_0}{2 \omega_{r0} C_0}. \tag{65}$$

Z_0 est une résistance pure et l'équation (65) détermine C_0

$$C_0 = \frac{|K_0|}{2 \omega_{r0} Z_0}, \tag{66}$$

$$L_0 = \frac{2 Z_0}{|K_0| \omega_{r0}}. \tag{67}$$

En substituant (66) dans (63), on trouve

$$Z_s = Z_0 \sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_{r0}}\right)^2 - \frac{1}{K_0^2} \left(\frac{\omega}{\omega_{r0}} - \frac{\omega_{r0}}{\omega}\right)^2}. \tag{68}$$

Il est parfois commode d'avoir l'expression de Z_s en fonction de l'une des fréquences limites. On remarque pour cela que (57) résolue par rapport à K_0 donne

$$K_0 = \frac{\omega_A^2 - \omega_{r0}^2}{\omega_A^2} = \frac{\omega_{r0}^2 - \omega_s^2}{\omega_B^2}, \tag{69}$$

$$Z_s = \frac{Z_0 \omega_A^2}{\omega_A^2 - \omega_{r0}^2} \sqrt{\frac{\omega^2}{\omega_A^2} \left(\frac{\omega_A}{\omega_{r0}} - \frac{\omega_{r0}}{\omega_A} \right)^2 - \left(\frac{\omega}{\omega_{r0}} - \frac{\omega_{r0}}{\omega} \right)^2} \tag{70}$$

$$= \frac{Z_0 \omega_B^2}{\omega_{r0}^2 - \omega_B^2} \sqrt{\frac{\omega^2}{\omega_B^2} \left(\frac{\omega_{r0}}{\omega_B} - \frac{\omega_B}{\omega_{r0}} \right)^2 - \left(\frac{\omega}{\omega_{r0}} - \frac{\omega_{r0}}{\omega} \right)^2}. \tag{71}$$

Les équations (70) et (71) montrent que, dans un filtre idéal, Z_s est réel, c'est-à-dire une résistance pure pour toute la

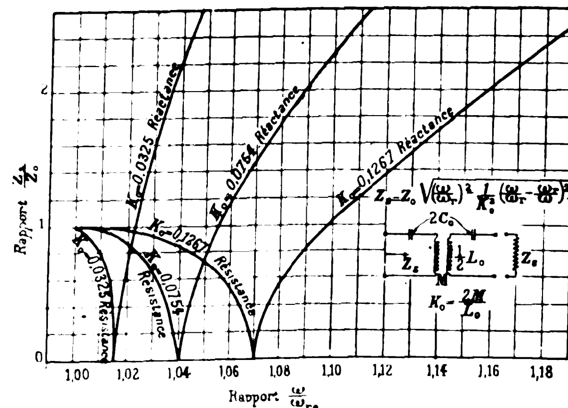


Fig. 6. — Variation du rapport de l'impédance d'un circuit à l'impédance mutuelle en fonction du rapport de la fréquence du filtre à la fréquence du générateur.

zone de transmission. Aux fréquences limites, Z_s est nulle et en dehors de cette zone Z_s est une réactance pure (fig. 6).

V. Filtres composés de sections ayant des caractéristiques d'atténuation différentes. — Considérons une chaîne composée de sections qui ne sont pas identiques entre elles,



Fig. 7. — Schéma d'un filtre dont les circuits successifs ne sont pas identiques entre eux, mais sont décomposés en groupes de circuits élémentaires identiques.

mais dont les impédances caractéristiques soient les mêmes à toutes les fréquences. La chaîne peut être divisée en groupes de sections identiques comme le montre la figue 7.

A chacun des groupes tels que le groupe S, on peut appliquer les équations générales. La perte par transmission à travers le groupe est $h_s n$ et la perte totale par transmission entre les points A et B est $n'h_{s-1} + nh_s + n''h_{s+1}$.

Le problème de la constitution d'un filtre composé de sections appartenant à des types différents est résolu, quand

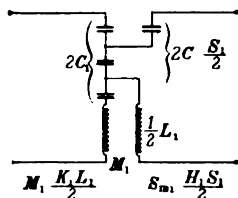


Fig. 8. — Elément de filtre constitué par deux circuits en série, couplés électriquement et magnétiquement.

on peut calculer les sections de manière qu'elles aient la même impédance caractéristique. On choisit une impédance terminale égale à l'impédance caractéristique.

L'élément de filtre représenté par la figure 8 comporte deux circuits en série simples, couplés électriquement et magnétiquement. L'inductance mutuelle entre les circuits est donnée par $M_1 = \frac{L_1K_1}{2}$; l'élastance mutuelle est donnée par $S_m = \frac{S_1H_1}{2}$ où H_1 est le coefficient de couplage électrostatique des deux circuits. On se propose de déterminer ce type d'élément de manière qu'il ait, à toutes les fréquences, la même impédance caractéristique que la section simple étudiée dans le paragraphe IV. On désignera les constantes correspondant à ces deux types de sections par les indices 1 et 0.

Il faut avoir

$$Z_{s0} = \sqrt{\frac{Z_{c0}^2}{4} - Z_{m0}^2} = Z_{s1} = \sqrt{\frac{Z_{c1}^2}{4} - Z_{m1}^2}. \quad (72)$$

Remplaçant Z_c et Z_m par leurs valeurs et élevant au carré, on a

$$\begin{aligned} \omega^2 L_0^2 - \frac{2L_0}{C_0} + \frac{1}{\omega^2 C_0^2} - \omega^2 K_0^2 L_0^2 \\ = \omega^2 L_1^2 - \frac{2L_1}{C_1} + \frac{1}{\omega^2 C_1^2} - \omega^2 L_1^2 K_1^2 \\ + \frac{2K_1H_1L_1}{C_1} - \frac{H_1^2}{\omega^2 C_1^2}. \end{aligned} \quad (73)$$

Cette égalité doit être vérifiée à toutes les fréquences : on peut donc égaler les coefficients des différentes puissances de ω.

$$\frac{L_0}{C_0} = \frac{L_1}{C_1}(1 - K_1H_1). \quad (74)$$

$$L_1^2 = L_0^2 \frac{1 - K_0^2}{1 - K_1^2}, \quad (75)$$

$$C_1^2 = C_0^2(1 - H_1^2). \quad (76)$$

En substituant (75) et (71) dans (74), on trouve

$$\frac{(1 - K_1^2)(1 - H_1^2)}{1 - K_0^2} = (1 - K_1H_1)^2. \quad (77)$$

La constante d'atténuation est une fonction du rapport des impédances $\frac{Z_c}{Z_m} = u + jv$; tenant compte de ce que, pour les bobines parcourues par des courants de haute fréquence la résistance effective varie avec la fréquence, on posera $\frac{R}{\omega L} = d$ et alors il vient

$$Z_c = (d + j)\omega L_1 - \frac{j}{\omega C_1},$$

$$Z_m = \frac{j}{2}\left(\omega K_1 L_1 - \frac{H_1}{\omega C_1}\right),$$

$$\frac{Z_c}{Z_m} = u + jv = \frac{2\left[\left(\frac{\omega}{\omega_{r1}}\right)^2 - 1 - jd\left(\frac{\omega}{\omega_{r1}}\right)^2\right]}{\left(\frac{\omega}{\omega_{r1}}\right)^2 K_1 - H_1}, \quad (78)$$

où

$$\omega_{r1} = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}}.$$

Pour le filtre idéal où $d = 0$, cette expression devient (78)

$$u = \frac{2\left[\left(\frac{\omega}{\omega_{r0}}\right)^2 - 1\right]}{\left(\frac{\omega}{\omega_{r1}}\right)^2 K_1 - H_1}. \quad (79)$$

La constante d'atténuation pour le filtre idéal est déterminée par la relation

$$\cosh h = \left[\frac{u}{2}\right].$$

Soit $H_1 > K_1$. Pour $\omega = 0$, $\cosh h = \frac{1}{H_1}$;

pour $\omega = \infty$; $\cosh h = \frac{1}{K_1}$.

Quand

$$\frac{\omega}{\omega_{r1}} = \sqrt{\frac{H_1}{K_1}},$$

$\cosh h = \infty$ et la constante d'atténuation est infinie. La figure 9 représente l'allure générale de la courbe de la constante d'atténuation.

Soit $H_1 < K_1$. La figure 10 représente la variation de h dans ce cas.

On obtient les pulsations limites en déterminant, dans l'équation (79), les valeurs de ω qui donnent $u = \pm 2$.

$$\left.\begin{aligned} \omega_{A \text{ ou } B} &= \omega_{r1}\sqrt{\frac{1 + H_1}{1 + K_1}}, \\ \omega_{A \text{ ou } B} &= \omega_{r1}\sqrt{\frac{1 - H_1}{1 - K_1}}, \end{aligned}\right\} \quad (80)$$

où

$$\omega_{r1} = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}}.$$

Application. — On désire insérer entre un générateur dont l'impédance est de 600 ohms et un appareil récepteur de 600 ohms un filtre ayant les caractéristiques suivantes :

Le filtre laissera passer, avec une perte aussi réduite que

possible. les courants dont les fréquences sont comprises entre 29 700 et 30 300 p : s. Dans cette zone de transmission. la perte n'excédera pas 0,2 d'une unité d'atténuation.

La perte à 31 000 p : s et au-dessus et à 29 000 p : s et au-dessous dépassera 5 unités d'atténuation. Cherchons quelles seront les constantes du filtre.

On suppose qu'il est possible de réaliser des bobines dont le rapport de la résistance à la réactance est 0,002. La fré-

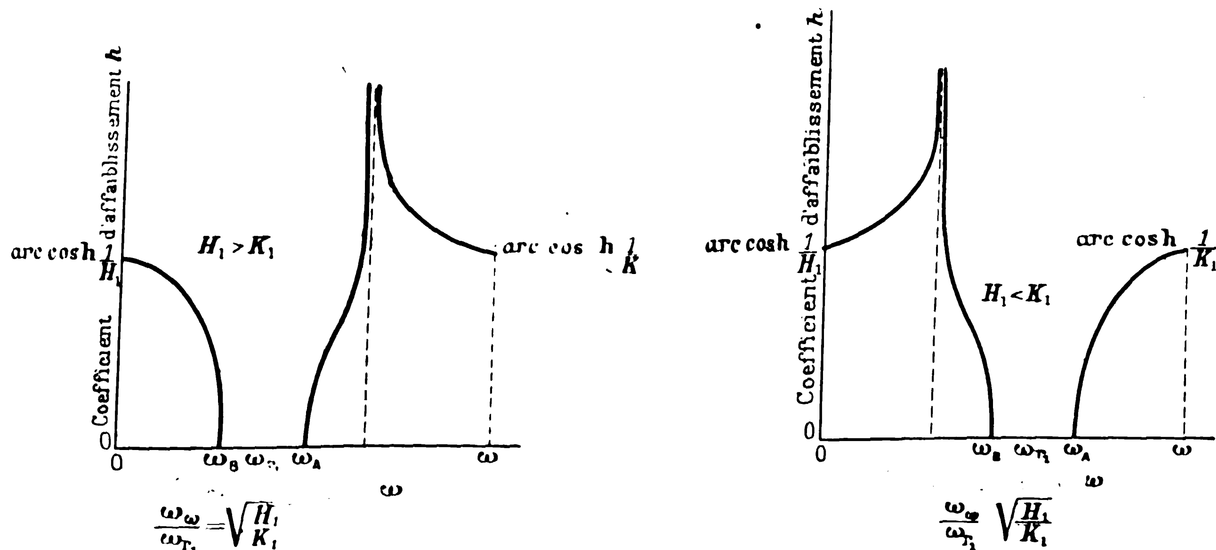


Fig. 9 et 10. — Variation de la constante d'atténuation en fonction de la pulsation pour deux valeurs différentes du rapport $\frac{H_1}{K_1}$.

quence de résonance, fr_0, sera placée au milieu de la zone de transmission, c'est-à-dire à 30 000 p : s. Les points théoriques limites doivent être en dehors de la zone transmise puisqu'ils donnent lieu à une perte appréciable. On choisira

$$\frac{f_a}{f_{r0}} = \frac{\omega_A}{\omega_{r0}} = 1{,}016.$$

On obtient la valeur de K_0 d'après l'équation (57),

$$K_0 = 1 \quad \left(\frac{\omega_{r0}}{\omega_A}\right)^2 = 0{,}0325.$$

On essayera en premier lieu un filtre à deux sections. une section ayant un point d'atténuation infinie à $\frac{\omega_\infty}{\omega_{r1}} = 1{,}05$ et l'autre ayant un tel point à

$$\frac{\omega_\infty}{\omega_{r1}} = \frac{1}{1{,}05} = 0{,}952.$$

Pour la première section,

$$\sqrt{\frac{H_1}{K_1}} = 1{,}05; \quad \frac{H_1}{K_1} = 1{,}105.$$

Substituant cette valeur dans l'équation (77), on obtient

$$K_1 = 0{,}2859,$$
$$H_1 = 0{,}3153.$$

Pour la seconde section, on obtient de la même manière

$$K_2 = 0{,}3153,$$
$$H_2 = 0{,}2859.$$

La courbe B de la figure 11 donne les pertes pour ce filtre à deux sections : ce filtre ne répond pas entièrement aux données du problème. On lui ajoutera une troisième section

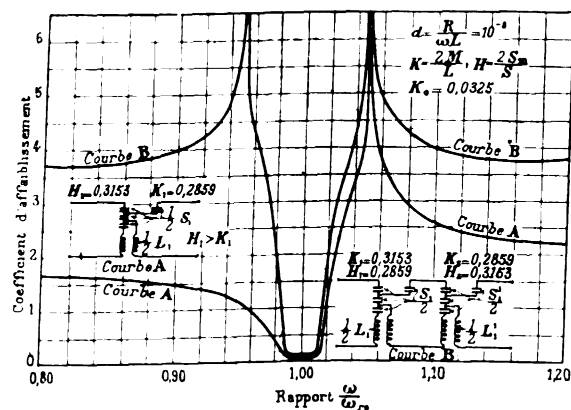


Fig. 11. — Variation de l'atténuation d'un filtre à deux sections. Intervertir les valeurs de H_1, K_1 et H_2, K_2.

pour laquelle $\frac{\omega_\infty}{\omega_{r1}} = \infty$. Pour cette section, $K_3 = 0$. L'équation (77) donne $H_3 = K_0 = 0{,}0325$. La perte à travers ce filtre à trois sections est représentée par la courbe de la figure 12 et répond aux données du problème. On obtient les constantes de ce filtre de la manière suivante :

C_0 est donné par l'équation (66)

$$C_0 = \frac{|K_0|}{2\,\omega_{r0} Z_0}, \quad \text{où} \quad Z_0 = 600 \text{ ohms},$$

$$C_0 = 1{,}437 \times 10^{-10} \text{ farad}.$$

L_0 est donné par l'équation (67),

$$L_0 = \frac{2 Z_0}{|K|\omega_{r0}} = 0{,}1958 \text{ henry}.$$

L_1 est donné par l'équation (75),

$$L_1 = L_0 \sqrt{\frac{1 - K_0^2}{1 - K_1^2}} = 0{,}204 \text{ henry}.$$

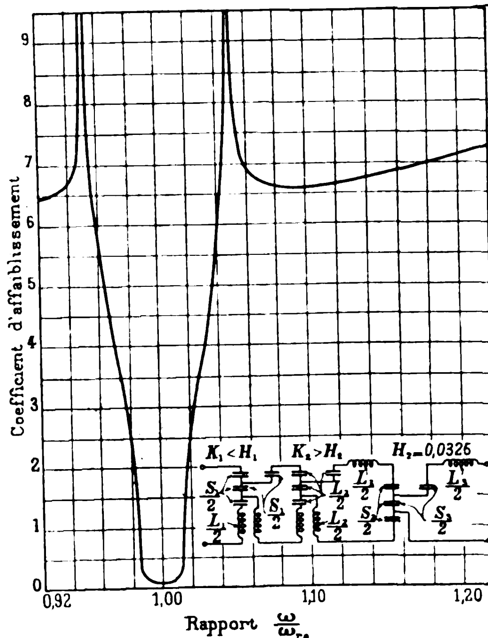


Fig. 12. — Variation de l'atténuation d'un filtre à trois sections. Lire $H_3 = 0{,}0325$.

C_1 est donné par l'équation (76),

$$C_1 = C_0 \sqrt{1 - H_1^2} = 1{,}364 \times 10^{-10} \text{ farad}.$$

L_2 est donné par l'équation (75),

$$L_2 = L_0 \sqrt{\frac{1 - K_0^2}{1 - K_2^2}} = 0{,}2062 \text{ henry}.$$

C_2 est donné par l'équation (76),

$$C_2 = C_0 \sqrt{1 - H_2^2} = 1{,}377 \times 10^{-10} \text{ farad}.$$

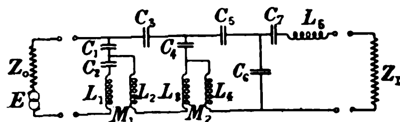


Fig. 13. — Constitution d'un filtre à trois éléments.

L_3 est donné par la relation (75),

$$L_3 = L_0 \sqrt{1 - K_0^2} = 0{,}1958 \text{ henry}.$$

C_3 est donné par l'équation (76),

$$C_3 = C_0 \sqrt{1 - H_3^2} = 1{,}437 \times 10^{-10} \text{ farad}.$$

Après constitution des éléments, les constantes du filtre sont celles marquées sur la figure 13. — F. K.

Analyse spectroradiométrique des radiosignaux [1].

Lorsqu'un rayonnement, répété régulièrement, est reçu par un circuit simple doué d'inductance, de capacité et de résistance, un courant électrique y est induit, dont on peut mesurer l'intensité efficace au moyen d'un ampèremètre thermique, pourvu que le signal soit répété pendant un temps suffisant pour permettre les lectures et que le temps séparant les signaux soit très petit par rapport à la période de l'ampèremètre. Si, pendant l'arrivée du rayonnement, le circuit est accordé sur diverses fréquences, comprises entre certaines limites, et que l'on observe dans chaque cas le courant qui le traverse, on peut construire une courbe des intensités efficaces en fonction des fréquences de résonance du circuit et si ce dernier possédait un pouvoir séparateur relativement élevé vis-à-vis de la structure spectrale des ondes, les ordonnées d'une telle courbe seraient proportionnelles à la distribution spectrale de l'énergie dans le rayonnement incident. Mais, en fait, tel n'est pas d'ordinaire le cas et le calcul de la répartition de l'énergie des ondes nécessite la résolution d'une certaine équation intégrale, dans laquelle la courbe précédente représente la fonction connue. On indique ici plusieurs méthodes pour obtenir une solution praticable et l'on applique ces méthodes aux observations expérimentales. Le but de ce travail était précisément de créer une méthode d'analyse spectrale des ondes radioélectriques qui puisse servir à l'étude de la capacité que possède une station émettrice de produire des interférences.

L'équation intégrale à résoudre est du type

$$f(x) = \frac{a}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{u(x')\,dx'}{a^2 + (x' - x)^2},$$

$f(x)$ étant l'équation de la courbe précédente et $u(x)$ étant la fonction de x cherchée, les deux fonctions étant des fonctions impaires de x.

L'auteur fournit quatre méthodes de résolution différentes. La première méthode donne la solution de cette équation au moyen d'une intégrale double analogue à celle de Fourier. Cette forme ne se prête au calcul que lorsque $f(x)$ est donnée analytiquement, mais elle sert de base pour le calcul des autres formes.

La seconde méthode est basée sur ce fait que, lorsque le noyau d'une équation intégrale est une fonction paire de la somme ou de la différence de deux variables, les fonctions normales qui lui correspondent sont des fonctions trigonométriques. L'analyse harmonique du noyau (effectuée mécaniquement ou graphiquement) se réduit alors à une détermination des constantes caractéristiques.

La troisième forme donne la solution par l'intermédiaire de différentiations et d'intégrations de la fonction donnée $f(x)$. Comme les deux premières formes de solutions, elle est applicable aux cas où les fonctions $f(x)$ ou $u(x)$ possèdent des discontinuités finies et elle présente, en outre, l'avantage que les opérations peuvent être conduites graphiquement.

La quatrième méthode consiste à représenter la fonction observée par des équations empiriques de certains types, la solution correspondante étant aisément obtenue par soustraction du coefficient d'amortissement du circuit de certains paramètres analogues que comportent les types simples de solutions utilisées. Cette méthode est applicable au cas limite des spectres de lignes. L'auteur l'applique à trois courbes expérimentales différentes. — L. B.

[1] CHESTER SNOW. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, octobre 1923, n° 477, p. 231-261, 7500 mots, 2 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XIX. — La télégraphie et la téléphonie sans fil. Appareils de réception, appareils d'émission et appareillage divers [1].

La diversité et le grand nombre des appareils employés en radioélectricité ne permettraient pas de présenter ici une étude détaillée et approfondie de chacun d'eux. Nous avons dû nous borner à l'exposé d'une vue d'ensemble des développements successifs de cette branche de l'électricité en essayant de faire ressortir les perfectionnements les plus saillants apportés peu à peu aux appareils, principalement à ceux réservés à la réception. Les divers stades par lesquels sont passées la télégraphie et la téléphonie sans fil se trouvaient, d'ailleurs, en quelque sorte matérialisés par les appareils exposés dans le stand de la Physique rétrospective, le président de cette section, M. Bethenod ayant réussi à y réunir les principaux dispositifs marquant une évolution dans ce domaine; nous avons dès lors donné, dans l'article qui suit, une large place à cette exposition rétrospective. Quand aux appareils modernes, nous n'avons pu que les signaler, et encore sont-ils si nombreux que nous n'avons pu les mentionner tous; nous nous en excusons auprès des nombreux constructeurs dont le stand était représenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Le développement de l'industrie radioélectrique a été très rapide pendant ces dernières années. Aussi cette branche des applications de l'électricité était-elle largement représentée à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et l'on peut dire que cette manifestation a été, en quelque sorte, le premier salon de l'industrie radioélectrique.

Réception des ondes radiotélectriques. — Le stand de la Physique rétrospective, représenté sur la figure 370, nous offrait une remarquable collection d'appareils datant des premières années de la télétransmission par ondes électromagnétiques.

Sans vouloir rappeler ici les origines de la télégraphie sans fil et raviver ainsi une polémique qui a déjà donné lieu à de nombreux articles, le stand de la section rétrospective nous oblige cependant à remonter à l'année 1890, date du dispositif construit par M. Branly en vue d'utiliser les propriétés des limailles métalliques pour déceler le passage des ondes électromagnétiques émises par un oscillateur de Hertz.

Jusqu'à cette époque le détecteur employé pour l'étude de ces ondes était celui imaginé par Hertz en 1887. On sait qu'il était constitué par un fil métallique de forme circulaire présentant une coupure de l'ordre de quelques centièmes de millimètre, réglable au moyen d'une vis micrométrique et où jaillissait une minuscule étincelle lorsque l'appareil était placé à une distance de quelques mètres de l'oscillateur. On ne pouvait donc se rendre compte du passage de l'onde électromagnétique qu'en examinant la coupure au moyen d'une loupe, ce qui était très incommode.

Le détecteur de M. Branly, en utilisant une source d'électricité locale, permettait d'employer un galvanomètre, qui accusait une forte déviation lors du passage d'une onde électromagnétique. Voici d'ailleurs comment s'exprimait l'auteur à son sujet dans une communication à l'Académie des Sciences en novembre 1890 [1] :

« J'ai employé comme conducteurs de fines limailles métalliques, de fer, aluminium, antimoine, cadmium, zinc, bismuth, etc., quelquefois mêlées à des liquides isolants. La limaille est versée dans un tube de verre ou d'ébonite, où elle est comprise entre deux tiges métalliques.

» Si l'on forme un circuit comprenant un élément Daniell, un galvanomètre à long fil et le conducteur métallique, plaque d'ébonite cuivrée ou tube à limaille, il ne passe le plus souvent qu'un courant insignifiant ; mais il y a une diminution brusque de résistance accusée par une forte déviation, quand on vient à produire dans le voisinage du circuit une ou plusieurs décharges électriques. Je fais usage, à cet effet, soit d'une petite machine de Wimshurst, avec ou sans condensateur, soit d'une bobine de Ruhmkorff, soit de l'excitateur qui m'a servi dans l'étude des déperditions positive et négative par la lumière. L'action diminue quand la distance augmente, mais elle s'observe très aisément et sans précautions spéciales à quelques mètres de dis-

[1] Voir les chapitres I à XVIII dans la *Revue générale de l'Électricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19, 26 avril, 3, 10, 17, 24, 31 mai et 7 juin 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799, 831-847, 881-894, 937-949, 991-1009 et 1047-1066.

[1] Variations de conductibilité sous diverses influences électriques. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 24 novembre 1890, t. CXI, p. 785-787.

tance. En faisant usage du pont de Wheatstone, j'ai pu constater cette action à plus de 20 m, alors que l'appareil à étincelles fonctionnait dans une salle séparée du galvanomètre et du pont par trois grandes pièces et que le bruit des étincelles ne pouvait être perçu.

» Les variations de résistance sont considérables avec les conducteurs que j'ai cités; elles sont, par exemple, de plusieurs millions d'ohms à 2 000 ou même à 1 000 ohms, de 150 000 à 500 ohms, de 50 à 35, etc. La diminution n'est pas passagère, elle persiste parfois plus de vingt-quatre heures. »

On sait que, pour rendre à la poudre métallique sa résistance primitive, il suffit d'imprimer de petites secousses au tube qui les renferme. Sur l'appareil de M. Branly, ces secousses étaient produites par un vibrateur du genre de ceux employés pour les sonneries électriques.

Malgré les avantages que présentait le détecteur de M. Branly, le résonateur de Hertz n'était pas abandonné et les expérimentateurs cherchaient à en perfectionner le mode d'emploi en le rendant plus pratique. C'est

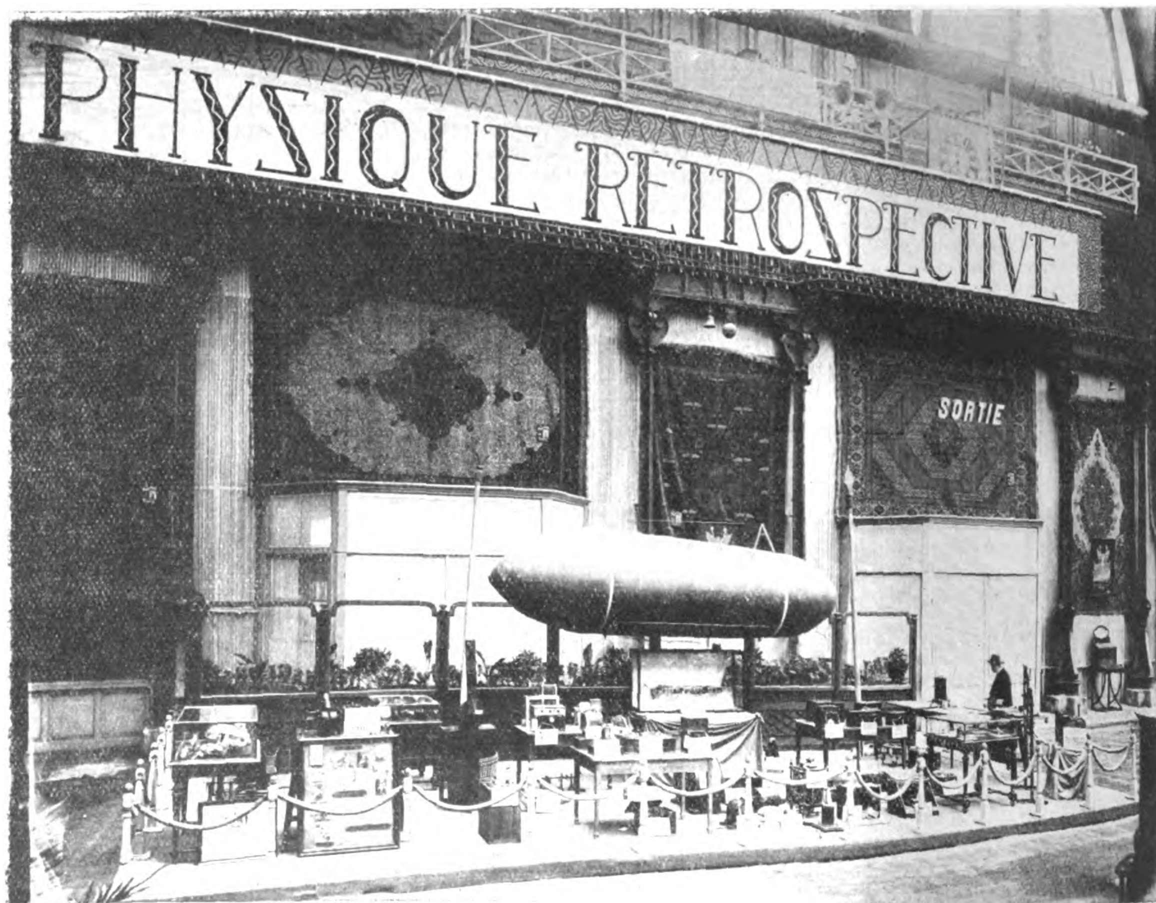


Fig. 370. — Vue du stand de la Physique rétrospective à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

ainsi que M. Turpain fut conduit à construire le résonateur à coupure, datant de 1894, qui était exposé dans le stand de la Physique rétrospective. Cet appareil a fait l'objet d'une communication, par l'inventeur, à la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux le 4 avril 1895. Voici comment il le décrit dans son ouvrage intitulé « Les applications pratiques des ondes électriques » (1) :

« Si l'on pratique dans un résonateur filiforme de Hertz une coupure de quelques centimètres, indépendamment de celle offerte par le micromètre, le résonateur ainsi coupé (fig. 371) fonctionne avec la même facilité que s'il était complet. Au lieu d'observer les étincelles qui se produisent au micromètre d'un résonateur à coupure, on peut introduire dans la coupure le circuit d'une pile contenant un téléphone ; au moment où le résonateur vibre, l'étincelle qui se produit au micromètre ferme le circuit de la pile dans le téléphone et impressionne celui-ci. On peut supprimer la pile auxiliaire et se contenter de fermer le circuit d'un résonateur coupé par un bon téléphone. Les oscillations électriques se chargent alors elles-mêmes d'entretenir le téléphone.

(1) A. Turpain. *Les applications pratiques des ondes électriques*, 1902. Édité par C. Naud, 3, rue Racine, Paris.

» Au lieu de faire appel au sens de la vue pour constater le passage successif du résonateur aux sections nodales et ventrales, on s'adresse donc ici à l'oreille et on manifeste à l'ouïe le passage du résonateur dans ces différentes sections, si bien que ce n'est plus une métaphore de dire qu'un résonateur de Hertz résonne ou qu'il reste muet, mais que c'est bien l'expression d'une réalité. Par ce moyen, en effet, on peut faire

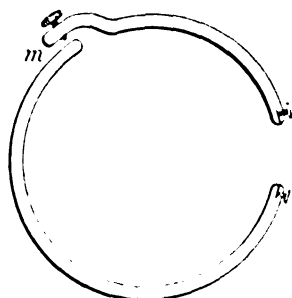


Fig. 371. — Vue schématique du résonateur à coupure de M. Turpain, permettant de percevoir les ondes hertziennes au moyen d'un téléphone (1894).

entendre à tout un auditoire les oscillations hertziennes.

» Ce n'est pas, à proprement parler, la manifestation électrique des étincelles du résonateur qui actionne le téléphone, mais ce sont ces étincelles qui commandent l'entretien du téléphone par une pile auxiliaire, si bien que les interruptions successives du courant de la pile dans le téléphone modulent à l'oreille, sous forme de bruits interrompus, les oscillations électriques du milieu que les aspects de l'étincelle peignent aux yeux. Et si l'on s'astreint à regarder le micromètre du résonateur coupé en même temps qu'on écoute le téléphone, on peut dire que l'on voit en même temps qu'on l'entend la manifestation des oscillations hertziennes.

» Ce mode d'investigation par l'ouïe constitue non seulement un moyen d'étude bien plus commode que celui par la vue, mais réalise également un mode bien plus délicat, bien plus susceptible, par suite, de donner aux mesures une grande précision. L'oreille, en effet, pour peu qu'elle soit éduquée, sait apprécier la gamme des intensités avec une distinction des nuances autrement délicates que n'arrive à le faire l'œil. Et alors qu'à la vue on ne saurait affirmer si une étincelle est plus lumineuse à un endroit qu'à un autre, le téléphone, par le bruit qu'il transmet à l'oreille, permet à celle-ci de trancher sûrement la question. »

Tandis que divers perfectionnements étaient apportés au cohéreur de Branly, en particulier la décohésion spontanée de l'appareil dès qu'il n'était plus influencé par les ondes hertziennes, M. le capitaine Ferrié (maintenant général) orientait ses recherches dans une voie différente et signalait, dès 1900, au Congrès international d'Électricité [1], le principe du détecteur électrolytique, appareil qui fut presque uniquement employé dans tous les postes de télégraphie sans fil, de 1905 à 1910.

Voici, d'après M. Ferrié [2], la description du détecteur électrolytique, datant de 1900, qui était exposé dans le stand de la Physique rétrospective :

« L'appareil est constitué par une pointe de platine, d'un diamètre égal à 1/100 millimètre environ, qui pénètre dans un électrolyte (acide azotique ou sulfurique, par exemple) d'une longueur de même ordre de grandeur que le diamètre. L'électrolyte est en communication, par l'intermédiaire d'une large électrode, avec le fil entrant d'un téléphone dont le fil sortant est relié à la pointe de platine. D'autre part, l'électrolyte et la pointe de platine sont reliés au circuit dans lequel sont produites des oscillations de faible énergie, par exemple, celles qui sont recueillies par une antenne réceptrice de télégraphie sans fil située à une distance assez faible de l'antenne qui transmet les signaux.

» On constate, dans de semblables conditions, que chaque train d'ondes produit un son dans le téléphone et que les signaux transmis peuvent être lus au son. Il convient d'observer que l'on ne perçoit aucun son lorsque le détecteur est mis hors circuit ou bien est remplacé par un condensateur de capacité quelconque. Si le téléphone est remplacé par un galvanomètre balistique, l'énergie des oscillations étant suffisamment augmentée, il se produit, à chaque train d'ondes, une déviation de l'instrument, toujours dans le même sens, correspondant à un même courant, partant de la pointe de platine.

» Le détecteur fonctionne, dans ce cas, comme soupape ; les alternances négatives passent librement, tandis que les alternances positives sont arrêtées par le détecteur, mais s'écoulent à travers le circuit du téléphone ou du balistique ; elles agissent sur ces appareils, puisqu'elles sont toujours de même sens. Le condensateur électrolytique, formé par la pointe de platine et le liquide, se charge et a pour effet de régulariser, en quelque sorte, cet écoulement. »

Étant donné l'avantage que présentait ce détecteur, du fait qu'il était autodécohéreur, on peut se demander pourquoi il n'a pas été utilisé dès sa découverte. Voici l'explication qu'en donne M. Ferrié dans un de ses ouvrages [3].

« Ce détecteur n'avait pas été utilisé pendant plusieurs années, parce qu'il ne permettait que la réception à l'oreille, tandis que le cohéreur donnait l'enregistrement des signaux sur un appareil Morse. On remarqua peu à peu que la réception à l'oreille était généralement plus avantageuse que la réception enre-

[1] *Compte rendu du Congrès international d'Électricité*, Volume annexe, p. 289, § IV. Édition 1903. Gauthier-Villars.

[2] Le détecteur électrolytique, à pointe métallique. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 31 juillet 1905, t. CXLI, p. 315.

[3] *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de M. Gustave Ferrié*. Édition 1921. Gauthier-Villars.

gistrée, car elle permettait de distinguer « au son » les signaux à recevoir des signaux perturbateurs. Dans la réception écrite, au contraire, tous les signaux étaient traduits par des traits ou points semblables, enregistrés sur la bande sans qu'il soit possible de distinguer les signaux perturbateurs des signaux utiles. »

Pendant la période séparant la découverte du détecteur électrolytique et son utilisation, M. Ferrié s'était aussi appliqué au perfectionnement des postes récepteurs à cohéreur. Un de ces postes, datant de 1902 utilisé par M. Ferrié pour assurer la communication entre la Martinique et la Guadeloupe après le fameux tremblement de terre, figurait parmi les appareils de l'Exposition rétrospective.

Ce poste récepteur, disposé dans un coffret représenté sur la figure 372 avec son couvercle ouvert, comprenait un cohéreur du type de ceux imaginés par M. Blondel, contenant une réserve de limaille, mais, légèrement modifié.

M. Ferrié avait constitué l'une des électrodes E du cohéreur (fig. 373) par un cylindre dont la partie moyenne avait été évidée et possédait une gorge circulaire H dans laquelle se logeait la limaille en réserve. Celui des deux cylindres que cette gorge sépare et qui n'est pas relié au fil C, présente, suivant une génératrice, une encoche r qui permettait d'introduire la limaille dans l'espace l, situé entre les deux électrodes E, E, ou inversement de faire passer la limaille de l en H. Les électrodes et la limaille étant parfaitement séchées, le tube était fermé à la cire et les extrémités étaient protégées par des douilles métalliques munies

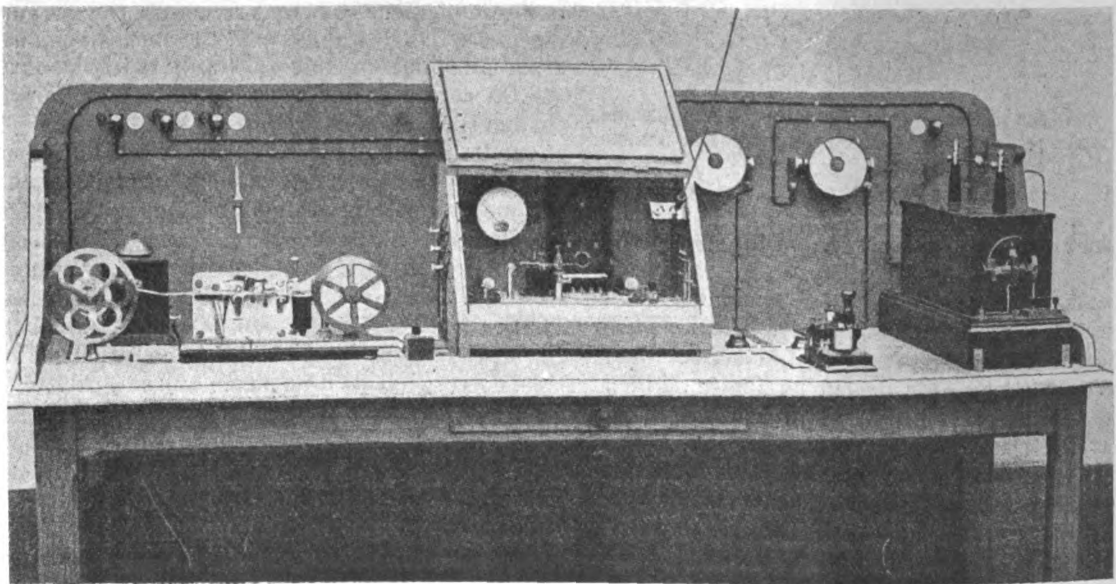


Fig. 372. — Poste de télégraphie sans fil de M. Ferrié. La boîte contenant les organes récepteurs est ouverte (1902).

de bornes V qui permettaient d'intercaler le cohéreur dans un circuit.

Les électrodes étaient en maillechort ; les limailles d'or ou d'argent vierges, ou bien d'or ou d'argent alliés à du cuivre en proportion variable étaient employées suivant la sensibilité désirée. La plus grande sensibilité était obtenue au moyen de limaille d'or vierge [1]. Comme on peut s'en rendre compte sur le schéma de la figure 374, relatif au poste complet, récepteur et transmetteur, le cohéreur était relié à l'antenne soit directement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur. Un potentiomètre connecté à une batterie d'accumulateurs permettait de faire varier entre 0,2 et 1 v la tension nécessaire à maintenir entre les électrodes du cohéreur pour le rendre sensible aux ondes.



Fig. 373. — Cohéreur de M. Ferrié.

Ce n'est que plus tard, que les dispositifs de réglage et d'accord pour la réception des ondes par induction furent réalisés.

L'appareil récepteur par induction qui était présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F., date de 1907 [1]. Il comporte un dispositif d'accord composé de deux spirales plates, à prises multiples et disposées l'une au-dessus de l'autre, à une distance variable, permettant de régler le nombre de spires des circuits

[1] Cette description a été empruntée à l'article de M. A. Turpain, publié dans *L'Éclairage électrique*, 23 août 1902 t. XXXII, p. 284.

[1] E. Ducretet. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 16 juillet 1907, t. CXLV, p. 171-173.

inducteur et induit, et d'obtenir ainsi rapidement différents degrés d'accouplement, faibles ou forts, soit avec les récepteurs à relais, soit avec les récepteurs radiotéléphoniques usuels. Les spirales, indépendantes l'une de l'autre, étaient fixées, l'une sur une tablette So (fig. 375), l'autre sur le disque Se. L'écartement le plus convenable était obtenu par le jeu de la crémaillère Cr.

La spirale primaire Pr était placée dans le circuit antenne-terre Ca, Ca' et la spirale secondaire Se était combinée avec le circuit du radioconducteur ou du détecteur.

Les manettes In, In', placées sur les plots de fractionnement des spirales, permettaient d'introduire dans les circuits respectifs le nombre de spires qui convenait au réglage pour obtenir le meilleur accord. Ces réglages, combinés avec celui de l'écartement des spirales entre elles et de la capacité variable du condensateur Co, permettaient d'obtenir rapidement l'accord le plus parfait assurant la réception des radiotélégrammes aux très grandes distances.

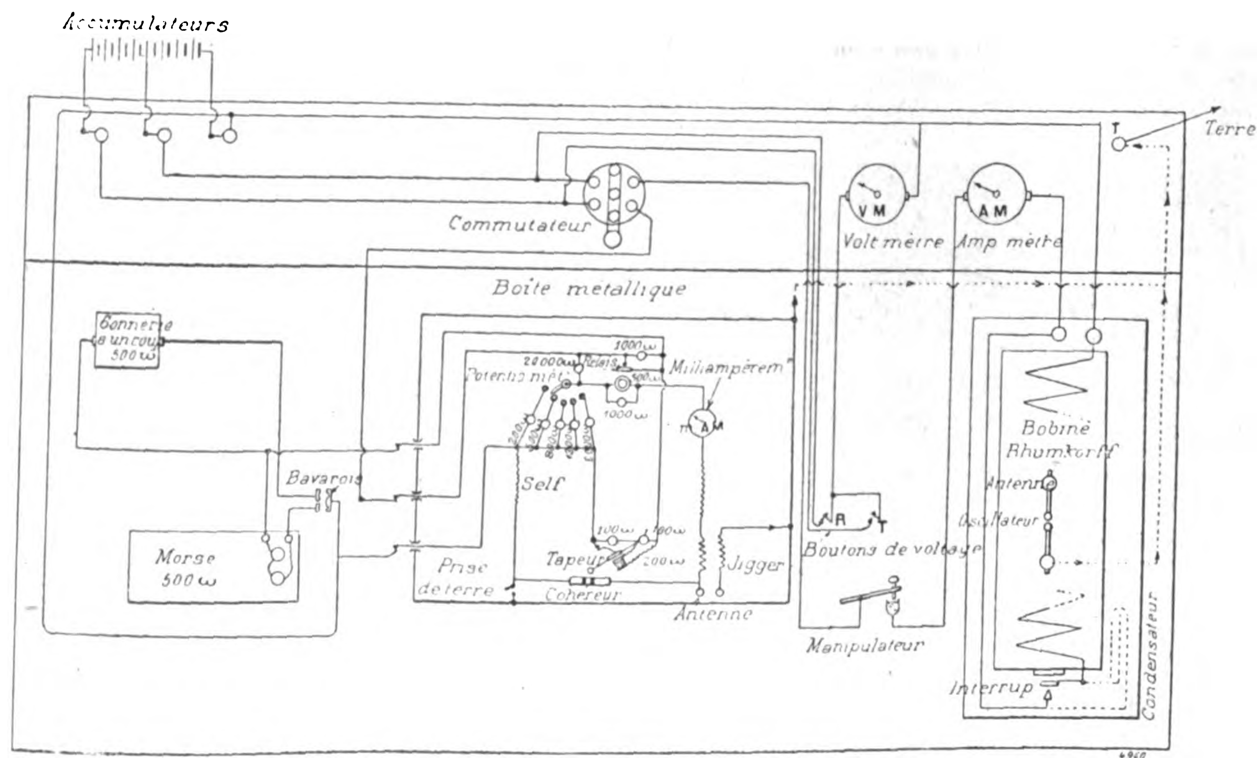


Fig. 374. — Schéma des connexions du poste de télégraphie sans fil de M. Ferrié.

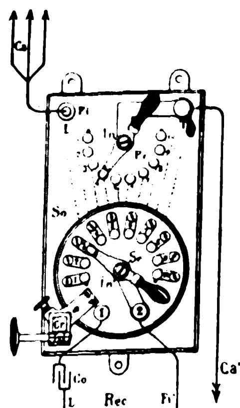


Fig. 375. — Dispositif de réglage et d'accord par induction (1907).

Ainsi que nous l'avions déjà fait remarquer précédemment, ce n'est guère que vers 1908 que le détecteur électrolytique a été employé d'une manière courante. Un vieux modèle d'appareil récepteur comportant ce dispositif et datant de cette époque était exposé dans le stand de la Physique rétrospective.

Il se composait d'un enroulement réglable, intercalé dans le circuit de l'antenne, d'un circuit secondaire comprenant une bobine d'auto-induction, avec curseurs prenant contact sur l'enroulement même de la bobine et d'un condensateur variable.

Les deux circuits étaient donc réglables sur la longueur d'onde des signaux à recevoir. Le détecteur, associé à un téléphone écouteur, était actionné par le circuit secondaire.

En 1909 la technique de la télégraphie sans fil était établie sur des bases solides et pendant les cinq années

qui suivirent, cette industrie nouvelle fut utilement développée et ses applications étendues dans tous les domaines.

L'année 1915 marque une étape importante en ce qui concerne les progrès de la radiotransmission avec l'entrée en scène de la lampe à trois électrodes, due à de Forest et qui permit les premières applications de la radiophonie. Nous ne rappellerons pas ici le fonctionnement de cette lampe, déjà bien connue de nos lecteurs et dont une description détaillée a été publiée dans cette Revue [1].

Les différents appareils récepteurs dits « à lampes », exposés dans le stand de la Physique rétrospective, étaient les suivants : l'amplificateur à transformateur à basse fréquence, type 1915, permettant d'amplifier considérablement les signaux de télégraphie sans fil, après détection ; l'amplificateur à résistance, type R. 1, datant de 1915, qui est un des premiers amplificateurs construits pendant la guerre par la Télégraphie militaire et qui comportait déjà le dispositif autodyne créé par M. Brillouin ; l'amplificateur type 3 ter, de 1916, construit suivant les indications de M. Latour, qui



Fig. 376. — Vue du Stand « Radiojour » de la Société Le Matériel téléphonique.

constitue le prototype des amplificateurs à transformateurs actuellement en usage ; l'amplificateur à transformateur, type L 1 (1916), construit également d'après les indications de M. Latour, qui a constitué un progrès très important à l'époque de sa création. Nous ne nous étendrons pas sur les avantages de ces différents appareils, car nous en retrouverons le principe dans ceux présentés par les constructeurs, comme nous le verrons ci-après.

[1] C. Gutton : La lampe valve à trois électrodes. *Revue générale de l'Électricité*, 26 avril 1919, t. v, p. 629-640.

Appareils actuels de réception. — Postes récepteurs a galène. — Parmi les nombreux appareils de réception présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F., on pouvait remarquer que le simple poste à galène, qui avait presque été abandonné par les amateurs, lorsque les postes à lampes firent leur apparition, semblent devoir jouir d'une faveur nouvelle auprès du public.

Le poste à galène présente en effet d'immenses avantages au point de vue économie et simplicité. Nombre d'amateurs ont fini par se rebuter des appareils à lampes en raison de la fragilité de celles-ci, des inconvénients inhérents à l'entretien et la recharge des ac-

cumulateurs et du peu de durée des batteries de piles servant à maintenir la tension de la plaque des lampes audions. L'augmentation de puissance des postes de diffusion radiophonique n'est pas non plus étrangère à ce revirement. En effet, il est possible, à présent, de recevoir avec ce genre d'appareils d'une manière très satisfaisante, dans un rayon de 100 km, les postes d'émission tels que ceux de la Tour Eiffel, de la Compagnie Radio-Paris, du Petit Parisien et des Postes, Télégraphes et Téléphones. Ajoutons aussi que, au point de vue de la pureté de l'audition à la réception, le détecteur à galène est meilleur que le poste à lampes. Cependant, à l'inconvénient de ne pouvoir recevoir qu'à une distance relativement faible, il faut ajouter aussi quelques désavantages : sa sensibilité aux perturbations atmosphériques, son déréglage par le moindre choc et la difficulté de trouver un bon point sensible. De plus, en raison de sa faible résistance, il ne permet qu'une résonance médiocre dans l'accord, ce qui provoque des brouillages qui sont parfois gênants.

Nous ne rappellerons pas ici les montages en dérivation, en Oudin ou en Tesla, qui sont déjà bien connus de nos lecteurs et comme, d'autre part, ces divers montages sont employés indifféremment par la plupart des constructeurs de postes à galène qui ont apporté également tous leurs soins pour le perfectionnement de ces dispositifs, nous nous bornerons, dans cette partie de notre description, aux quelques appareils d'un montage un peu spécial.

Notons, tout d'abord, que, en raison de la grande différence de longueur d'onde adoptée par les divers centres d'émission radiophoniques, les constructeurs se sont heurtés à la difficulté de créer un appareil unique pouvant recevoir indifféremment et avec un bon rendement l'un ou l'autre de ces postes émetteurs. On peut dire que, d'une manière générale, il est nécessaire d'effectuer une manœuvre spéciale lorsqu'on désire passer de l'audition d'un poste émettant sur courtes longueurs d'onde à un poste émettant sur de grandes longueurs d'onde.

Parmi les postes de réception à galène dont le dispositif diffère un peu des montages simples énumérés

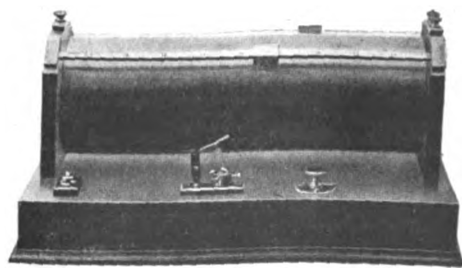


Fig. 377. — Vue du poste à galène « Radiojour ».

ci-dessus, signalons le poste présenté par la Société Le Matériel téléphonique, poste plus connu sous l'appellation de « radiojour » et qui était exposé dans le stand de même nom que représente la figure 376. L'appareil (fig. 377) se compose d'une bobine d'accord d'environ 150 m de fil de 0,8 mm de diamètre avec curseurs, montée sur un socle comportant, sur sa partie extérieure, un détecteur à galène, un bouton de manœuvre pour un condensateur à air, réglable, d'une capacité de 0,002 μF et un commutateur permettant d'introduire dans le circuit de l'antenne un condensateur fixe, à air, d'une capacité de 0,0003 μF environ en vue de la réception des ondes courtes. Les connexions intérieures sont faites suivant le schéma reproduit sur la figure 378. Comme référence au sujet de l'audition, le

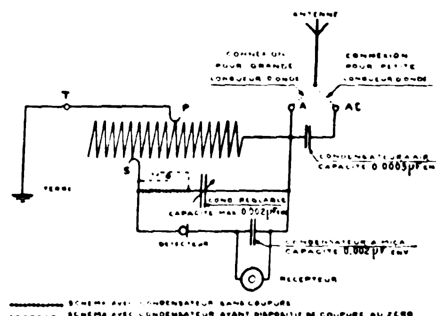


Fig. 378. — Schéma de montage du poste à galène « Radiojour ».

constructeur publie une lettre d'un amateur qui, à Avize, dans le département de la Marne, a reçu d'une manière suffisamment compréhensible plusieurs postes anglais.

La Maison G. Péricaud présentait à l'Exposition de Physique et de T. S. F. un nouveau dispositif dont l'organe principal, appelé « vario-bloc », représenté sur la figure 379, consiste en un assemblage de petites



Fig. 379. — Vue d'un « vario-bloc » de la maison G. Péricaud.

galettes rappelant les enroulements dits « en cage d'écureuil », disposition qui a permis d'obtenir, sous un faible volume, d'importantes valeurs d'auto-induction tout en réduisant considérablement la capacité entre les enroulements.

Dans le montage le plus simple, représenté schématiquement sur la figure 380, le « vario-bloc » comprend deux enroulements égaux branchés en série et dont la valeur de l'auto-inductance s'ajoute ou se retranche par

une rotation de 180° des enroulements. La gamme des longueurs d'ondes que l'on peut ainsi obtenir varie de 300 à 1 000 m. En ajoutant en série ou en dérivation un condensateur, on fait varier cette gamme selon les valeur des capacités employées.

Un autre dispositif, plus perfectionné, comprenant, outre les deux enroulements dont il vient d'être

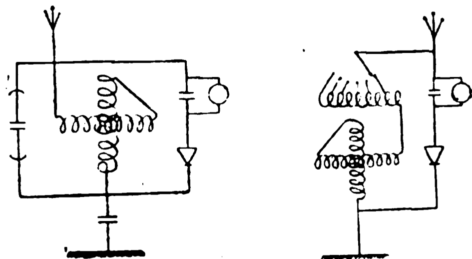


Fig. 380. — Schéma du montage d'un poste à galène avec le « vario-bloc ». — Fig. 381. Schéma du montage d'un poste à galène avec un « vario-bloc » perfectionné.

question, un troisième relié à des plots, permet d'obtenir une bande encore plus étendue de longueurs d'onde (fig. 381).

Dans les paragraphes qui suivent, on verra quelques-unes des nombreuses applications de ces appareils dans l'exécution des postes à lampes.

Les bobines auto-inductrices interchangeables, présentant sur les bobines à prises multiples à plots l'avantage d'éviter les bouts morts, ont été utilisées en particulier par la Broadcasting Corporation. Le poste récepteur à galène, représenté sur la figure 382, permet

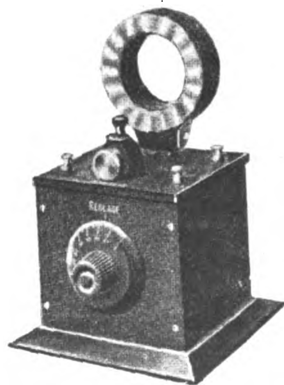


Fig. 382. — Poste récepteur à galène, avec bobines d'auto-induction interchangeables, de la Broadcasting Corporation.

de s'accorder par simple réglage du condensateur variable et interchangeabilité de deux bobines d'auto-induction, pour des longueurs d'ondes variant de 180 à 600 m et de 1 200 à 3 700 m.

Signalons aussi un autre dispositif, permettant d'obtenir rapidement l'accord désiré, présenté par la société Radio-Exact. Cet appareil comporte un ondemètre avec index mobile se déplaçant devant une échelle graduée.

Amplification des postes a galène au moyen de dispositifs a lampes. — *Amplification en basse fréquence après détection.* — Malgré les grands avantages, assez séduisants d'ailleurs, du simple poste à galène, de nombreux amateurs, ne se contentant pas de l'écoute au casque, n'hésitent pas à adjoindre à leur poste un, puis deux, voire même trois étages d'amplification en basse fréquence afin d'obtenir la réception des émissions en haut parleur. Bien souvent, le dispositif détecteur et l'amplificateur sont rassemblés dans un même appareil. Cependant, pour satisfaire la nombreuse clientèle qui recule devant le prix assez élevé d'un appareil complet, mais qui, après avoir acheté un appareil récepteur simple, se trouve entraînée par le désir d'obtenir mieux, certains constructeurs ont établi des amplificateurs à basse fréquence avec une, deux, et même trois lampes, que l'on branche à la place des écouteurs du poste détecteur. Tous ces dispositifs sont basés sur le même principe, illustré schématiquement sur la figure 383. Le primaire d'un premier transformateur, relié aux deux bornes de l'appareil récepteur, reçoit le courant détecté. Le secondaire de ce transformateur est relié au circuit de la grille d'une première lampe, dont le circuit de plaque est connecté au primaire d'un second transformateur. Le secondaire est, à son tour, relié au circuit de la grille de la seconde lampe et ainsi de suite, jusqu'à la dernière lampe dont le circuit de plaque comprend un récepteur téléphonique ou un haut parleur. En général, on n'emploie guère plus de trois étages en basse fréquence à cause de la déformation de la parole qui, elle aussi, irait en s'amplifiant.

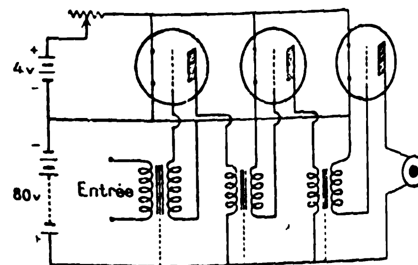


Fig. 383. — Schéma de montage d'un poste amplificateur en basse fréquence à trois lampes.

Au point de vue réalisation pratique, tous ces appareils se présentent sous la forme d'un coffret rectangulaire avec broches pour la fixation des lampes, plots à prises pour brancher les éléments à 4 et 80 v et l'arrivée du courant détecté, et rhéostat pour régler le chauffage des lampes. Nous avons reproduit, entre autres, sur la figure 384, un amplificateur de la Société industrielle des Téléphones, mais il y aurait lieu de citer ici ceux de la Société française radioélectrique, de la maison G. Péricaud, de l'Electro-Matériel et, d'une manière générale, de la plupart des maisons qui

ont participé à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

En ce qui concerne les postes complets réunis dans un même coffret, les constructeurs ont remplacé les

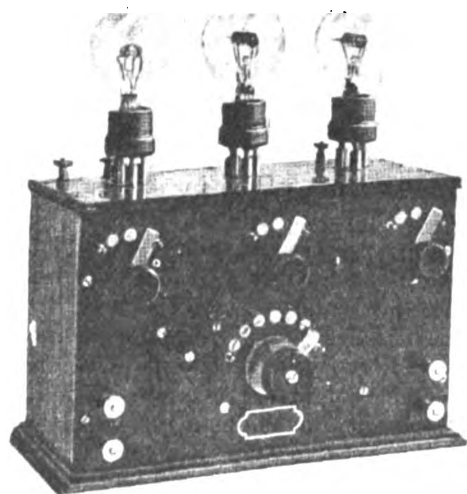


Fig. 384. — Vue d'un appareil amplificateur à basse fréquence à trois lampes de la Société industrielle des Téléphones.

bobines d'auto-induction cylindriques par des bobines d'accord en galettes, fractionnées ou non, afin de réduire le plus possible l'encombrement. L'aspect extérieur de ces postes récepteurs est, à peu de chose près, le même que celui des postes à détection par lampe que nous verrons plus loin.

Amplification en haute fréquence avant détection. — Les Établissements Ancel, qui se sont spécialisés dans le montage des postes avec détection au moyen de la galène, exposaient un appareil à cinq lampes, représenté sur la figure 385. L'énergie directe du circuit

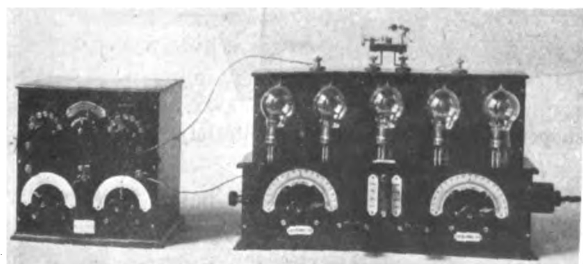


Fig. 385. — Vue d'un appareil amplificateur en haute et en basse fréquence avec détecteur à galène (Établissements Ancel).

oscillant est d'abord amplifiée à l'aide de transformateurs à haute fréquence avec circuit magnétique très perméable et nombre de spires en rapport avec la gamme des longueurs d'ondes à amplifier. Un combinateur gradué permet de régler la résonance en haute fréquence. L'énergie ainsi amplifiée est ensuite détectée par un cristal de galène. Trois transformateurs pour basse fréquence, montés selon le schéma déjà indiqué précédement, amplifient le courant détecté. A cet appareil, il y a lieu d'adjoindre un dispositif d'accord, indépendant de l'amplificateur, ainsi qu'il est représenté sur la gauche de la figure 385. Cet appareil comprend un enroulement primaire et un enroulement secondaire concentriques, dont les axes peuvent faire un angle variant de 0 à 90°. Ces enroulements sont à prises multiples et les sections sont utilisables ensemble ou séparément à l'aide de commutateurs à plots. Un commutateur spécial permet d'intercaler un condensateur variable en série sur l'antenne pour la réception de petites longueurs d'ondes. Un deuxième condensateur variable, pour l'accord, est en dérivation sur le circuit secondaire.

Appareil de réception avec détecteur a lampe. — Il y avait peu de postes ne comportant qu'une lampe détectrice. Cela semble évident d'ailleurs, car, dès l'instant que l'amateur possède une batterie d'accumulateurs et une batterie de piles pour l'alimentation d'une lampe audion, il ne lui en coûte guère plus de disposer d'un appareil à plusieur lampes, ce qui permet une audition incomparablement supérieure. Nous ne parlons pas évidemment ici du montage hétérodyne.

Amplificateurs en haute fréquence à résistance. — Il semble que les amplificateurs à résistance soient actuellement moins en vogue. Leur montage a, d'ailleurs, dû être modifié pour permettre simultanément la réception des petites et des grandes longueurs d'ondes.

Les Etablissements Hamm présentaient un appareil à deux lampes avec haute fréquence, couplées par résistance, à réaction par compensateur. Les bobines auto-inductrices en nids d'abeilles sont interchangeables suivant la longueur d'onde à recevoir.

Signalons aussi les amplificateurs à résistance type BR4 ter avec lampes à « cornes », de la Société indépendante de Télégraphie sans Fil. L'utilisation des lampes à « cornes » a pour effet de diminuer les capacités parasites dues aux connexions des lampes, ce qui facilite la réception des courtes longueurs d'ondes.

Amplificateurs à résonance. — Les amplificateurs à résonance, grâce à leurs qualités d'amplification pour toutes les longueurs d'ondes et leur grande sélectivité semblent avoir réuni le plus de partisans.

Les Établissements Hamm présentaient un poste à quatre lampes dont deux en haute fréquence couplées par résonance, la deuxième étant détectrice, et deux en basse fréquence, couplées par transformateur.

Dans cet appareil, représenté sur la figure 386, les inductances constituées par des « nids d'abeilles » sont à l'intérieur de l'appareil; mais, pour avoir les mêmes avantages que le système à bobines interchangeables, elles ont été éloignées les unes des autres de façon à ne pas présenter d'induction mutuelle et sont prises séparément au moyen d'un commutateur. Il n'y a donc

pas de bout mort et aucun couplage électrique ou magnétique entre les bobines utilisées et celles qui ne le sont pas. Cette disposition permet dans un appareil

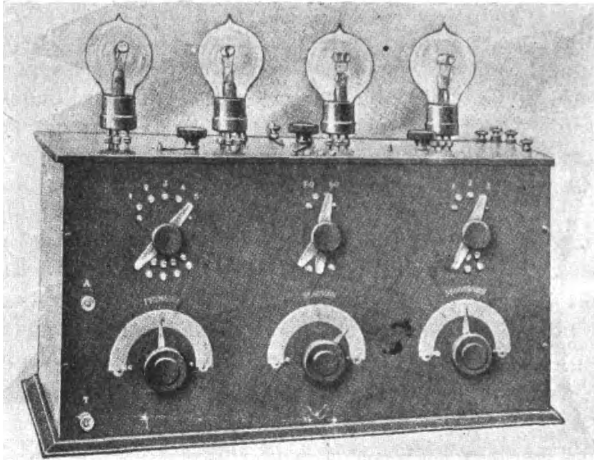


Fig. 386. — Vue d'un appareil à résonance (Etablissements L. Hamm).

couvrant une grande gamme de longueurs d'onde (160 à 3 500 m) d'avoir toujours le rendement maximum.

La réaction est électromagnétique ; le même bobinage est employé pour toutes les longueurs d'onde et, pour éviter l'accrochage automatique à la fréquence propre de la réaction, celle-ci est constituée par du fil résistant et fin de façon à lui donner un grand amortissement.

Les condensateurs aussi bien que la réaction sont commandés par des boutons réducteurs

Le circuit secondaire étant indépendant, il est étalonné sur chaque appareil et le tableau des longueurs d'onde du secondaire ainsi établi est livré avec chaque poste.

Cela facilite ainsi considérablement la recherche des émissions sur une antenne quelconque, et permet, en outre, d'identifier par sa longueur d'onde le poste que l'on reçoit.

Les appareils récepteurs à résonance à quatre ou cinq lampes des Etablissements Radio R. C. ont été spécialement étudiés pour la réception, à grande distance, des radioconcerts européens émis sur toutes longueurs d'onde comprises entre 200 et 3 500 m.

Ils se composent d'un ou deux étages d'amplification en haute fréquence, une lampe détectrice et deux étages d'amplification en basse fréquence. Le circuit de résonance est disposé de telle façon qu'une variation du couplage n'influence pas la longueur d'onde du circuit de résonance, ce qui permet d'étalonner, une fois pour toutes, ce circuit. Cette disposition a l'avantage de

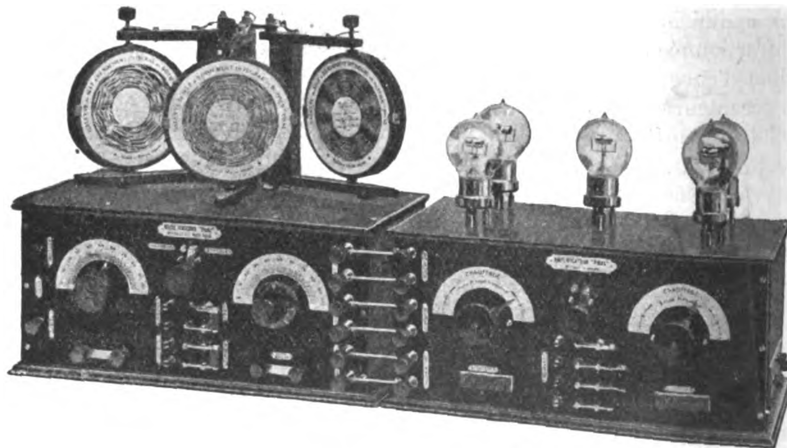


Fig. 387. — Amplificateur avec variomètre suspendu à la cardan (Electro-Matériel).

réduire au minimum le nombre des réglages à effectuer pour l'audition d'une émission déterminée. La réaction est obtenue à l'aide d'un variomètre, qui ne réagit pas dans l'antenne. Le chauffage indépendant des lampes à haute et basse fréquence est obtenu à l'aide de rhéostats très progressifs.

Le dispositif d'accord « Phal » de la Société Electro-Matériel permet d'obtenir tous les montages classiques et en particulier le montage en résonance et le montage spécial Reinartz. L'appareil à résonance représenté sur la figure 387 comprend une lampe en résonance, une lampe en semi-résonance, une lampe détectrice et deux lampes amplificatrices en basse fréquence avec transformateurs.

Le poste Y. 4 de la Société Crédit industriel et automobile Radio, qui comporte un étage en haute fréquence, un étage détecteur et deux étages en basse fréquence, se caractérise par l'emploi exclusif d'auto-inductances amovibles du type nid d'abeilles, tant pour le système d'accord en Oudin, que pour le transformateur de couplage de la lampe en haute fréquence à la lampe détectrice et l'auto-inductance de la réaction, en un mot, pour tous les enroulements qui sont le siège de courants en haute fréquence.

L'usage d'un condensateur accordant le transformateur à haute fréquence, de couplage, classe cet appareil dans la catégorie des postes à résonance. Le mode de réalisation de ce transformateur accentue l'avantage de ce système sur les autres montages à résonance, avantage qui consiste en un grand pouvoir amplificateur, une plus grande facilité de réglage, à syntonie égale, un étalonnage beaucoup plus indépendant de la réaction.

La disposition des auto-inductances et des connexions intérieures concourt à la stabilité électrique de l'ensemble. La bobine du montage en Oudin direct est verticale ; les bobines pour la réaction, le secondaire et le primaire des transformateurs à haute fréquence sont horizontales ; elles sont ainsi soustraites le plus possible aux influences perturbatrices.

Amplificateurs à haute fréquence à induction avec noyaux de fer mobiles. — Les Etablissements Radio L L présentaient sous le nom de récepteur « audionette » un appareil composé d'éléments à haute fréquence avec bobines d'auto-induction et noyaux de fer amovibles et mobiles, permettant d'obtenir la réception des ondes courtes à très grande distance. L'appareil complet, représenté sur la figure 388 comprend un dispositif

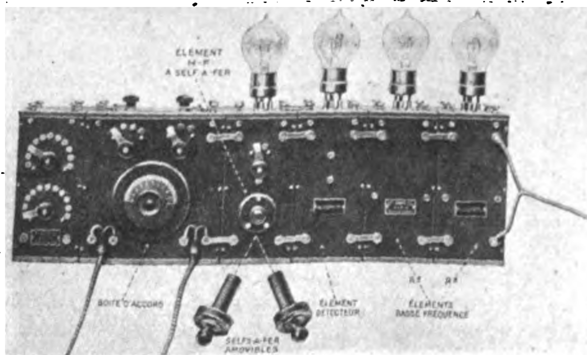


Fig. 388. — **Amplificateur à auto-inductance à fer mobile (Radio L. L).**

d'accord, un ou plusieurs éléments à haute fréquence avec bobines auto-inductrices et fer amovibles, un détecteur et un ou plusieurs éléments à basse fréquence.

La boîte d'accord permet de recevoir sur cadre des émissions dont la longueur d'onde varie de 150 à 3500 m. Sur antenne, le réglage peut se faire pour des longueurs d'onde variant entre 500 et 3500 m.

Les éléments à haute fréquence, qui font l'objet d'un brevet appartenant à cette société seule, comprennent dans le circuit de la plaque une bobine auto-inductrice, variable au moyen d'un noyau de fer doux pénétrant plus ou moins dans le champ des lignes de forces. Pour une position donnée du noyau de fer doux, on obtient donc une valeur déterminée de l'induction.

A chacune de ces positions correspond un maximum d'amplification pour une certaine longueur d'onde et un certain réglage du système d'accord. Ce maximum d'amplification est obtenu lorsque, pour la longueur d'onde à recevoir, la valeur de l'induction réglable est au voisinage de la résonance sur la capacité du circuit plaque-grille de la lampe. Au moment exact de la résonance, des oscillations sont engendrées dans le circuit de réception, ce qui permet l'audition des postes à ondes entretenues, en autodyne.

Si l'on s'éloigne légèrement de ce réglage, on arrive à décrocher les oscillations et à entendre les postes radiotéléphoniques avec une amplification considérable.

Montages divers. — La Société l'Appareillage M. S. exposait, dans son stand du Grand Palais, un appareil à quatre lampes, dit le « biondulaire », construit sur un principe inédit, breveté, et recevant toutes les longueurs d'ondes depuis 150 m jusqu'à 7000 m, soit en téléphonie, soit en télégraphie.

Cet appareil comprend trois montages différents qui sont commandés par des manettes, de telle sorte qu'il est possible de recevoir soit en résistance, soit en résonance simple, soit par un principe nouveau, tenant à la fois de la résistance et de la résonance, qui a été baptisé de « super-résonance ».

D'autre part, les inductances de réception sont indépendantes de l'appareil et remplacent le cadre.

De cette façon, il est possible de recevoir sans antenne et par une simple prise de terre, jusqu'à 200 km de Paris, à Paris même et dans ses environs immédiats, les stations parisiennes de diffusion radiophonique. On reçoit toutes ces émissions l'appareil étant posé sim-

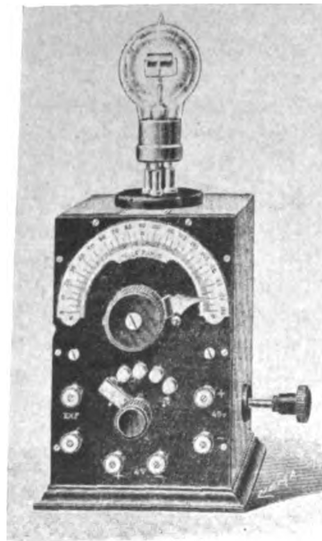


Fig. 389. — **Appareil hétérodyne (Maison Ancel).**

plement sur la table, sans qu'il soit nécessaire de chercher une orientation quelconque.

Nous devons rappeler ici les applications du « variobloc » de la Maison G. Péricaud, déjà décrit précédemment au sujet des postes à galène puisqu'il permet aussi de monter très aisément des postes récepteurs avec haute fréquence et basse fréquence, haute fré-

quence à couplage par auto-inductance et, haute fréquence à résonance.

Montage hétérodyne. — Les Etablissements Ancel présentaient, dans leur stand, un dispositif hétérodyne système A. Rio, dit « à effet d'hystérésis » (fig. 389).

Dans cet hétérodyne, l'émission locale des ondes entretenues est réalisée par un seul circuit oscillant. La variation des ondes émises par l'appareil, qui permet l'interférence de l'onde entretenue, est réalisée simplement par un combinateur à noyau magnétique, lequel utilise le phénomène d'hystérésis.

L'hétérodyne comporte, en plus du rhéostat de chauffage de la lampe et du combinateur, un condensateur variable qui permet l'interférence de toutes les longueurs d'ondes intermédiaires déterminées préalablement par la position de ce combinateur.

Signalons aussi l'appareil dénommé « super-hétérodyne » de la Société Radio L. L. dont la figure 390 représente l'ensemble complet et qui comprend un élément détecteur spécial, une boîte d'accord de moyenne fréquence et des éléments de moyenne fréquence en nombre variable suivant la sensibilité désirée.

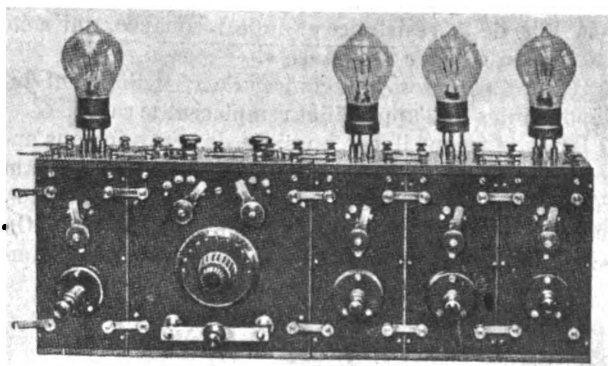


Fig. 390. — Appareil « super-hétérodyne » (Société Radio L. L.).

Appareils d'émission. — La nouvelle réglementation des postes d'émission, pour amateurs, moins sévère que précédemment, favorise leur développement. Afin de satisfaire cette clientèle, un certain nombre de constructeurs avaient exposé des dispositifs portatifs ne nécessitant qu'une puissance d'alimentation de 30 à 100 w.

Le poste émetteur type D 1/5, construit par la Société française radioélectrique, dont la vue intérieure est représentée sur la figure 391 permet d'émettre à volonté des ondes de 180 à 350 m de longueur, sur une antenne convenablement disposée, avec une puissance de 50 w environ dans l'antenne.

Ce poste émetteur fonctionne sur n'importe quel secteur d'éclairage à courant alternatif et est raccordé par une simple prise de courant. Il ne comporte qu'une seule lampe à trois électrodes et une lampe valve. Ces lampes sont très robustes et ont une durée comparable à celle des lampes d'éclairage. Les dépenses de fonctionnement, qui comprennent la consommation de courant et l'usure des lampes, sont donc très minimes.

Les oscillations engendrées par la lampe à trois électrodes sont modulées par le courant d'un circuit contenant un microphone spécial et une pile. Ce courant agit par l'intermédiaire d'un transformateur sur la grille de la lampe.

Le courant de chauffage de la lampe est fourni par un transformateur alimenté par le secteur. Le même transformateur fournit du courant alternatif à haute tension à la lampe valve qui le redresse en courant continu pour être appliqué au circuit de plaque de la lampe.

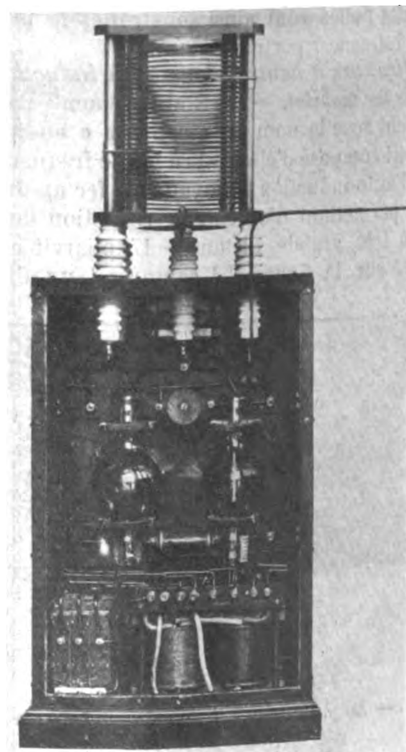


Fig. 391. — Vue arrière du poste émetteur type D 1/5 de la Société française radioélectrique.

La Société Radio L. L. présentait divers postes d'émission. Un premier type de 50 w permet la liaison facile en téléphonie jusqu'à 50 km et 150 km en télégraphie. Le type « avion » de 500 w permet la téléphonie jusqu'à 500 km et la télégraphie jusqu'à 1 200 km. Enfin, le type de 1,5 kw a une portée de 800 km en téléphonie et de 2 000 km en télégraphie.

La Société anonyme des Etablissements Louis Ancel présentait dans son stand un poste mixte, à la fois émetteur et récepteur.

Dans cet appareil, représenté sur la figure 392, la

transmission est assurée par trois lampes du type normal « Audion » à vide poussé, dont deux sont oscillatrices, la troisième assurant le contrôle de modulation.

Les diverses parties composant le système d'émission, et, notamment, les caractéristiques du circuit oscillant, sont déterminées une fois pour toutes sur une caractéristique d'antenne.

La longueur d'onde d'émission unique doit être prévue à l'avance et comprise dans la limite minimum de 300 m et maximum de 1 100 m.

Un ampèremètre d'antenne permet le contrôle de l'émission ; un combinateur de trafic assure le passage instantané de la transmission à la réception ou réciproquement, et détermine l'allumage des lampes en fonctionnement.



Fig. 392. — Appareil récepteur et émetteur des Etablissements Louis Ancel.

La réception comporte cinq lampes, dont deux à haute fréquence à semi-résonance et à transformateurs spéciaux et trois à basse fréquence également à transformateurs. Un condensateur variable, dit de « syntonie », permet l'amplification maximum sur une longueur d'onde variant de 300 à 1 100 m.

La détection se fait par cristal de galène, ainsi que nous l'avons déjà vu dans un précédent paragraphe.

Alimentation des postes de télégraphie sans fil. — Ainsi que nous l'avions déjà fait remarquer au début de cette étude, l'amateur se rebute facilement devant les inconvénients dus à l'emploi de piles et de batteries d'accumulateurs pour l'alimentation des postes récepteurs.

Une première amélioration dans cette voie a été faite grâce aux lampes à faible consommation qui permettent de supprimer les accumulateurs et de les remplacer par des piles à grand débit.

Mais le grand désir de l'amateur était de remplacer entièrement, par un courant industriel, le courant de 80 v pour l'alimentation du circuit de plaque, obtenu actuellement par une batterie de piles, et le courant à 4 ou 6 v pour le chauffage du filament, obtenu au moyen de batteries d'accumulateurs.

Voici, tout d'abord, un dispositif qui nous est communiqué par M. Jean Prache, permettant d'alimenter par le courant alternatif d'un secteur la plupart des postes de réception, sans rien changer à leur montage intérieur.

Circuit de la plaque. — La batterie de pile, de 80 v, est remplacée par un dispositif utilisant le courant alternatif du secteur, dont la tension est portée à une valeur convenable, puis, redressé par deux lampes valves, chaque lampe redressant une phase du courant, de façon à obtenir un courant ondulé. Le courant redressé et ondulé est enfin rendu presque rigoureusement continu par un dispositif comprenant deux condensateurs d'une capacité de 2 à 3 microfarads et une auto-inductance généralement constituée par un transformateur à basse fréquence dont le primaire et le secondaire sont montés en série. Ce montage nécessite un transformateur spécial, construit par la maison Ferrix, et donnant au secondaire les tensions suivantes : 2 v, 2 v, 150 v et 150 v

Le schéma de ce montage est représenté figure 393..

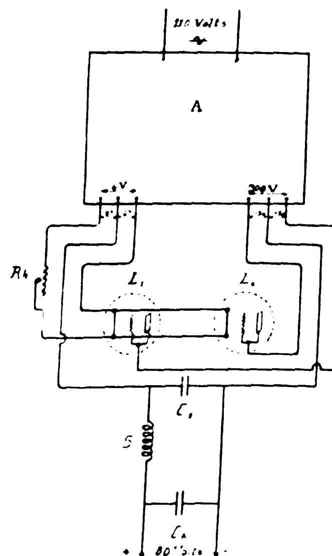


Fig. 393. — Schéma de montage pour l'alimentation directe du circuit de plaque.

A, Transformateur Ferrix type ED; Rh, rhéostat ; C_1, condensateur de 3 μF; C_2, condensateur de 2 μF; S, auto-inductance; L_1 L_2, lampe audion ordinaire.

Les fils marqués + 80 v et — 80 v sont à relier aux bornes + 80 v et — 80 v du poste. Donc, aucune modification n'est à effectuer jusqu'ici dans le montage intérieur de l'appareil.

Circuit de la grille et circuit du filament. — L'alimentation par le courant alternatif des circuits de la grille et du filament semble beaucoup plus délicate à priori, car ces deux circuits sont intimement mélangés dans le poste, et il est nécessaire de les séparer. En effet, alors que le filament peut être alimenté directement par du courant alternatif, il n'en est pas de même du circuit de la grille, les grilles devant être polarisées par une source de courant nécessairement continu, à polarité négative, pour les

lampes amplificatrices à haute et à basse fréquence, et positive pour la lampe détectrice.

Pour effectuer la séparation des deux circuits, grille et filament, sans toucher à aucune des connexions intérieures du poste, M. Jean Prache a imaginé le dispositif des plaquettes supports Prajan, représenté figure 394. Ces plaquettes, qui doivent être intercalées

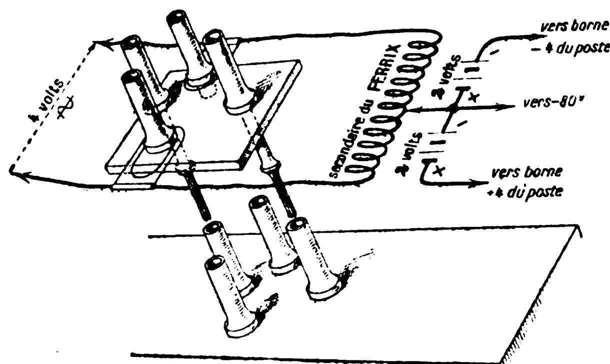


Fig. 394. — Plaquette spéciale pour le montage des lampes.

entre chaque lampe et le poste, ont pour but d'isoler complètement le filament des lampes, tout en laissant la grille et la plaque des lampes en communication avec le poste.

Dès lors, il ne restera plus connecté aux bornes du poste marquées + 4 v et — 4 v que les grilles des lampes. Il sera donc facile, pour obtenir la polarité des grilles, de relier le filament (ou un point ayant le même potentiel que le filament) aux bornes + 4 v et — 4 v du poste, en prenant la précaution de mettre en avant deux petites piles de lampes de poche de 3 à 4 v de façon à obtenir la polarité voulue. Cette disposition est représentée également schématiquement sur la figure 394. Ces piles parcourues par le courant du circuit de la grille, qui n'est de l'ordre que de quelques microampères, ne consommeront pratiquement aucun courant et seront d'une très longue durée.

En résumé, le circuit du filament sera alimenté par un transformateur Ferrix à prise médiane, donnant au secondaire 2 volts et 2 volts ; et le circuit de la grille, complètement séparé, grâce aux plaquettes-supports Prajan, du circuit du filament, sera alimenté par deux petites piles de lampes de poche ne consommant pratiquement aucun courant.

Ce dispositif, qui paraît si simple en théorie, est particulièrement à recommander dans le cas de lampes amplificatrices à haute ou à basse fréquence, ainsi que dans le cas de lampe détectrice précédée d'un ou de plusieurs étages d'amplification en haute fréquence.

Il ne donne pas toujours, par contre, d'excellents résultats dans le cas de postes à montages spéciaux, tels que la « super-réaction », etc. Il n'est pas toujours à recommander non plus dans le cas de lampe détectrice à réaction, bien qu'avec ce montage des résultats satisfaisants aient été constatés dans la majorité des cas.

Ce dispositif permet enfin, et c'est une de ses particularités intéressantes, de laisser la lampe détectrice (cause parfois de légers bourdonnements), alimentée par accumulateurs, toutes les autres lampes étant alimentées par du courant alternatif. Cette alimentation mixte est représentée schématiquement figure 395.

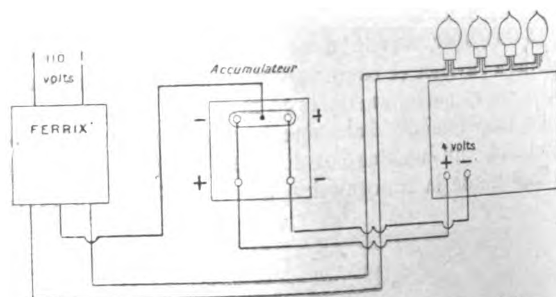


Fig. 395. — Schéma de montage pour l'alimentation du circuit du filament.

Pour la simplification du montage, la maison Ferrix a construit un tableau représenté figure 396, et donnant la disposition des connexions figurées schématiquement sur la figure 394.

Le pôle négatif de la batterie de tension de plaque

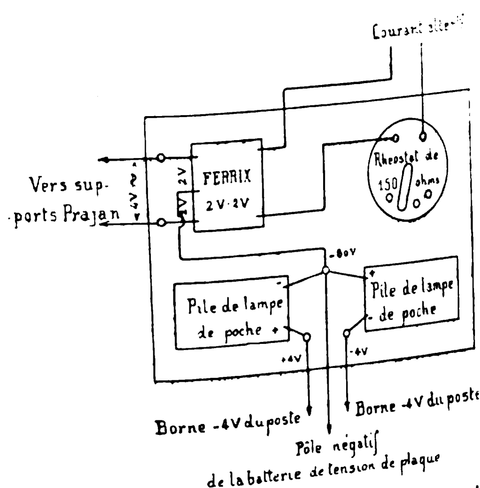


Fig. 396. — Vue schématique du dispositif Ferrix pour l'alimentation d'un poste récepteur.

peut être relié à la borne du poste marquée — 80 v, mais il est préférable, pour économiser les piles de lampes de poche, de la relier au point milieu du Ferrix, comme il est indiqué sur les figures 394 et 396.

Certains constructeurs se sont appliqués à construire des postes complets fonctionnant directement sur le courant du réseau d'éclairage et utilisant même la ligne électrique comme antenne.

Un des premiers appareils de ce genre a été construit par les Etablissements Ducretet dont le stand est représenté sur la figure 397.

La maison G. Péricaud présentait un appareil appelé « radio-secteur » qu'il suffit de brancher sur une distribution d'éclairage électrique comme on le ferait pour une lampe portative (fig. 398). Les connexions intérieures de ce poste sont établies suivant un montage spécial dû à M. Barthélemy. Des lampes à gros filament sont nécessaires, car leur chauffage est obtenu directement par du courant alternatif.

Sous le nom de « radiola-réseau », la Société française radioélectrique présentait aussi un dispositif comprenant une boite d'alimentation sur le réseau et un récepteur.

Lampes à trois électrodes. — Les Établissements Grammont présentaient une exposition rétrospective de la fabrication des lampes « Fotos » pour télégraphie sans fil pendant la guerre.

C'est en effet dans l'usine Fotos édifiée à Lyon, Croix-Rousse, que fut étudiée pour la première fois en France la fabrication des lampes à trois électrodes; on peut même dire que c'est là qu'est née la lampe actuelle à vide poussé à filament de tungstène pur, pouvant être utilisée tant à l'émission qu'à la détection des ondes de télégraphie sans fil et à l'amplification des courants alternatifs de toutes fréquences.



Fig. 397. — Stand des Etablissements Ducretet.

Il y avait lieu de remarquer l'audion original de De Forest, qui servit de point de départ aux études, la lampe à vide poussé qui fut créée par MM. Abraham et Biguet, stade intermédiaire qui devait conduire à la lampe type « Télégraphie militaire » que l'usine Fotos a construite en grande série pendant la guerre et que, pour assurer les besoins de la défense nationale, le général Ferrié demanda de copier à toutes les fabriques de lampes.

A signaler aussi les premières lampes à faible consommation (0,16 ampère) que M. Bauvais fabriqua dès juin 1917 en vue d'être alimentées par des piles.

Dans le stand de la Radiotechnique, on pouvait remarquer la lampe « radiomicron » dont le filament s'alimente sous une tension de 3 à 4 v; à la tension de 4 v, il consomme environ 0,06 A. La tension de plaque est de 80 v, comme celle des lampes ordinaires. Le culot se fait soit en quadrilatère, soit en Y. Cette lampe remplace les lampes ordinaires sur les postes déjà existants sans aucune modification de ceux-ci; ses autres caractéristiques sont :

Courant de saturation, environ 15 m-A; coefficient d'amplification, 9,5 à 11,5; résistance de la plaque, 19 000 à 23 000 ohms; résistance de la grille, environ 70 000 ohms.

De plus, il semble qu'elle soit d'une durée supérieure aux lampes ordinaires.

Son principal intérêt est de ne nécessiter qu'une très faible intensité de courant dans le filament, et, par

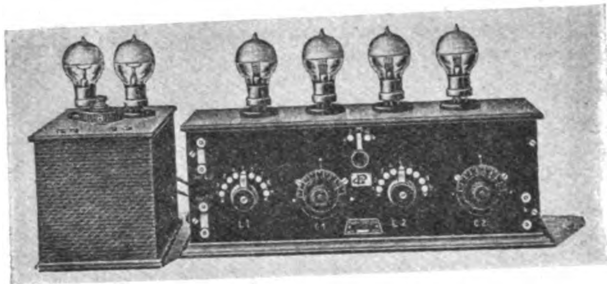


Fig. 398. — Appareil « radio-secteur » de la Maison G. Péricaud.

conséquent, de pouvoir être alimentée par des piles au lieu d'accumulateurs.

La métallisation du verre, que l'on remarque dans cette lampe, n'est pas voulue, mais résulte de l'application d'un nouveau procédé de pompage. Cette métallisation, absolument sans effet sur les propriétés électriques de la lampe, ne masque d'ailleurs pas complètement la lueur du filament.

La lampe à deux grilles « radio-bigril », construite par cette société, permet des montages spéciaux d'une très grande sensibilité. Ses caractéristiques sont les suivantes :

Tension de filament, 3,8 v à 4 v; intensité dans le filament, environ 0,35 A sous 4 v; tension de la plaque, 0 à 30 v ; courant de saturation, 2 à 2,5 mA.

Cette société présentait aussi une lampe destinée à avoir son filament alimenté directement par du courant alternatif, ainsi que de nombreux types de lampes d'émission.

Signalons aussi la lampe régénérable M. S. de la société Appareillage M. S. dans laquelle on peut aisément changer le filament lorsqu'il est brûlé ou rompu.

La grille à la lampe Téla, construite par les Etablissements Georg-Montastier-Rouge, présente un dispositif nouveau. Comme le montre la figure 399, cette grille est tressée sur un mandrin, chaque anneau étant arrêté par un nœud. De plus, les anneaux ne sont pas circulaires, mais légèrement ovalisés afin d'éloigner l'armature du filament.

L'ensemble de la lampe est monté obliquement, l'expérience ayant montré que c'est la position pour laquelle le « pied » (partie amincie servant de support isolant des électrodes) s'échauffe le moins. Cette position permet de porter la plaque à une plus haute température sans crainte de rupture au niveau des fils de platine.

La Compagnie des Lampes, dont le stand est représenté sur la figure 400, présentait aussi un grand nombre de types de lampes à trois électrodes et, en particulier, une lampe à très faible consommation.

Les organes accessoires radioélectriques. — Vu le grand nombre et la diversité des organes accessoires présentés à l'Exposition de Physique et de T. S. F., nous nous bornerons à signaler ici quelques-uns des principaux qui attirent le plus l'attention par leur nouveauté.

En ce qui concerne le matériel d'antenne, la maison Péricaud exposait un câble tressé « Réda », constitué par 115 fils émaillés de 0,2 mm de diamètre chacun, disposés autour d'une âme en fil d'acier galvanisé. L'ensemble offre une résistance correspondant à un effort de traction d'environ 100 kg. A signaler aussi le câble en fil d'aluminium tressé de la Maison Meunier. Les isolateurs d'antenne du type à maillon ou à poulie ne se distinguaient par aucune particularité bien marquante.

Les amateurs qui utilisent le circuit d'un réseau d'éclairage électrique comme antenne avaient à choisir entre le bouchon Dubilier exposé dans le stand des condensateurs de Trévoux, dont une photographie a déjà été publiée antérieurement [1], « l'Adapt » de Horace Hurm, le bouchon « Intercept », etc... A remarquer que quelques-uns de ces dispositifs sont à plusieurs prises afin d'obtenir différentes valeurs de la capacité, lorsqu'on désire s'accorder sur de grandes ou de courtes longueurs d'ondes.

Les condensateurs variables à air ont fait l'objet de nombreux perfectionnements, soit en leur adjoignant une lame supplémentaire dont la commande est indépendante du bloc de lames, ce qui permet de parfaire le réglage (galerie de l'Electricité), soit en entraînant les lames mobiles au moyen d'une démultiplication rigide, voire même d'un embrayage à transmission souple

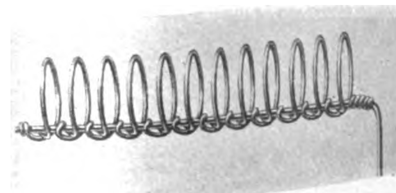


Fig. 399. — Grille de la lampe Téla.

comme celui de la Société La Précision électrique.

La Compagnie générale électrique avait réalisé un condensateur variable dont une partie du diélectrique était constituée par du mica.

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Chapitre I. Matériel destiné aux installations à très haute tension. *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 216.

Rappelons aussi le condensateur à capacité réglable de M. Barengolz qui a déjà été décrit dans un précédent chapitre [1].

Peu de nouveautés en ce qui concerne les bobines d'auto-inductances, si ce n'est leur dispositif de montage qui permet de les déplacer les unes par rapport aux autres. Nous avons déjà vu, en particulier sur la figure 387 représentant le poste P. H. A. L., une application de ce procédé.

En ce qui concerne les piles et accumulateurs, il y a lieu de se reporter à l'étude déjà publiée antérieurement [1], tous les constructeurs qui y sont mentionnés

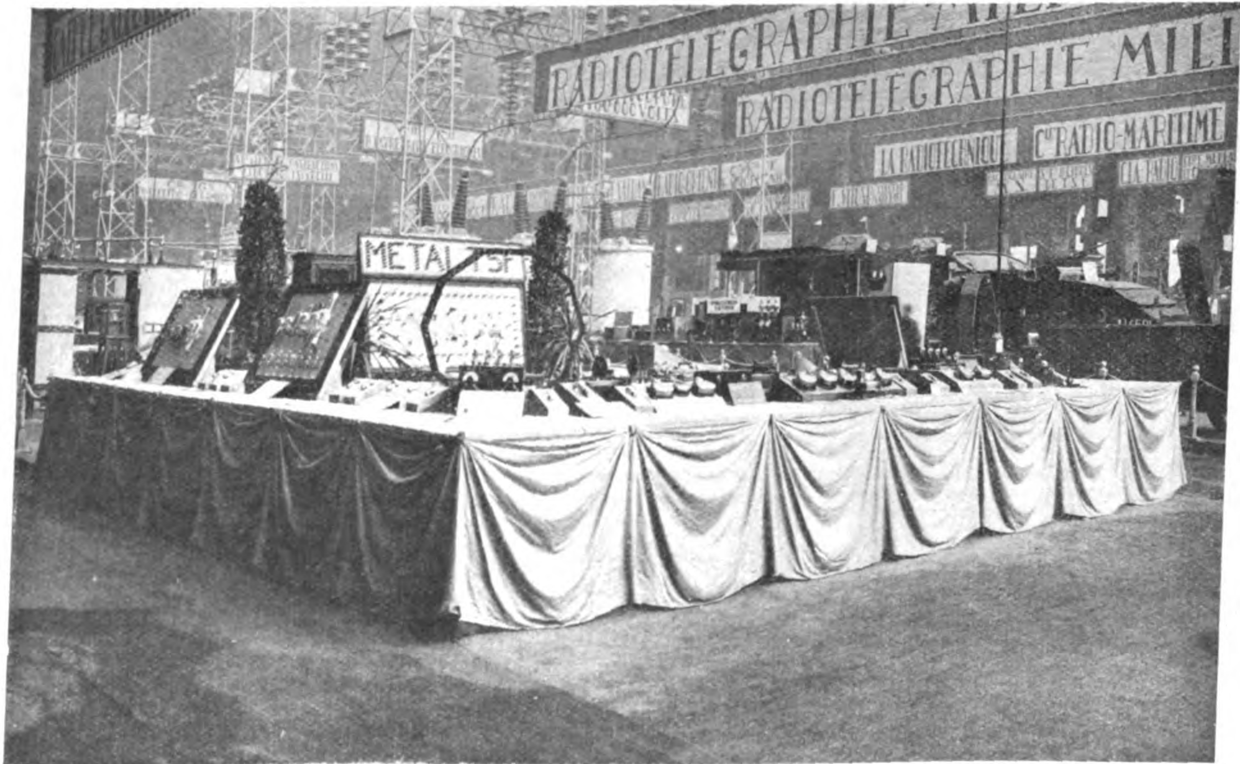


Fig. 400. — Stand de la Compagnie des Lampes.

ayant cherché vers l'industrie radioélectrique un débouché pour la vente de leur matériel.

Rappelons aussi, comme application à la télégraphie sans fil, les redresseurs à vapeur de mercure et les divers redresseurs qui ont déjà été décrits antérieurement [2].

Comme on a pu s'en rendre compte par la lecture de cette étude qui, cependant, est encore très incomplète en comparaison avec l'étendue du sujet, l'industrie radioélectrique est devenue aujourd'hui une branche très importante, son développement ayant pris une extension énorme pendant ces dernières années.

Marcel Blondin.

(*A suivre.*)

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Chapitre XVII. Instruments de mesure. *Revue générale de l'Electricité*, 31 mai 1924, t. xv, p. 999.

[2] L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Chapitre VII. *Revue générale de l'Electricité*, 22 mars 1924, t. xv, p. 501-516.

[1] L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F., Chapitre IV. Piles et accumulateurs. *Revue générale de l'Electricité*, 1er mars 1924, t. xv, p. 349-355.

Une installation semi-automatique de batterie d'accumulateurs

Les batteries d'accumulateurs de forte capacité nécessitent un appareillage très spécial et très important pour leur mise en service ; l'auteur décrit les appareils installés pour une batterie de 10 000 ampères-heure, à contrôle semi-automatique.

La Société du Gaz de Nice, dont le réseau d'éclairage se trouve à certaines heures de la journée, pendant la saison d'hiver, fortement surchargé, a dû, pour pouvoir assurer son service, faire l'acquisition d'une batterie d'accumulateurs de 10 000 A-h ; la charge et le réglage de la tension s'opèrent à la main, mais le bran-

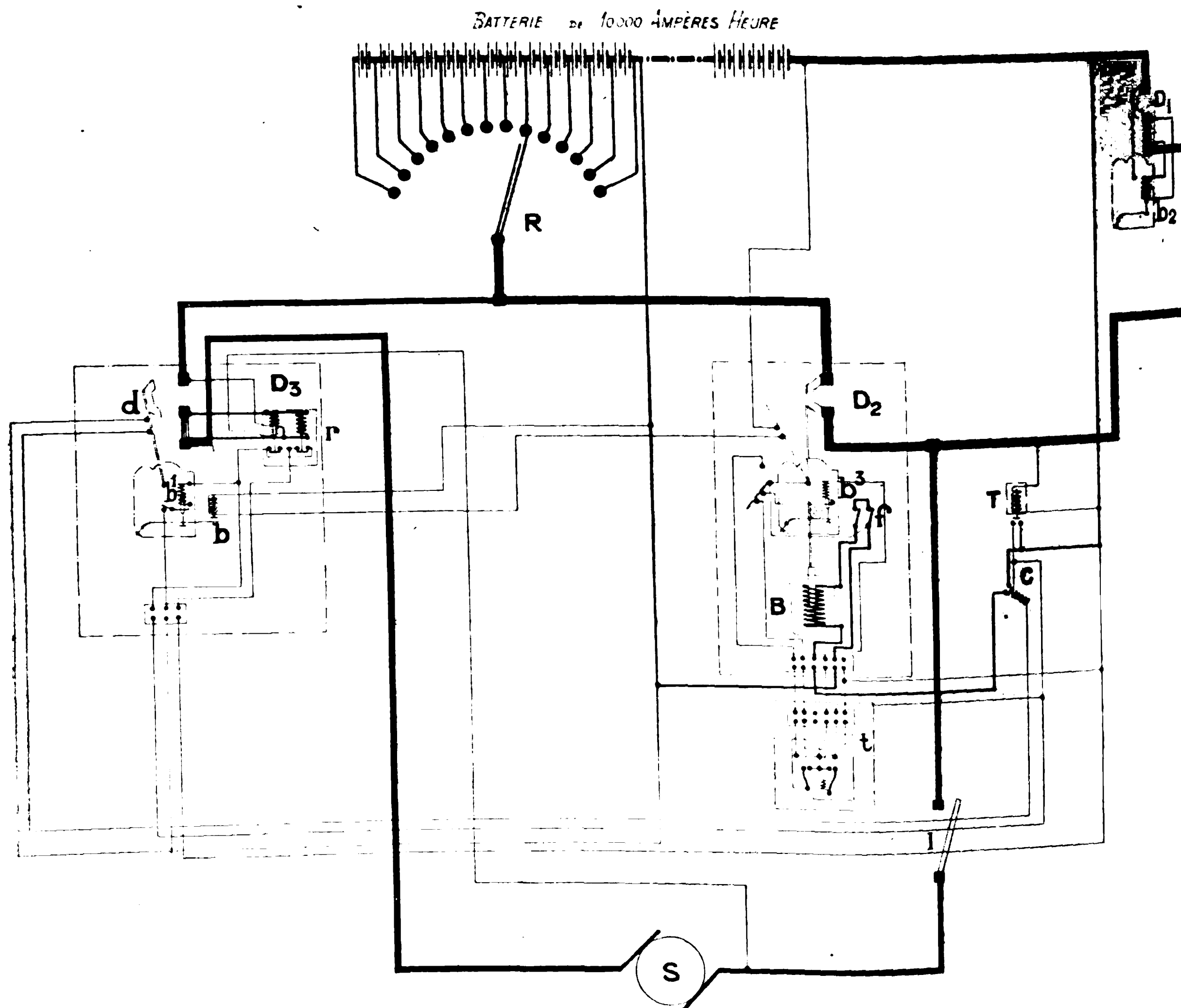


Fig. 1. — Installation semi-automatique d'une batterie de 10000 ampères-heures.

B, Bobine du solénoïde commandant le disjoncteur 5000/10000 A ; C, contacteur fermant le circuit de la bobine ci-dessus ; D_1, disjoncteur 5 000/10000 ampères unipolaire à maximum ; D_2, disjoncteur 5 000/10 000 ampères à commande par solénoïde ; D_3, disjoncteur de 2 500 ampères unipolaire à maximum et retour ; I, interrupteur unipolaire de 2 500 ampères ; R. réducteur simple ; S, survolteur ; b, bobine à minimum ; b_1, bobine d'émission ; b_2, bobine à maximum ; b_3, bobine d'émission ; d, contacts fermés lorsque l'appareil est déclenché ; f, interrupteur fin de course du solénoïde ; r, relais à maximum et retour ; t, relais tirette.

chement de la batterie sur le réseau, en cas de baisse de tension des génératrices, s'opère automatiquement.

Cette installation a donné lieu à l'établissement d'appareils très spéciaux, tant au point de vue de l'intensité des courants débités, qu'à celui des combinaisons électriques à réaliser ; ce sont ces divers appareils que nous nous sommes proposé de décrire.

Le schéma général réalisé est celui représenté par la figure 1 ci-contre.

La batterie peut être branchée directement sur le réseau, en fermant les disjoncteurs D_1 et D_2 ; le réglage de la tension est alors obtenu par l'intermédiaire du réducteur de décharge R ; pour opérer la charge de la batterie, le disjoncteur D_2 est ouvert et l'interrupteur I est fermé ; le disjoncteur D_3 est aussi fermé ; à ce moment, le survolteur S est en série avec le réseau et, en réglant le nombre d'éléments de réduction à l'aide de R qui joue alors le rôle de réducteur de charge, on peut procéder à la mise en charge de la batterie.

Cette opération a lieu, évidemment, au moment de la journée où la demande du réseau est la moins importante ; il faut néanmoins prévoir le cas, où une baisse de tension importante et inopinée se produirait et, même, où le courant viendrait à manquer complètement sur le secteur ; à cet effet, un relais à deux tensions T est branché en dérivation sur le circuit d'utilisation et commandé par lui ; tant que la tension est égale ou supérieure à 200 v, le noyau du relais est attiré et son contact est ouvert ; si la tension tombe à 180 v, le noyau redescend et ferme un circuit ; cette manœuvre a pour effet d'envoyer du courant dans le solénoïde B du disjoncteur D_2 et dans la bobine de déclenchement du disjoncteur D_3. Celui-ci doit se déclencher immédiatement et, en se déclenchant, il ferme un contact auxiliaire d qui permet au circuit du solénoïde B de se fermer par l'intermédiaire du contacteur C, la bobine du solénoïde rentre immédiatement en action, ferme les contacts du disjoncteur S_2 et la batterie se

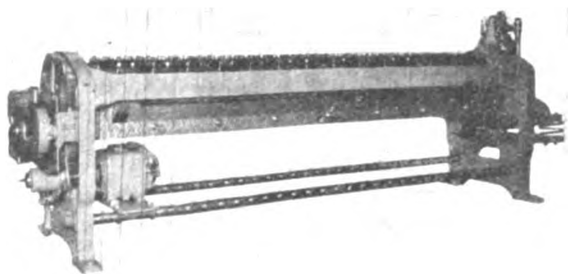


Fig. 2. — Ensemble du réducteur de 9000 ampères.

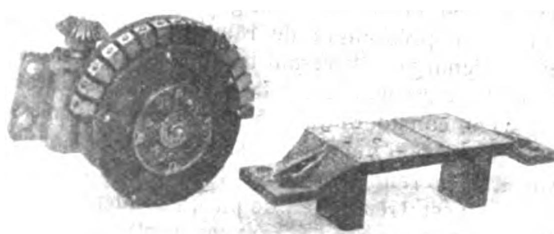


Fig. 4. — Détail de l'un des plots en cuivre rouge et du commutateur d'assujettissement à gauche.

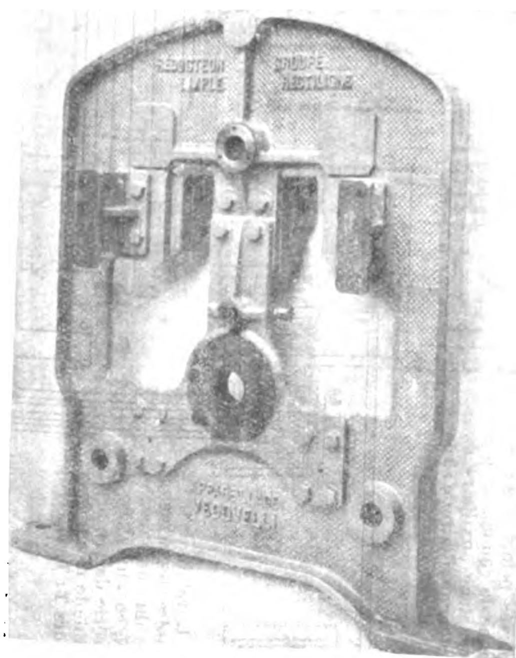


Fig. 3. — Flasque en fonte.

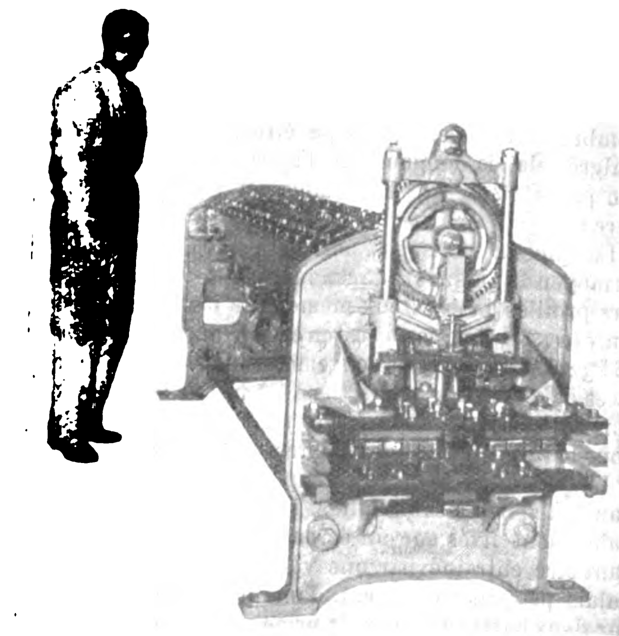


Fig. 5. — Vue du réducteur en bout montrant les interrupteurs et leur came.

trouve branchée sur le réseau ; à ce moment, l'électricien de service doit rapidement agir sur le réducteur, pour ramener la tension de la batterie à une valeur convenable.

L'installation avec deux réducteurs, un pour la charge, l'autre pour la décharge, eût évidemment simplifié le problème, en ce sens qu'au moment d'un déclenchement en cours de charge, l'électricien n'aurait pas eu à se préoccuper de ramener son réducteur, celui de décharge se trouvant toujours réglé au nombre d'éléments correspondant à la tension de la batterie ; mais, si l'on considère que les réducteurs doivent être prévus pour 5 000 A et pouvoir supporter des à-coups de 10 000 A, on se rend compte que le prix de revient d'un tel appareil est très élevé ; de plus, l'accident envisagé ci-dessus est extrêmement rare, en pratique ; il ne se produira peut-être même jamais ; dans ces conditions, il paraît naturel d'éviter d'investir un capital important, d'autant plus que l'adjonction d'un deuxième réducteur est toujours possible, si l'expérience en montre la nécessité.

Le fonctionnement général des différents appareils ainsi que leurs constantes de réglage, ressortent assez clairement du schéma ci-contre pour qu'il ne soit pas nécessaire de donner de plus longues explications.

Le réducteur étant l'organe principal de cette installation et celui dont la bonne réalisation présentait le plus de difficultés techniques, c'est par lui que nous commencerons notre description.

Afin de réduire le nombre de plots et, par suite, le prix de l'appareil, deux éléments de réduction ont été branchés entre deux plots consécutifs, de cette façon le nombre de ces derniers a pu être réduit à quatorze ; malgré cela, la longueur de l'appareil dépasse 3 m et son poids 1 400 kg ; l'ensemble est visible sur la figure 2.

Les plots sont disposés horizontalement ; ils sont fixés au moyen de plaques et de canons isolants sur de robustes fers profilés montés eux-mêmes sur deux flasques en fonte (fig. 3) ; chaque plot est en cuivre rouge fondu et pèse 16 kg ; il porte deux prolongements (fig. 4) sur les deux faces de chacun desquels viennent frotter les balais ; la partie supérieure comporte un entablement dressé pour le branchement des barres de connexions.

L'équipage mobile est composé de 8 balais principaux et 2 balais auxiliaires, isolés des premiers : ces balais sont fixés sur un écrou en bronze fondu, pouvant être entraîné par une vis en acier à 3 filets ; les balais principaux frottent, d'une part, sur les plots et sur deux barres collectrices principales en cuivre rouge de 3 000 mm² de section chacune ; les balais auxiliaires portent sur les plots et sur deux barres auxiliaires, de 800 mm², car, étant donné les courants intenses en jeu, il n'a pas été possible d'adopter le montage classique du contact auxiliaire, isolé du contact principal et opérant la rupture lors du passage d'un plot au suivant ; les contacts seraient hors d'usage au bout d'un temps très court ; il a été nécessaire de prévoir de véritables interrupteurs avec pare-étincelles commandés mécani-

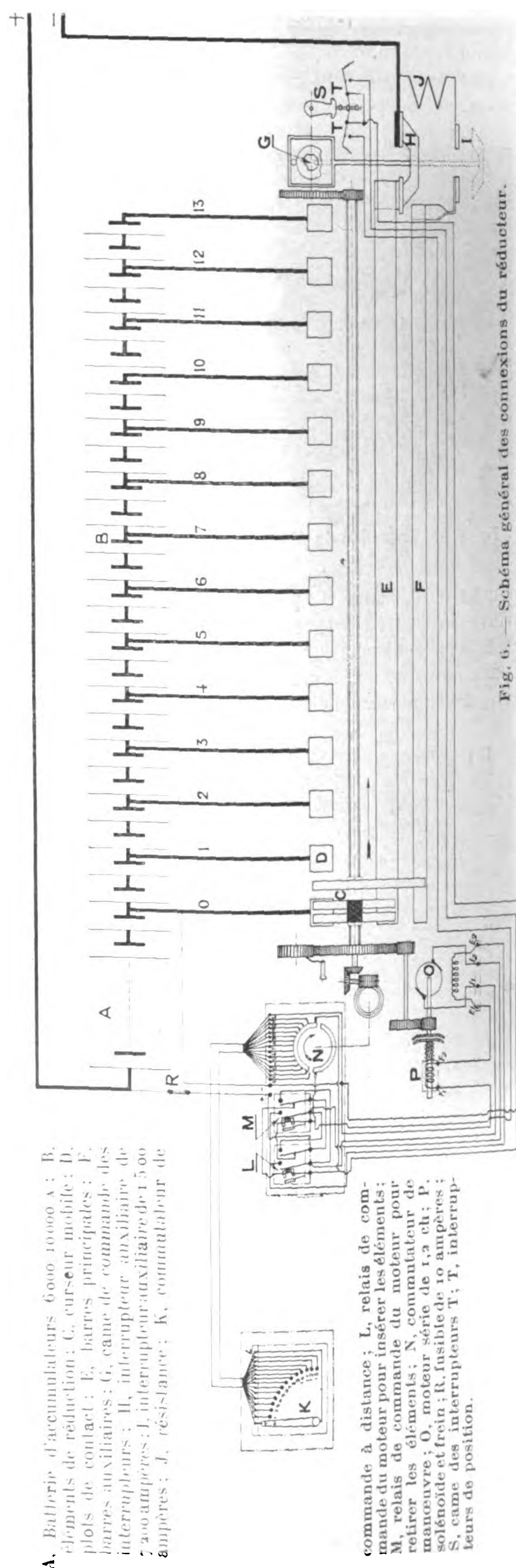


Fig. 6. — Schéma général des connexions du réducteur.

A, Batterie d'accumulateurs 6000-10000 A ; B, éléments de réduction ; C, curseur mobile ; D, plots de contact ; E, barres principales ; F, barres auxiliaires ; G, came de commande des interrupteurs ; H, interrupteur auxiliaire de 7 200 ampères ; I, interrupteur auxiliaire de 1 500 ampères ; J, résistance ; K, commutateur de commande à distance ; L, relais de commande du moteur pour insérer les éléments ; M, relais de commande du moteur pour retirer les éléments ; N, commutateur de manœuvre ; O, moteur série de 1,2 ch ; P, solénoïde et frein ; R, fusible de 10 ampères ; S, came des interrupteurs T ; T, interrupteurs de position.

quement par la vis, de façon à établir les connexions convenables au moment voulu ; ces interrupteurs sont commandés par une came que l'on voit très nettement, ainsi que les interrupteurs sur la figure 5.

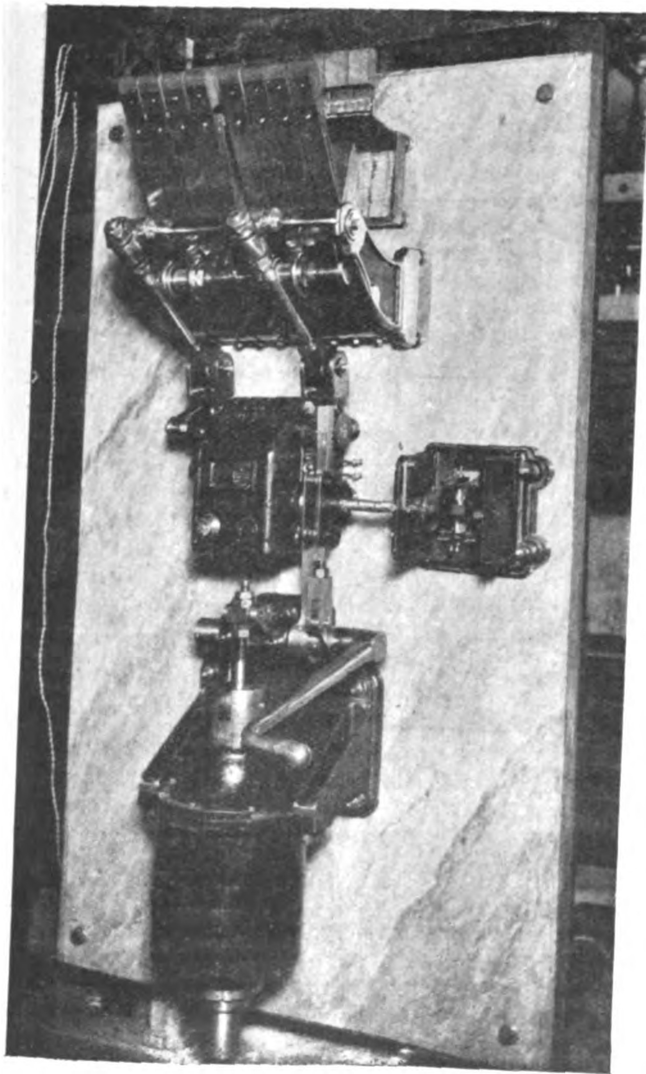


Fig. 7. — Vue du disjoncteur 6 000 A à commande électrique à distance.

Les connexions à réaliser sont représentées sur le schéma de la figure 6.

L'entraînement se fait au moyen d'un moteur de 1,2 ch, la commande s'opérant à distance, au moyen d'un commutateur, comportant autant de plots que le réducteur et relié à ce dernier par un dispositif d'asservissement que l'on voit en photographie à gauche sur la figure 4 et schématiquement sur la figure 6 ; de cette façon, il suffit de placer le commutateur de commande sur un plot quelconque pour que le moteur se mette en route et ne s'arrête que lorsque l'équipage mobile est arrivé sur le plot correspondant du réducteur ; cette commande est absolument sûre, mais a nécessité plusieurs dispositifs très spéciaux pour assurer la précision de manœuvre et le rattrapage parfait de tous les jeux dans les deux sens de marche ; de même, on a été contraint de prévoir un frein très puissant pour arrêter rapidement le moteur.

Ainsi que nous l'avons dit, le réducteur est l'appareil essentiel de cette installation ; toutefois, elle a nécessité également l'emploi d'un tableau de distribution avec appareils pour courants intenses, dont certains présentent des détails très intéressants, notamment, un disjoncteur pour 6 000 A (fig. 7) pouvant supporter des pointes momentanées de 10 000 A, et commandé électriquement à distance, par l'intermédiaire d'un robuste solénoïde ; les plots de l'appareil sont en cuivre fondu et les contacts sont réalisés par 8 balais feuilletés souples, avec double pare-étincelles en cuivre et charbon.

L'organe qui commande le réducteur est un relais à tirette ou automatique à deux tensions, qui entre en action dès que la tension tombe au-dessous de 180 V ; cet appareil breveté est du type électromagnétique ; il a été étudié de façon que le réglage des valeurs d'attraction de son noyau puisse se faire pour une échelle étendue et que le réglage de la tension pour laquelle il retombe soit indépendant du premier, ces valeurs pouvant être très voisines l'une de l'autre ; il en résulte qu'avec ce relais il est possible d'opérer un réglage suffisamment serré pour que le noyau monte pour une tension U et retombe dès que la différence de potentiel est revenue à une valeur $0{,}9\,U$.

Ce matériel très spécial s'est montré parfaitement apte à remplir le service pour lequel il avait été conçu, et les résultats d'essais ont concordé d'une façon absolument satisfaisante avec les prévisions d'études.

V. Candie,
Chef du Service technique « appareillage » de la Compagnie générale électrique de Nancy.

Revues, analyses et informations

Dynamo à courant continu pour hautes tensions (1).

Depuis quelque temps les techniciens demandent beaucoup des machines à courant continu à haute tension pour la radio-communication. Au moyen de tubes à vide, le courant continu est transformé en courant alternatif de haute fréquence. L'objet de cet article est de décrire des dynamos destinées à cette application et donnant des tensions de 12 000 à 20 000 v.

Les premières expériences faites dans cette voie ont montré des difficultés dues à des pulsations dans l'onde de courant. On a reconnu qu'elles proviennent surtout d'une commutation défectueuse ; dans ce cas, les extra-courants réagissent magnétiquement sur les circuits d'excitation et de commutation, ce qui fait varier la tension induite. Il faut donc que la commutation soit parfaite.

Une autre difficulté, inhérente aux caractéristiques des tubes, est la possibilité de courts-circuits francs. La machine doit donc pouvoir supporter les courts-circuits sans donner lieu à des étincelles, qui, à cette tension élevée, endommageraient sérieusement le collecteur et les porte-balais.

Autre difficulté : la limitation mécanique du nombre des lames au collecteur. La pratique générale, dans les machines à courant continu, est de ne pas dépasser 25 v pour la tension entre lames. Pour limiter cette tension, on emploie deux enroulements induits, dont chacun est relié à un collecteur à chaque bout de l'armature. En calculant les dimensions d'une dynamo de 15 kv, on a reconnu qu'en employant le plus grand nombre pratiquement possible de lames, la tension moyenne par lame serait de 90 v, soit presque quatre fois le maximum usuel. Et une machine ainsi construite devrait supporter les courts-circuits instantanés sans crachements aux balais.

On sait que, lorsque les conditions de commutation sont difficiles, on emploie un enroulement compensateur pour neutraliser la réaction d'induit. Un type bien connu de machine compensée comprend un enroulement d'excitation à pôles saillants et un enroulement de compensation logé dans les pièces polaires. L'expérience a montré qu'on obtient un fonctionnement meilleur encore si l'enroulement d'excitation et l'enroulement compensateur sont tous les deux répartis. Ce système, imaginé par Déri, est peu employé dans l'industrie, à cause de son prix de revient élevé, mais dans le cas considéré ici, il permet d'obtenir des résultats électriquement parfaits, simples au point de vue mécanique et économiques comme dépense de matières.

Dans la figure 1, qui se rapporte à une machine bipolaire, le cercle intérieur représente les conducteurs de l'enroulement induit ; le cercle médian, ceux de l'enroulement compensateur et le cercle extérieur, ceux de l'enroulement d'excitation. Le sens du courant dans les conducteurs est représenté au moyen de la convention ordinaire : les points et les croix indiquent respectivement les conducteurs où le courant circule vers l'observateur ou en s'éloignant de lui. La direction de la réaction d'induit est évidemment indiquée par la ligne AB. L'enroulement compensateur est disposé de telle sorte que, dans chaque conducteur, le courant circule en sens opposé à celui du conducteur induit situé vis-à-vis. L'enroulement compensateur produit donc une force magnétomotrice de sens BA, opposé à celui de la réaction d'induit. L'enroulement d'excitation doit donner une polarité dirigée suivant la ligne EE, à 90° dans l'espace de la ligne AB.

La figure 1 montre que le bobinage de l'induit est à pas entier. Il serait naturel de bobiner aussi à pas entier les enroulements compensateur et excitateur, auquel cas les connexions seraient représentées par la ligne pointillée de la figure 1, et l'enroulement compensateur serait la contre-partie exacte de l'enroulement induit au point de vue géométrique comme au point de vue électrique. Mais l'auteur a

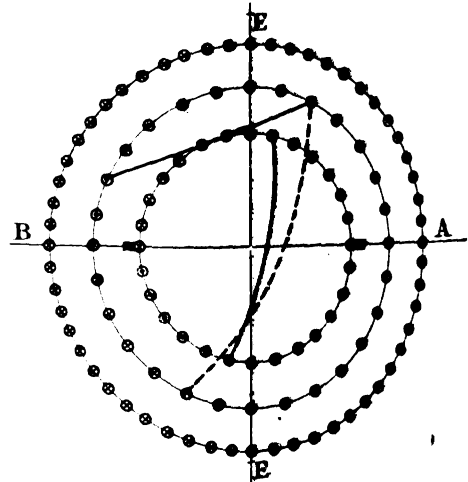


Fig. 1. — Schéma d'une dynamo bipolaire à enroulement d'excitation et enroulement compound répartis, suivant le système Déri.

découvert qu'on peut obtenir la même distribution du champ en employant un pas de 50 pour 100, et la ligne en trait plein de la figure 1 représente alors une bobine. Dans la figure 2, toutes les bobines sont représentées et on voit que, dans chaque encoche, il y a une bobine compensatrice ainsi qu'une bobine d'excitation, et que toutes les bobines ensemble forment un bobinage unique semblable aux enroulements imbriqués qu'on emploie souvent pour le stator des moteurs asynchrones. L'emploi d'un bobinage à demi-pas pour les enroulements de champ est économique, car ces deux enroulements donnent la même force magnétomotrice qu'un enroulement à pas entier, le nombre de spires étant le même, mais la longueur des spires est bien moindre. La figure 2 montre que les dents du champ sont régulièrement distribuées, sauf qu'une d'elles est supprimée de chaque côté de la dent de commutation, ce qui crée une large zone neutre.

La construction, comme le montre la figure 2, prévoit deux dents de commutation. L'enroulement compensateur est établi un peu plus fort que la réaction d'induit et la différence d'ampères-tours donne lieu à un flux commutateur dans les dents de commutation.

(1) S.-R. Bergman, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, octobre 1923, t. XLII, p. 1041-1045, 2 500 mots, 8 fig.

Les encoches sont ouvertes, ce qui permet d'enrouler et d'isoler les bobines en dehors de la machine. Après l'assemblage des bobines, on ferme l'entrée des encoches au moyen de clavettes d'acier. On ne met pas de clavettes aux larges encoches qui sont de chaque côté du pôle de commutation, car le flux de commutation s'échapperait alors de côté au lieu de pénétrer dans l'induit.

L'induit porte deux enroulements indépendants, reliés chacun à un collecteur. Comme l'enroulement du fond des encoches a naturellement plus de self-induction que l'enroulement du dessus, on a reconnu que, si l'enroulement de

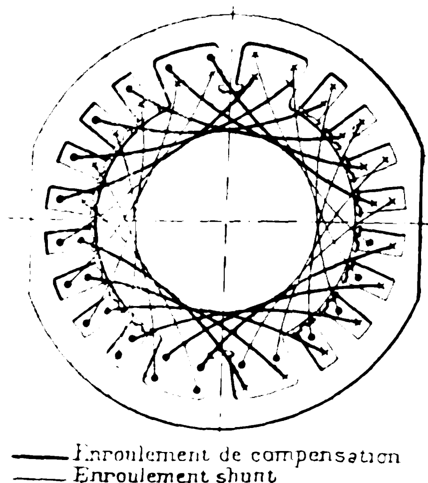


Fig. 2. — Enroulement d'excitation pour génératrice à courant continu à 12000 volts.

compensation était établi pour donner une commutation sans étincelles à l'un des enroulements, il en donnerait une mauvaise à l'autre. Il est évident que, dans l'enroulement du fond, qui a le plus de self-induction, l'inversion de courant se fait plus lentement que dans l'enroulement supérieur et on a reconnu qu'on pouvait tourner cette difficulté en

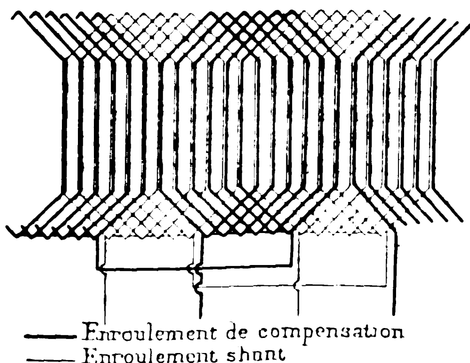


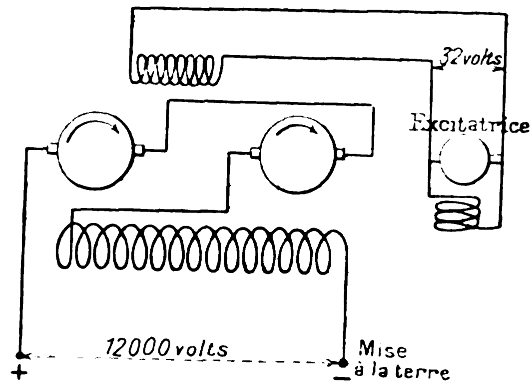
Fig. 3. — Connexions intérieures de l'enroulement d'excitation.

employant des balais plus larges pour l'enroulement du fond que pour l'enroulement du dessus. Ceux de l'enroulement du fond sont plus larges d'environ un tiers.

La figure 3 représente les enroulements de champ développés sur un plan. La figure 4 montre le schéma des connexions de la machine; on voit qu'on emploie une excitatrice séparée et non l'auto-excitation. Il y a deux raisons pour cela :

1° Il serait difficile de bobiner et d'isoler un inducteur shunt pour 6000 v et au-dessus, ce qui est la tension de chaque collecteur.

2° Lors d'une variation soudaine de la charge, l'énorme induction de l'inducteur shunt produirait une décharge à



Les deux collecteurs sont vus par l'extrémité qui regarde l'excitatrice

Fig. 4. — Schéma des connexions de la génératrice à courant continu à 12000 volts.

travers l'induit, ce qui causerait des perturbations et peut-être un flache au collecteur.

Les essais ont montré que cette machine a d'excellentes caractéristiques de fonctionnement. La commutation est parfaite jusqu'à une charge égale à cinq fois la normale; l'excitation peut être coupée et remise sans insertion de

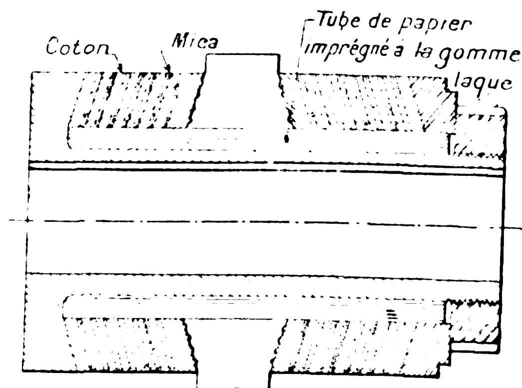


Fig. 5. — Collecteur « fabroil » pour 10000 volts.

résistance dans le circuit. Les courts-circuits instantanés dans les tubes, qui se sont plusieurs fois produits, ne causent aucune perturbation à la machine.

Pour la construction du collecteur, on a dû renoncer à la pratique usuelle, qui est d'assujettir les lames par des cônes de mica. Ces cônes ne pouvaient supporter la tension d'essai, fixée à 40000 v. On a adopté le procédé suivant : les lames du collecteur sont assemblées sous une forte pression entre des rondelles de coton et, pour obtenir une grande rigidité diélectrique, on intercale parmi celles-ci des

rondelles de mica. Le montage du collecteur se fait sous une très forte pression, environ 5 t par pouce carré, ce qui donne une pression totale de 120 t sur ce collecteur. Le coton ayant une grande résilience sous forte pression, cette dernière se maintient d'une manière continuelle et il n'y a pas besoin de prévoir le resserrage du collecteur. La figure 5 montre la construction adoptée.

Les caractéristiques normales de la machine qu'on vient de décrire sont : 15 kw, 12000 v, 1750 t : mn. — P. L.

Distribution de l'énergie et réglage de la force motrice dans l'industrie du papier (¹).

L'auteur étudie d'abord en détail les éléments d'une usine à papier.

I. — Une chaudière est dans tous les cas nécessaire pour traiter par la vapeur la matière première, c'est-à dire le bois le plus souvent. Cependant la quantité de vapeur demandée est d'autant plus réduite que le traitement mécanique est plus complet. Un gain tant d'énergie que de qualité du produit est obtenu en réduisant le traitement thermique et en perfectionnant le traitement mécanique.

II. — L'eau est généralement fournie en abondance par le cours d'eau sur lequel l'usine est installée. Elle sert aux lavages divers et elle donne ordinairement la force motrice. La turbine peut attaquer un arbre de transmission et entraîner un alternateur triphasé qui absorbe l'énergie que la transmission laisse disponible. Ce montage permet de continuer le travail lorsque l'eau manque, l'alternateur fonctionnant en moteur.

III. — Les machines à vapeur peuvent être conçues de manières très différentes suivant le cycle que l'on veut faire suivre à la vapeur : utilisation complète dans des moteurs à condenseurs, ou utilisation incomplète en haute pression seulement, la vapeur d'échappement servant au traitement de la matière première. Les différents cas sont envisagés pour les différents moteurs (turbines et machines à piston) et l'auteur indique les avantages et les inconvénients des diverses combinaisons. Les cas que l'on rencontre sont trop différents les uns des autres pour que l'on puisse préconiser une solution générale. La turbine à prise de vapeur à haute pression est recommandable pour les grandes usines. La turbine à contre-pression ou même à condensation trouve son emploi dans la fabrication du papier journal où le traitement mécanique est important. La machine à piston à contre-pression n'est utilisable que pour les petites usines. Un accumulateur de chaleur justifie son installation dans beaucoup de cas

IV. Transmission électrique. — Si le moteur thermique est une turbine, le générateur d'énergie électrique sera forcément un turboalternateur triphasé. La grande question est de savoir si le courant triphasé est commodément utilisable.

Pour tous les traitements à faire subir aux matières premières, la nature du courant est indifférente, car les moteurs ne doivent pas présenter de caractéristiques particulières. Le moteur asynchrone est même tout désigné grâce à sa robustesse. La tension d'alimentation des gros moteurs, d'une puissance supérieure à 50 kw, dans les grandes exploitations, est généralement de 3000 v et celle des petits moteurs est de 220 v à 380 v. Il convient d'installer des appareils de mesure pour contrôler le travail et la manière dont les ouvriers l'effectuent. Le moteur asynchrone synchronisé trouvera, dans l'industrie du papier, de nombreuses applications.

V. Réglage de la vitesse. — Le réglage de la vitesse constitue la partie la plus délicate de l'étude, car il faut obtenir une grande variation de la vitesse et une constance parfaite de la vitesse choisie. L'auteur divise la force motrice en deux parties : celle qui demande une seule vitesse et celle qui demande une vitesse variable. Il indique les machines qui rentrent dans chacune des catégories. La première comprend, en principe, tous les services auxiliaires et la seconde, les services finisseurs : filtres, presses, calandres, cylindres sécheurs, bobineuses. Le rapport des vitesses à obtenir atteint 1 à 3 pour les machines donnant du papier journal et 1 à 10 ou à 15 pour les machines fabriquant du papier fin. Tous ces réglages doivent être effectués avec précision et douceur. Le couple résistant varie suivant la vitesse du papier. Pour une machine étudiée, il était, pour une vitesse du papier de 20 m : mn, 1,2 fois plus grand que pour des vitesses comprises entre 60 et 150 m : mn. Si le poids du papier doit rester dans des limites déterminées, la vitesse d'entraînement ne doit pas varier de ± 2 pour 100 et même, dans certains cas, de ± 1 pour 100. La transmission mécanique perd de plus en plus son importance d'autrefois. Ses inconvénients sont : manque de précision, complication et encombrement des poulies et des courroies, puissance réduite et limitée des éléments. L'entraînement par machine à vapeur subit la même critique. La transmission électrique reste la solution industrielle. L'auteur indique les diverses manières de la réaliser. Elle ne peut n'être que la liaison entre les moteurs et les machines ou bien réaliser en même temps les réglages de vitesse. L'étude envisage surtout la seconde solution généralement adoptée. Le réglage de vitesse peut être obtenu pour du courant continu avec des moteurs shunts : 1° par l'insertion de résistances en série avec l'induit, mais la consommation exagérée d'énergie fait proscrire cette méthode pour les gros moteurs ; 2° par le réglage du champ inducteur ; mais pour de trop grandes variations de vitesse (de 1 à 3 par exemple), la réaction d'induit devient prépondérante et la marche est défectueuse ; 3° par l'alimentation des moteurs par un réseau à plusieurs fils ; suivant la vitesse à obtenir, on couple les moteurs sur 110 v ou 220 v ou 440 v ; en combinant ce procédé avec celui du réglage du champ inducteur, il est possible de réaliser économiquement les variations de vitesse de 1 à 5 ; 4° par un montage Léonard qui peut être obtenu de plusieurs manières ; le moteur d'entraînement des machines est alimenté soit par une génératrice à tension variable entraînée par moteur asynchrone et montée sur le réseau triphasé, soit par deux dynamos montées sur le réseau continu et formant un groupe survolteur-dévolteur, soit par un groupe de deux génératrices en série entraînées par un moteur asynchrone monté sur le réseau. On peut enfin combiner entre elles les solutions proposées. L'auteur termine en indiquant l'emploi de résistances en fer qui ont la propriété de n'être parcourues que par un courant constant lorsque la tension varie entre certaines valeurs. Il cite, pour terminer, les réglages rapides de vitesse avec le montage Léonard et l'emploi de plusieurs moteurs pour la commande d'une seule machine. — B. H.

(¹) Weigand. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 octobre, 8 novembre et 6 décembre 1923, t. XLIV, p. 959-963, 997-1000 et 1057-1060, 16 200 mots, 21 fig.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Energie électrique du Sud-Ouest.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 2 MAI 1924.

Pendant l'année 1923, les installations du programme de travaux, dont l'exécution a été commencée pendant la guerre et terminée en 1921-1922, ont pu être utilisées à plein rendement. L'exploitation a été des plus satisfaisantes.

Le débit de la Dordogne pendant la période d'été est resté à sa valeur d'étiage un peu plus longtemps que dans une année normale, ce qui a augmenté quelque peu les quantités d'énergie produites à la vapeur aux usines de Tuilière et de Floirac.

D'autre part, la notable augmentation du prix des charbons pendant l'exercice a entraîné une élévation des frais de production de l'énergie thermique. L'accroissement des frais d'exploitation est dû surtout à ces deux causes.

Les recettes d'exploitation sont en forte augmentation sur celles de 1922 (1), par suite de l'augmentation de la production totale d'énergie et de l'influence, sur les prix de vente du kilowatt-heure, de la majoration de l'index économique consécutive à la hausse des charbons.

Le Conseil continue à suivre de près la question de l'aménagement des forces motrices de la Haute Dordogne, un projet de loi a été déposé pour régler les modalités de la concession et de l'exploitation, et fixer l'importance de la participation financière de l'Etat

Pour satisfaire à l'augmentation de la consommation d'énergie de la clientèle, les moyens de production de la société ont été renforcés par la mise en service de l'usine hydraulique de Mauzac et de l'usine thermique de Floirac. Par suite du régime de la Dordogne, les quantités d'énergie thermique produites aux usines de Tuilière et de Floirac deviennent de plus en plus importantes au fur et à mesure que la charge du réseau augmente. C'est pourquoi la société a retenu les propositions qui lui ont été faites d'utiliser de l'énergie électrique provenant des usines hydroélectriques des Pyrénées et transmise à Bordeaux par les lignes à très haute tension existantes de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Les producteurs d'énergie hydroélectrique de la région des Pyrénées située à l'ouest de la Garonne se sont constitués en société anonyme sous le nom de « Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales »; c'est avec cette société qu'elle a conclu un accord portant sur une puissance pouvant atteindre graduellement 20000 kw destinée à compléter les productions hydrauliques des usines de Tuilière et de Mauzac et à réduire au minimum celles des usines thermiques de Tuilière et de Floirac. Grâce à cet accord, la puissance totale dont elle pourra disposer sera notablement augmentée sans avoir à aménager de nouvelles chutes et l'effort financier sera ainsi limité aux seules extensions des lignes et réseaux exigées par le développement de la clientèle. Le courant sera livré par l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales au poste principal de Pessac de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, à la tension de 60000 v. La société établit actuellement les installations nécessaires pour recevoir ce courant et le transformer à la tension de distribution; ces travaux seront achevés prochainement.

En même temps que le traité relatif à l'achat de courant des Pyrénées, elle a conclu avec les diverses sociétés composant l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales et avec la Société des Forces motrices de la Vienne, des accords relatifs à la délimitation des secteurs desservis par les lignes des contractants.

Comme conséquence des accords ci-dessus, la société a été amenée à créer une société pour la construction et l'exploitation des réseaux de distribution d'énergie électrique dans les deux communes de la banlieue de Bordeaux, Bègles et Le Bouscat, qui, jusqu'à maintenant et par suite de diverses circonstances spéciales, étaient restées en dehors du cadre des concessions municipales d'énergie électrique de la région. Celle-ci, dénommée « Société d'Electricité de Bègles, Bouscat et Extensions », a été constituée en juillet 1923 au capital de 1000000 fr.

Le Conseil a procédé du 25 avril au 15 mai 1923 à l'émission de la tranche restante de 10 millions de francs d'actions de priorité. Cette opération a eu un plein succès. Le produit de cette émission et celui du placement des 40000 obligations effectué en janvier 1923 ont servi à achever le remboursement des divers comptes créditeurs et à solder les dépenses du programme de travaux engagé pendant la guerre.

Les recettes d'exploitation pour l'année 1923 se sont élevées à 24779246,48 fr en augmentation de 4884806,60 fr sur celles de l'année précédente.

Les dépenses d'exploitation se sont élevées à 11726916,91 fr en augmentation de 3387992,15 fr.

Le produit d'exploitation ressort à 13052329,57 fr, il était de 11555515,12 fr en 1922, ce qui représente une augmentation de 1496814,45 fr pour 1923.

De ce produit, il faut déduire les frais généraux d'administration, l'abonnement au timbre des actions et des obligations, l'intérêt et les impôts sur les obligations et le solde du compte intérêts et divers, soit 7243232,04 fr.

Le produit de l'exercice est de 5809097,53 fr contre 5403641,70 fr en 1922.

Il en faut en déduire : 746117,45 fr pour amortissements divers, 300000 fr au compte réserve pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations, 300000 fr au compte provision pour exercices antérieurs.

Le bénéfice net de l'exercice ressort à 4462980,08 fr. En y ajoutant le report de 1922, 92980,52 fr, le solde disponible s'élève à 4555960,60 fr.

Le bénéfice se répartit ainsi : 5 pour 100 à la réserve légale,

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 12 mai 1923, t. XIII, p. 795.

8 pour 100 de dividende aux 60000 actions de priorité, une prime de 20 fr par titre, versée sur les 20000 actions de priorité nouvelles et destinée à égaliser leur jouissance avec les 40000 actions de priorité anciennes, un dividende de 6 pour 100 aux 60000 actions ordinaires, 10 pour 100 du reste au conseil, 72500 fr de dotation à la réserve extraordinaire, un dividende de 1 pour 100 aux 60000 actions ordinaires.

Le report à nouveau est de 116328,50 fr.

Le dividende de 40 fr par action de priorité et de 35 fr par action ordinaire est mis en paiement depuis le 16 juin 1924, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 3 des actions de priorité et du coupon n° 10 des actions ordinaires.

Bilan au 31 décembre 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Frais d'augmentation de capital de 1921 et de 1923	1 338 633,93
Dépenses d'installations	150 184 846,80
Installations en location	1 »
Matériel en location	385 227,24
Mobilier et outillage	1 »
Approvisionnements	4 672 747,84
Caisses et banques	4 473 100,25
Factures à recouvrer	4 935 283,99
Débiteurs divers	1 072 148,32
Cautionnements et dépôts de garantie	29 910,65
Impôts sur titres à recouvrer	555 300,56
Participations	971 879 »
Comptes d'ordre et divers	280 824,75
	168 899 906,33

Passif.

	fr
Capital :	
60 000 actions ordinaires de 500 fr	30 000 000 »
60 000 actions de priorité de 500 fr	30 000 000 »
Obligations :	
Emprunt à 5 pour 100	12 834 800 »
Emprunt à 6 pour 100, 1916 (vertes)	7 519 250 »
Emprunt à 6 pour 100, 1917 (rouges)	15 040 000 »
Emprunt à 6 pour 100, 1919 (violettes)	19 000 000 »
Emprunt à 6,5 pour 100	36 940 000 »
Réserve légale	825 790,52
Réserve extraordinaire	400 000 »
Réserve d'amortissement	1 325 950 »
Réserve pour régularisation des frais de marche à vapeur et grosses réparations	1 600 000 »
Créditeurs divers	2 243 574,09
Fournisseurs et entrepreneurs	1 255 923,63
Cautionnements et avances sur consommation	846 956,23
Coupons à payer et obligations à rembourser	2 530 013,26
Comptes d'ordre et divers	281 688 »
A reporter	162 643 945,73
Report	162 643 945,73
Provision pour exercices ultérieurs	1 700 000 »
Profits et pertes	4 555 960,60
	168 899 906,33

Compagnie générale des Câbles de Lyon.

Assemblée générale du 12 avril 1924.

Durant l'exercice 1923, les produits industriels commerciaux et divers, charges et frais généraux déduits, se sont élevés à 1612941,44 fr.

Après déduction de l'amortissement relatif aux constructions, machines et matériel et reconstitution du capital obligations, le bénéfice net est de 772037,84 fr, auquel s'ajoute le report de 1922, 466535,04 fr.

Le montant disponible de 1238572,88 fr se répartit ainsi : 5 pour 100 des bénéfices à la réserve légale, 5 pour 100 de dividende aux actions, 10 pour 100 du reste au conseil, un superdividende de 15 fr par titre aux actions.

Le report à nouveau est de 561290,53 fr.

Bilan au 31 décembre 1923.

Actif.

	fr
Terrains	1 117 670,66
Immeubles et constructions	3 078 005,34
Matériel, outillage et installations diverses	3 883 037,54
Espèces en caisse, en banque et comptes courants divers	1 651 071,48
Cautionnements	95 770,50
Impôts à récupérer	54 015,64
Débiteurs divers	7 303 216,35
Produits fabriqués	2 537 907,12
Produits en cours de fabrication	2 634 407,78
Matières premières et approvisionnements divers	2 122 709,79
Actionnaires 1920	3 725 250 »
Portefeuille-titres et participations	7 454 339,46
	35 657 401,66

Passif.

	fr
Capital-actions	10 000 000 »
Réserve légale	671 771,28
Réserve pour amortissements	4 308 019,20
Obligations amorties	574 000 »
Obligations en circulation :	
à 4,5 pour 100	476 000 »
à 6 pour 100	9 600 000 »
Créditeurs divers, provisions et comptes d'attente	8 634 914,20
Coupons à payer, obligations à rembourser	154 124,10
Profits et pertes :	
Reliquat de l'exercice 1922	466 535,04
Bénéfices disponibles de l'exercice 1923	772 037,84
	35 657 401,66

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Circulaire ministérielle relative aux accidents d'origine électrique survenus sur le parcours des lignes électriques.

Voici le texte de cette circulaire, en date du 25 février 1924, adressée par le ministre des Travaux publics aux préfets des départements :

A la suite du développement pris dans ces dernières années par les distributions d'énergie électrique et de l'augmentation du nombre des accidents d'origine électrique qui en est la conséquence, la nécessité est apparue de rechercher les conditions dans lesquelles se produisent le plus souvent ces accidents, de préciser leurs causes et d'établir à ce sujet une statistique rigoureuse permettant d'envisager les mesures propres à en diminuer la fréquence.

La présente circulaire, prise à cette fin, a pour objet, d'une part, de tracer les règles à suivre par les agents du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique lorsqu'un accident se produit sur les lignes situées dans leurs circonscriptions et, d'autre part, d'envoyer aux Services de Contrôle le cadre des rapports qui devront être adressés à l'Administration, à la suite de ces accidents ainsi que le modèle des états devant servir à établir une statistique générale annuelle à ce sujet.

Aux termes de l'article 52 du décret du 3 avril 1908, « toutes les fois qu'il arrive un accident entraînant mort » d'homme ou blessure grave, le permissionnaire ou le con- » cessionnaire doit en faire immédiatement la déclaration, » par la voie la plus rapide, à l'agent local du Contrôle » technique ; cette déclaration est faite soit verbalement, soit » par exprès, soit par dépêche télégraphique ou télépho- » nique et confirmée par lettre. Avis en est envoyé à l'ingé- » nieur en chef du Contrôle et au procureur de la Répu- » blique par la voie la plus rapide.

» Avis doit être également donné à l'ingénieur en chef » du Contrôle et à l'agent local du Contrôle technique des » incendies graves ou troubles importants survenus dans le » service de la distribution ».

En raison de la diversité des accidents dont la cause peut être imputée, plus ou moins directement, à l'installation ou à l'exploitation des lignes d'énergie électrique, il ne pouvait être question d'insérer, dans le décret du 3 avril 1908, une énumération de ces accidents, mais il semble nécessaire de donner ici quelques indications sur la nature de ceux auxquels s'appliqueront les dispositions de cette circulaire.

J'estime que l'on devra mentionner dans les états *statistiques tous les accidents, de quelque nature qu'ils soient, survenus par le fait ou à l'occasion tant de la construction que de l'exploitation des réseaux d'énergie électrique.*

A titre d'exemple : rentreront dans cette définition aussi bien les accidents dont auraient été victimes, un enfant ayant grimpé aux pylônes, un passant électrocuté par un fil tombé à terre, que l'accident survenu à une voiture de transport dont le chargement aurait accroché un pylône (ce qui pourra servir, le cas échéant, à démontrer que l'emplacement de ces pylônes devrait être modifié) ou l'électrocution d'un cultivateur, monté sur une voiture de foin et dont la faux serait venue en contact avec un fil de distribution passant au-dessus de la voie publique parcourue.

Au contraire, ne devra pas être compris dans cette définition l'accident survenu à une automobile qui, par suite de rupture des organes de direction ou d'éclatement d'un pneumatique, aurait heurté un poteau ou pylône, car ces derniers ne sont pas la cause « efficiente » dudit accident.

Seront encore portés sur les états statistiques tant l'accident survenu par le fait ou à l'occasion de l'exploitation d'une ligne d'énergie électrique concédée à une compagnie de chemins de fer, que l'accident survenu par le fait ou à l'occasion de l'exploitation d'une ligne d'énergie électrique empruntant ou traversant l'enceinte ferroviaire, concédée à une entreprise de distribution ou de transport d'énergie.

Dans ces derniers cas, ainsi que dans le cas d'accidents survenant dans des établissements soumis à un contrôle technique de l'Administration, c'est au Service du Contrôle de l'entreprise (chemins de fer, tramways, etc...) qu'il appartiendra de dresser l'état statistique ; c'est à lui également qu'il appartiendra de transmettre la déclaration faite par le concessionnaire, prévue par l'article 52 du décret du 3 avril 1908 (art. 8 du décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets du 6 septembre 1912 et 28 février 1920) qu'il s'agisse d'accidents survenus dans l'enceinte ferroviaire proprement dite, dans les usines ou sur la voie ferrée elle-même. Naturellement, au cas où un avis d'accident parviendrait par erreur à un Service de Contrôle d'Énergie électrique, alors que l'accident rentrerait dans la compétence d'un Service de Contrôle spécialisé (chemins de fer, tramways, etc...) ou inversement, le service avisé régulièrement le premier devrait, immédiatement, donner connaissance de l'accident par le moyen le plus rapide au Contrôle compétent.

Il importe de remarquer ici que le décret de 1908, dans son article 52, n'a pas spécifié ce qu'il faut entendre par les mots « blessures graves dues à un accident ».

Suivant la pratique la plus usitée, on comprendra sous cette désignation : les blessures susceptibles d'entraîner une incapacité de travail de plus de vingt jours. Cette évaluation ne pourra guère être fournie que par le médecin appelé pour soigner le blessé. Il appartiendra aux fonctionnaires du Contrôle de se renseigner auprès de lui à ce sujet.

Rôle du personnel du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique (contrôle d'État et contrôle municipal). — On a vu plus haut que les accidents, survenus sur le parcours des réseaux électriques, doivent être déclarés par le permissionnaire ou le concessionnaire aussi rapidement que possible à l'agent local du Contrôle technique. A ce sujet, il me paraît en outre indispensable que les préfets signalent aux maires la nécessité d'inviter les gardes champêtres, et même les habitants de la commune, à aviser de leur côté l'autorité municipale de tous accidents dont ils auraient connaissance. Des représentants du permissionnaire ou du concessionnaire n'existent pas, en effet, dans toutes les localités traversées par les distributions, et les maires, une fois prévenus, sont mieux placés que quiconque, pour aviser de ces accidents, par télégramme ou par téléphone, d'une part, soit l'agent local le plus rapproché, soit l'ingénieur ordinaire ou l'ingénieur en chef du Contrôle, et, d'autre part, la société ou compagnie exploitante dont ils possèdent certainement

l'adresse pour les réseaux empruntant le territoire de leur commune.

Dès que la nouvelle d'un accident, d'un incendie ou trouble grave lui parvient, l'agent local du Contrôle doit sans délai se rendre sur les lieux, faire procéder aux soins à donner aux victimes (respiration artificielle, etc...), suivant les prescriptions de la circulaire du 24 mai 1911, et vérifier si les mesures nécessaires, notamment la coupure du courant, ont été prises, pour supprimer tout danger. Il doit, en outre, se livrer à une vérification des installations pour rechercher les causes et les circonstances de l'accident, afin d'être en mesure de faire connaître à l'ingénieur en chef du Contrôle les conditions dans lesquelles il s'est produit.

Je rappelle à cette occasion qu'en cas d'accident de personne ou de danger grave, le paragraphe 2 de l'article 48 du décret du 3 avril 1908 donne aux fonctionnaires et agents du Contrôle pouvoir d'enjoindre, par les voies les plus rapides, au permissionnaire ou concessionnaire d'interrompre le courant immédiatement sous réserve de donner avis de cette injonction à l'ingénieur en chef du Contrôle qui prendra d'urgence, s'il y a lieu, toutes mesures complémentaires nécessaires pour sauvegarder la sécurité.

Au cas où l'agent du Contrôle technique constaterait quelque infraction aux dispositions réglementaires édictées dans l'intérêt de la sécurité des personnes, il devra, aussitôt après avoir pris les mesures précitées de première urgence, dresser procès-verbal, par application de l'article 25 de la loi du 15 juin 1906. Ce procès-verbal sera envoyé à l'ingénieur en chef du Contrôle qui le fera parvenir immédiatement, avec son avis, au procureur de la République.

Il va sans dire que l'ingénieur en chef et les ingénieurs ordinaires du Contrôle devront eux-mêmes, chaque fois qu'ils estimeront leur présence utile, se transporter, dans le plus bref délai, sur les lieux de l'accident et procéder à une enquête détaillée.

Transmission des rapports d'accidents. — Il y a une distinction à faire suivant que les accidents ou troubles graves sont survenus à l'extérieur ou à l'intérieur de l'enceinte, soit des voies ferrées de toute nature, soit de tous autres établissements soumis à un contrôle technique de l'Administration.

Dans le premier cas, les accidents, incendies ou troubles graves donneront lieu à un rapport détaillé, complété au besoin par des croquis, qui me sera transmis directement avec le bulletin signalétique modèle A et le dossier de l'affaire, par l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique sous le timbre « Direction des Forces hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique »; dans le second cas, l'instruction de l'accident sera poursuivie suivant les règles appliquées dans le service du Contrôle compétent, étant entendu que le rapport détaillé et le dossier de l'affaire seront, en tout état de cause, envoyés par ce service à la direction susvisée avec un bulletin signalétique du modèle A et que copies du rapport et du bulletin seront, en outre, adressées à l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique du département intéressé.

Vous trouverez, ci-joint, une formule de bulletin signalétique, modèle A, qui servira de cadre aux rapports qui devront m'être transmis.

L'ingénieur en chef intéressé complétera le rapport d'accident par son avis personnel sur les propositions d'ordre administratif ou technique qu'il estimerait devoir être adoptées pour remédier au renouvellement de l'accident ayant donné lieu au rapport.

La récapitulation des accidents sera établie sur une formule d'état statistique modèle B ci-jointe également, intitulée : « Etat statistique annuel » qui me sera adressé directement, le 15 avril de chaque année, par tous les ingénieurs en chef ayant dans leurs attributions un contrôle technique relevant de mon administration.

J'adresse un exemplaire de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef des divers services de contrôle relevant de l'Administration des Travaux publics.

Arrêt du Conseil d'Etat annulant un arrêté municipal substituant des sanctions pénales aux sanctions civiles prévues dans un acte de concession.

Voici le texte de cet arrêt, en date du 5 janvier 1924 :

Le Conseil d'Etat statuant au contentieux, Section du Contentieux, deuxième sous-section...

Vu la requête sommaire et le mémoire ampliatif présentés pour la Société industrielle de Gaz et d'Electricité, dont le siège social est à Paris, 10, rue de Milan, agissant poursuites et diligences de ses administrateurs en exercice..... et tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler, pour excès de pouvoir, un arrêté, en date du 21 novembre 1922, par lequel le maire de la ville de Remiremont lui a prescrit, sous les peines de l'article 471 du Code pénal, d'assurer aux heures et suivant les conditions de son cahier des charges, l'éclairage des voies publiques de ladite ville et la régularité de cet éclairage;...

Ouï M. Alibet, maître des Requêtes, en son rapport :

Ouï Mᵉ Hannotin, avocat de la Société industrielle de Gaz et d'Electricité, en ses observations;

Ouï M. Berget, maître des Requêtes, commissaire du Gouvernement, en ses conclusions ;

Considérant que, si le maire de Remiremont estimait devoir contraindre la compagnie requérante à respecter ses engagements, il lui appartenait d'appliquer les pénalités prévues au traité de concession, sauf réclamation de la compagnie devant la juridiction compétente ; mais qu'il ne pouvait, sans excéder ses pouvoirs, assurer l'exécution dudit traité par une prescription de police ayant pour sanction les dispositions de l'article 471, paragraphe 15 du Code pénal ; que dès lors ladite compagnie est fondée à demander l'annulation de l'arrêté attaqué;

Décide :

L'arrêté susvisé du maire de Remiremont, en date du 21 novembre 1922, est annulé.

Les frais de timbre exposés par la Société industrielle de Gaz et d'Electricité devant le Conseil d'Etat sont mis à la charge de la ville de Remiremont.

Sur l'application de la loi du 15 juin 1906 aux lignes électriques à haute tension.

Le « Journal officiel » du 4 mai 1924 publie, page 2205 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés », la question et la réponse suivante :

21315. — M. Antoine Borrel, député, demande à M. le ministre des Travaux publics s'il estime que l'article 12 de la loi de 1906 s'applique à l'établissement des lignes à haute tension pour le transport de l'énergie électrique. Question du 31 mars 1924.)

Réponse. — Réponse affirmative.

8e Année. Tome XV — N° 26. 28 Juin 1924

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ



ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe).
Téléph : Wagram 90-34 — Compte de chèques postaux : Paris 239-86 — Registre du Commerce : Seine N° 131 794

REVUE HEBDOMADAIRE
ABONNEMENTS : France, 75 fr. — Etranger, 90 fr. — Le Numéro : 3 fr.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916



DIRECTEUR : J. BLONDIN, Agrégé de l'Université.

8e ANNÉE. — TOME XV. — N° 26. — 28 JUIN 1924.

Manifestation en l'honneur d'Eric Gérard. — Dans notre numéro du 24 novembre 1923, t. XIV, p. 763, nous signalions qu'un comité s'était formé en vue d'honorer la mémoire de l'éminent directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore, décédé à Paris le 28 mars 1916, en plaçant dans l'auditoire de cet institut un médaillon perpétuant le souvenir d'Eric Gérard et en créant un prix Eric Gérard destiné à récompenser les auteurs de travaux importants sur l'électrotechnique.

La remise du médaillon au recteur de l'Université de Liége, par l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut Montefiore, a été faite solennellement le jeudi 12 juin dernier. A cette cérémonie étaient présents ou représentés : S. M. le roi des Belges, le premier ministre, le ministre des Sciences et des Arts, le ministre des Chemins de fer, le gouverneur de la Province, le bourgmestre de Liége et autres autorités. Des discours ont été successivement prononcés par : M. Omer de Bast, le successeur d'Eric Gérard à la tête de l'Institut ; le représentant du roi ; le directeur de l'Enseignement ; M. Boucherot, pour les électriciens français ; M. Dawson, ancien élève de l'Institut, membre du Parlement anglais ; le consul d'Italie, pour M. Semenza, ancien élève de l'Institut, président de la Commission électrotechnique internationale ; le président de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut, et finalement le recteur de l'Université, pour remercier l'Association ainsi que les étrangers venus à la manifestation. Nous reproduisons ci-dessous le discours prononcé par M. Boucherot :

MESDAMES, MESSIEURS,

Je suis particulièrement heureux et flatté de représenter les électriciens français dans cette touchante cérémonie en l'honneur d'Eric Gérard : la Société française des Electriciens, la Société des Ingénieurs civils de France, le Syndicat des Ingénieurs électriciens français, l'Union des Syndicats d'Ingénieurs français m'ont spécialement chargé de les représenter et je viens affirmer ici quelle grande part eut Eric Gérard dans la formation de l'élite actuelle des techniciens français de l'électricité, de ceux, par conséquent, qui ont le plus contribué au développement de l'industrie électrique en France.

En nous reportant en arrière de 35 ans environ, il n'y avait, en France, comme enseignement de l'électrotechnique proprement dite, je veux dire de l'électrotechnique des courants industriels de grande puissance, que le cours professé par mon maître Hospitalier, à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, et ceux qui pouvaient profiter de cet enseignement étaient en très petit nombre. Beaucoup plus nombreux étaient déjà ceux, belges ou étrangers, que l'Institut de Montefiore initiait aux prémices scientifiques de l'industrie nouvelle qui devait avoir un si prodigieux et bienfaisant développement dans tous les pays. Ce sont ces deux noms que je me plais à associer pour symboliser, à ses débuts, l'enseignement de l'électrotechnique dans les pays de langue française, avec des caractères profondément différents d'ailleurs.

Mais c'est surtout par la publication de ses « Leçons sur l'Electricité » qu'Eric Gérard eut une influence considérable chez nous, sur l'élite des ingénieurs dont la formation était encore assez rudimentaire, car il faut bien reconnaître que la traduction de l'ouvrage de Maxwell, « L'Electricité et le Magnétisme », était d'une lecture beaucoup trop pénible pour des techniciens se destinant à l'industrie.

Personnellement, je venais de sortir depuis peu de temps de l'école quand parurent les « Leçons sur l'Electricité » et j'ai conservé une forte empreinte de la lecture de ce livre, lecture qui fut pour moi une grande joie. Les impressions que j'ai recueillies auprès des gens de ma génération, à cette époque, étaient toutes enthousiastes : beaucoup d'ingénieurs électriciens français, sortis des écoles antérieurement à son apparition, ont travaillé dans le livre d'Eric Gérard et sont ainsi ses élèves ; et j'ai la conviction qu'ils gardent en eux une profonde reconnaissance à ce savant de les avoir fait ainsi profiter de cet enseignement, en résistant à la tentation de le réserver exclusivement à ses seuls auditeurs. Il doit en être de même dans bien d'autres pays, puisque ce livre fut traduit en plusieurs langues, et je crois que l'on peut dire, sans exagération, que, pendant un certain nombre d'années, l'enseignement de partout, en électrotechnique, ne fut que le rayonnement de celui de Liége.

A titre personnel, je ne puis me dispenser de dire avec quel sentiment de fierté, je trouvai alors, dans quelques pages de l'une des toutes premières éditions, l'exposé de mon premier péché de jeunesse : ce sont là des impressions qui ne s'effacent pas; cette petite manifestation d'une grande conscience pédagogique, chez un homme à qui j'étais totalement inconnu, moi, qui me trouvais alors, pauvre unité, sous l'emprise des rigueurs de la discipline militaire, en fit pour moi, sans qu'il le sût, un ami vénéré.

L'exemple de l'Institut Montefiore fut suivi de près et il m'est bien agréable de pouvoir citer plus particulièrement, parmi nos écoles techniques françaises, l'Ecole supérieure d'Electricité, fondée par Mascart et la Société française des Electriciens, et qui, grâce aux efforts persévérants, au dévouement continu de M. Paul Janet, dont je suis heureux de pouvoir associer ici le nom à ceux d'Eric Gérard et de M. de Bast, est devenue, comme Montefiore, une institution de premier ordre. Puis sont venus les instituts électrotechniques rattachés aux universités, puis les écoles pratiques... Mais toute médaille a son revers ; et la prétention de créer des ingénieurs électriciens en particulier, et des ingénieurs en général, est devenue tellement grande *chez nous* que les ingénieurs ont dû se syndiquer pour, entre autres choses, réagir contre l'abus du titre... Grâce aux efforts de nos syndicats d'ingénieurs, combinés avec ceux d'autres intellectuels, une addition a d'abord été apportée à l'article 259 du Code pénal, punissant l'usurpation des titres professionnels réglementés, et un projet de loi est en préparation pour réglementer les conditions de délivrance et l'usage du titre d'ingénieur diplômé. Excusez ces détails, mais la constatation même de ces abus n'est-elle pas encore un titre de gloire pour Eric Gérard dont il souligne la grande clairvoyance ?

Je ne voudrais pas abuser de la parole, mais je désire ajouter encore quelques mots pour préciser, par exemple, l'influence aimable, mais persuasive, qu'avait Eric Gérard dans nos réunions et congrès internationaux et la nature des services qu'il rendit dans ce domaine. Quelques années avant la guerre, sous l'influence de la concurrence commerciale et par suite de modifications successives des règlements nationaux concernant les garanties que doivent donner les machines électriques, la construction de ces machines était devenue des plus médiocres dans tous les pays : en particulier les températures de fonctionnement admises partout étaient excessives et dangereuses pour la conservation de ces machines ; les questions de surcharge rendaient très souvent les garanties illusoires, par la complication qu'elles apportaient dans les prescriptions.

En 1912, se réunit à Paris le Comité des Machines de la Commission électrotechnique internationale que j'eus l'honneur de présider en qualité de Français, et c'est de ce moment, en réalité, que date la nouvelle réglementation internationale, beaucoup plus claire et plus riche en garanties que les anciennes réglementations nationales. Je puis donc déclarer, en connaissance de cause et sans vouloir réduire les mérites d'autres de nos collègues comme Mailloux et Semenza, également présents à cette réunion, que c'est surtout à l'influence de celui dont nous fêtons la mémoire aujourd'hui que nous devons cet heureux résultat. Il avait, de son côté, fort heureusement reconnu la nécessité d'assainir la situation ; il le démontra très éloquemment et, sans lui, peut-être n'aurions-nous pas réussi.

Hélas ! peu de temps après, la grande tourmente devait nous l'enlever. Pour moi, la peine que j'eus de sa perte se doubla du regret de ne pouvoir l'accompagner jusqu'au tombeau ; mobilisé, j'ignorais sa présence à Paris ; c'est le matin même du jour des obsèques que, partant pour le grand quartier général, alors à Chantilly, pour une besogne de toute urgence, en service commandé, j'appris à la fois, par hasard, et l'enterrement et la triste odyssée de notre maître, mort, il est vrai, au milieu des siens, dans une ville et chez un peuple amis, mais tout de même loin de sa maison et de cette chaire où la piété vient de ramener son image, que l'évocation des souvenirs a presque animée.

Association française pour l'Avancement des Sciences. — Congrès de Liége. — Le prochain congrès annuel de l'Association française pour l'Avancement des Sciences aura lieu du 28 juillet au 2 août 1924, à Liége.

En choisissant, pour la première fois, comme siège de son 48ᵉ congrès, une ville située en dehors de la France et de ses colonies, l'Association française a voulu donner à la Belgique un nouveau gage des sentiments de sympathie, d'amitié et de reconnaissance que nous éprouvons pour nos amis belges. Il convient donc que ce congrès ait un éclat inaccoutumé et nous faisons appel à nos lecteurs pour y contribuer en envoyant aux diverses sections du congrès de nombreuses communications.

Les IIIᵉ et IVᵉ Sections (Navigation, Génie civil et militaire et Aéronautique), qui seront présidées par M. V.-M. Hégly, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Charleville, ont mis à leur ordre du jour certaines questions qui se rapportent à la construction et à l'exploitation des usines génératrices électriques : Construction des grands barrages en maçonnerie et des usines hydroélectriques modernes ; Emploi du béton armé ou non armé dans la construction ; Récents progrès des turbines hydrauliques ; Détermination des débits en hydraulique ; La chauffe au charbon pulvérisé ; Moteur à explosion au gaz de charbon de bois ; etc.

La Vᵉ Section (Physique) sera présidée par une personnalité belge bien connue des électriciens : M. Omer de Bast, le successeur du regretté Eric Gérard comme directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore. Deux questions sont plus spécialement mises à l'ordre du jour de cette section ; ce sont : *a*) Méthodes de mesure de très faibles coefficients d'induction et capacités à l'aide de courants électriques à haute fréquence ;

b) Enseignement de la physique expérimentale.

La VII[e] Section (Météorologie et Physique du Globe), présidée par M. J. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique de Belgique, à Uccle, discutera, parmi d'autres questions, celle de la « Diffusion des prévisions météorologiques par la téléphonie sans fil. »

Signalons encore que la XIII[e] Section (Electricité médicale) qui représente depuis sa création, faite à la demande de M. Bergonié, le congès annuel des radiologistes et électrothérapeutes de langue française, organise, comme chaque année d'ailleurs, une exposition des appareils d'électricité médicale nouvellement conçus et exécutés ; elle fait appel aux constructeurs de ces appareils pour prendre part à cette exposition. Cette section sera présidée par M. le D[r] Bienfait, à Liége.

Les communications doivent être envoyés le plus tôt possible aux présidents des sections ou au Secrétariat de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, 28, rue Serpente, Paris VI[e].

Commission internationale de l'Eclairage : Session de Genève, 21-25 juillet 1924. — La prochaine session de la Commission internationale de l'Eclairage se tiendra à Genève du 21 au 25 juillet.

Ainsi que nous l'avons rappelé antérieurement (¹), cette commission est issue de la Commission internationale de Photométrie, créée en 1900 en conséquence d'un vœu du Congrès international de l'Industrie du Gaz et qui se réunit à quatre reprises, en 1903, 1907, 1911 et 1913, les trois premières fois à Zurich, la quatrième à Berlin. C'est dans cette dernière réunion que la Commission internationale de Photométrie décida d'étendre son champ d'action et prit le nom de Commission internationale de l'Eclairage, dont les statuts furent calqués sur ceux de la Commission électrotechnique internationale.

En raison de la guerre, la Commission internationale de l'Eclairage n'a pu se réunir, pour la première fois, qu'en 1921, à Paris (²). La prochaine réunion de Genève constituera donc la seconde session de la Commission internationale de l'Eclairage.

Nous donnons plus loin, dans le « Bulletin R.G.E. », page 201 B, le programme provisoire de cette session, qui vient de nous être adressé. La lecture des ordres du jour des séances techniques montre que, comme nous l'avions déjà signalé dans notre numéro du 26 avril dernier, t. xv, p. 721-722, en rendant compte de la séance du 28 mars 1924 du Comité français de l'Eclairage et du Chauffage, la contribution française à l'étude des questions devant être discutées à cette session est des plus importantes. Nous ne manquerons pas de tenir nos lecteurs au courant des décisions qui y seront prises. Nous espérons en outre pouvoir reproduire à leur intention quelques-uns des rapports qui y seront présentés, notamment le magistral rapport établi par M. Blondel sur les grandeurs et unités photométriques.

Rappelons, en terminant, que quelques jours avant la session de la Commission internationale de l'Eclairage s tiendra, du 18 au 20 juillet, la première Réunion internationale pour l'Etude des Problèmes d'Hygiène du Travail organisée sur la demande du Bureau international du Travail (¹) et dont l'ordre du jour comporte diverses questions concernant l'éclairage industriel ; les membres de la Commission internationale de l'Eclairage sont invités à prendre part aux travaux de cette réunion.

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 2 juillet 1921, t. x, p. 10-13. Signalons à nouveau que dans cette note se sont glissées, p. 10, 2[e] colonne, deux erreurs d'impression. A la ligne 22 en remontant, il est imprimé : « Ce ne fut qu'en juin 1913, à Zurich, que put être tenue la première session de la Commission » ; il faut lire *juin 1903* (et non pas juin 1905, comme une première rectification, elle-même victime d'une coquille d'impression, nous l'a fait dire à la page 81 du 16 juillet 1921). A la ligne 15 en remontant, le sous-titre : « Session de 1907 » doit être remplacé par *Session 1903*.

(²) Un compte rendu sommaire de cette session a été donné dans notre numéro du 16 juillet 1921, t. x, p. 81-83. Le compte rendu officiel, à la suite duquel sont imprimés les rapports et communications présentés à la session, forme un volume publié en 1923 et qui a été signalé dans notre numéro du 27 octobre 1923, t. xiv, p. 610.

Bibliographie : L'audition et ses variations, par G.-R. Marage, docteur en médecine, docteur ès sciences, chargé de cours à l'Université de Paris (²). — Le sujet traité dans cet ouvrage s'écarte notablement de ceux qui sont ordinairement considérés dans ces colonnes. Il se rattache cependant par certaines de ses parties au domaine des connaissances dont l'électricien a besoin ou peut avoir besoin, ainsi qu'on le constatera par la suite.

Tout d'abord, l'auteur y décrit les appareils et les procédés qui permettent d'évaluer, au moins approximativement, l'intensité des sons, et l'on sait que les électriciens sont parfois mis en demeure d'effectuer une telle évaluation lorsqu'ils sont accusés de troubler le repos de leurs concitoyens par les bruits produits par les machines de transformation, ou par le passage de tramways électriques, ou encore par l'action du vent sur les conducteurs aériens dont les supports sont scellés aux murs des habitations. Ces appareils, qui sont appelés « acoumètres », permettent de reproduire, avec des intensités différentes, des bruits, des sons musicaux, la parole humaine. Celui qu'emploie l'auteur dans ce dernier cas et qu'il a imaginé en 1899, se compose de cinq sirènes acoustiques dont les plateaux mobiles sont montés sur un même arbre commandé par un moteur électrique et reproduisant respectivement les sons des voyelles OU, O, A, E, I ; l'intensité de ces sons peut être modifiée à volonté en faisant varier la pression de l'air envoyé sur les plateaux des sirènes ; de nombreuses expériences ayant démontré que l'intensité sonore est proportionnelle à la pression de l'air, la mesure de cette dernière grandeur fournit un moyen pratique de mesurer la première.

L'auteur a, depuis vingt-quatre ans, utilisé cet appareil dans de nombreuses recherches dont la plupart concernent la surdité et les moyens d'y remédier. Il a fait également quelques recherches sur la protection de l'oreille contre les vibrations sonores. Dans le cas où ces vibrations sont transmises par l'air, il est possible de s'en isoler en construisant, à l'intérieur de la chambre occupée, une seconde chambre dont les murs en substance absorbante soient au moins à 30 cm des murs extérieurs. Si elles sont transmises par le sol et les murs, il est presque impossible de s'en isoler : pour un hôtel situé près d'une station de chemin de fer métropolitain on a obtenu un résultat satisfaisant en creusant entre le souterrain et l'immeuble une tranchée très profonde que l'on a remplie de sable de rivière, mais ce procédé n'est certes pas à la portée de tout le monde. Par contre il a été reconnu que l'on arrête très facilement les vibrations sonores

(¹) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 26 avril 1924, t. xv, p. 722.

(²) Un volume, format 24 cm × 16 m, 262 pages, 42 figures, édité par Gauthiers-Villars et Cie, 53, quai des Grands-Augustins, Paris (VI[e]). Prix : broché, 10 fr.

produites par les petits moteurs électriques : il suffit de placer ceux-ci sur une surface cannée avec du jonc, comme le siège de certaines chaises ; il en est de même d'ailleurs dans le cas des vibrations produites par les machines à écrire.

Dans le dernier chapitre de son ouvrage, l'auteur expose les résultats des recherches qu'il a entreprises sur la phonation et l'audition téléphoniques. L'une de ses conclusions est que, en général, la prononciation des consonnes n'est pas suffisamment accentuée et que, à ce point de vue, on devrait prendre comme téléphonistes des Méridionaux, qui font entendre presque également bien les consonnes et les voyelles. Il a, en outre, constaté qu'il est rare de trouver chez les téléphonistes une audition normale. « Est-ce, dit-il, la fatigue produite par l'usage prolongé du téléphone ? peut-être, car il y a dans ces occupations un travail cérébral d'attention très grand, d'autant plus que le public parle trop vite, prononce mal, et écoute mal : la plupart du temps, les appareils étant supposés bons, c'est le public qui est responsable du mauvais rendement des instruments. » — J. R.

Bibliographie : Des essais des fils et câbles isolés au caoutchouc, par A.-R. Matthis, ingénieur, chef de service aux Ateliers de Constructions électriques de Charleroi (1). — Nos lecteurs connaissent les excellentes études de cet auteur sur les isolants électriques par les différentes analyses qui en ont été données dans la « Revue générale de l'Electricité », certaines même ayant fait l'objet d'articles originaux. Son traité sur les essais des fils et câbles isolés au caoutchouc présente toutes les qualités de ses précédentes études et sera favorablement accueilli par tous ceux qui achètent et utilisent le matériel de canalisations électriques.

Cet ouvrage débute par la reproduction d'extraits de onze cahiers des charges plus ou moins officiels concernant les principaux pays. M. Matthis montre ensuite l'urgente nécessité d'un cahier des charges pour le matériel considéré, en raison des gros dangers que peuvent amener les malfaçons dans l'exécution aussi bien que la mauvaise qualité des matières premières.

Après un chapitre de considérations générales sur la signification des spécifications, c'est-à-dire sur la justification pratique des différentes prescriptions que l'on rencontre dans les cahiers des charges, il envisage les essais des principales matières premières employées pour l'isolement des câbles et fils, donnant d'abord des indications générales, puis examinant successivement chacune de ces matières premières.

Un résumé de la fabrication des fils isolés au caoutchouc et quelques notes pratiques sur la préparation des échantillons terminent la première partie de cet ouvrage.

Dans la deuxième partie, l'auteur étudie la pratique des essais : essais chimiques, parmi lesquels le dosage de la paraffine, du soufre, des résines ; essais mécaniques, notamment les essais d'allongement et de rupture ; essais électriques, concernant la résistivité et la rigidité électrique.

A ces diverses considérations ont été ajoutées bon nombre d'informations se rapportant à l'installation d'un laboratoire agencé pour l'exécution des essais qui précèdent ; on y trouvera notamment la liste complète du matériel nécessaire.

Quelques renseignements divers : température de divers mélanges, tableau de densités, points de fusion et points d'ébullition, liste de livres et de périodiques se rapportant au caoutchouc terminent cette seconde partie. — B. E.

(1) Un volume, format 22 cm × 15 cm, de 128 pages, avec 18 figures hors texte et de nombreux tableaux, édité par la librairie Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (VIe). Prix : broché, 14 fr.

Bibliographie : Les fonctions circulaires et les fonctions hyperboliques étudiées parallèlement en partant de la définition géométrique, par Henri Tripier, ingénieur des Arts et Manufactures (1). — L'auteur signale que l'on évite généralement, dans les calculs, les fonctions hyperboliques, même dans le cas où leur considération entraîne une solution plus directe que celle des fonctions circulaires, préférant avoir recours aux combinaisons équivalentes de la fonction exponentielle ou de la fonction logarithmique. Il trouve que cette manière d'opérer est très regrettable et qu'elle provient simplement de ce que ces deux genres de fonction ne sont pas étudiés parallèlement et que l'esprit est, par suite, moins apte à établir le rapprochement entre elles. Aussi s'est-il proposé de montrer que les méthodes qui conduisent le mieux à une bonne connaissance pratique des fonctions circulaires peuvent très bien être adoptées pour un traitement unique.

Notons que les fonctions hyperboliques permettent la solution rapide de bon nombre de problèmes d'électrotechnique ; dans les calculs relatifs aux lignes, notamment, leur emploi devient de plus en plus courant. L'ouvrage de M. Tripier, qui ne suppose du lecteur qu'une connaissance des éléments de mathématiques supérieures, intéressera donc un assez grand nombre d'électriciens. — B. E.

Bibliographie : L'Eclairage artificiel des habitations, par F. Fontaine, ingénieur (2). — Cet ouvrage forme le quatrième volume d'un Traité de technique sanitaire dont les trois tomes précédents sont consacrés : 1° à l'approvisionnement et la distribution de l'eau ; 2° à l'extension des villes et l'hygiène dans la construction ; 3° au chauffage et à la ventilation. Il est suivi par deux autres volumes sur la propreté et la désinfection et sur l'assainissement des villes.

Les premières pages de ce livre contiennent des renseignements d'ordre général sur la lumière et la photométrie, ainsi que sur divers modes d'éclairage : huile, gaz de houille, acétylène (p. 1 à 55). Une place plus importante est faite à l'éclairage électrique que l'auteur a fait précéder de quelques notions sur l'électricité et sur les dispositions générales des réseaux de distribution d'énergie électrique. Les différents chapitres se rapportent successivement aux lampes à incandescence, lampes à arc, canalisations dans les immeubles et appareillage général des installations électriques courantes.

Ce livre n'est pas destiné aux techniciens spécialistes dans ces questions, mais il pourra être utile aux praticiens et surtout à ceux qui désirent posséder une vue d'ensemble de la question de l'éclairage dans les habitations. — Y. G.

(1) Un volume format 22 cm × 14 cm, de 58 pages, avec 25 figures dans le texte, édité par la librairie Vuibert, 63, boulevard Saint-Germain, Paris (VIIe). Prix : broché, 5 fr.

(2) Un volume, format 24 cm × 16 cm, de 15[illegible] pages, avec 131 figures dans le texte, édité par la Librairie polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris (VIe). Prix : broché, 14 fr. Frais de port en supplément.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Etude sur l'établissement du courant continu dans un moteur synchone d'induction

Après un rappel succinct des principes du fonctionnement des moteurs synchrones d'induction, l'auteur se propose d'étudier tout particulièrement, dans cet article, la période où se produit l'amorçage du courant continu dans l'excitatrice et encore en se limitant au cas où le circuit d'excitation reste fermé d'une manière permanente sur le circuit inducteur du moteur. Il considère successivement les machines à champs magnétiques indépendants pour le moteur et l'excitatrice et celles à champ magnétique commun au moteur et à l'excitatrice. Après avoir traité la question du point de vue analytique, il donne, sous forme d'oscillogrammes, les résultats de plusieurs essais de démarrage et d'accrochage pour des moteurs de 15, 20 et 75 ch.

A. **Introduction**. — Ordinairement, on ne ferme le circuit d'excitation d'un moteur synchrone d'induction que lorsque le moteur, démarrant en asynchrone, a atteint une certaine vitesse, pour laquelle la synchronisation peut se produire. Mais on peut aussi employer un moteur synchrone d'induction, dans lequel le circuit de l'excitatrice est constamment fermé sur le circuit inducteur du moteur. C'est sur ce dernier genre de machine que porte cette étude.

Pendant le démarrage d'un moteur de ce genre, le courant secondaire change de valeur en même temps que le glissement et les relations entre le courant secondaire et le glissement sont les facteurs essentiels de l'établissement du courant continu dans l'excitatrice. Deux forces électromotrices sont en présence dans le circuit secondaire de ce moteur : la force électromotrice induite dans le bobinage secondaire du moteur considéré comme moteur asynchrone et la force électromotrice induite dans l'induit de l'excitatrice fonctionnant comme génératrice à collecteur à courant alternatif. Ces deux forces électromotrices ont la même fréquence pour chaque valeur du glissement et la force électromotrice résultante est la force électromotrice secondaire pour cette valeur du glissement. Le moment où se produit l'amorçage du courant continu dans l'excitatrice a une grande importance ; une fois l'amorçage obtenu, les conditions nécessaires pour l'accrochage du moteur synchrone seront les mêmes que celles du moteur synchrone d'induction dans lequel le circuit d'excitatrice n'est fermé par l'opérateur qu'après amorçage de cette excitatrice.

Cette étude ne portera donc que sur la période où se produit l'amorçage du courant continu dans les moteurs synchrones d'induction, dans lesquels le circuit d'excitation est constamment fermé sur le circuit inducteur du moteur. En outre, on n'a envisagé que le cas où le bobinage inducteur de l'excitatrice est en série avec l'induit.

Cette étude comportera deux parties : l'une, relative aux moteurs à champs magnétiques indépendants pour le moteur et l'excitatrice et l'autre, relative aux moteurs à champ magnétique unique commun au moteur et à l'excitatrice.

B. **Relation entre les courants secondaires et les glissements**. — I. MOTEURS A CHAMPS MAGNÉTIQUES SÉPARÉS. — Dans ces machines, l'excitatrice est reliée directement, mécaniquement, au rotor du moteur bobiné en triphasé ou en monophasé. On intercale en outre une bobine de réactance sur le circuit secondaire entre le rotor et l'excitatrice et le rotor est muni d'une

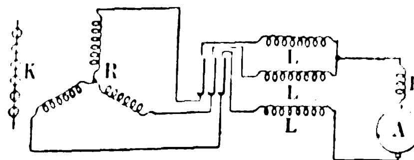


Fig. 1. — Schéma d'un moteur d'induction synchrone à champs magnétiques séparés.

R, bobinage secondaire ; K, bobinage en cage d'écureuil ; A, induit de l'excitatrice ; F, bobinage inducteur de l'excitatrice ; L, bobines de réactance.

cage d'écureuil ainsi qu'il est indiqué sur le schéma de la figure 1.

Pour un glissement S, la fréquence dans le bobinage secondaire est égale à

$$f = f_0 \times S.$$

f_0 étant fréquence du courant d'alimentation.

Si l'inductance totale dans le circuit secondaire est constante et égale à L, la réactance secondaire, pour la valeur S du glissement, sera

$$X_2 S = 2\pi f_0 L S,$$

où $X_2 = 2\pi f_0 L$ est la réactance secondaire à l'arrêt.

L'impédance du circuit secondaire est alors égale à

$$Z_2 = r_2 + j X_2 S,$$

r_2 étant la résistance ohmique totale du circuit secondaire.

La force électromotrice résultante induite dans le bobinage secondaire pour la valeur S du glissement est égale à

$$V_{20} = K V_1 S,$$

où V_1 est la tension d'alimentation.

K est une constante dépendant du rapport de transformation entre les enroulements primaire et secondaire.

Si le courant secondaire a une valeur I_2, la force électromotrice induite dans l'induit de l'excitatrice est égale à

$$V'_2 = k I_2 (1 - S),$$

où k est une constante qui dépend de l'induit, de l'induction et de la vitesse normale au synchronisme du moteur.

Une autre force électromotrice prend naissance dans l'induit de l'excitatrice due au fonctionnement en

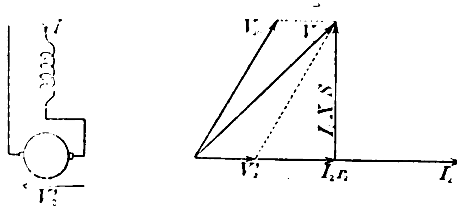


Fig. 2. — Montage en moteur.

transformateur des enroulements induit et inducteur; mais cette force électromotrice ne se manifeste pas entre les balais tant que ceux-ci sont calés sur la ligne neutre; nous la négligerons donc.

Pour chaque sens de rotation, il y a deux façons de relier l'induit et l'inducteur : le montage en moteur et le montage en génératrice (fig. 2 et 3); dans le cas qui

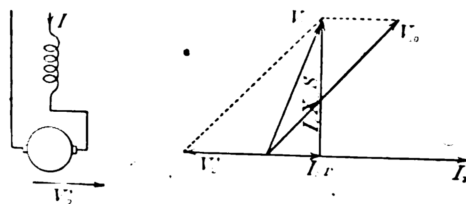


Fig. 3. — Montage en génératrice.

nous occupe, on doit toujours employer le montage en génératrice.

Pour simplifier l'étude mathématique, nous n'envisagerons que le cas du moteur à secondaire bobiné en monophasé.

Des diagrammes des figures 2 et 3 nous déduisons la valeur du courant secondaire

$$I_2 = \frac{K V_1 S}{r_2 \pm k(1 - S) + j X_2 S} = \frac{K V_1}{\frac{r_2 \pm k(1 - S)}{S} + j X_2}.$$

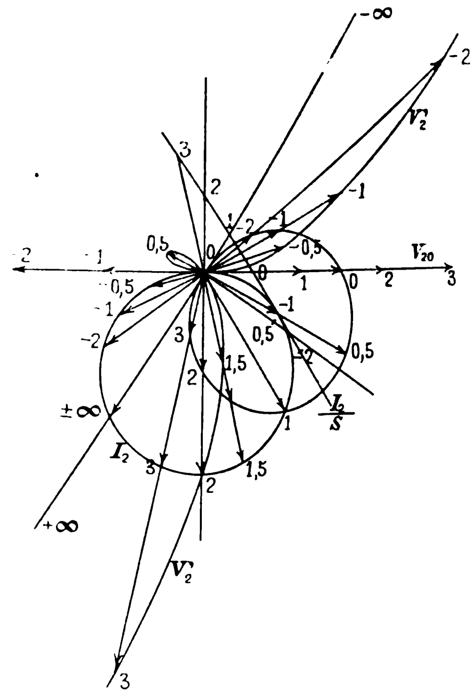


Fig. 4. — Diagramme du courant secondaire pour $\frac{r_2}{k} = 1$.

On a

$$I_2 = \frac{K V_1 S}{r_2 \mp k(1 - S) + X_2 j S},$$

$$V_{20} = K V_1 S,$$

$$V'_2 = k I_2 (1 - S),$$

$$\frac{r_2}{k} = 1.$$

Si, dans cette égalité, on pose

$$\frac{r_2 \pm k(1 - S)}{S} = 0,$$

le courant secondaire sera maximum et égal à

$$I_{2\max} = \frac{K V_1}{X_2}$$

le glissement correspondant étant égal à

$$S_{I_2\max} = 1 \pm \frac{r_2}{k}.$$

D'autre part, pour

$$S = 1, \qquad I_2 = \frac{KV_1}{r_2 + jX_2};$$

$$S = 0, \qquad I_2 = 0,$$

$$S = \infty, \qquad I_2 = \frac{KV_1}{k + jX_2};$$

Suivant la valeur du rapport $\frac{r_2}{k}$, le maximum de I_2

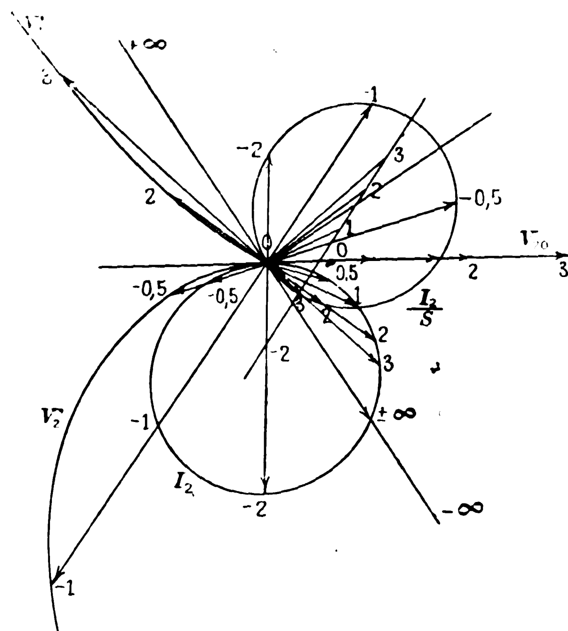


Fig. 5. — Diagramme du courant secondaire pour $\frac{r_2}{k} = 3$.

a lieu en des points différents de la courbe du glissement.

Les figures 4, 5 et 6 donnent les valeurs du courant secondaire en fonction du glissement pour différentes valeurs du rapport $\frac{r_2}{k}$.

Exemple. — On a étudié et fait l'essai d'un moteur répondant aux caractéristiques suivantes : 75 ch, 200 v, 50 p : s. — $V_1 = 200$, $K = 3{,}2$, $r_2 = 1{,}2$, $X_2 = 40$, $k = 2{,}5$.

Le courant secondaire est maximum pour un glissement

$$S = 1 - \frac{r_2}{k} = 1 - \frac{1{,}2}{2{,}5} = 0{,}52$$

et il est alors égal à

$$I_{2\,\max} = \frac{KV_1}{X_2} = \frac{620}{40} = 16 \text{ A}.$$

La figure 7 donne la courbe des courants secondaires en fonction du glissement pour cette machine tandis que l'oscillogramme de la figure 8 a été relevé sur cette même machine.

II. Moteurs a champ magnétique commun. — Dans ces machines, le circuit magnétique est commun au moteur et à l'excitatrice (fig. 9); le flux inducteur de l'excitatrice reste donc le même tant que la tension d'alimentation reste constante.

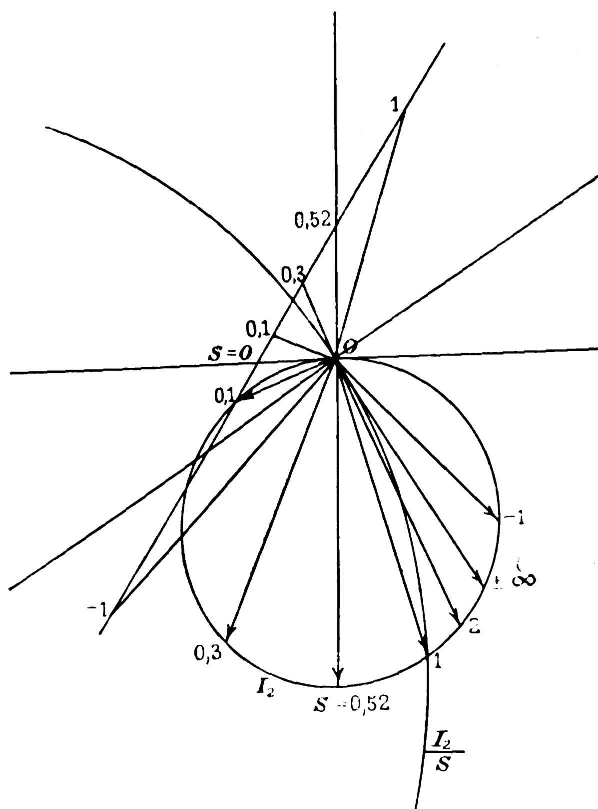


Fig. 6. — Diagramme du courant secondaire pour $\frac{r^2}{k} = \frac{1{,}2}{2{,}5} = 0{,}48$. On a,

$$I_2 = \frac{KV_1S}{r_2 + k(1 - S) + jX_2S},$$

$$r_2 = 1{,}2, \quad k = 2{,}5, \quad X_2 = 40,$$

$$\frac{r_2}{k} = \frac{1{,}2}{2{,}5} = 0{,}48.$$

Pour

$$I_{2\,\max}, \qquad S = 1 - \frac{r_2}{k} = 0{,}52.$$

La force électromotrice induite entre les balais de l'excitatrice est alors une force électromotrice alternative dont la valeur maximum est constante $V'_2 = K_1 V_1$, quelle que soit la vitesse et dont la fréquence est égale à $f_0(1 - S)$.

La force électromotrice induite dans le bobinage inducteur, pour la valeur S du glissement, est

$$V_{20} = K_2 V_1 S.$$

La première de ces forces électromotrices, V_1, est toujours en phase avec le flux, tandis que la seconde, V_{20}, est en retard de 90° sur le flux.

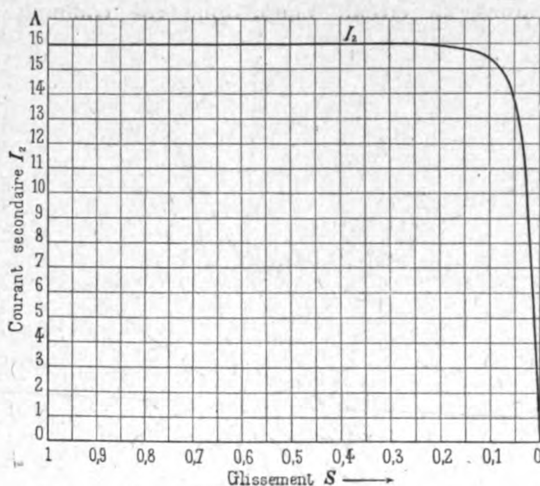


Fig 7. — Courant secondaire pendant le démarrage d'un moteur synchrone d'induction de 15 ch.

La force électromotrice résultante de ces deux forces électromotrices de même fréquence sera donc soit

$$V_2 = V'_2 + j\,V_{20}, \qquad (1)$$

soit

$$V_2 = V'_2 - j\,V_{20}. \qquad (2)$$

En se reportant aux diagrammes des figures 10 et 11, on voit que le courant secondaire I_2 sera toujours en retard sur la force électromotrice V_2 d'un angle

$$\varphi = \text{angle tg}\,\frac{X_2 S}{r_2}$$

et égal à

$$I_2 = \frac{V'_2 \pm j\,V_{20}}{r_2 + j\,X_2 S} = \frac{K_1 V_1 \pm j\,K_2 V_1 S}{r_2 + j\,X_2 S}$$

$$= \pm\frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 \mp \frac{K_2 V_1}{X_2}\,r_2\right)\frac{1}{r_2 + j\,X_2 S}.$$

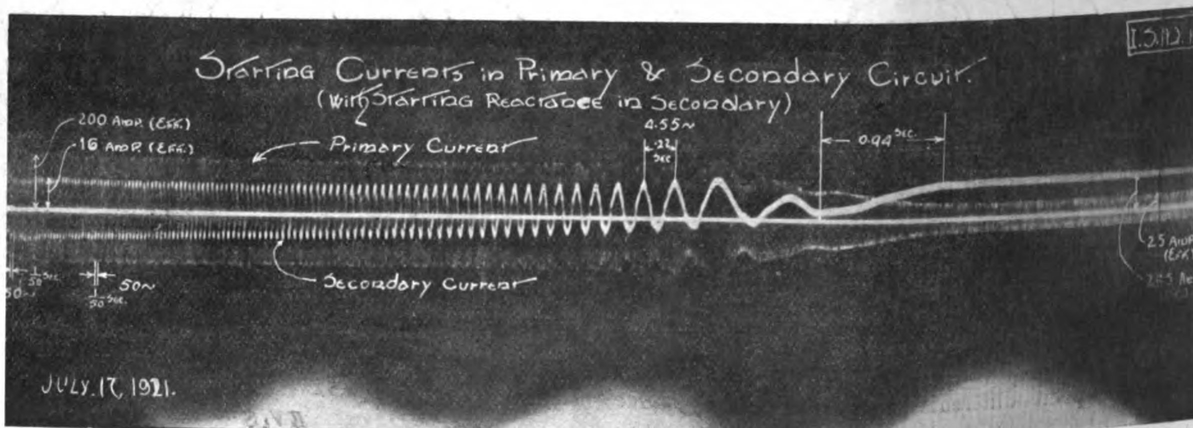


Fig. 8. — Oscillogrammes des courants de démarrage dans les circuits primaire et secondaire avec une réactance dans le circuit secondaire.

Envisageons le premier cas où

$$V_2 = V'_2 + j\,V_{20}$$

et

$$I_2 = \frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 - \frac{K_2 V_1}{X_2}\,r_2\right)\frac{1}{r_2 + j\,X_2 S}.$$

Le diagramme de la figure 12 permet de déterminer la valeur du courant I_2 en fonction du glissement dans le cas où

$$\frac{r_2}{X_2} < \frac{K_1}{K_2}.$$

Si $\frac{K_2 V_1}{X_2}$ est négligeable par rapport à $\frac{K_1 V_1}{r_2}$, les deux cercles coïncident.

Si

$$\frac{K_2 V_1}{X_2} = \frac{K_1 V_1}{r_2},$$

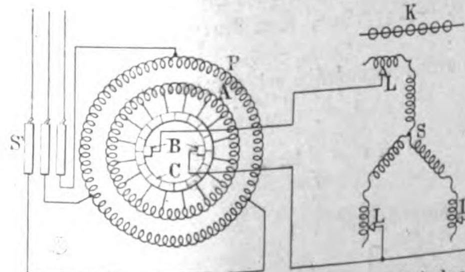


Fig. 9. — Schéma d'un groupe synchrone d'induction où les moteurs ont un champ magnétique commun.

K, bobinage en cage d'écureuil; P, bobinage primaire; A, bobinage d'induit de l'excitatrice; C, collecteur de l'excitatrice; B, balais; S, bobinage du stator; S, bagues de prises de courant; L, bobines de réactance.

le diamètre du cercle est nul et le courant est constant quel que soit le glissement

Si

$$\frac{r_2}{X_2} > \frac{K_1}{K_2},$$

le terme

$$\frac{K_1 V_1}{r_2} - \frac{K_2 V_1}{X_2}$$

devient négatif et le cercle passe du côté opposé.

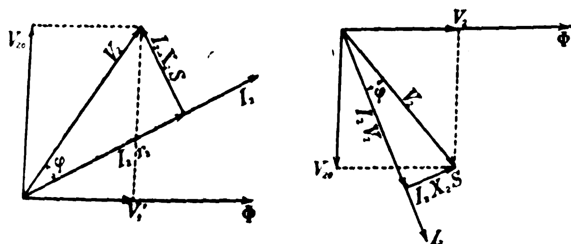


Fig. 10 et 11. — Diagrammes de la tension résultante des tensions induites entre les balais de l'excitatrice et dans le bobinage inducteur.

Envisageons ensuite le second cas où

$$V_2 = V_2' - j V_{20},$$

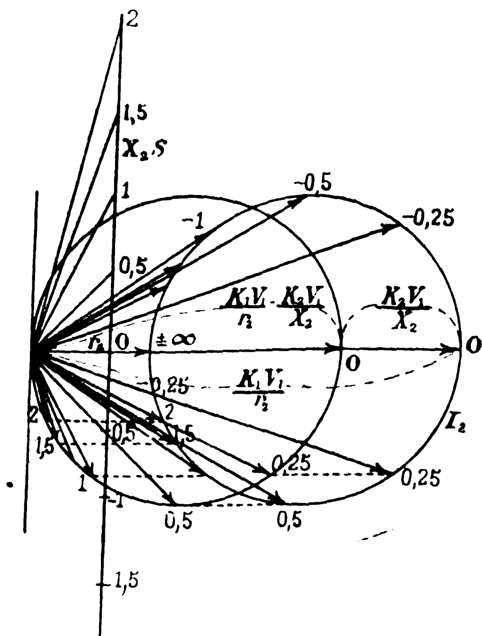


Fig. 12. — Diagramme donnant la valeur du courant

$$I_2 = \frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 - \frac{K_2 V_1}{X_2} r_2\right) \frac{1}{r_2 + j X_2 S}$$

en fonction du glissement pour

$$\frac{r_1}{X_2} < \frac{K_1}{K_2}.$$

et

$$I_2 = -\frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 + \frac{K_2 V_1}{X_2} r_2\right) \frac{1}{r_2 + j X_2 S}.$$

Le diagramme de la figure 13 permet de déterminer

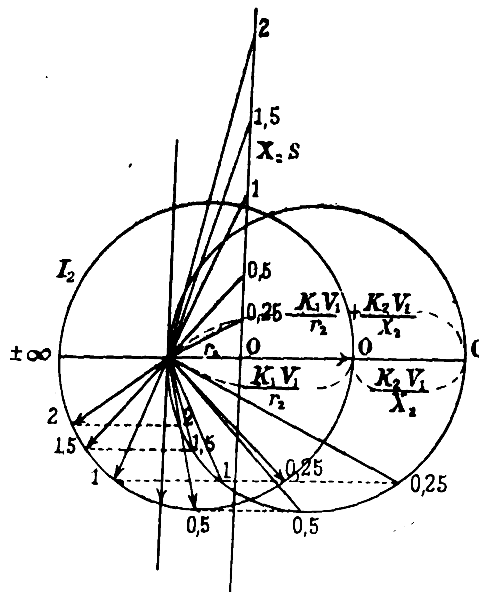


Fig. 13. — Diagramme donnant la valeur du courant

$$I_2 = -\frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 + \frac{K_2 V_1}{X_2} r_2\right) \frac{u}{r_2 + j X_2 S}$$

en fonction du glissement pour

$$\frac{r_2}{X_2} < \frac{K_1}{K_2}.$$

la valeur du courant I_2 en fonction du glissement S si

$$\frac{r_2}{X_2} < \frac{K_1}{K_2};$$

dans ce cas, I_2 est maximum pour $S = 0$.

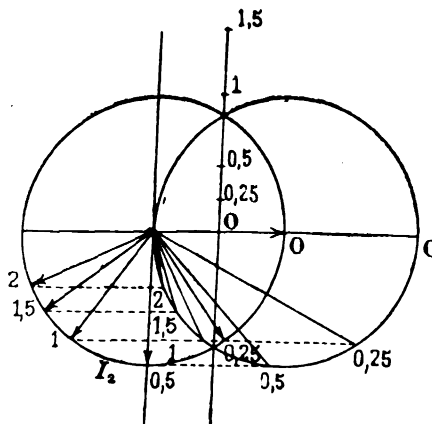


Fig. 14. — Diagramme de la figure 13 dans le cas où

$$\frac{r_2}{X_2} = \frac{K_1}{K_2}.$$

Si

$$\frac{r_2}{X_2} > \frac{K_1}{K_2},$$

I_2 sera minimum pour $S = 0$.

Si

$$\frac{r_2}{X_2} = \frac{K_1}{K_2},$$

I_2 a une valeur constante quel que soit le glissement,

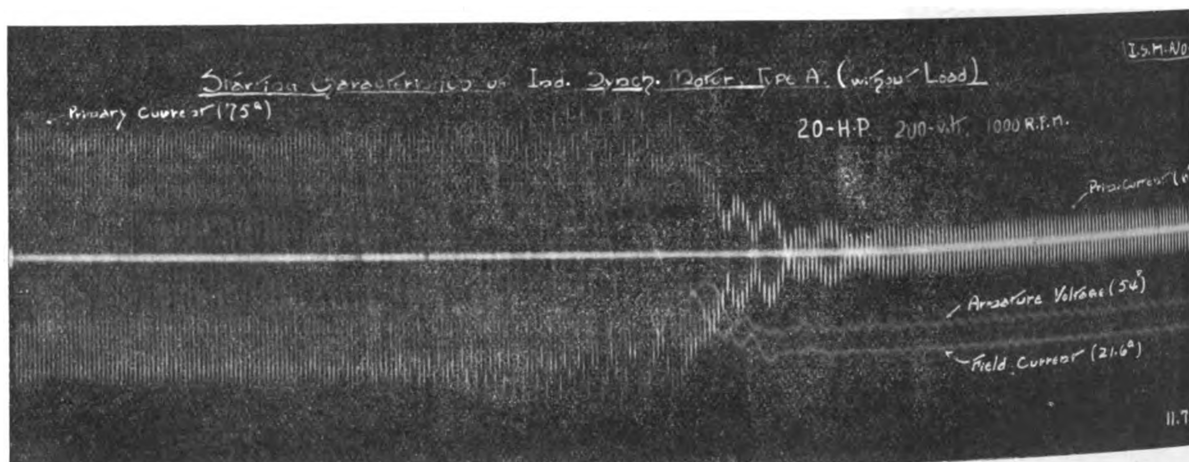


Fig. 15. — Caractéristiques de démarrage à vide d'un moteur d'induction synchrone à champ commun de 20 ch, 200 v, 1000 t : mn. Armature voltage, tension de l'induit, 54 v ; Fieldcurrent, courant de l'inducteur, 21,6 A.

S_1, mais le diamètre du cercle n'est pas nul comme dans la première hypothèse (fig. 14). On doit donc réaliser le montage du bobinage inducteur avec l'induit de l'excitatrice qui correspond au diagramme de la figure 10, sinon le courant continu ne pourra pas s'établir.

Les oscillogrammes des figures 15 et 16 ont été relevés sur des moteurs synchrones d'induction à champ commun de 20 et de 15 ch. On voit, sur ces oscillogrammes, que le courant secondaire augmente quand le glissement diminue tandis que la force électromotrice induite dans l'induit de l'excitatrice est absolument constante.

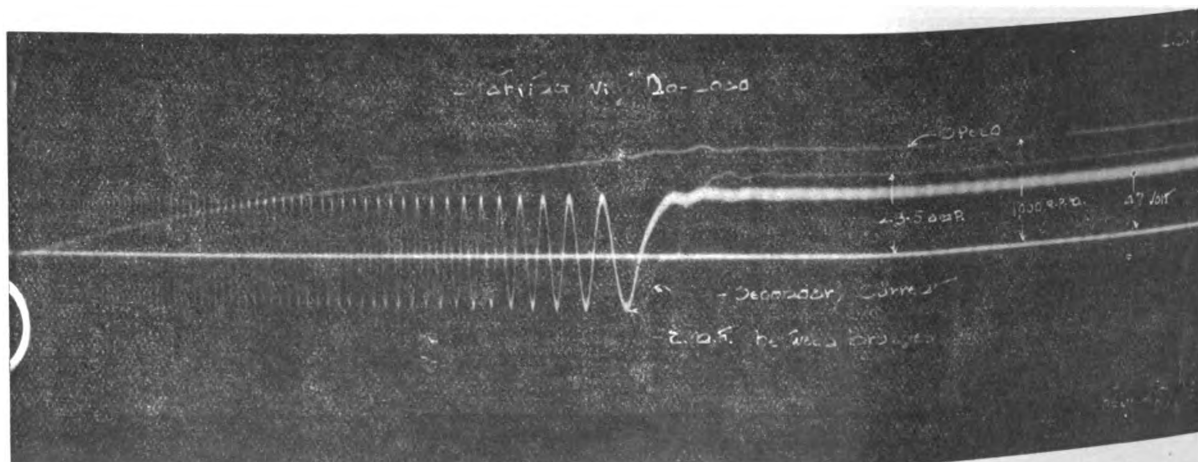


Fig. 16. — Caractéristiques de démarrage à vide d'un moteur d'induction synchrone à champ commun de 15 ch, 200 v, 1000 t : mn. Speed, courbe de la vitesse ; E. M. F. between brushes, tension entre balais.

C. **Théorie générale de l'établissement du courant continu dans une génératrice série sous l'action d'une excitation complémentaire en courant alternatif.** — Si une génératrice série à courant continu tournant à vitesse constante est soumise à l'action d'une excitation complémentaire, ainsi qu'il est représenté sur le schéma de la figure 17, le courant et la tension s'établiront même si l'on se trouve dans des conditions telles que la machine ne s'amorcerait pas d'elle-même sans cette excitation complémentaire.

L'auteur a décrit ces phénomènes dans un article paru en décembre 1921 dans le « Journal de l'Institut des Ingénieurs électriciens du Japon ». Il présentait, dans cet article, quelques résultats d'essais sur

l'influence de l'excitation complémentaire en courant continu et en courant alternatif et exposait une théorie relativement simple de ces phénomènes dans le cas de l'excitation en courant continu. Dans le cas de l'excitation complémentaire en courant alternatif, cette théorie est beaucoup plus compliquée parce qu'il

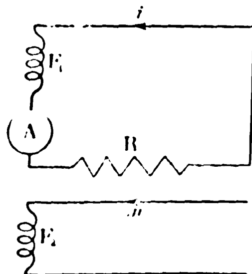


Fig. 17. — Schéma d'une génératrice série à courant continu soumise à l'action d'une excitatrice complémentaire en courant alternatif.

A, Induit de la génératrice série; F_1 inducteur de la génératrice série; F_2, bobinage inducteur complémentaire.

faut tenir compte de divers facteurs tels que la forme de la courbe de saturation, la boucle d'hystérésis et l'inductance du circuit.

I. Étude mathématique. — Envisageons une génératrice série dont la caractéristique à vide soit représentée par

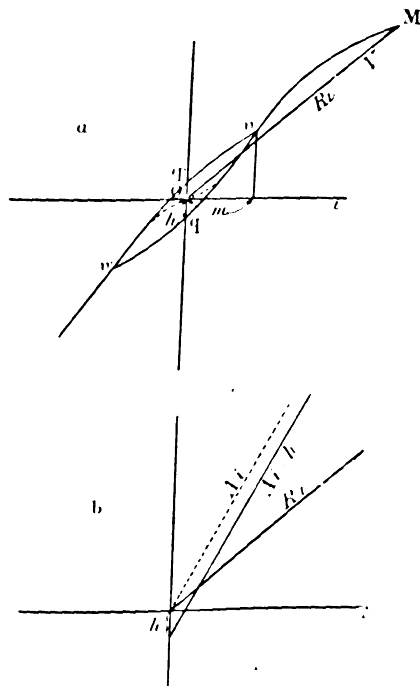


Fig. 18 a et 18 b. — v q v' q' boucle d'hystérésis représentant la force électromotrice d'une génératrice série dont O M est la caractéristique à vide.

la courbe Ov amorcée en pointillé de la figure 18 a. La boucle d'hystérésis représentant la force électromotrice dans cette génératrice, pour un courant variable de la forme $m \sin \omega t$, sera la courbe v q v' q' v de cette même figure 18 dont l'ordonnée à l'origine, pour $i = m$ et $\sin \omega t = 0$, est égale à h. Pour cette étude, on n'a pas à tenir compte de la partie de la caractéristique à vide située au-dessus du coude de saturation, de sorte que l'on peut admettre que la partie utile de cette caractéristique q v est une droite.

$$V = Ai - h,$$

où i est le courant dans l'induit et l'inducteur de la génératrice série, A et h étant des constantes dépendant de la forme de la courbe de magnétisme et de l'hystérésis du fer.

Si l'on désigne par R la résistance ohmique totale du circuit et par L, l'inductance totale, l'équation du circuit représenté à la figure 18 c est l'équation différentielle suivante

$$L\frac{di}{dt} + M\frac{dm_1}{dt} + Ri = Ai - h + Am\sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

où φ est l'angle pour lequel commence l'établissement du courant continu

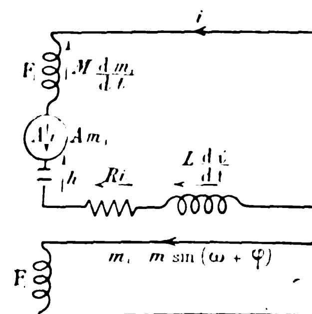


Fig. 18 c. — Schéma du circuit répondant à l'équation différentielle

R, Résistance totale du circuit; L, coefficient de self-induction du circuit; M, coefficient d'induction mutuelle entre F_1 et F_2.

En général, φ est égal à $\frac{\pi}{2}$. On a donc

$$L\frac{di}{dt} + (R-A)i = \sqrt{(Am)^2+(\omega Mm)^2}\sin\left(\omega t+\frac{\pi}{2}-\theta\right) - h, \quad (2)$$

où

$$\theta = \text{arc tg}\frac{\omega M}{A}.$$

Or les machines série ont habituellement un coefficient M de valeur très faible, de sorte que, à basse fréquence, on peut négliger $\omega M m$ par rapport à $A m$. On a alors

$$L\frac{di}{dt} + (R - A)i = Am\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) - h, \quad (2')$$

équation qui est de la forme

$$ai + b\frac{di}{dt} = g\cos\omega t - h,$$

avec $a = R - A$, $b = L$, $g = Am$,

La résolution de cette équation donne

$$i = g\left(\frac{\omega b \sin\omega t + a\cos\omega t}{a^2 + \omega^2 b^2}\right) - \frac{h}{a} + Ce^{-\frac{a}{b}t}. \quad (3)$$

Au début de l'amorçage $t = 0$, $i = 0$, ce qui nous permet de déduire C, soit

$$C = \frac{h}{a} - \frac{ag}{a^2 + \omega^2 b^2}. \quad (4)$$

En portant cette valeur dans l'équation (3), on a

$$i = g\left(\frac{\omega b \sin\omega t + a\cos\omega t}{a^2 + \omega^2 b^2}\right) - \frac{h}{a} + \left(\frac{h}{a} - \frac{ag}{a^2 + \omega^2 b^2}\right)e^{-\frac{a}{b}t}.$$

Il faut alors que $A > R$, c'est-à-dire que $a < 0$, sinon le terme

$$e^{-\frac{a}{b}t}$$

tendrait vers 0 pour des valeurs croissantes de t ; il n'y aurait pas amorçage.

Admettons donc que $a < 0$, ou $R\text{-}A < 0$; on a

$$i = \left(\frac{(A-R)Am}{Z^2} - \frac{h}{A-R}\right)e^{+\frac{A-R}{L}t}$$
$$+ \frac{h}{A-R} + Am\left(\frac{\omega L \sin\omega t - (A-R)\cos\omega t}{Z^2}\right), \quad (5)$$

où

$$Z = \sqrt{(A-R)^2 + (\omega L)^2}.$$

Dans le premier terme de l'équation (5), le facteur

$$e^{\frac{A-R}{L}t},$$

augmente quand t augmente, mais il ne faut pas que l'autre facteur

$$Q = \left(\frac{(A-R)Am}{Z^2} - \frac{h}{A-R}\right),$$

soit nul ou négatif. La relation

$$Q = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{(A-R)Am}{Z^2} = \frac{h}{A-R} \quad (6)$$

donne donc le cas limite de l'amorçage et l'équation (6) fournit la valeur critique de la fréquence du courant d'excitation complémentaire

$$\omega = \frac{A-R}{L}\sqrt{\frac{Am-h}{h}}. \quad (7)$$

En général, pour une valeur déterminée de la fréquence et pour une machine donnée, la valeur de h est fixée par la valeur de m

$$h = F(m).$$

Si le courant complémentaire alternatif $m \sin\omega t$ est assez faible pour ne pas affecter la tension due au magnétisme rémanent (v_0 sur la figure 19), on pourra

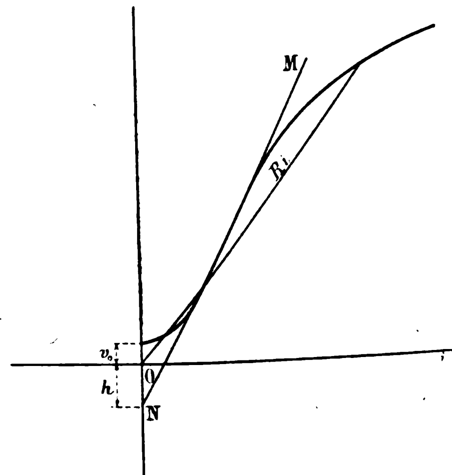


Fig. 19. — Courbe de magnétisme de la génératrice et courbe approchée NM.

prendre, comme courbe de magnétisme, la droite NM. On aura alors, outre l'équation (7) qui donne la valeur critique de la fréquence, l'équation (8)

$$m = \frac{hZ^2}{(A-R)^2 A}, \quad (8)$$

qui donne la valeur critique de m pour chaque fréquence.

II. Premier exemple. Étude de l'amorçage d'une génératrice série avec excitation complémentaire en courant alternatif. — On a procédé à des essais d'amorçage d'une génératrice série avec excitation complémentaire en courant alternatif sur une machine qui avait les constantes suivantes :

$A = 6{,}4$, $h = 2$, $L = 0{,}028$ henry et la caractéristique à vide tracée sur la figure 20.

Nous pouvons considérer cet exemple comme rentrant dans le cas de la figure 19 et nous servir par suite de l'équation (8). Les graphiques des figures 21, 22 et 23 donnent les valeurs calculées et relevées du courant complémentaire d'excitation m en fonction de la fréquence, pour différentes valeurs de R. Dans chacun de ces graphiques, les résultats de l'essai ne concordent plus avec les résultats du calcul au-dessus de la fréquence de 14 p : s. Ces divergences sont probablement dues aux variations du magnétisme rémanent qui font varier la valeur de h.

En outre, à la fréquence o, l'équation (8) devient $m = \frac{h}{A}$, où m est indépendant de R. Ces désaccords doivent résulter de l'hypothèse faite précédemment qui n'est pas absolument exacte. Dans le cas où la fréquence est nulle (excitation complémentaire en courant

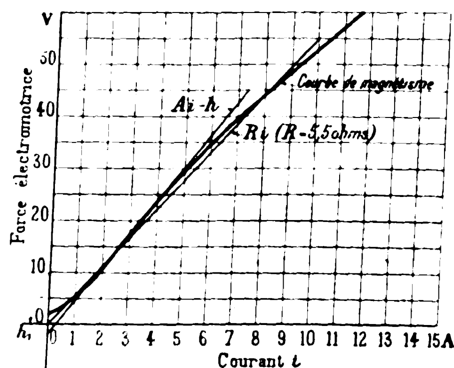


Fig. 20. — Courbe de magnétisme d'une génératrice série à courant continu, pour laquelle on a $A = 6{,}4$, $h = 2$, $L = 0{,}063$ henry.

continu), on obtient la valeur exacte de m, à l'aide de la méthode décrite par l'auteur (¹).

III. Deuxième exemple. Étude de l'amorçage dans un moteur synchrone d'induction à champs séparés. — Si l'excitation complémentaire est produite à l'aide d'un transformateur comme il est indiqué à la figure 24, l'équation du courant reste la même (5). Le cas de la

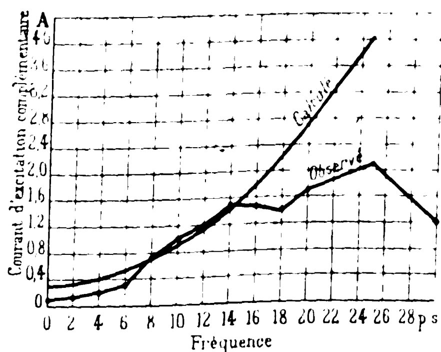


Fig. 21. — Établissement du courant continu avec excitation complémentaire en courant alternatif pour $R = 5{,}13$ ohms, $A = 6{,}4$, $h = 2$, $L = 0{,}063$ henry.

figure 24 peut être considéré comme représentant celui du moteur synchrone d'induction à champs séparés pour une vitesse donnée. Mais comme la vitesse de l'induit change en fonction du glissement du moteur, les valeurs de A et h ne sont plus des constantes et varient elles-mêmes en fonction du glissement. Il faut écrire alors

$$\left.\begin{aligned} A &= A_0(1 - S), \\ h &= h_0(1 - S), \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

Le premier terme de l'équation (5) devient donc

$$\left\{\frac{[A_0(1-S)-R]A_0(1-S)m}{[A_0(1-S)-R]^2+(\omega L)^2} - \frac{h_0(1-S)}{A_0(1-S)-R}\right\} e^{\frac{A_0(1-S)-R}{L}t}.$$

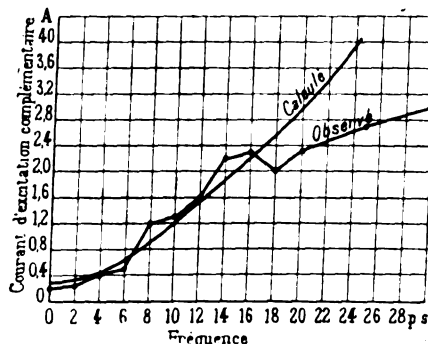


Fig. 22. — Établissement du courant continu avec excitation complémentaire en courant alternatif pour $R = 5{,}37$ ohms, $A = 6{,}4$, $h = 2$, $L = 0{,}0063$ henry.

Pour que l'amorçage ait lieu, il faut alors que

$$\frac{A_0(1-S)-R}{L}$$

ne soit ni nul ni négatif, ce qui nous permet de déterminer la vitesse critique ou la valeur critique du glissement, en écrivant

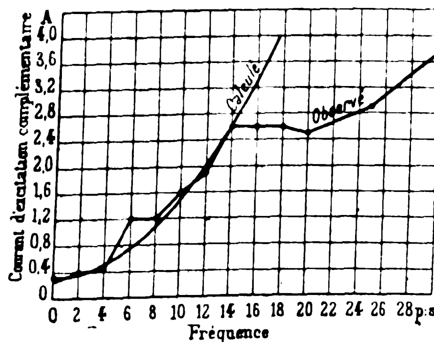


Fig. 23. — Établissement du courant continu avec excitation complémentaire en courant alternatif pour $R = 5{,}5$ ohms, $A = 6{,}4$, $h = 2$, $L = 0{,}0063$ henry.

$$\frac{A_0(1-S)-R}{L} = 0,$$

c'est-à-dire

$$A_0(1 - S) = R;$$

$$S_{\text{critique}} = 1 - \frac{R}{A_0}. \qquad (10)$$

(¹) *Journal of the Institution of electrical Engineers of Japan*, décembre 1921.

L'autre condition limite est obtenue en faisant $Q = 0$, c'est-à-dire

$$\frac{[A_0(1-S)-R]\,A_0(1-S)\,m}{[A_0(1-S)-R]^2+(\omega L)^2} = \frac{h_0(1-S)}{A_0(1-S)-R},$$

$$m = \frac{\{[A_0(1-S)-R]^2+4\pi^2 f_0^2 S^2 L^2\}\,h_0}{[A_0(1-S)-R]^2 A_0}. \qquad (11)$$

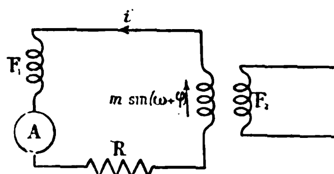


Fig. 24. — Excitation complémentaire produite par un transformateur, ce qui équivaut à un moteur d'induction synchrone à champs séparés.

ce qui donne la valeur du courant d'excitation complémentaire pour le glissement S. Or ce courant d'excitation complémentaire n'est autre que le courant secondaire du moteur d'induction égal, d'après le diagramme de la figure 3, à

$$I_2 = \frac{KV_1S}{r_2 - k(1-S) + jX_2S}, \qquad (12)$$

où

$$r_2 = R, \quad k = A_0, \quad X_2 = 2\pi f_0 L.$$

Les valeurs critiques du courant d'amorçage seront donc à l'intersection des courbes représentatives des égalités (11) et (12) des courants en fonction de S.

On a vérifié ces conclusions sur le moteur de 75 ch, déjà mentionné.

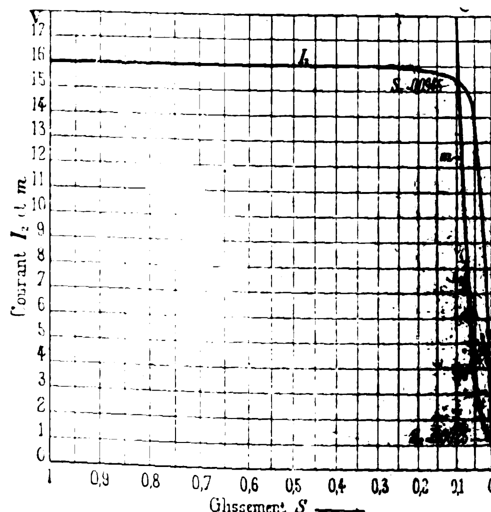


Fig. 25. — Détermination des valeurs critiques du glissement pour l'établissement du courant continu dans le moteur synchrone d'induction de 75 ch (Intersection des courbes représentatives de I_2 et de m. Les constantes ont pour valeur $V_1 = 210$ v, $K = 3,2$, $R = r_2 = 1,2$ ohm, $2\pi f_0 L = X_2 = 40$ ohms, $A_0 = h = 2,5$, $h_0 = 2$.

On avait tout d'abord pour ce moteur

$$S_{\text{critique}} = 1 - \frac{1,2}{2,5} = 0,52$$

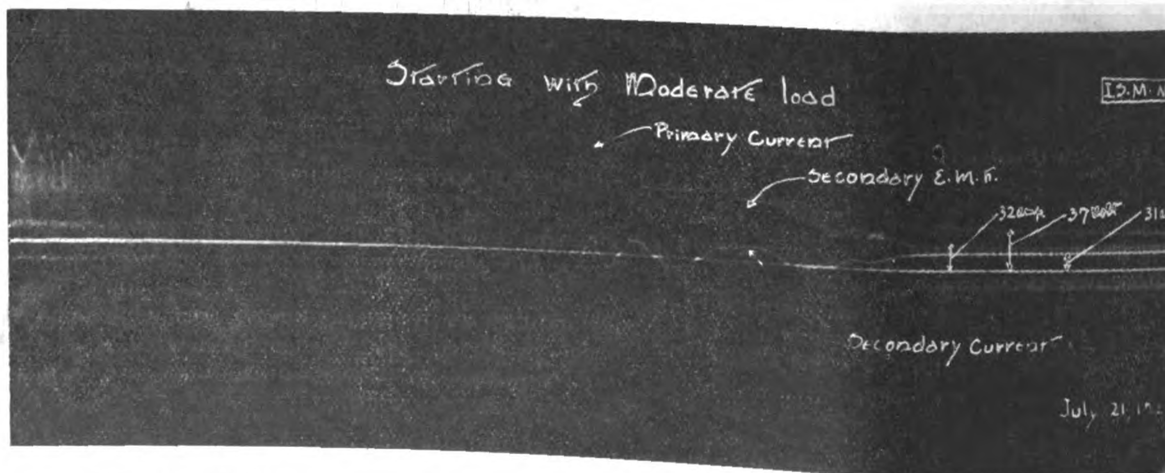


Fig. 26. — Oscillogrammes du démarrage et de l'accrochage du moteur de 75 ch sous faible charge. L'amorçage a lieu pour $S = 0,0945$ et $f = 4,7$ p : s.

et, d'autre part,

$$A_0 = 2,5, \quad R = 1,2 \text{ ohm}, \quad L = 0,127 \text{ H}, \quad h_0 = 2.$$

On a porté sur le graphique de la figure 25 les courbes représentatives des égalités (11) et (12) pour ce moteur. Ces courbes se coupent aux points d'abscisses

$$S_1 = 0,0945,$$
$$S_2 = 0,0005.$$

La valeur critique vraie doit être plus grande que

cette dernière valeur parce que, à fréquence très basse, le courant I_2 dans le type à champs séparés, devient très petit, et les relations exprimées en (9) ne rentrent pas dans la gamme des valeurs de m.

En réalité, dans ce moteur, l'amorçage commence pour le glissement S_1 ; quoique nous ayons obtenu une possibilité d'amorçage pour $S = 0,52$, il n'y aura jamais d'amorçage avant que le glissement n'ait atteint la valeur S_1, parce que, pour cette valeur, le facteur Q change de signe.

La figure 8 et la figure 26 reproduisent les oscillogrammes du démarrage et de l'accrochage de ce

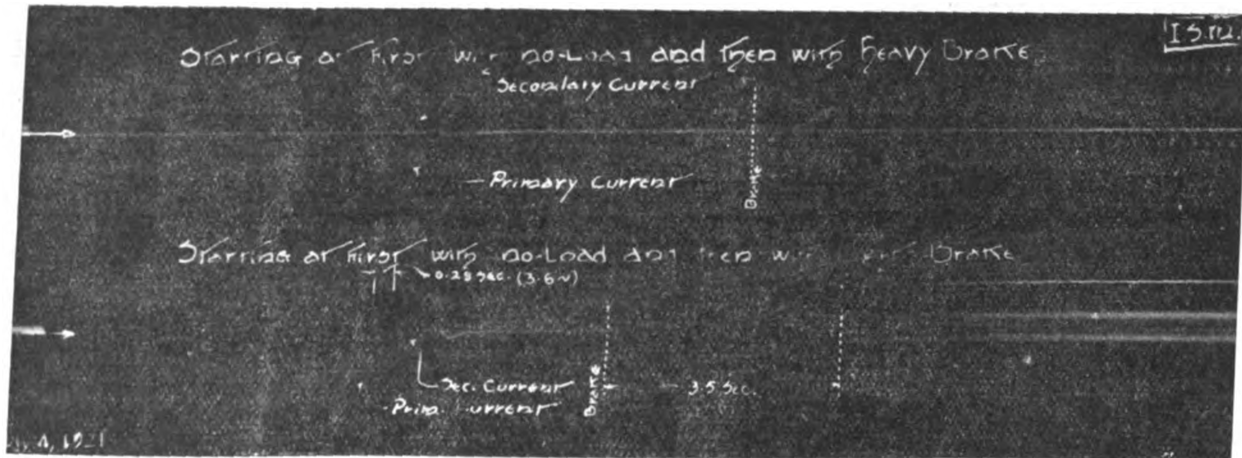


Fig. 27. — Premier oscillogramme : démarrage du même moteur à vide, suivi d'un freinage énergique; deuxième oscillogramme : démarrage à vide et accrochage sous une faible charge. Brake, freinage.

moteur. On y voit que l'amorçage a lieu très près de la valeur $S_1 = 0,0945$, soit $f = 4,7$ p : s. Dans le cas de l'oscillogramme de la figure 8, on constate la présence du magnétisme rémanent qui a introduit une composante de courant continu dans le courant secondaire, mais ce courant continu n'a augmenté que proportionnellement à la vitesse et il n'a pas suffi à provoquer l'amorçage qui a eu lieu exactement pour la même valeur du glissement S_1 dans le cas de l'oscillogramme de la figure 26 où l'on n'observe pas la présence de magnétisme rémanent.

Si l'on fait démarrer le moteur à vide, et si l'accélération est assez rapide, le moteur atteindra le glissement S_2 avant que le courant continu ait eu le temps d'arriver à une valeur suffisante pour provoquer l'amorçage.

On a étudié ce phénomène sur l'oscillogramme de la figure 27 relevé sur la même machine complètement à vide, sans courroie, avec le meilleur graissage possible des coussinets, réduction au minimum admissible de la pression des balais, etc... Dans ces conditions (première partie du premier oscillogramme en haut), l'amorçage du courant continu ne se produirait pas ; on a exercé alors un freinage violent à l'instant indiqué par la ligne pointillée, et l'on a constaté qu'après un laps de temps assez long l'amorçage avait lieu.

On a répété la même expérience (deuxième oscillogramme de la figure 27), mais en exerçant un freinage léger ; on a obtenu ainsi l'amorçage beaucoup plus rapidement.

Pour une machine donnée, on peut modifier les valeurs critiques d'amorçage en changeant la valeur de la résistance et de l'inductance du circuit secondaire, mais l'influence de l'hystérésis du fer reste toujours un facteur très important, car si l'on fait varier h_0 dans l'égalité (11), la valeur de m varie en raison inverse de h_0, ainsi qu'on le voit sur la figure 28. Pour la valeur $3h_0$, les deux courbes ne se coupent plus ;

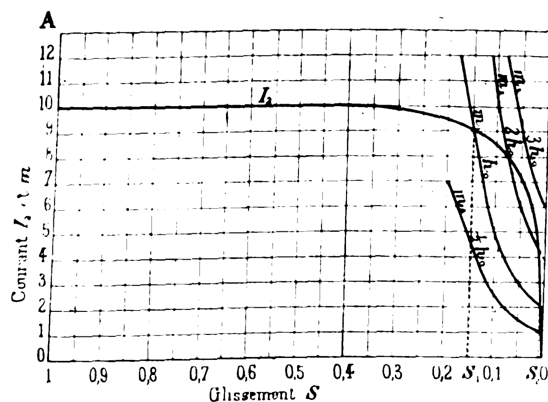


Fig. 28. — Influence de l'hystérésis du fer sur le point critique d'établissement du courant continu d'un moteur synchrone d'induction du type à champs magnétiques séparés.

l'amorçage est impossible, tandis que, pour la valeur $2h_0$, le moteur atteindra facilement le glissement S_2 sans s'amorcer. Or, l'hystérésis varie en général beaucoup avec la température du fer. Par suite, une machine ayant, dans les conditions normales de fonctionnement, une valeur h_0, peut ne pas s'amorcer lors du premier

démarrage à froid, en raison de l'augmentation de la valeur de h_0.

C'est ainsi que l'on a pu observer, au cours des études des phénomènes enregistrés en particulier sur l'oscillogramme de la figure 27, qu'il était très difficile d'obtenir l'état de non amorçage, après avoir échauffé le moteur, tandis que, au début, le moteur étant froid, il était très facile de l'obtenir.

4° **Troisième exemple. Etude de l'amorçage dans un moteur synchrone d'induction a champ commun.** — L'établissement du courant continu peut être étudié, dans ces moteurs, de la même façon que pour les moteurs à champs séparés et l'on a les mêmes relations (5), (9),

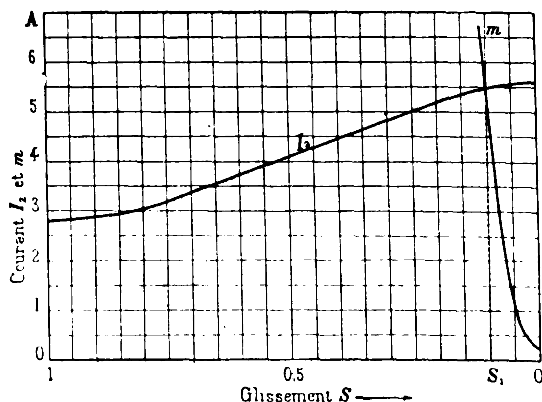


Fig. 29. — Etablissement du courant continu dans un moteur synchrone d'induction du type à champ magnétique commun avec

$$\frac{r_2}{X_2} = 0{,}5 \quad \text{et} \quad \frac{K_1}{K_2} = 1{,}83.$$

(10) et (11). Toutefois, le courant secondaire n'est plus donné par la relation (12), mais par la suivante,

$$I_2 = \frac{K_2 V_1}{X_2} + \left(K_1 V_1 - \frac{K_2 V_1}{X_2} \times r_2\right) \times \frac{1}{r_2 + jX_2 S} \qquad (13)$$

et l'on a vu que, si l'on a

$$\frac{r_2}{X_2} < \frac{K_1}{K_2},$$

le courant I_2 est maximum pour $S = 0$.

Les points d'intersection des courbes représentatives des relations (11) et (13) donneront les valeurs critiques du glissement. Mais, comme le courant I_2 tend vers son maximum pour $S = 0$, il n'y aura pas, dans ce cas, de valeur du genre de S_2, mais seulement une valeur critique du genre de S_1 (fig. 29). C'est pourquoi, avec ce type de moteur, l'amorçage a toujours lieu.

Les figures 15 et 16 reproduisent les oscillogrammes relevés sur des moteurs de 15 et de 20 ch de ce modèle. Dans chaque cas, l'amorçage s'est produit à une fréquence de 5 p : s environ.

M. Kawarada,
Assistant Professor of the Waseda University of Tokyo. Traduit par J. Lemonnier.

Bibliographie.

John Buchanan ; Contribution à la théorie de l'induction magnétique dans le fer et autres substances. *Philosophical Magazine*, mars 1901, 6e série, t. 1, p. 330-341.

E. Müllendorf ; Formules pour les courbes d'aimantation. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 janvier 1902, t. XXIII, p. 25-26.

L. Döry ; Formules empiriques pour la courbe (*B, M*). *Elektrotechnische Zeitschrift*, 29 mars 1903, t. XXIV, p. 185-186.

Ewing. *Magnetic induction in Iron and other Materials*.

Ch.-P. Steinmetz. *Transient Phenomena and oscillations*.

Langsdorf. *Principles of direct current Machines*.

Behrend. *The Induction Motor*.

M. Allister. *Alternating Current Motors*.

M. Walker ; Renversement de la polarité des excitatrices. *Power*, 12 juin 1917, p. 792-793.

R. Rudenberg ; Fremd-und selbsterregung von magnetisch gesättigsen Gleichstromkreisen. *Wissenschaftliche Veroffentlichungen aus dem Siemens Konzern*, 1920, p. 179-201.

B. Arakawa ; Auto-excitation des excitatrices à courant continu. *Journal of the Institution of electrical Engineers of Japan*, mai 1915.

T. Yamamoto ; Moteur d'induction synchrone réunissant les caractéristiques du moteur asynchrone et du moteur synchrone. *Journal of the Institution of electrical Engineers of Japan*, décembre 1901, n° 401, p. 875-891, 7 fig.

M. Kawarada ; Variations de la force électromotrice des génératrices à courant continu autoexcitatrices. *Journal of the Institution of electrical Engineers of Japan*, décembre 1921, n° 401, p. 892-902, 13 fig.

Revues, analyses et informations

Sur l'explosion partielle ou totale d'un électron dans la théorie des quanta [1].

Je me suis proposé, d'abord, de rechercher quelle pouvait être la fréquence de l'énergie dispersée résultant de l'explosion partielle ou totale d'un électron.

Soit une charge e localisée en surface sur une sphère de rayon r_0 (électron). Les différents éléments de cette charge sont en équilibre sous l'action combinée des forces électrostatiques répulsives qui tendent à les disperser et de l'action de forces antagonistes hypothétiques (pression superficielle, pression de Poincaré, par exemple).

A l'état de repos, l'énergie potentielle totale de cette charge est, dans l'hypothèse d'une pression superficielle uniforme antagoniste,

$$w_0 = \frac{2}{3}\frac{e^2}{r_0}$$

dont les trois quarts seraient dus aux forces électrostatiques et le quart aux forces antagonistes [2].

L'inertie de cette charge exprimée en grammes sera donc $m_0 = \frac{w_0}{c^2}$, c étant la vitesse de la lumière ; elle est égale, comme on sait, à $0{,}9 \times 10^{-27}$ g pour l'électron négatif.

1° Supposons maintenant que, pour une cause quelconque, l'électron passe d'une orbite sur une autre de rayon moindre ; il y aura libération d'énergie. On peut alors supposer que cette libération d'énergie est accompagnée d'une rupture d'équilibre entre les forces électrostatiques et les forces antagonistes et qu'une petite partie e' de la charge de l'électron se dispersera en vertu des actions répulsives électrostatiques.

L'énergie de l'électron deviendra

$$w_0 = \frac{2}{3}\frac{(e - e')^2}{r_0}$$

et l'énergie dispersée

$$w_0 - w'_0 = \frac{2}{3r_0}[2ee' - e'^2] = h\nu \ (^3). \qquad (1)$$

Lorsque e' est petit, le second terme de la parenthèse est négligeable et l'on a

$$e' = \frac{3}{4}\frac{(h\nu)\, r_0}{e}. \qquad (2)$$

L'énergie rayonnée $h\nu$ est donc sensiblement proportionnelle à la charge émise ; il en est de même de la fréquence.

On pourrait dire aussi que la *fréquence propre* de la charge e' est proportionnelle à la racine carrée de l'énergie ou de l'inertie qu'avait la charge à l'instant où elle quitte l'électron.

Dans le cas des rayons ultraviolets extrêmes, $\lambda = 10^{-5}$ cm ; on trouve $e' = 5{,}7 \times 10^{-15}$. La charge dispersée n'est donc environ que la cent millième partie de la charge de l'électron, laquelle est égale à $4{,}77 \times 10^{-10}$.

Le départ de la charge e' ne produira donc sur la charge de l'électron et sur son inertie qu'une modification insignifiante. Il en résultera que la dynamique de l'électron dans l'atome restera pratiquement la même, après comme avant le départ de la charge.

2° Si l'explosion de l'électron était totale, on aurait, en faisant $e' = e$ dans la formule (2),

$$\frac{2}{3}\frac{e^2}{r_0} = h\nu; \qquad (3)$$

d'où l'on déduit

$$\nu = 1{,}2 \times 10^{20}, \qquad \lambda = 2{,}4 \times 10^{-10}.$$

On retrouve ainsi l'ordre de grandeur des longueurs d'onde des rayons γ les plus pénétrants (Kaye : $\lambda_\gamma = 1{,}4 \times 10^{-8}$ à 10^{-10}).

Par contre, l'explosion totale d'un électron positif donnerait des rayons de longueur d'onde 1830 fois plus courte, lesquels n'ont jamais été observés.

Il semble donc que *l'on pourrait considérer les rayons X et les rayons γ comme résultant de l'explosion et de la dispersion plus ou moins complète de la charge d'un électron.*

(1) C.-E. Guye. Note communiquée à la séance du 4 avril 1924, de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, 4 avril 1924, nº 200, p. 54-55. Dans cette note et dans celle que nous publions à la suite, l'auteur donne le résumé d'une communication faite par lui, le 7 février 1924, à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.

(2) P. Langevin. *Journal de Physique*, 1913, 5e série, t. III, p. 573.

(3) On peut aussi faire le calcul en ne tenant compte que de l'énergie électrostatique seule ; on a alors

$$\frac{1}{2r_0}[2ee' - e'^2] = h\nu.$$

Sur l'inertie d'une couche électrique sphérique en mouvement divergent et l'émission de quanta [1].

Les considérations qui précèdent m'ont engagé à étudier le problème d'une charge électrique en mouvement rayonnant.

Si l'on déplace une couche électrique sphérique d'un mouvement de *translation*, on sait que ce mouvement crée à l'extérieur de la sphère un champ magnétique, siège d'une accumulation d'énergie et que la couche a, de ce fait, une inertie inversement proportionnelle à son rayon.

Mais si chacun des éléments de la couche se déplace *radialement*, il est facile de constater qu'il n'y a de champ magnétique créé ni à l'intérieur ni à l'extérieur de la couche. On peut donc supposer que la couche électrique n'a pas d'inertie pour ce genre de déplacement, tant qu'elle ne renferme pas quelque énergie étrangère à son intérieur (de l'énergie vibratoire, par exemple).

Les forces électrostatiques dispersives agissant sur une inertie nulle devraient, semble-t-il, lui communiquer une vitesse infinie, dans un temps fini, si petit soit-il. Mais au fur et à mesure que le rayon de la charge grandit, la dispa-

(1) C.-E. Guye. Note communiquée à la séance du 4 avril 1924, de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, 4 avril 1924, nº 200, p. 55-57.

rition de son champ électrostatique libère de l'énergie et nous admettrons que cette énergie se transforme en énergie vibratoire à l'intérieur de la couche et que, de ce fait, la couche acquiert l'inertie qui lui manquait. Elle ne pourra plus alors dépasser la vitesse de la lumière.

En substituant dans l'équation différentielle du mouvement

$$f = m\beta \frac{d\beta}{dr} + \beta^2 \frac{dm}{dr}$$

la valeur de la force f en fonction de r et en considérant la masse m comme égale, à chaque instant, à l'énergie totale libérée par le champ électrostatique (1). β étant la vitesse (supposée égale à l'unité dans le cas de la lumière), l'intégration donne

$$\sqrt{1 - \beta^2} = \frac{\varepsilon_0 r_0 r}{r(1 + \varepsilon_0 r_0) - r_0},$$

ε_0 étant une quantité très petite proportionnelle à l'inertie initiale μ_0.

Pour $r = r_0, \quad \beta = 0,$

$r = \infty, \quad \beta < 1;$

mais si l'inertie initiale, et avec elle ε_0, tend vers zéro, on a $\beta = 1$ quel que soit r.

On en conclut :

1° *Toutes les couches sphériques en mouvement divergent, quelle que soit leur charge, tendent à se mouvoir avec la vitesse de la lumière lorsque l'inertie qu'elles ont au départ tend vers zéro.*

2° *Comme les ondes électromagnétiques, la couche en mouvement divergent est susceptible de transporter une quantité « finie » d'énergie avec la vitesse de la lumière, ce qu'elle ne peut faire en mouvement de translation.*

Cette conclusion, jointe à celle de la note précédente, suggère le processus suivant d'émission des quanta.

Lorsqu'un électron passe d'une orbite à l'autre en libérant de l'énergie, il disperse une petite partie de sa charge ou de celle du noyau, mais si faible, que la dynamique de son mouvement n'est pas changée de façon appréciable. La variation très petite d'énergie potentielle qui résulte du départ de cette charge fournit le quantum d'énergie correspondant, qui demeure à l'état vibratoire à l'intérieur de la couche, laquelle se propage avec la vitesse de la lumière. En même temps, on peut dire que la charge dispersée se « *dématérialise* », en ce sens que, répartie sur un rayon toujours plus grand, elle finirait par n'avoir plus d'inertie, même pour un mouvement de translation, si l'énergie vibratoire qu'elle contient venait à disparaître.

(1) Les valeurs de f et de m sont données par les expressions suivantes :

$$f = \frac{1}{2r^2}[2ee' - e'^2] = \frac{a}{2r^2}, \quad m = \frac{a}{2}\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r}\right) + \mu_0.$$

Une telle conception a l'avantage de préciser le mode d'émission des quanta et de donner, comme on l'a dit, un « sujet » au verbe « osciller », si l'on veut se passer de l'éther. Il serait possible de concevoir un processus qui permettrait de « *matérialiser* » à nouveau, tout ou partie de ces couches électriques en mouvement et cela par condensation autour des électrons lorsqu'elles les atteignent; cette condensation, qui nécessite un apport d'énergie (1), se faisant par exemple aux dépens de l'énergie vibratoire interne de la couche. D'une façon générale, il resterait à examiner dans quelle mesure cette couche sphérique transportant une énergie vibratoire peut être assimilée à une onde électromagnétique et comment cette conception serait compatible avec l'ensemble des phénomènes de l'optique.

Propriétés électriques des gelées (2).

Lorsqu'un courant électrique traverse une gelée de gélatine ou de gélose, la gelée se contracte à l'anode et se gonfle à la cathode. Ce phénomène, facilement observable au microscope, est probablement dû à une osmose électrique qui transporte l'eau incorporée dans la gelée dans le sens du courant; la contraction et le gonflement sont plus marqués avec la gélose qu'avec la gélatine.

On peut amplifier le phénomène en utilisant des fibres constituées par un ressort à boudin très fin, en fil d'argent, recouvert d'une couche de gelée. La fibre est plongée dans l'eau; le fil d'argent sert d'électrode. On observe, suivant le sens du courant, une contraction ou un allongement qui peuvent atteindre le centième de la longueur de la fibre. Les forces mises en jeu sont de l'ordre de plusieurs grammes.

Le phénomène est réversible. Une gelée déformée, c'est-à-dire soumise à un gradient de pression, est le siège d'une différence de potentiel. On peut le montrer en soumettant une fibre, comme celles décrites précédemment, à des allongements ou à des contractions. On peut encore couler une gelée dans un tube en U et augmenter la pression dans une des branches. Avec la gélose, les différences de potentiel, obtenues sont de l'ordre du millivolt pour une différence de pression de 0,1 d'atmosphère.

Ce phénomène est, suivant l'auteur, sans doute analogue à une force électromotrice de filtration. Les gelées sont constituées vraisemblablement par un tissu spongieux, et les parois des canalicules sont recouvertes d'une couche électrique double. Une des charges, la négative, dans le cas actuel, est fixée au solide et par conséquent à peu près immobile, l'autre, fixée au liquide, participe à ses déplacements.

L'auteur déduit de là une théorie nouvelle de l'influx nerveux. Ce serait un courant électrique de convection se propageant, avec la vitesse d'une déformation mécanique, dans la gelée qui constitue le cylindraxe.

(1) Il s'agit en effet de la condensation d'une charge sur un électron de même signe.

(2) MICHAUD (Félix). Communication faite à la séance du 2 mai 1924 de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, n° 201, p. 66-67.

SECTION INDUSTRIELLE

L'électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

XX. — Laboratoires, Écoles, Livres et Revues [1].

Il est question, dans ce chapitre, des divers organismes qui contribuent à la propagation, sous une forme ou sous une autre, des travaux scientifiques. Une de ces formes est celle que revêtent les laboratoires qui se tiennent en quelque sorte à la disposition du public pour vérifier et contrôler le matériel qui leur est soumis et pour étudier les questions qui leur sont proposées : le plus important, en matière d'électricité, est le Laboratoire central d'Electricité qui est mentionné, à juste titre, en premier lieu dans ce chapitre. Il y est également fait allusion au Laboratoire d'Esssais du Conservatoire national des Arts et Métiers qui présentait des appareils se rapportant plus particulièrement aux travaux d'ordre physique susceptibles d'intéresser les électriciens. Dans le second paragraphe, relatif aux écoles, l'auteur rappelle l'origine de ces établissements d'enseignement technique dont la création est due à des initiatives privées, et qui ont présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. les travaux de leurs élèves, les programmes de leur enseignement et, d'une façon générale, tout ce qui pouvait éclairer le visiteur sur le but poursuivi, la méthode adoptée et les résultats obtenus. L'enseignement technique supérieur était représenté par l'Ecole supérieure d'Electricité, œuvre de la Société française des Electriciens et à laquelle est venue s'adjoindre ultérieurement une section de Radiotélégraphie. L'Ecole d'Electricité industrielle de Paris et l'Ecole Bréguet sont mentionnées ainsi que l'Ecole pratique de Radioélectricité. Le troisième paragraphe est une nomenclature de quelques-uns des principaux ouvrages qui étaient exposés ; les livres anciens présentés par M. Maniol et M. E. Roger ont un intérêt historique et parmi les ouvrages récents dont il est question ici, l'auteur mentionne ceux édités par MM. Belin frères, A. Blanchard, Delagrave, Dunod, Gauthier-Villars et Cie, Leclerc et Bourrelier (librairie Armand Colin), et Albin Michel. Il cite les noms des éditeurs, MM. Baillière et fils, Hachette, Hermann et Masson et Cie qui ont également participé à l'Exposition de Physique et de T. S. F. A la fin de ce même paragraphe, on trouvera la liste des périodiques intéressant particulièrement l'électricité.

I. Laboratoires. — Le laboratoire était autrefois l'apanage des établissements essentiellement scientifiques et dans lequel ne pouvaient pénétrer que les savants et quelques privilégiés parmi leurs amis et leurs élèves. Mais au fur et à mesure que se développent les applications des découvertes scientifiques à la technique, cette dernière éprouve de plus en plus le besoin de procéder avec méthode et avec précision : il lui manque pour cela l'organisme chargé de centraliser les travaux de recherche entrepris dans des directions diverses, de guider ces travaux et d'apporter de l'ordre dans la construction de ce nouvel édifice technique qui s'établit à côté de l'édifice scientifique et sur les mêmes bases.

Dès 1888, la Société française des Electriciens, pour répondre à cette nécessité, créa le Laboratoire central d'Electricité dont les travaux, enregistrés chaque année dans le « Bulletin » de ladite Société, sont des plus variés : à la disposition du public, il entreprend tous les essais de vérification, de contrôle et toutes les expériences qui lui sont demandés; à côté de cela, et sous la haute direction de M. P. Janet, les chefs de travaux qui lui sont attachés poursuivent des recherches présentant un intérêt à la fois scientifique et technique, ainsi que l'attestent les comptes rendus publiés dans le « Bulletin » précité.

Dans le stand du Laboratoire central d'Electricité étaient exposés un des quatre étalons de l'ohm légal construit en 1881 par R. Benoît et un des dix étalons de l'ohm international, également réalisé par R. Benoît, en 1914 [1]. Ce dernier diffère notablement, comme forme, du modèle de 1881 ; dans les étalons de l'ohm légal, la résistance de la colonne mercurielle représentant l'ohm était celle comprise entre les deux points par lesquels était amené le courant nécessaire à la mesure ; pour comparer une résistance avec l'étalon, on ne pouvait donc avoirs recours qu'à l'application de la méthode du pont de Wheatstone ; dans les étalons de l'ohm international, la résistance qui constitue l'ohm est celle de la portion de la colonne comprise entre deux fils de platine, plongeant dans le mercure et formant deux

[1] Voir les chapitres I à XIX dans la *Revue générale de l'Electricité*, des 9, 16, 23 février, 1er, 8, 15, 22, 29 mars, 5, 12, 19, 26 avril, 3, 10, 17, 24, 31 mai, 7 et 21 juin 1924, t. XV, p. 211-222, 255-256, 295-306, 349-355, 417-429, 457-467, 501-518, 539-550, 583-591, 631-645, 677-694, 731-748, 785-799, 831-847, 881-894, 937-949, 991-1 009 et 1047-1066, 1149-1165.

[1] Voir à ce sujet la *Revue générale de l'Electricité* du 29 juillet 1922, t. XII, p. 125, 127 et 128.

prises de courant distinctes des bornes d'amenée du courant ; ce modèle est dit à dérivation et est employé dans l'application de la méthode du pont double de Thomson.

Nous mentionnerons encore, dans ce stand, l'électrodynamomètre absolu, réalisé au Laboratoire central d'Electricité, suivant les indications données par Mascart ; il comprend deux parties distinctes, que l'on peut voir sur la figure 401, l'une est l'électrodynamomètre

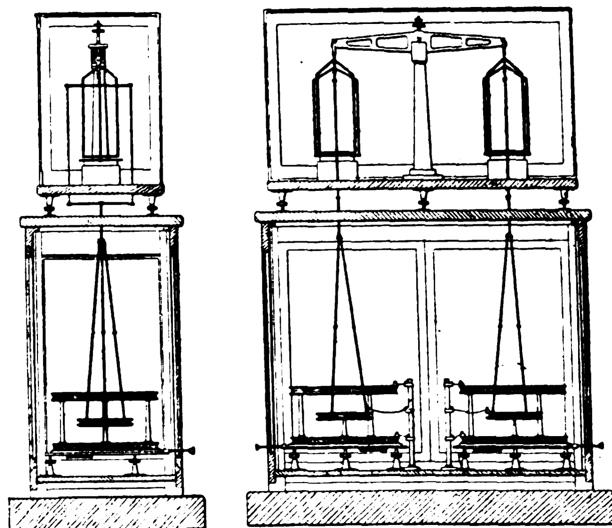


Fig. 401. — Vue schématique de l'électrodynamomètre absolu (Laboratoire central d'Electricité).

proprement dit, constitué par des bobines plates ; l'autre, la balance. Une description détaillée de l'appareil a été publiée dans le « Bulletin de la Société française des Electriciens », à l'occasion du compte rendu des travaux de MM. Janet, Laporte et Jouaust sur la détermination de la force électromotrice des éléments au cadmium [1]. Signalons, en passant, que ce même numéro du Bulletin contient encore d'autres résultats de ces travaux de recherche auxquels nous avons fait allusion plus haut, notamment une étude relative à l'élément étalon au cadmium [2], de MM. P. Janet et R. Jouaust. Quelques-uns des modèles de ces étalons figuraient d'ailleurs à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ; ils avaient été établis pour l'étude en question et sont identiques à ceux que réalise encore maintenant le Laboratoire central d'Electricité.

Nous mentionnerons également le lumenmètre sphérique diffusant, de 1 m de diamètre, représenté sur la figure 402, permettant la détermination directe, par une seule mesure, des flux lumineux des lampes à incandescence de forte intensité. Cet appareil est entièrement en plâtre.

Les modèles de lampes à incandescence, destinées à servir d'étalons lumineux spécialement étudiés par le Laboratoire central d'Electricité, rappellent l'importance des travaux qui y sont effectués dans le domaine de la photométrie, domaine intéressant à un plus haut point les applications de l'électricité.

Nous rappellerons ici l'expérience de l'arc chantant, déjà citée dans un chapitre précédent ; cette question a été étudiée par M. Janet, qui donnait en 1902 une

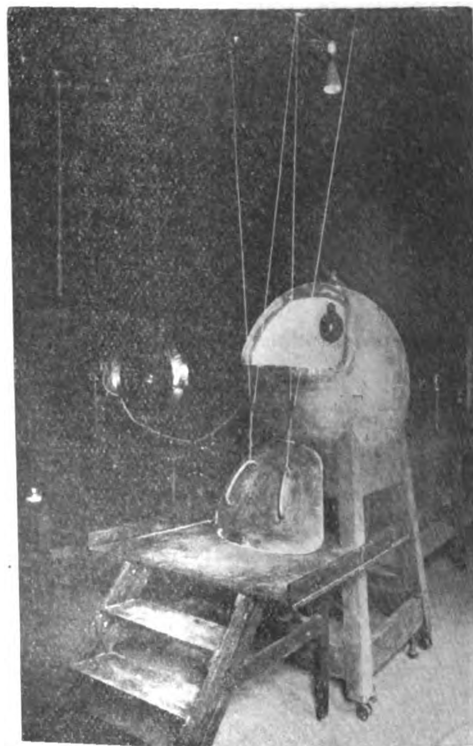


Fig. 402. — Vue du lumenmètre sphérique diffusant (Laboratoire central d'Electricité).

explication [1] de ce phénomène observé par Duddell. Le Laboratoire central d'Electricité a réalisé un montage du circuit dérivé aux bornes de l'arc comprenant un circuit à self-inductance constante et à capacité réglable ; les valeurs des capacités correspondant aux notes de la gamme sont les suivantes : 8 μF. pour ut ; 6,3 μF. pour ré ; 5,1, pour mi ; 4,5 ; pour fa ; 3,6, pour sol ; 2,9, pour la ; 2,3, pour si ; 2,0 pour ut. Ce dispositif était exposé, comme nous l'avons dit, dans la section de la Physique expérimentale.

En résumé, les diverses catégories de travaux qu'entreprend le Laboratoire central d'Electricité étaient représentées à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ;

(1) P. Janet, F. Laporte et R. Jouaust ; Détermination par un électrodynamomètre absolu de la force électromotrice des éléments au cadmium. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, août-septembre-octobre 1908, t. VIII (2e série), p. 439 à 523.

(2) P. Janet et R. Jouaust ; L'élément étalon au cadmium. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, août-septembre-octobre 1901, t. VIII (2e série), p. 409 à 459.

(1) P. Janet ; Quelques remarques sur la théorie de l'arc chantant de Duddell. *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 14 avril 1902, t. CXXXIV, p. 821 à 823.

une visite de son stand donnait bien l'idée de son rôle véritable, qui consiste, d'une part, à propager les méthodes scientifiques dans la technique et, d'autre part, à poursuivre des recherches d'un intérêt à la fois théorique et pratique.

Une deuxième institution du même genre mérite d'être signalée ici, c'est celle du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. Bien qu'il ne s'occupe pas des essais d'électricité « qui sont réservés, nous écrit son directeur, M. Cellerier, par un accord que je suis le premier à respecter, au Laboratoire central de la rue de Staël », nous croyons devoir le mentionner ici, étant donné l'intérêt que présentent pour des électriciens la plupart des travaux qui y sont effectués. Créé il y a une vingtaine d'années, il comprend plusieurs services : Essais de physique, Vérification d'instruments de mesures, Essais mécaniques des métaux, Essais mécaniques des matériaux de construction, Essais de machines, Essais de chimie. Parmi les objets présentés dans son stand (fig. 403), qui se rapportent plus particulièrement aux travaux d'ordre



Fig. 403. — Vue du stand du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

physique dont se charge ce laboratoire, nous remarquons des copies du mètre-étalon international et du kilogramme-étalon international, en platine iridié, des séries de broches prototypes-étalons en acier, pour les expériences métrologiques, un accéléromètre Boyer-Guillon et Auclair, modèle du Laboratoire, pour l'étude des vibrations des machines, appareils, etc. [1], un dynamomètre Espeu et un appareil interférentiel Cellerier-Jobin pour l'étude des déformations élastiques. Nous remarquons encore un poste de réception radio-électrique combiné pour enregistrer, par la photographie, la position des aiguilles dans l'étalonnage des chronomètres et des tachymètres, ou celle des branches, dans l'étalonnage des diapasons. Dans un autre ordre d'idées, le Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers a entrepris l'étude des succédanés du platine et présentait les résultats intéressants qui ont été obtenus : aiguilles hypodermiques, thermocautères, électrodes, têtes de vis pour rupteurs de magnétos, etc. Ces quelques indications montrent que cette institution nationale a su tirer parti des progrès réalisés dans la physique pour perfectionner les moyens de recherche des caractéristiques du matériel, métaux, machines, etc., soumis à son contrôle.

[1] Les accéléromètres Auclair et Boyer-Guillon. *Revue générale de l'Electricité*, 9 septembre 1922, t. XII, p. 369.

II. Ecoles. — Le développement rapide et considérable des applications de l'électricité, à la fin du siècle dernier et au début du nôtre, a eu une influence jusque dans la formation de la jeunesse qui se consacre à l'étude de cette branche de l'activité humaine. Sous l'impulsion des événements, on voit des initiatives privées créer des établissements d'enseignement scientifique et technique pour répondre aux besoins croissants de l'industrie, et, là encore, l'Exposition de Physique et de T. S. F., a permis de noter leur collaboration à l'œuvre commune.

C'est ainsi que nous voyons réunis, dans le même stand, la Société française des Electriciens et son œuvre, l'Ecole supérieure d'Electricité. Il est juste de rappeler, à cette occasion, les origines de cet établissement d'enseignement technique supérieur. En 1885 déjà, G. Berger, alors président de la Société française des Electriciens, écrit au ministre du Commerce : « On a besoin de spécialistes électriciens et ceux-ci n'ont pas d'école spéciale où se former. La Société française des Electriciens offre à l'Etat son concours pour combler cette lacune dans l'enseignement scientifique pratique ». En 1894, elle ouvre les portes de l'Ecole supérieure d'Electricité et lui offre un abri dans ses bâtiments de la rue de Staël. Grâce à l'intérêt que lui portent des maitres tels que Mascart, dont le nom ne saurait trop être rappelé ici, cette nouvelle institution ne tarde pas à prendre l'essor que l'on sait ; placée sous la direction de M. P. Janet, auquel les promotions, qui se succèdent chaque année, conservent une sincère reconnaissance, l'Ecole supérieure d'Electricité poursuit le but pour lequel elle a été créée. Pour se rendre compte de la nature de l'enseignement, il suffit de parcourir les cours et les conférences exposées dans son stand. A côté des deux cours généraux, celui d'électrotechnique générale et celui de mesures électriques, il a été institué un grand nombre de conférences confiées à des personnalités qui exercent effectivement et activement la profession d'ingénieur et qui s'occupent spécialement dans l'industrie du sujet traité

Grâce à cette organisation, les élèves auxquels cet enseignement est destiné sont tenus au courant des questions à l'ordre du jour et peuvent suivre ainsi les développements des solutions apportées aux problèmes actuels.

Pour donner aux lecteurs une idée plus précise encore du soin avec lequel la Société française des Electriciens veille à la formation des futurs ingénieurs qui se confient à elle, nous mentionnerons la ligne artificielle qu'elle a présentée à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Le but de ce dispositif est de permettre l'étude expérimentale des problèmes qui peuvent surgir dans les transmissions d'énergie à longue distance, sous des tensions élevées et qui sont de deux sortes : les uns relatifs à la répartition des tensions et des intensités le long de la ligne ; les autres, à la régulation de la tension aux extrémités. La ligne artificielle réalisée correspond à une ligne destinée à une transmission d'énergie en courants triphasés, sous une tension entre fils de ligne à l'arrivée de 120000 V, à une fréquence de 50 p : s ; elle a une longueur de 960 km, la distance des conducteurs étant de 3 m ; la section utile du conducteur formé d'un câble en aluminium-acier est de 103,91 mm² ; son diamètre, de 14,7 mm ; sa résistance à 20°C, de 0,32 ohm par kilomètre ; sa self-inductance apparente, de $1,13 \times 10^{-3}$ H par kilomètre, sa capacité apparente, de $1,23 \times 10^{-8}$ F par kilomètre ; sa conductance de perte, négligeable. Pour les commodités de réalisation, les éléments fondamentaux, résistance, réactances d'auto-induction et de capacité, et perditance, au lieu d'être uniformément répartis, sont localisés en un certain nombre de points ; ainsi la ligne artificielle en question est formée exactement de douze sections identiques, disposées comme l'indique la figure 404. Les

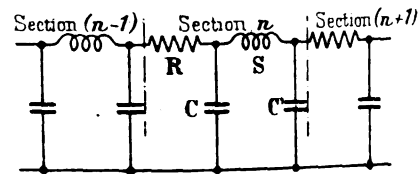


Fig. 404. — Schéma des sections entrant dans la constitution d'une ligne artificielle (Ecole supérieure d'Electricité).

constantes de chacune de ces sections sont : auto-inductance, 90 mH ; résistance, 24,6 ohms à 20°C ; capacité de chaque condensateur C et C', 0,5 µF. Tous ces éléments sont placés à demeure dans un meuble et les extrémités de chaque section aboutissent à des bornes montées sur un tableau d'ébonite, auxquelles peuvent être reliés l'alternateur, les appareils d'utilisation et le dispositif de mesure. Les essais, pour des raisons de sécurité, sont effectués sous une tension réduite au 1/1000 ; la même réduction s'applique aux intensités des courants ; il en résulte que la puissance mise en jeu n'est que la millionième partie de celle pour laquelle la

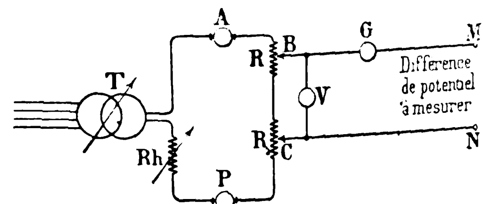


Fig. 405. — Schéma de montage du dispositif de mesure dans les essais effectués sur la ligne artificielle (Ecole supérieure d'Electricité).

ligne réelle serait établie. Afin d'éviter les perturbations importantes auxquelles donnerait lieu, dans le régime des phénomènes étudiés, l'introduction des appareils courants de mesure, on doit leur substituer des instruments électrostatiques ou thermoélectriques, ou des méthodes d'opposition. C'est ce dernier mode de mesure qui a été adopté. Le schéma du dispositif potentiométrique employé est représenté sur la figure 405. Le

transformateur de phase T a son circuit primaire relié à un alternateur à courants diphasés; la tension aux bornes est constante, mais la phase est réglable. Le secondaire est fermé sur un ampèremètre A, deux résistances non inductives R et R_2, un phasemètre P, et un rhéostat Rh. Le galvanomètre G permet de déceler la concordance de phase de la différence de potentiel à mesurer et de celle entre B et C dans le circuit potentiométrique.

Les résultats des essais effectués par les élèves avec ce dispositif, et relatifs à la répartition des tensions et des intensités, sont enregistrés sur des courbes représentant, en coordonnées polaires, la variation de la valeur efficace d'une des grandeurs (tension ou courant) et de la différence de phase rapportée à la tension au départ, en fonction de la distance du point consi-

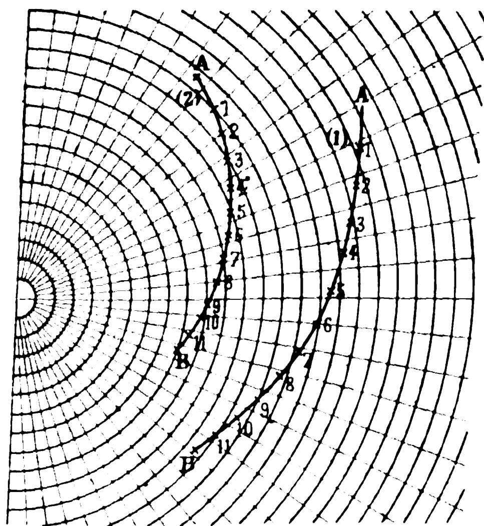


Fig. 406. — Graphiques représentant en grandeur et en phase les tensions entre ligne et neutre et les intensités du courant en ligne (Ecole supérieure d'Electricité).

Le récepteur a une impédance égale à l'impédance naturelle de la ligne : (1), courbe des tensions ; (2), courbe des courants ; A, extrémité génératrice ; B, extrémité du côté du récepteur.

déré au point de départ. Quelques-unes de ces courbes sont représentées sur les figures 406, 406 bis et 406 ter.

Enfin, l'Ecole supérieure d'Electricité présentait une collection de projets d'élèves, et notamment des projets de bobinage, accompagnés de gabarits destinés à permettre l'exécution de l'enroulement projeté.

Les élèves qui suivent les cours de l'Ecole supérieure d'Electricité sont d'origines très diverses : ingénieurs diplômés de l'une ou l'autre des grandes Ecoles de l'Etat, anciens élèves de l'Ecole polytechnique, licenciés, élèves étrangers et élèves admis par voie de concours, sans compter des officiers du Génie, de l'Artillerie, de la Marine et des ingénieurs de l'Etat (Génie maritime, Télégraphes, Génie rural, Ponts et Chaussées, etc.), délégués par leurs ministères respectifs. Les graphiques de la figure 407 permettent de se rendre compte de l'augmentation du nombre des élèves qui viennent à cet établissement y compléter leur formation avant de se lancer dans la grande mêlée de l'industrie.

La Société française des Electriciens, encouragée par les services qu'elle avait rendus en créant l'Ecole supérieure d'Electricité, a également fondé en 1911-1912, une section de Radiotélégraphie, avec le concours auto-

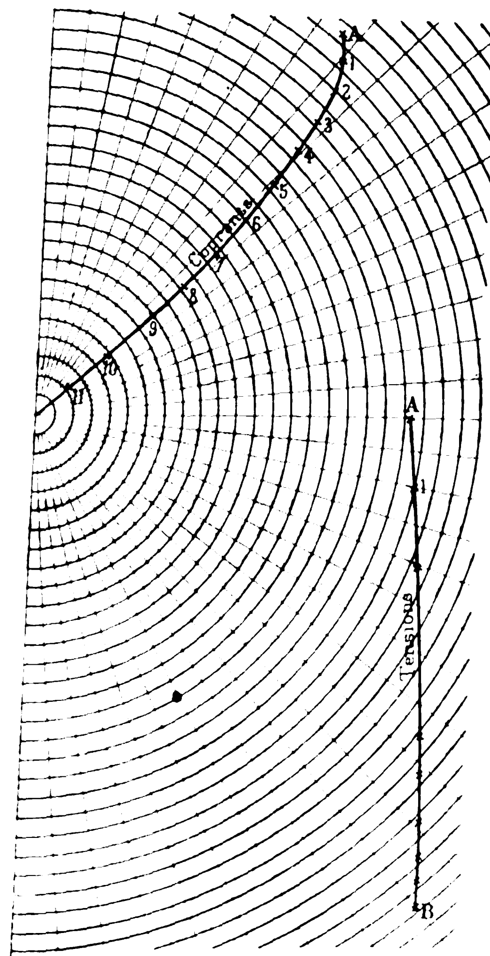


Fig. 406 *bis*. — Graphiques représentant en grandeur et en phase les tensions entre ligne et neutre et les intensités du courant en ligne.

A, extrémité génératrice; B, extrémité réceptrice en circuit ouvert.

risé des Services de la Radiotélégraphie militaire. Là encore, il s'agit d'un enseignement supérieur, théorique et expérimental, dont l'organisation est basée sur les mêmes principes que ceux de l'Ecole supérieure d'Electricité.

L'exemple qu'avait donné la Société française des Electriciens dans l'enseignement technique supérieur fut bientôt suivi par d'autres initiatives privées dans l'enseignement technique et pratique; entre l'ingénieur qui conçoit un projet dans son ensemble, et l'ouvrier

qui l'exécute, il faut souvent un technicien capable de suivre l'ingénieur dans ses études et de guider l'ouvrier dans ses travaux. Là encore, l'industrie, toujours plus active, avait besoin de cette catégorie d'aides.

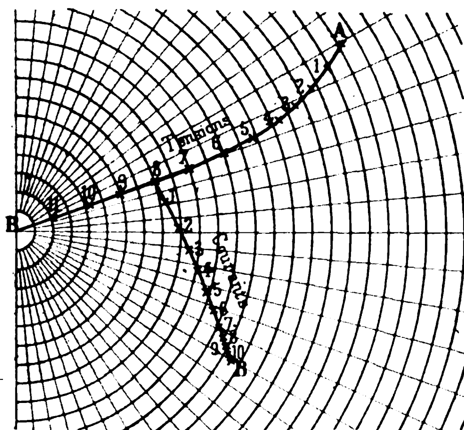


Fig. 406 *ter*. — Graphiques représentant en grandeur et en phase les tensions entre ligne et neutre et les intensités du courant en ligne.

A, extrémité génératrice ; B, extrémité réceptrice en court-circuit.

La première école de ce genre a été créée en 1901 par M. Charliat, et porte le nom d'Ecole d'Electricité industrielle de Paris. L'enseignement est à la fois théorique et pratique ; le premier est conforme au programme

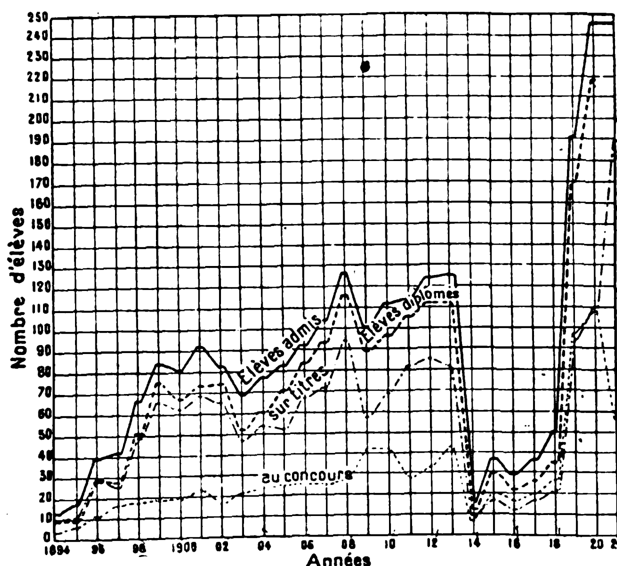


Fig. 407. — Graphiques du nombre des élèves admis et diplômés (Ecole supérieure d'Electricité).

imposé à tout technicien digne de ce nom, c'est-à-dire connaissant les principes fondamentaux des sciences dont il se propose de tirer parti. Il est d'ailleurs très suffisant pour permettre aux élèves qui le suivent d'entrer à l'Ecole supérieure d'Electricité par la voie du concours. En ce qui concerne l'enseignement pratique, le directeur de l'Ecole, M. Charliat, ne cesse de le perfectionner ; comme il tient à ce que ses élèves puissent rendre des services dès leur début dans la vie industrielle ; rien n'y est négligé : travaux d'atelier, manipulations d'appareils et de machines, exécution d'installations, d'une façon générale, tout exercice susceptible de familiariser l'élève avec ce qui fera l'objet de ses occupations dans la suite. Dans le stand de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris, nous remarquons notamment, parmi les travaux d'élèves exposés, les enroulements d'induits. Ajoutons qu'à côté de la préparation au diplôme d'ingénieur-électricien que confère l'Ecole depuis quelques années, il a été institué une section d'automobile, d'aéronautique et d'aviation.

Une deuxième école, de cette même catégorie, est l'Ecole Bréguet qui présentait également les intéressants travaux effectués par les élèves, notamment des pièces plus ou moins compliquées, dont l'exécution nécessite un certain apprentissage, et des dessins d'exécution de machines. Fondée en 1904, par M. Schneider, sous les auspices d'un groupement d'industriels, d'ingénieurs, de professeurs, elle recevait dès ses débuts

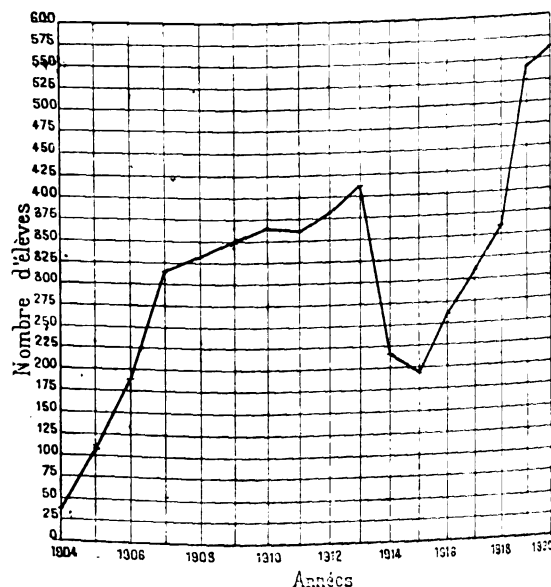


Fig. 408. — Graphique du nombre des élèves admis à l'Ecole Bréguet.

37 élèves répartis dans les différents cours qui y étaient organisés ; en 1905, elle délivrait 7 diplômes à 10 élèves qui s'étaient présentés. Mais le nombre augmenta rapidement, ainsi que l'atteste le graphique qui était présenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. et qui est reproduit sur la figure 408. La durée de l'enseignement technique proprement dit y est de deux années ; mais l'Ecole a institué des cours préparatoires dont le but est de donner aux jeunes gens une instruction générale suffisante pour suivre les cours dits « normaux ».

En feuilletant le programme des cours qui était exposé, on pouvait se rendre compte de la judicieuse organisation de cet enseignement. Ici encore, les élèves qui ont suivi cet enseignement peuvent entrer à l'Ecole supérieure d'Electricité par la voie du concours. Mais, tel n'est pas le but de l'école, qui forme des ingénieurs praticiens, susceptibles de rendre des services dans l'industrie dès la fin de leurs études.

Les deux écoles que nous venons de mentionner ont toujours été encouragées dans leurs efforts par les résultats obtenus, d'abord, et officiellement par l'Etat, qui en a reconnu l'existence par des décrets officiels, datant de 1922.

Le même phénomène que celui que nous venons de signaler (si l'on peut désigner ainsi la création d'écoles) s'est produit, ces dernières années, dans la radiotélégraphie. Nous avons déjà cité la section de Radiotélégraphie créée par la Société française des Electriciens, en vue de l'établissement d'un enseignement supérieur de radiotélégraphie ; mais il fallait aussi un enseignement destiné à la formation de techniciens et de praticiens, aussi indispensables dans ce domaine que dans les autres. Or, il existe aussi en France et était représenté à l'Exposition de Physique et de T. S. F. par l'Ecole pratique de Radioélectricité. Créée en 1921, par les grandes compagnies de la télégraphie sans fil, elle prépare des opérateurs radiotélégraphistes, dont les connaissances doivent être plus ou moins étendues, suivant la spécialité à laquelle ils se consacrent. L'Ecole pratique de Radioélectricité forme des radiotélégraphistes des stations de bord, de l'aviation et des stations terrestres, des étudiants se préparant aux services militaires radioélectriques, des monteurs radioélectriciens, qui rendront des services dans les ateliers de construction ; à chacune de ces catégories correspond un enseignement particulier pour lequel l'école est fort bien outillée, grâce à l'intérêt légitime que lui portent les compagnies qui l'ont fondée. Elle a reçu de ces dernières la mission de former le personnel dont elles ont besoin et peut ainsi assurer le placement de ses élèves. Ce qui constitue, d'ailleurs, la meilleure preuve des résultats obtenus, c'est le nombre d'élèves qu'elle a déjà formés, nombre qui s'élève, en trois ans, au-dessus de 500.

Nous avons cherché à montrer, dans l'exposé qui précède, l'heureuse intervention du monde industriel dans ce qui touche à la formation du technicien ; ce trait caractéristique de notre époque méritait d'être signalé, à l'occasion de l'Exposition de Physique et de T. S. F., où étaient mis en évidence les résultats que peut donner l'ingérence des initiatives privées dans le domaine de l'enseignement.

II. Livres et revues. — Félicitons les organisateurs de l'Exposition de Physique et de T.S.F. d'avoir invité les représentants de la librairie scientifique et technique française à contribuer au succès de cette manifestation. Auteurs et éditeurs, participent, eux aussi, dans une large mesure, au développement de la science ; grâce à eux, en effet, les savants isolés dans leurs laboratoires, les techniciens, dans leurs bureaux d'études ou dans leurs ateliers, sont tenus au courant des travaux qui se font ailleurs et présentant quelque analogie avec les leurs. Les livres et les revues facilitent la collaboration des chercheurs éloignés les uns des autres et assurent cette harmonie indispensable à toute évolution de nos connaissances. Le rôle des publications techniques dans la vie moderne est assez connu pour que nous n'ayons pas à justifier la présence à l'Exposition de Physique et de T. S. F. des ouvrages touchant aux diverses branches de la science et de la technique. Ils reposaient, en quelque sorte, sur une galerie adjacente à la grande nef, à l'écart des appareils de tous genres, loin des expériences qui remplissaient de vie le Grand Palais, dans le calme qu'apprécie le bibliophile. Ici, c'étaient des traités, des leçons ou des cours, dus au dévouement d'un professeur ; là, les mémoires d'un savant dans lesquels sont enregistrés les résultats de ses travaux, les exposés de ses idées et de ses conclusions ; à côté, les conseils d'un physicien ou d'un technicien sur une question ou une autre ; ailleurs, des revues dont le but est de permettre de suivre au jour le jour l'état des conceptions scientifiques ou techniques. Mais précisons et, pour cela, procédons avec ordre ; nous mentionnerons d'abord un certain nombre d'ouvrages anciens qui ont un réel intérêt historique.

Dans la collection de M. G. Massiot, nous relevons les œuvres suivantes : la plus ancienne en date, le « Traité de l'Equilibre des liquides », de Pascal (1667), et parmi les ouvrages du dix-huitième siècle, relatifs à l'électricité, celui intitulé « Expériences et observations sur l'électricité », de Franklin (1752), « Histoire générale de l'électricité » (1753), quelques ouvrages de l'abbé Nollet, tels que « Essais sur l'électricité » (1768), « Lettres sur l'électricité » en trois volumes (1774), puis « Histoire de l'électricité », de Priestley, également en trois volumes (1771), « Lois du magnétisme » (1778) et « Précis historique des phénomènes électriques » (1785), par Sigaud de la Fond.

Une autre collection est celle de M. Ernest Roger ; nous y remarquons un ouvrage de Delezenne, intitulé « Phénomènes d'induction » (1848), puis « Induction et magnétisme de rotation », de Matteuci (1854) et « Electricité de l'atmosphère, » de Marie Davy (1866). Signalons également, dans cette même collection, une « Notice théorique sur l'injecteur » de Giffard (1861).

Puisque nous parlons d'ouvrages anciens, il convient de mentionner ici la « Collection de Mémoires relatifs à la physique » dans le stand de la librairie Gauthier-Villars et Cie, publiés par la Société française de Physique. Les volumes de la première série de cette collection contiennent : le premier, les « Mémoires de Coulomb » (publiés par les soins de Potier), les deuxième et troisième les « Mémoires sur l'électrodynamique » (publiés par les soins de Joubert) ; il est juste de remarquer que ce sont les diverses notes d'Ampère sur ses

propres travaux qui occupent la plus grande place dans ces deux volumes ; à côté de son nom, nous lisons ceux d'Arago, de Biot et Savart, de Fresnel, de Faraday, de A. et de G. de la Rive, de Davy, de Barlow, d'Oersted et de Weber, tous des précurseurs de la science et de la technique modernes, qui sont encore parmi nous par leurs écrits, pieusement rassemblés par leurs successeurs, Potier et Joubert, pour nous être légués. Les deux derniers volumes de cette première série contiennent des mémoires sur le pendule.

La librairie Armand Colin, dans sa collection « Les classiques de la Science », met à la portée de notre génération les mémoires des savants dont les travaux ont eu de l'importance dans telle ou telle branche de la physique : à l'Exposition de Physique et de T. S. F. figuraient « De la lumière », mémoire de A. Fresnel, et « Mesure de la vitesse de la lumière », mémoire de Foucault.

Si nous passons à l'examen des ouvrages plus récents nous en trouvons dans le stand de la Librairie Gauthier-Villars et Cie et dans celui du Cercle de la Librairie, où sont réunies les publications éditées par MM. Baillière et fils, Belin frères, A. Blanchard, Delagrave, Dunod, Hachette, Hermann, Leclerc et Bourrelier (Librairie Armand Colin), Masson et Cie, Albin Michel, Vuibert. Sans avoir la prétention de mentionner ici tous les livres présentés, nous noterons quelques titres, notamment parmi les ouvrages relatifs à l'électricité, et nous distinguerons ceux d'un intérêt général, ouvrages d'enseignement proprement dit, et ceux qui présentent un caractère essentiellement technique. Nous signalons dans un paragraphe spécial quelques livres traitant de radiotélégraphie et de radiotéléphonie. Enfin, il nous semble indispensable de faire connaître à nos lecteurs un certain nombre de publications sur la physique générale, ce qui nous amènera à mentionner les ouvrages sur la physique moderne, qui ne peuvent être ignorés des électriciens, étant donné le rôle important qu'y jouent les phénomènes électriques.

Électricité générale. — Parmi les nombreux traités élémentaires nous relevons l' « Electricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier », par E. Rosenberg et adaptée par A. Mauduit, les « Problèmes élémentaires d'Electricité industrielle », par F. Harang(1), et l' « Electricité », par E. Dacremont (2), mis à jour par Grininger, tous trois édités par la librairie Dunod. Ces ouvrages sont destinés à tous ceux qui désirent acquérir des notions suffisantes sur les divers phénomènes électriques pour en comprendre les applications techniques.

Dans cette même catégorie, rentrent les dix ouvrages de la « Petite encyclopédie électromécanique », bien connue des praticiens, par H. de Graffigny, éditée par la librairie Albin Michel.

Dans l'ouvrage intitulé les « Eléments d'électricité » (3), édité par la Librairie Armand Colin, l'auteur, M. Ch. Fabry, met en évidence, pour ceux qui étudient l'électricité en vue de ses applications, les lois fondamentales, relativement peu nombreuses, et les rattache aux notions en quelque sorte intuitives de la mécanique.

Nous arrivons maintenant aux publications dont la lecture nécessite quelques connaissances mathématiques, et nous mentionnerons le « Traité d'électricité industrielle » (1), par H. Pécheux et le « Recueil de problèmes d'électricité », du même auteur (2), tous deux édités par la librairie Delagrave.

De cette même librairie, l' « Etude du champ magnétique, Etude du champ électrique et applications », trois volumes de H. Bouasse, qui sont écrits par un physicien à l'intention de ceux qui désirent approfondir le phénomène physique, plus pour le comprendre que pour en tirer un parti d'un caractère pratique, c'est-à-dire qu'il s'agit ici d'ouvrages réellement scientifiques.

« Les leçons d'électrotechnique générale », par P. Janet (3), professées à l'Ecole supérieure d'Electricité et éditées par la librairie Gauthier-Villars et Cie, sont assez connues de la plupart de nos lecteurs pour qu'il nous suffise de les mentionner ici. Rappelons simplement l'esprit dans lequel est conçu cet ouvrage et pour cela citons M. Janet lui-même qui écrit dans la préface de la première édition, datant de 1900 : « Quel que soit l'objet de connaissances qu'il s'agisse d'acquérir, deux choses sont nécessaires à quiconque étudie : apprendre et comprendre ; on apprend le particulier, on comprend le général. L'art, ou la science de l'ingénieur, n'échappe pas à cette loi commune ; et ces deux faces de l'enseignement doivent former un tout harmonieusement composé. C'est surtout la seconde, comme l'indique le titre même de cet ouvrage, que nous avons eue en vue. C'est la physiologie des machines, leurs propriétés essentielles et indépendantes des formes particulières, les circonstances les plus générales de leur marche que nous avons surtout voulu mettre en lumière ». Bien qu'il s'agisse d'un ouvrage « qui ne représente qu'une des faces de l'électricité industrielle » nous croyons pouvoir le classer dans la catégorie des ouvrages d'enseignement plutôt que dans celle des ouvrages techniques, en nous basant sur ce qui précède. Nous regrettons de n'avoir pas vu à côté des trois volumes qui constituent ces « Leçons » l'ouvrage d'Eric Gérard, intitulé « Leçons sur l'Electricité » et auquel M. Janet fait allusion dans sa préface. Mais la librairie Gauthier-Villars nous informe qu'une nouvelle édition est sous presse actuellement et ne tardera pas à paraître.

La même librairie présentait « L'Industrie électrique », par Ch. Steinmetz (4), traduit par B. Giraud, traitant de la production, du contrôle, de la transmission, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie électrique. L'auteur se place à un point de vue général.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 4 février 1922, t. XI, p. 146.
(2) *Id.*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 305.
(3) *Id.*, 10 décembre 1921, t. X, p. 834.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 29 avril 1922, t. XI, p. 602.
(2) *Id.*, 9 août 1919, t. VI, p. 162.
(3) *Id.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 42.
(4) *Id.*, 22 juillet 1922, t. XX, p. 84.

énonce les principes sur lesquels sont basés les machines et les appareils, étudie les phénomènes qui interviennent dans leur fonctionnement, ceci pour en faire comprendre l'utilisation et pour permettre d'apprécier leur champ d'application.

CONSTRUCTION ET ESSAIS DES MACHINES ÉLECTRIQUES. — Là encore, nous distinguerons les traités élémentaires et ceux qui s'adressent à des techniciens accomplis ou à ceux qui désirent le devenir. Parmi les ouvrages qui envisagent la question à un point de vue essentiellement pratique, nous pouvons mentionner les « Maladies des machines électriques » (1), par E. Schulz, adapté et traduit par G. Happich et édité par la librairie Dunod ; le titre seul permet de se rendre compte de la nature des renseignements que contient cet ouvrage. Du même auteur, et de la même librairie, nous citerons encore le « Manuel pratique de l'ouvrier électricien-mécanicien » (2), traduit par L. Sternberg.

La « Construction des bobinages électriques » (3) par C. Clément, édité par la librairie Dunod, rentre aussi dans la catégorie des ouvrages destinés aux praticiens.

Dans ce même ordre d'idées, nous signalerons également les « Enroulements industriels », par E. Marec, édité par la Librairie Gauthier-Villars et Cie.

A côté de ces traités spécialement destinés au personnel des ateliers, mais, nous pouvons l'avouer, souvent fort utiles à ceux qui dirigent les ateliers, figuraient un certain nombre d'ouvrages de la seconde catégorie parmi lesquels nous notons la « Construction des alternateurs », par L. Barbillion et P. Bergeon, les « Moteurs synchrones », par L. Barbillion ; les « Essais de machines et d'appareils électriques », par L. Barbillion, L. Jolland et A. Lafont, appartenant tous à la Bibliothèque de l'ingénieur-électricien, éditée par la librairie Albin Michel. De la même librairie, l'ouvrage intitulé les « Machines dynamo-électriques à grande vitesse », par H.-M. Hobart et A.-G. Ellis, traduit de l'anglais, comble une lacune de la littérature technique qui ne peut pas aisément suivre au jour le jour les modifications apportées par les constructeurs dans leurs travaux. Or, si la construction des machines à grande vitesse est au point depuis plusieurs années, il était utile d'enregistrer les résultats obtenus : c'est précisément ce qui est fait dans l'ouvrage en question. L'« Utilisation des vernis isolants dans l'industrie électrique » par R. van Muyden (4), édité par la librairie Albin Michel mérite d'être mentionné ici.

Dans la « Construction économique de la machine électrique », par M. Vidmar (5), traduit par Schepse et édité par la librairie Dunod, l'auteur se place à un point de vue spécial, mais de toute importance dans les circonstances actuelles, pour résoudre le problème qu'il occupe.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 1er septembre 192?, t. IV p. 274.
(2) *Id.*, 18 mars 1922, t. XI, p. 378.
(3) *Id.*, décembre 1923.
(4) *Id.*, 21 juin 1924, t. XV, p. 1129.
(5) *Id.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 764.

Nous terminons la nomenclature des ouvrages relatifs aux machines électriques en mentionnant celui intitulé les « Machines électriques », par A. Mauduit, édité par la librairie Dunod (1). Bien qu'il soit connu de tous les électriciens, il nous semble juste de rappeler la richesse des documents qu'il contient. Les développements théoriques, indispensables à la compréhension des phénomènes complexes qui interviennent dans le fonctionnement des machines, sont suivis de considérations relatives à la construction d'une part et aux essais d'autre part. « Un des grands agréments de ce cours, écrit M. A. Blondel, dans la préface, provient de la façon si claire, en même temps que si nourrie, dont il est rédigé ; l'exécution matérielle est du reste à la hauteur du texte. Ce livre fait certainement honneur à l'Institut de Nancy et plus généralement à notre école française d'électriciens, dont on retrouve ici les idées et les travaux bien mis en évidence. »

Nous avons réservé une mention à part à l'Encyclopédie d'électricité industrielle éditée par la Librairie J.-B. Baillière et fils et publiée sous la direction de M. A. Blondel. Elle comprendra environ 35 volumes écrits chacun par un véritable spécialiste ou un groupe de spécialistes. Les ouvrages actuellement parus sont : « Appareils et installations télégraphiques », par E. Montoriol (2) ; « Essais des machines électriques », par C.-F. Guilbert (3) ; « Les transformateurs », par P. Bunet (4) ; « Etude mécanique et usinage des machines électriques », par H. de Pistoye (5) ; « Appareils et installations téléphoniques », par E. Reynaud-Bonin.

DISTRIBUTION ET UTILISATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Nous faisons rentrer sous cette rubrique tous les ouvrages d'intérêt essentiellement pratique contenant d'utiles indications sur l'une ou plusieurs de ces nombreuses questions qui se présentent dans l'étude et l'exécution d'une installation électrique.

Parmi les ouvrages d'intérêt général, nous relevons les titres suivants : « Aide-mémoire et schémas de l'entrepreneur-électricien », par P. Maurer (6) et le « Guide élémentaire du monteur-électricien », par Gaisberg (7), traduit et adapté par G. Happich, édités par la librairie Dunod.

Nous mentionnerons encore, de la même librairie, des ouvrages relatifs à l'exécution des installations électriques, tels que les « Installations électriques de force et lumière », par A. Curchod, et les « Installations téléphoniques » (8), par J. Schils, mis à jour par C. Cornet.

Parmi les ouvrages traitant des applications de

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 14 octobre 1922, t. XII, p. 53.
(2) *Id.*, 25 mars 1922, t. XI, p. 418.
(3) *Id.*, 8 juillet 1922, t. XII, p. 3.
(4) *Id.*, 16 février 1924, t. XV, p. 242.
(5) *Id.*, 31 mai 1924, t. XV, p. 978.
(6) *Id.*, 12 mai 1923, t. XIII, p. 771.
(7) *Id.*, 4 juillet 1923, t. XIV, p. 1.
(8) *Id.*, 7 juillet 1923, t. XIV, p. 3.

l'énergie électrique, figuraient : « La force motrice électrique dans l'industrie », par E. Marec, édité par la Librairie Gauthier-Villars, « L'éclairage (solutions modernes des problèmes d'éclairage industriel) », par E. Darmois ([1]), de la même librairie, ouvrage d'actualité qui met au point des questions trop souvent négligées jusqu'à maintenant ([2]), la « Soudure électrique », par Varinois ([3]), édité par la librairie Dunod, les « Métallurgies électrolytiques et leurs applications ([4]) », par A. Levasseur, également de la librairie Dunod, qui présentait aussi « Le système de télégraphie Baudot et ses applications », par P. Mercy.

Au sujet de l'éclairage, il convient de signaler l'ouvrage intitulé : « Rayonnement principes scientifiques de l'éclairage », par A. Blanc ([5]) et édité par la Librairie Armand Colin.

Radiotélégraphie et radiotéléphonie. — Dans ce domaine, plus encore que dans les précédents, les ouvrages de vulgarisation abondent ; aussi ne pouvons-nous qu'en mentionner quelques-uns tels que celui intitulé « Radiotélégraphie et Radiotéléphonie à la portée de tous », par G. Malgorn ([6]), édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie. L'ouvrage « Radiotélégraphie, radiotéléphonie, radioconcert », par E. Reynaud-Bonin ([7]) et celui intitulé « La radiotéléphonie », par C. Toché ([8]), également édité par la Librairie Gauthier-Villars et Cie, ont un caractère plus technique. Il en est de même de ceux présentés par la Librairie Albin Michel, tels que le « Manuel de radiotélégraphie appliquée », par J. Brun et, du même auteur « La téléphonie sans fil » ; le premier s'adresse aux candidats au certificat de radiotélégraphiste délivré par l'Administration des Postes et Télégraphes, indication qui donne immédiatement une idee de la nature des renseignements qu'il contient ; le langage technique y est admis, mais les développements mathématiques y sont évités. La même remarque peut être faite au sujet du second, écrit en particulier pour les candidats à l'emploi de radiotélégraphiste de la marine du commerce.

Mentionnons encore, dans cette catégorie, la « Radiotélégraphie pratique et radiotéléphonie », par P. Maurer, édité par la librairie Dunod, ainsi que « Télégraphie et Téléphonie sans fil », par C. Gutton ([9]), édité par la librairie Armand Colin. Bien qu'il s'agisse, dans ce dernier cas, d'un ouvrage de vulgarisation, il peut être d'un grand secours aux spécialistes grâce aux précieux renseignements qu'il contient sur les derniers progrès réalisés dans ce domaine.

([1]) *Revue générale de l'Electricité*, 6 janvier 1923, t. XIII, p. 2.
([2]) Voir à ce propos l'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. Ch. XIV. L'éclairage électrique. *Revue générale de l'Electricité*, 10 mai 1924, t. XV, p. 840-842.
([3]) *Revue générale de l'Electricité*, 9 février 1924, t. XV, p. 204.
([4]) *Id.*, 14 janvier 1922, t. XI, p. 42.
([5]) *Id.*, 8 octobre 1921, t. X, p. 466.
([6]) *Id.*, 30 juin 1923, t. XIII, p. 1074.
([7]) *Id.*, 11 août 1923, t. XIV, p. 178.
([8]) *Id.*, 30 décembre 1922, t. XII, p. 1003.
([9]) *Id.*, 17 septembre 1921, t. X, p. 345.

Nous revenons au stand de la librairie Gauthier-Villars et Cie pour y relever le titre d'ouvrages récents d'un caractère essentiellement scientifique tels que « Longueurs d'onde et propagation », par P. Vieillard ([1]), « Etude de quelques problèmes de Radiotélégraphie », par H. de Bellescize et l'ouvrage bien connu de tous les ingénieurs des Télégraphes et radiotélégraphistes de M. J.-B. Pomey : « Introduction à la théorie des courants téléphoniques et de la radiotélégrahie ([2]) ».

La librairie Delagrave présentait les deux premiers volumes de l'ouvrage intitulé « La théorie et la pratique des radiocommunications », par L. Bouthillon ([3]) ; le premier volume est une introduction à l'étude des radiocommunications et constitue une mise au point des théories actuelles sur la propagation de l'électricité en vue de leurs applications aux radiocommunications ; dans le second volume, l'auteur étudie la propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la terre, et le troisième volume, qui traitera des méthodes de transmission et de réception, est attendu avec impatience.

Ouvrages techniques ne touchant qu'indirectement à l'électricité. — Nous ne pouvons mentionner ici que quelques ouvrages susceptibles d'intéresser l'électricien, tel que celui intitulé les « Notes et formules de l'ingénieur », par de Laharpe, édité par la Librairie Albin Michel, formulaire dans lequel le chapitre relatif à l'électricité est fort important ; cet ouvrage, dont la vingtième édition était présentée à l'Exposition de Physique et de T. S. F., est assez connu pour que nous n'insistions pas davantage. Le « Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, à essence et à pétrole » de A. Witz ([4]), également édité par la librairie Albin Michel, est un précieux héritage qu'a laissé le regretté professeur aux techniciens français ; en 1883, Witz entreprenait l'étude de cette question, et ce sont les résultats de ses propres travaux, de ceux auxquels il a contribué, et au développement desquels il a assisté, qui sont exposés dans le premier volume. Le second volume renferme, sous forme de monographies, la description détaillée des principaux moteurs à gaz, à pétrole et à essence.

Pour en rester aux moteurs de cette catégorie, nous devons signaler « Contribution à la théorie des moteurs à combustion interne », par M. Brutzkus, édité par la Librairie Gauthier-Villars et Cie.

C'est dans le stand de cette librairie que nous remarquons l'ouvrage de M. E. Fichot sur les « Marées et leur utilisation industrielle » ; il s'agit d'une étude théorique de la question suivie d'un exposé complet des nombreux projets envisagés pour tirer parti de l'énergie disponible des marées. « Depuis la mort de Poincaré, écrit M. E. Borel, M. Fichot est le savant

([1]) *Revue générale de l'Électricité*, 24 février 1921, t. IX, p. 266.
([2]) *Id.*, 18 septembre 1920, t. VIII, p. 362.
([3]) *Id.*, 24 juin 1922, t. XI, p. 914.
([4]) *Id*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 121.

français qui connait le mieux la théorie difficile des marées ». Cette affirmation suffit, à elle seule, pour mettre en évidence l'intérêt que présente la lecture de cet ouvrage.

Ouvrages sur la physique. — Nous remarquons d'abord un certain nombre d'ouvrages d'enseignement, notamment le « Cours élémentaire de physique » de Lemoine et Vincent, édité par la librairie E. Belin. L'intérêt de cet ouvrage réside dans le fait que toutes les importantes questions de la physique y sont traitées ; utile au candidat au baccalauréat, il l'est aussi à l'ingénieur qui le consultera comme un aide-mémoire.

Le « Recueil d'expériences élémentaires de physique », par H. Abraham, édité par la librairie Gauthier-Villars et Cie, s'adresse également aux débutants qui y trouveront d'utiles indications sur les manipulations destinées à les initier à la physique.

L'ouvrage intitulé « Physique élémentaire et théories modernes », par J. Villey, de la même librairie, est destiné à des étudiants plus avancés et, d'une façon générale, à tous ceux qui désirent acquérir des notions précises sur la physique moderne.

C'est encore dans ce même stand de la librairie Gauthier-Villars et Cie que nous remarquons « La physique théorique nouvelle », par J. Pacotte, dans laquelle les phénomènes physiques sont envisagés, non plus seulement en eux-mêmes et pour eux mêmes, mais dans leur ensemble ; comme le titre l'indique, il s'agit du développement des théories modernes de la physique.

Sans vouloir mentionner ici tous les ouvrages exposés sur ces théories, nous en citerons quelques-uns parmi ceux remarqués ; tout d'abord et toujours, dans le stand de la librairie Gauthier-Villars, la « Mécanique nouvelle », par H. Poincaré, qui est la reproduction de l'étude que présentait ce savant le 23 juillet 1905 au Cercle mathématique de Palerme, un mois après le jour où Einstein remettait son fameux mémoire à la rédaction des « Annalen der Physik », mémoire qui posa les bases de la théorie de la relativité. Cet ouvrage vient confirmer, ce que nous ont d'ailleurs appris les publications antérieures, le rôle de H. Poincaré dans l'évolution des idées à laquelle assiste notre génération ; nous avons tous subi son influence et tous nous avons été préparés à admettre la possibilité d'une brèche dans l'édifice scientifique, et peut-être même la nécessité de cette brèche, en vertu du principe de l'évolution, sans que pour cela la valeur de la science en soit diminuée. Aussi, ne pouvons-nous que féliciter la librairie Gauthier-Villars et Cie de rendre, par la publication de cet ouvrage, un juste hommage à l'illustre mathématicien et physicien français; il devait avoir sa place dans la littérature moderne relative à la théorie de la relativité.

Cette même librairie présentait encore, dans ce même ordre d'idées, des ouvrages, tels que : « Les divers aspects de la théorie de la relativité », par J. Villey, dans lequel l'auteur expose sous une forme condensée et ordonnée les travaux d'Einstein, et dont la deuxième partie contient le plan d'un des cours professé par M. Langevin, depuis quelques années, au Collège de France ; « Le principe de la relativité et la théorie de la gravitation », par J. Becquerel, s'adressant à tous les physiciens, techniciens et étudiants désireux d'être au courant des théories modernes, d'en comprendre la genèse et les développements, mais auxquels le temps manque pour dégager les idées directrices des calculs, souvent longs à lire et à suivre ; « L'idée de la théorie de la relativité », par H. Thirring, traduit de l'allemand par M. Solovine [1]; « La théorie de la relativité restreinte et généralisée », par Einstein, traduit par Mlle Rivière.

Nous retrouvons des ouvrages de cette catégorie parmi ceux qu'a édités la Librairie A. Blanchard, et notamment celui intitulé : « Temps, espace, matière », par H. Weyl, traduit de l'allemand par G. Juvet et R. Leroy ; il s'agit d'un exposé complet de la théorie de la relativité restreinte et de celle de la relativité généralisée avec tous les développements mathématiques que nécessite la mise en évidence des idées de M. Einstein ; aussi, les premiers chapitres sont-ils consacrés au problème de l'espace, à la géométrie linéaire et générale et au calcul tensoriel. Mais au lecteur non encore familiarisé avec ces nouveaux procédés de calcul, conseillons-nous la lecture préalable de « l'Introduction au calcul tensoriel et au calcul différentiel absolu », par G. Juvet [2], édité par la même librairie. En écrivant cet ouvrage, M. G. Juvet, traducteur de l'ouvrage précité, a tenu à éviter à ses lecteurs les tâtonnements et les hésitations du début.

A côté de ces exposés de la nouvelle théorie, la Librairie A. Blanchard présentait deux ouvrages qui réfutent cette théorie, au moins en tant que théorie physique ; nous voulons parler de celui intitulé : « Les hallucinations des Einsteiniens », par C. Cornelissen [3], et de l'opuscule « La question préalable contre la théorie d'Eistein », par H. Bouasse [4]. Comme toute théorie nouvelle, celle-ci a eu et a encore ses détracteurs ; ils sont même indispensables pour que la brèche faite dans l'édifice scientifique, et à laquelle nous avons fait allusion plus haut, ne démolisse pas tout l'édifice. Sans eux, l'évolution des idées, qui implique la notion du progrès, se transformerait en une succession de révolutions, brusques et dangereuses pour toute la science. Aussi ne peut-on que conseiller la lecture des ouvrages qui s'opposent à l'introduction de la théorie d'Einstein dans la physique ; le lecteur, convenablement documenté, pourra juger et critiquer, en toute connaissance de cause, adopter, avec ou sans réserve, ou rejeter complètement la théorie qui lui est présentée.

Pour terminer, nous mentionnerons un certain nombre d'ouvrages de documentation sur tel ou tel problème bien déterminé de la physique. Parmi ceux qui

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 13 janvier 1923, t. XIII, p. 42.
(2) *Id.*, 21 octobre 1922, t. XII, p. 58c.
(3) *Id.*, 9 février 1924, t. XV, p. 204.
(4) *Id.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 730.

intéressent les électriciens, nous relevons, dans le stand de la Librairie Gauthier-Villars et Cie, les titres suivants : « L'électrodynamique des milieux isotropes en repos d'après Helmholtz et Duhem », par L. Roy (1), dans lequel l'auteur met au point l'œuvre de Duhem en électrodynamique ; il montre que les équations de Maxwell découlent de la théorie de Helmholtz, destinée, dans la pensée de Duhem, à supplanter celle de Maxwell ; les « Eléments de la théorie électromagnétique de la lumière », par Silberstein, traduit de l'anglais par G. Matisse ; les « Axiomes de la mécanique », par P. Painlevé (2).

Sur les rayons X, nous trouvons, dans ce même stand, « Rayons X et structure cristalline », par sir William Bragg et W.-L. Bragg et l'important ouvrage intitulé « La Physique des rayons X », par Ledoux-Lebard et A. Dauvillier (3).

Signalons encore sur le rayonnement l'ouvrage intitulé l'« Energie rayonnante », par A. Forestier (4), édité par la Librairie A. Blanchard, ouvrage dû à un ingénieur qui a groupé avec méthode, sous forme de tableaux, les diverses parties de l'échelle des longueurs d'onde et a indiqué les principales caractéristiques du rayonnement électromagnétique.

Parmi les ouvrages qui traitent du problème de la constitution de la matière, nous remarquons, dans la « Collection de Mémoires relatifs à la physique » 2e série), éditée par la librairie Gauthier-Villars et Cie, sous les auspices de la Société française de Physique, « Les idées modernes sur la constitution de la matière » et « Les progrès de la physique moléculaire », datant, le premier de 1912 et le second de 1914. Ces deux volumes renferment les conférences faites à cette époque par différents physiciens qui envisagent le problème en question, chacun sous une face particulière, répondant à ses principales préoccupations.

Tout récemment a paru, édité par la Librairie A. Blanchard, l'ouvrage intitulé « La constitution de l'atome et les raies spectrales », par Sommerfeld (5), et traduit par H. Bellenot, dans lequel sont exposés, avec ordre et méthode, les résultats de nos connaissances actuelles sur ces importantes questions.

Pour clore cette liste, très incomplète, nous citerons les volumes, présentés par cette librairie, des « Conférences-Rapports de documentation sur la physique », qui ont été organisées ces dernières années sous les auspices des principaux établissements et groupements scientifiques français, tels que le Collège de France, le Muséum d'Histoire naturelle, la Faculté des Sciences de Paris, etc., et, parmi les groupements, la Société française de Physique. Cette précieuse collection comprend les ouvrages suivants : les « Rayons X », par M. de Broglie, la « Théorie des quanta et l'Atome de Bohr », par L. Brillouin (1), l'« Arc électrique », par M. Leblanc fils (2), « Les Phénomènes thermioniques », par E. Bloch, l'« Evolution des étoiles », par J. Bosler (3), et « La Lampe à trois électrodes », par C. Gutton (4) ; nous signalons ce dernier ouvrage pour mémoire, car il est épuisé actuellement. Ajoutons que la collection complète comprendra huit volumes, dont deux ne figuraient pas à l'Exposition de Physique et de T. S. F. L'un d'eux, la « Structure des cristaux », par Ch. Mauguin, a paru au début de cette année, et le dernier, la « Technique du vide », par L. Dunoyer, est sous presse.

Cette collection constitue une précieuse documentation sur les principaux problèmes de la physique à l'ordre du jour ; aussi avons-nous cru devoir la mentionner à la fin de ce dernier chapitre pour résumer, en donnant les titres d'ouvrages qui précèdent, l'état actuel de la science telle qu'elle s'est présentée à l'Exposition de Physique et de T. S. F.

Parmi les revues hebdomadaires ou mensuelles qui traitent des questions relatives à l'électricité, nous y avons remarqué : « l'Electricien », « le Génie civil », « la Technique moderne », la « Revue industrielle », « l'Onde électrique », « Radioélectricité », le « Bulletin de la Société française des Electriciens », les « Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences », la « Revue générale de l'Electricité », le « Compte rendu de la Société française de Physique », « le Journal de Physique et le Radium », etc.

C'est par ce terme, etc., que nous terminons ce compte rendu, l'appliquant non seulement aux revues, mais à tout ce qui précède ; il y avait, en effet, beaucoup d'autres choses à l'Exposition de Physique et de T. S. F., même parmi celles qui touchent à l'électricité, et que nous avons omis de signaler, tout à fait involontairement, ce dont, une fois encore, nous nous excusons. Toutes sans exception ont contribué au succès de cette manifestation ; félicitons les organisateurs qui ont tenu à ce que cette exposition marque une étape dans l'histoire de la Société française de Physique : en enregistrant dans ses colonnes l'activité qui s'est manifestée au Grand Palais en décembre 1923, la « Revue générale de l'Electricité » a tenu à perpétuer le souvenir des efforts déployés à cette occasion.

A. Curchod,
Licencié ès sciences, ingénieur E. S. E.

(1) *Revue générale de l'Eletricité*, 7 juillet 1923, t. XIV, p. 3.
(2) *Id.*, 17 novembre 1922, t. XII, p. 659.
(3) *Id.*, 20 août 1921, t. X, p. 218.
(4) *Id.*, 22 mars 1924, t. XV, p. 490.
(5) *Id.*, t. XIV, p. 433, 29 septembre 1923.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1923, t. XIII, p. 730.
(2) *Id.*, 24 février 1923, t. XIII, p. 274.
(3) *Id.*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 82.
(4) *Id.*, 30 juin 1923, t. XIII, p. 1074.

La compensation du courant réactif par machine à collecteur polyphasée autoexcitatrice

Dans cet article, l'auteur fait ressortir les avantages que comporte, pour la compensation du courant réactif, l'emploi d'une excitatrice polyphasée adaptée à un moteur d'induction par rapport aux solutions connues utilisant des machines synchrones ou synchronisées. Il indique le principe et les caractéristiques de la machine construite dans ce but par la Société des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.

Le problème de la compensation d'une installation se pose, en général, sous l'une des formes suivantes :

1° L'installation se compose d'un seul moteur et l'on veut relever le facteur de puissance au voisinage de l'unité, à toute charge et, en particulier, à vide ;

2° L'installation se compose d'un nombre quelconque de récepteurs et l'on veut relever le facteur de puissance moyen de $\cos \varphi_1$ à $\cos \varphi_2$ plus voisin de l'unité.

Pour résoudre ces problèmes par l'emploi d'une machine tournante, il est nécessaire d'utiliser une excitatrice à collecteur.

La pratique ordinaire consiste à prendre une excitatrice à courant continu ; ainsi, dans le premier cas, on utilisera soit un moteur synchrone avec excitatrice en bout d'arbre, soit un moteur asynchrone avec excitatrice de synchronisation (moteur asynchrone synchronisé).

Pour le second cas, on utilisera un moteur synchrone surexcité par excitatrice en bout d'arbre et fonctionnant soit à vide (compensateur synchrone), soit en débit partiellement actif et partiellement réactif.

Ces différents moyens classiques ont des inconvénients connus.

Nous nous proposons d'exposer comment la solution des problèmes posés peut être obtenue en évitant tous ces inconvénients, par l'emploi d'une excitatrice polyphasée adaptée à un moteur d'induction.

Remarquons, d'abord, qu'il est plus avantageux de faire travailler une machine polyphasée sur le rotor du moteur d'induction, qu'une machine à courant continu ; en effet, l'excitation est fournie par un champ qui tourne par rapport au rotor principal et toutes les phases sont utilisées, tandis qu'en courant continu une phase reste inactive.

Ecartons tout d'abord la machine la plus simple de ce genre, le compensateur de phase à stator non bobiné, qui ne répond pas au problème n'étant pas susceptible de fournir une puissance magnétisante quand le moteur d'induction tourne à vide.

La machine que nous avons en vue, dont le principe peut être rattaché aux travaux de MM. Maurice Leblanc et Marius Latour, et dont la réalisation est due à M. Perret, est constituée par un stator polyphasé analogue au stator d'un moteur asynchrone et un rotor à collecteur portant des lignes de balais polyphasés. Le stator et le rotor sont connectés en série.

L'enroulement du stator et celui du rotor font entre eux un angle électrique égal à l'angle de décalage des balais. Le bobinage du stator a donc deux composantes, l'une dans l'axe des balais ; l'autre, à 90°.

La composante à 90° donne une tension de résistance dynamique négative qui compense la résistance du rotor asynchrone et de l'excitatrice et grâce à laquelle la machine est susceptible de s'amorcer en génératrice polyphasée.

La composante dans l'axe donne une tension de réactance qui compense la réactance de fuites du rotor asynchrone et celle de l'excitatrice et, éventuellement, la réactance de l'installation à compenser.

Les caractéristiques d'un moteur asynchrone compensé établi pour répondre au premier problème sont les suivantes :

1° A vide, le facteur de puissance est voisin de l'unité et légèrement en avance ; de la marche à vide à la marche à pleine charge, il reste compris entre 0,95 en avant et 1 ; au delà de la pleine charge, il diminue. Cette caractéristique est obtenue automatiquement sans aucun réglage à la main ;

2° Le moteur reste asynchrone à tous les régimes de fonctionnement ; il ne peut donc y avoir ni les oscillations de courant ni les pompages caractéristiques des machines synchrones ;

3° Le couple de décrochage du moteur asynchrone est augmenté par la présence de l'excitatrice et, par suite, le moteur compensé est susceptible d'une surcharge momentanée plus grande que dans le cas du moteur asynchrone seul ;

4° En cas d'avarie à l'excitatrice, le facteur de puissance du moteur asynchrone seul reste élevé ;

5° Le moteur asynchrone du groupe simplement compensé est de mêmes dimensions que le moteur d'induction ordinaire capable de la même puissance utile sur l'arbre, parce que, bien que le courant du stator soit diminué, celui du rotor est, en général, un peu augmenté.

Les caractéristiques d'un groupe hypercompensé établi pour répondre au second problème sont les suivantes :

1° La machine est établie en sorte que la caractéristique de la puissance apparente en fonction de la charge utile du moteur passe, à vide et à pleine charge, par les points que l'on désire ; entre ces valeurs, la courbe passe par des points intermédiaires. Une telle

caractéristique est obtenue automatiquement, sans aucun réglage à la main ni autrement ;

2° Par simple décalage des balais, on peut faire varier dans certaines limites la puissance magnétisante débitée ;

3° Le couple de décrochage du moteur asynchrone hypercompensé est, en général, supérieur à celui du moteur asynchrone seul, à condition que la puissance apparente demandée en charge ne soit pas une trop faible fraction de celle qui doit être fournie à vide.

4° Le moteur du groupe hypercompensé a les mêmes dimensions que le moteur d'induction ordinaire, tant que le taux d'hypercompensation ne dépasse pas environ 20 pour 100 en charge et 40 pour 100 à vide. Mais il n'est pas établi de la même façon : le courant d'excitation étant fourni par le secondaire au lieu d'être pris sur le réseau, le secondaire du moteur hypercompensé sera plus chargé en cuivre que le primaire. Pour utiliser le type de moteur asynchrone normal, il convient alors d'alimenter par le rotor, le stator étant relié directement à l'excitatrice. Dans ces conditions, le moteur hypercompensé au taux indiqué n'est pas plus chargé que le moteur normal. La figure 1 nous montre

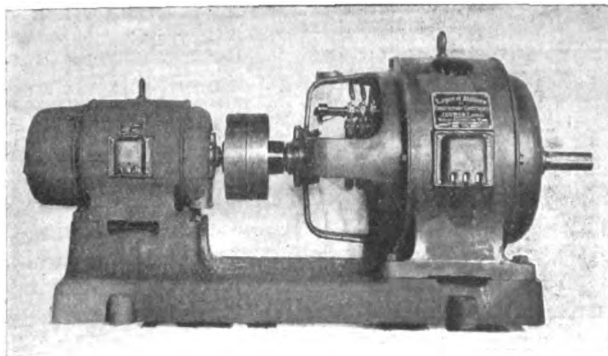


Fig. 1. — Moteur asynchrone hypercompensé.

l'ensemble d'un moteur asynchrone hypercompensé.

Il résulte de cette dernière remarque qu'un moteur asynchrone existant peut être compensé, et même hypercompensé, à condition que son rotor présente quelque marge au point de vue échauffement.

5° L'excitatrice polyphasée permet une correction automatique du facteur de puissance.

Considérons en effet une installation qui absorbe une puissance moyenne active OA (fig. 2) et une puissance moyenne réactive AB (déphasage moyen donné par l'angle φ_1) à laquelle il devient nécessaire d'adjoindre un moteur capable d'une puissance FB. Il suffit, pour ramener le déphasage moyen de l'installation à la valeur φ_2 que l'on désire, de prendre un moteur hypercompensé capable de débiter une puissance magnétisante égale à EF à pleine charge et DB à vide.

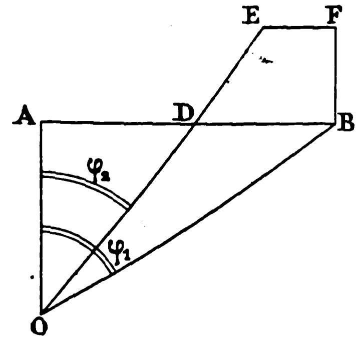


Fig. 2.

Le facteur de puissance moyen de l'installation sera égal à cos φ_2 *que le moteur fonctionne à vide ou en charge et ceci automatiquement.*

Cette propriété est précieuse, car un moteur est souvent appelé à marcher à des charges très variables et il est difficile de prévoir son régime moyen.

Conclusion. — On voit que l'application de l'excitatrice polyphasée aux problèmes posés évite les objections connues des machines synchrones, et fournit, dans les deux cas, une solution élégante et complète.

R. Langlois,
Ingénieur aux Forges et Ateliers
de Constructions électriques de Jeumont.

Revues, analyses et informations

Le rèfroidissement des machines électriques [1].

La dissipation de la chaleur développée par les pertes électriques et mécaniques qui se produisent dans les machines électriques ne comporte aucune difficulté spéciale lorsqu'il s'agit de génératrices à faible vitesse, du type qui était surtout en faveur dans la période de début de la construction électrique. Le problème devient, par contre, d'une solution particulièrement délicate, avec les machines modernes à grande vitesse, accouplées avec des turbines à vapeur ou hydrauliques. Pour la fixation de la puissance utile de ces machines, caractérisées par un poids de matière et un encombrement comparativement beaucoup plus faibles, les considérations de température de fonctionnement jouent, en général, le rôle prédominant ; elles conduisent à des limitations dans le mode de construction qui remplacent celles précédemment imposées par la commutation et la régulation.

Dans la pratique, la chaleur due aux pertes est transmise

(1) George E. Luke. *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, décembre 1923, t. XLII, p. 1278-1288, 6000 mots, 22 fig.

au milieu refroidissant par l'un ou l'autre des deux procédés suivants : 1° directement, comme dans la plupart des machines rotatives, par une circulation d'air le long des surfaces à refroidir ; 2° indirectement, comme, par exemple, dans les transformateurs à bain d'huile, en utilisant le fluide isolant à transmettre la chaleur aux parois exposées à l'air

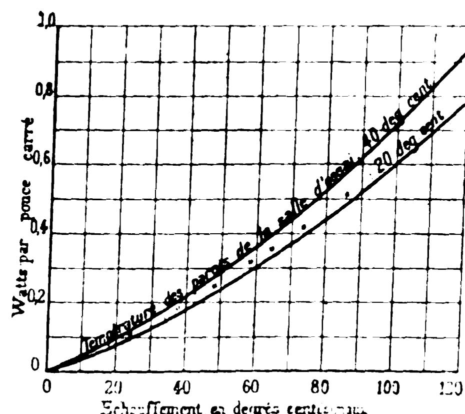


Fig. 1. — Dissipation de la chaleur par une surface noire. (Effet de rayonnement.)

ambiant (appareils à refroidissement naturel) ou à un système de tubes parcourus par un courant d'eau (appareils à refroidissement par circulation d'eau).

Dans les deux cas, on est conduit à considérer un *coefficient de dissipation de la chaleur* qui s'exprime, suivant la notation adoptée par l'auteur, par un nombre caractéristique de watts par pouce carré de surface et par degré centigrade de différence de température entre la surface échauffée et le fluide refroidissant. Dans le présent mémoire, M. Luke s'est proposé de rassembler, sous la forme de graphiques représentatifs, des renseignements, inédits pour une grande part, sur les valeurs du coefficient de dissipation de la chaleur ci-dessus défini, pour les conditions diverses

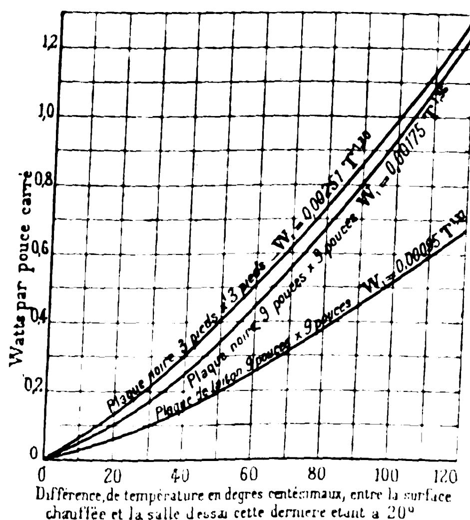


Fig. 2. — Dissipation de la chaleur par la surface de plaques disposées verticalement. (Effet de convection naturelle et de rayonnement.)

de refroidissement des machines électriques ; les données fournies, qui résultent, pour la plupart, d'essais effectués sous la direction de l'auteur, sont susceptibles, dans son

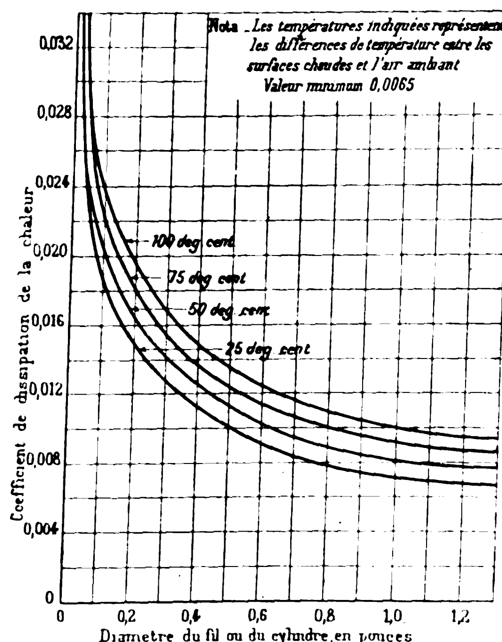


Fig. 3. — Dissipation de la chaleur par des fils ou surfaces cylindriques. (Ventilation naturelle et rayonnement en air calme ; température de la salle d'essai 20° C.)

idée, d'être mises à profit pour la prédétermination des températures de fonctionnement des machines et appareils électriques.

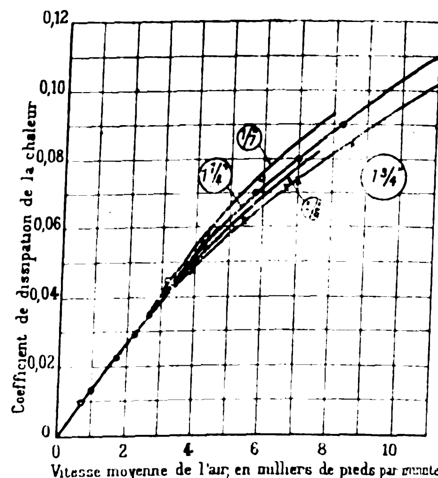


Fig. 4. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure de conduits axiaux lisses. (Effet résultant d'une variation du diamètre.) Les diamètres sont exprimés en pouces (1 pouce = 2,54 cm).

A. Dissipation de la chaleur par ventilation naturelle et rayonnement. — C'est le cas des petits moteurs complètement clos, de nombre de transformateurs de construction usuelle, des fils et câbles conducteurs. L'auteur examine successivement : 1° la dissipation de la chaleur par rayonnement seul, question étudiée déjà par de nombreux expéri-

mentateurs dont les travaux ont abouti à des résultats qui ont été traduits, pour les besoins de la cause, par les diagrammes de la figure 1 ; 2° dissipation de la chaleur par convection seule ; les recherches entreprises à l'English National Physical Laboratory ont montré que cette dissipation,

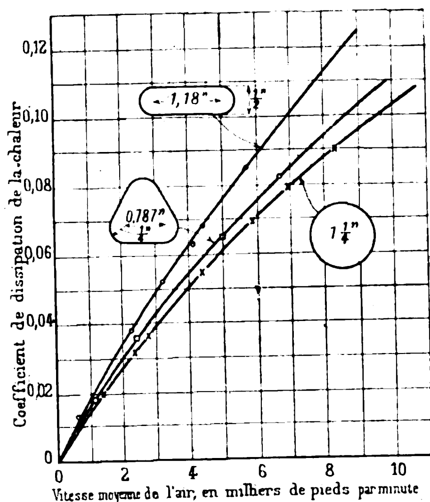


Fig. 5. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure de conduits axiaux lisses de sections différentes et de même périmètre.

exprimée en watts par pouce carré, était proportionnelle à la puissance 5/4 de la différence de température entre la surface échauffée (plaque d'acier de 3 pieds de côté) et le milieu ambiant ; 3° dissipation de chaleur par rayonnement et convection ; les résultats correspondants, relatifs à des surfaces

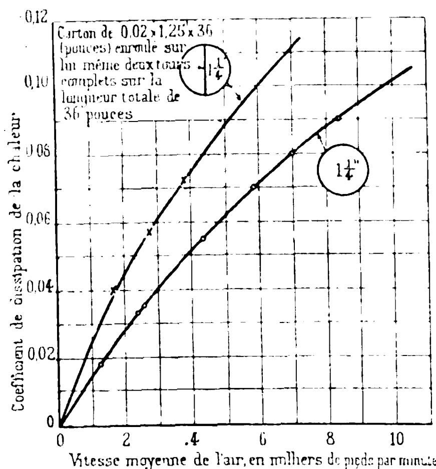


Fig. 6. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure d'un conduit axial lisse. (Effet d'un changement de parcours imposé à l'air de circulation.)

planes, sont consignés en figure 2 ; pour des surfaces ondulées, les essais donneraient des valeurs plus importantes, non pas tant à cause de l'accroissement de l'intensité du rayonnement que de l'action plus énergique exercée par les courants naturels de convection ; pour ce qui est des surfaces cylindriques, on trouve que le coefficient de dissipation de la chaleur est fonction du diamètre du cylindre (fig. 3).

B. Dissipation de la chaleur par ventilation artificielle à travers des conduits pratiqués dans le fer. — Deux va-

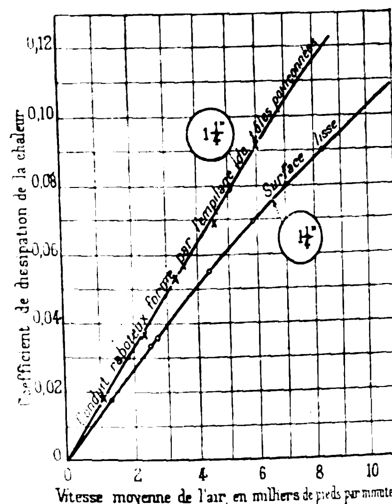


Fig. 7. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure d'un conduit axial. (Effet résultant de l'état de la surface.)

riantes sont en usage : 1° *Conduits axiaux*. — Ce type de conduit présente, notamment, les avantages suivants : la chaleur dégagée est transmise à la surface ventilée dans le sens des tôles, c'est-à-dire par le chemin de moindre résistance ; dans les machines construites d'après ce système, la longueur du fer, pour un flux magnétique donné, est mini-

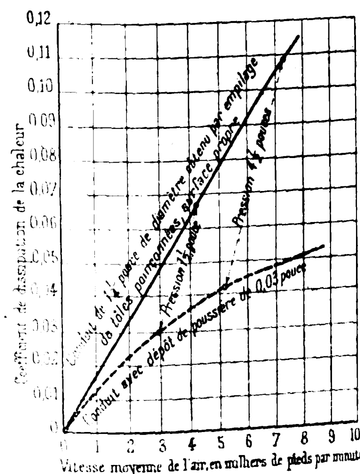


Fig. 8. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure d'un circuit axial. (Effet résultant de la présence d'un dépôt de poussière de charbon.)

mum ; le dispositif comporte, d'autre part, quelques inconvénients, en particulier, celui de nécessiter l'installation d'un ventilateur ; les conduits, d'ailleurs, ne peuvent être placés qu'assez loin de la denture et, partant, dans une région assez distante de celle où se produisent les pertes maxima.

Le coefficient de dissipation de la chaleur varie assez peu

avec le diamètre des conduits axiaux sauf aux grandes vitesses d'air ; dans les essais effectués par l'auteur, sur un appareil d'étude, avec des conduits d'ouvertures différentes, la valeur du coefficient le plus élevé a été trouvée correspondre au diamètre de 7/8 de pouce et la valeur la plus faible au diamètre de 1 3/4 de pouce (fig. 4).

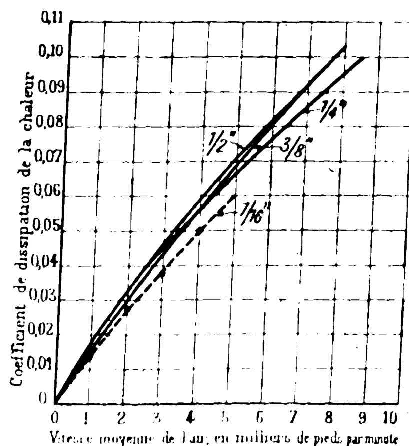


Fig. 9. — Dissipation de la chaleur par la surface de plaques parallèles pour plusieurs grandeurs d'intervalles.

La dissipation est meilleure avec une section de forme aplatie (fig. 5) qu'avec des sections de forme triangulaire ou circulaire.

L'introduction d'une bande de carton enroulée sur elle-même, suivant une hélice, à l'intérieur du conduit, exerce une influence marquée sur la grandeur du coefficient de dissipation de la chaleur (fig. 6) ; le résultat doit en être attribué à un barrage plus énergique de l'air assujetti, dans ce cas,

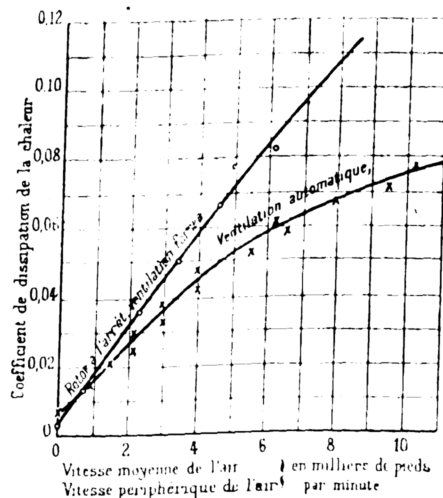


Fig. 10. — Dissipation de la chaleur par la surface d'un rotor d'une longueur de 36 pouces et de 25 pouces de diamètre.

à suivre un parcours tortueux, dont le tracé favorise un contact plus intime entre le fluide et la surface ventilée.

L'état de cette dernière surface influe, également, sur le taux de dissipation de la chaleur (fig. 7) ; la transmission du calorique à l'air de circulation s'effectue plus facilement, dans les conduits présentant plus ou moins d'aspérités, comme ceux qu'on réalise ordinairement, dans la pratique, par l'empilage de tôles préalablement poinçonnées, que dans le cas de conduits complètement lisses.

Un dépôt de poussière sur la surface de ventilation a pour effet de réduire, dans une proportion importante, la dissipation de la chaleur (fig. 8).

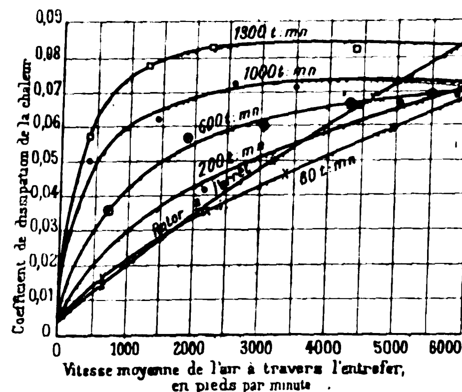


Fig. 11. — Dissipation de la chaleur par la surface d'un rotor de 36 pouces de longueur et de 25 pouces de diamètre à l'arrêt ou tournant à des vitesses variables (l'air est soufflé à travers un entrefer de 1,5 pouce).

2° *Conduits radiaux.* — L'emploi de ce genre de conduits permet la mise en œuvre de dispositifs de ventilation automatiques, dans lesquels les vitesses maxima de l'air sont obtenues dans la région où les pertes sont le plus élevées ; le système comporte, au reste, plusieurs inconvénients et, notamment, le suivant : la chaleur dégagée entre deux conduits voisins doit, nécessairement, pour atteindre la surface ventilée, traverser l'empilage de fer dans le sens

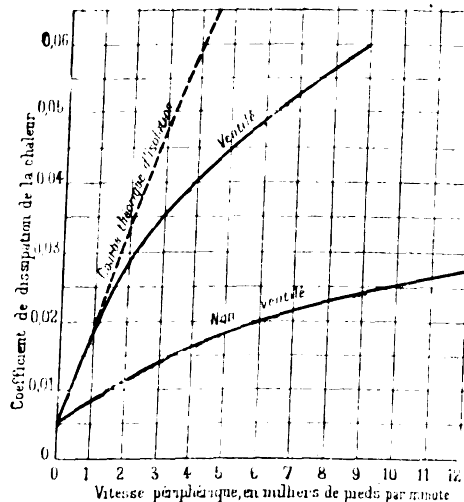


Fig. 12. — Dissipation de la chaleur par des connexions frontales d'enroulement, en mouvement de rotation.

transversal, et l'on sait que ce chemin offre, à sa propagation, une résistance 30 à 50 fois plus grande que celle corepondant à la direction perpendiculaire (dans le sens longitudinal des tubes).

D'après les résultats d'essais exécutés par le United-States Bureau of Standards, sur des radiateurs constitués par des

plaques de cuivre, le coefficient de dissipation de la chaleur varie assez peu avec la grandeur de l'intervalle séparant ces dernières (fig. 9).

C. Dissipation de la chaleur dans un élément tournant de machine. — Lorsque la surface à refroidir se présente, ainsi qu'il a été vu ci-dessus, sous la forme d'un conduit, soit du type axial, soit du type radial, le taux de dissipation de la chaleur, ainsi que l'on a pu s'en rendre compte à l'examen des diagrammes, reste sensiblement proportionnel à la vitesse moyenne de l'air de circulation ; cette loi ne s'applique plus lorsqu'il s'agit de la surface extérieure de l'élément tournant d'une machine, ainsi que l'ont montré les résultats obtenus par l'auteur avec un rotor d'étude disposé pour pouvoir fonctionner, soit à l'air libre, soit entouré par une enveloppe, avec un jeu comparable avec l'entrefer usuel des machines électriques (fig. 10 et 11).

Des deux courbes de la figure 10, l'une se rapporte au rotor, en position d'arrêt, sous un régime de ventilation artificielle ; la seconde a trait au même rotor tournant à des vitesses variables et assurant lui-même sa ventilation ; dans

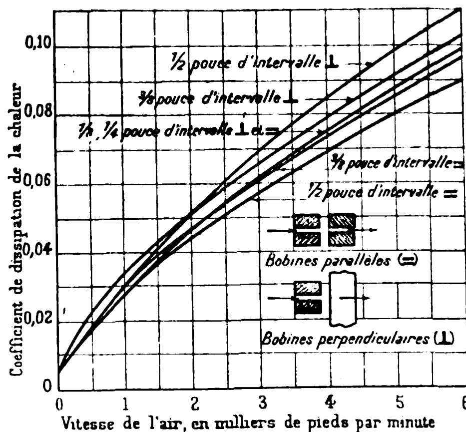


Fig. 13. — Dissipation de la chaleur par des connexions frontales d'enroulement soumises à une ventilation artificielle.

les deux essais correspondants, le rotor reste exposé à l'air libre, l'enveloppe enlevée.

La figure 11 reproduit les résultats obtenus pour le rotor à l'arrêt ou tournant à des vitesses différentes, l'enveloppe étant en place ; la ventilation s'effectue dans le sens de l'axe de la machine à travers un entrefer de 1,5 pouce. On voit que, pour les vitesses élevées du rotor et tandis que la vitesse de l'air de circulation varie dans de larges limites, le coefficient de dissipation de la chaleur reste sensiblement constant. Ce résultat s'explique, en partie, par l'entraînement de particules d'air chaud, par le rotor, dans son mouvement de rotation ; le même phénomène se produit, au reste, avec le rotor tournant à l'air libre et c'est lui qui est responsable de l'allure descendante de la courbe inférieure de la figure 10 ; dans le cas du rotor enfermé, il y a lieu, en outre, de tenir compte du fait que la pellicule gazeuse formée autour de la surface de l'élément tournant oppose une résistance importante au passage de l'air de ventilation dans l'entrefer.

D. Dissipation de la chaleur dans les connexions frontales d'enroulements. — Ce cas a été étudié par l'auteur à l'aide de deux dispositifs, dont l'un fonctionnant sans ventilation ou à ventilation automatique, et l'autre avec ventilation artificielle. Dans ce dernier, des bobines en nombre égal, assujetties dans des châssis distincts se faisant face, pouvaient être disposées respectivement dans une direction parallèle ou perpendiculaire de manière à reproduire, dans cette dernière position, l'effet de damier correspondant à

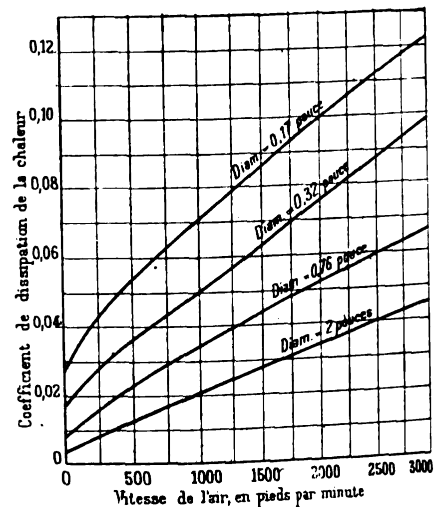


Fig. 14. — Dissipation de la chaleur par la surface extérieure de tubes de cuivre de différents diamètres (air soufflé dans une direction perpendiculaire à l'axe des tubes).

l'enchevêtrement des connexions frontales d'enroulements. Les résultats obtenus ont été consignés dans les courbes de la figure 12 (1er dispositif) et figure 13 (2e dispositif).

E. Dissipation de la chaleur dans les surfaces cylindriques. — La figure 14 reproduit, d'après les recherches de

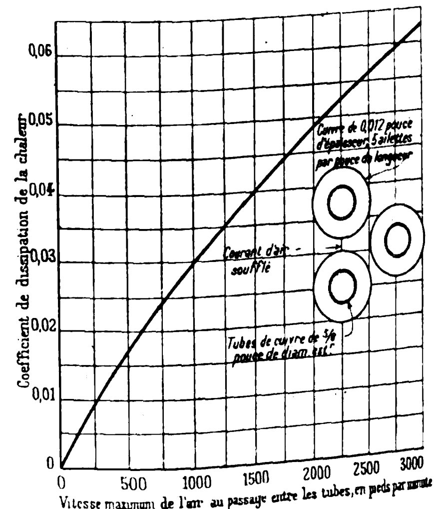


Fig. 15. — Dissipation de la chaleur par des surfaces tubulaires munies d'ailettes (ventilation artificielle); abscisses, vitesse maximum de l'air au passage entre les tubes, en pieds.

Hughes, les données relatives à la dissipation de la chaleur pour des tubes de cuivre de diamètres différents soumis à des courants de convection agissant dans un sens perpendiculaire à leur axe. Le coefficient caractéristique varie, comme on le voit, très sensiblement avec le diamètre des tubes.

Les courbes représentées dans la figure 15 sont relatives à un système de tubes munis d'ailettes en vue de réaliser, par une augmentation importante de la surface exposée à l'air de ventilation, un refroidissement énergique du liquide circulant dans leur intérieur ; la surface utile, prise

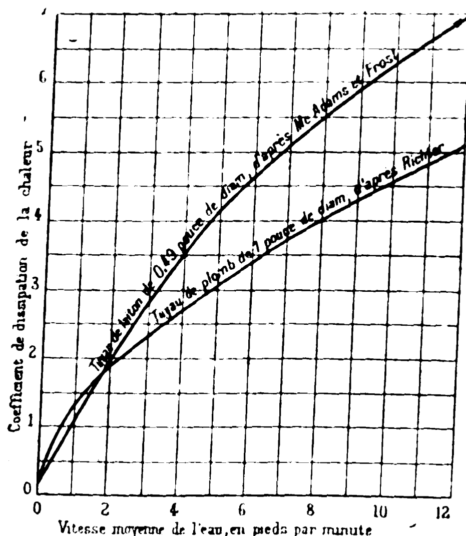


Fig. 16. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure d'un tuyau parcouru par un courant d'eau.

comme base pour le calcul du coefficient de dissipation de la chaleur, est la somme des surfaces extérieures totales du tube et des ailettes, soit, en l'espèce, sept fois la surface du tube ; on notera que, malgré la grandeur importante acquise, dans ce cas, par le terme diviseur, la valeur du coefficient caractéristique est notablement plus élevée que dans le cas d'un conduit axial en régime de ventilation artificielle.

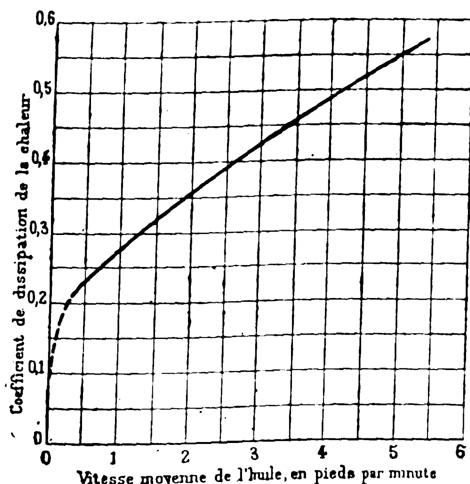


Fig. 17. — Dissipation de la chaleur par la surface intérieure d'un tuyau parcouru par un courant d'huile. (Viscosité, 50 sec. à l'essai Saybolt.)

F. Dissipation de la chaleur par les liquides. — L'eau est un excellent agent pour le refroidissement, en raison de sa haute chaleur spécifique et des possibilités qu'elle offre pour la réalisation facile de dispositifs échangeurs de chaleur. L'emploi de l'huile présente beaucoup moins d'avantages, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par l'examen comparatif des courbes des figures 16 et 17 dont la seconde est relative à un échantillon d'huile caractérisée par une viscosité de 50 secondes à l'essai Saybolt.

G. Observations — L'auteur fait remarquer, en terminant, qu'en l'absence d'instrument précis de mesure des flux de chaleur, les résultats trouvés par les divers expérimentateurs qui se sont occupés de la question traitée par lui doivent nécessairement varier avec les méthodes particulières d'essai adoptées.

Dans un autre ordre d'idées, s'il est vrai que les constantes de refroidissement ont une valeur assez différente, suivant qu'il s'agit de telle ou telle partie d'une machine déterminée, il semble qu'il soit possible, dans la pratique, de prendre une constante unique, de valeur judicieusement choisie et de l'appliquer à la totalité des surfaces ventilées, sans qu'il en résulte une erreur notable.

Discussion. — M. Fechheimer souligne la complexité de la question du refroidissement des machines électriques et reconnaît le bien fondé de la méthode suivie par M. Luke pour arriver à sa solution ; cette méthode consiste, comme on l'a vu, à procéder analytiquement en envisageant successivement chacun des éléments du problème. Suivant l'opinion exprimée par le même membre, la circulation de l'air et de l'eau, sous réserve de la compressibilité caractérisant le premier des deux fluides, présentent une analogie assez complète ; il semble qu'il soit possible, vu les faibles différences de pression mises en jeu dans la ventilation des machines électriques, d'appliquer, pour cette partie de la construction, les formules déjà trouvées, pour l'eau, par les ingénieurs hydrauliciens. — M. Montsinger conteste l'exactitude de certains résultats donnés par M. Luke pour la dissipation de la chaleur dans des plaques de dimensions relativement importantes disposées dans un plan vertical. Cette critique fournit à l'auteur l'occasion de renouveler une observation déjà faite à la fin de son mémoire, à savoir, que des variations dans les chiffres trouvés par divers expérimentateurs apparaissent inévitables, vu l'impossibilité, pour chacun d'eux d'opérer, pour des essais du genre considéré, dans des conditions absolument identiques. — L. D.

De la détermination des résistances de démarrage (1).

La détermination des résistances successives des rhéostats de démarrage des moteurs électriques peut s'obtenir d'une façon simple en partant des graphiques figuratifs des vitesses rapportées aux couples. Ces graphiques résultent, suivant les cas, d'essais directs ou de calculs.

Moteur shunt a courant continu. — Abstraction faite de la réaction d'induit, le courant absorbé est proportionnel au couple (il faut faire entrer dans l'expression du couple les frottements et pertes dans le fer) ; par suite, la chute ohmique dans le circuit d'armature (enroulement induit, balais, câbles d'amenée) est également proportionnelle au couple. Pour un courant I, la diminution de vitesse $n_0 - n_1$ est donnée par la formule

$$n_0 - n_1 : n_0 = Iw : E.$$

Mettons en circuit une résistance telle que la résistance totale devienne R ; la vitesse diminue. La perte de vitesse entre la marche à résistance nulle et la marche à résistance R correspond à la valeur IR. Imaginons (fig. 1) qu'en chacun des

(1) Binder. *Der elektrische Betrieb*, 10 février 1923, t. XXI, p. 25-28, 3 000 mots, 10 fig.

points de n_0 soient fixés des fils élastiques parallèles à l'axe des n et que ces fils soient attachés à leur partie inférieure sur une tige parallèle à l'axe des D. Sur chaque fil élastique marquons le point correspondant de la ligne n_1. Déplaçons la tige inférieure, ces points occuperont une nouvelle position. Leur lieu sera une droite passant par S : cette droite

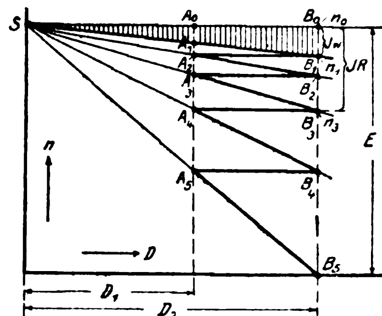


Fig. 1.

représente la courbe de vitesse correspondant à une certaine résistance. Considérons en particulier les points B_2, B_3...; les pertes de vitesse B_0B_2, B_0B_3... sont proportionnelles aux résistances du circuit. A une échelle convenable, les segments B_0B_2, B_0B_3... représenteront les résistances elles-mêmes.

Ceci posé, soit à démarrer avec le couple D_2. La vitesse part de zéro, ce qui fixe la résistance B_0B_5 à adopter. La vitesse croît progressivement de B_5 en A_5 jusqu'à ce que le couple normal D_1 soit atteint. En général, on retire les résistances par échelons; on les détermine de façon à revenir à chaque opération à D_2 sans changement de vitesse. Il suffit de tirer l'horizontale A_5B_4 pour obtenir la valeur de la première résistance B_4B_5. En répétant l'opération, on obtient de même B_3B_4, $B_2.B_3$..

Il est facile de démontrer que les résistances du rhéostat: B_1B_2, B_2B_3, B_3B_4, B_4B_5 et les résistances totales B_0B_2, B_0B_3, B_0B_4, B_0B_5 forment une progression géométrique de raison $SB_1 : SA_1 = \lambda$. Cette propriété dérive du fait que le faisceau S est coupé par les deux lignes parallèles A_0A_5, B_0B_5 inclinées de telle sorte que les segments B_1A_2, B_2A_3 restent parallèles et que la ligne A_0B_0 est elle-même parallèle à ces segments.

Moteur série a courant continu. — On relève directement la courbe de vitesse n_1 en fonction du couple. On mesure chaque fois le courant absorbé par le moteur, ce qui permet de tracer la courbe n_0 à résistance nulle, grâce à la formule

$$n_0 - n_1 = n_1 \frac{w}{E - Iw}.$$

Quand la résistance totale devient R, il suffit, pour obtenir la diminution de vitesse, d'agrandir les valeurs $n_0 - n_1$ dans le rapport $R : w$. Par analogie avec le cas précédent, on suppose les fils élastiques fixés à leur partie supérieure à la courbe n_0 et, à leur partie inférieure, à une deuxième courbe parallèle à n_0 (fig. 2). La courbe inférieure se déplace parallèlement à elle-même, les nouvelles positions A_2 et B_2, A_3 et B_3... des points A_1 et B_1 correspondent aux nouvelles vitesses. Les résistances se déterminent suivant la même méthode que plus haut, on obtient ainsi les points B_4, B_3...

Si l'on remarque que

$$A_0A_2 : B_0B_2 = A_0A_1 : B_0B_1,$$
$$A_0A_3 : B_0B_3 = A_0A_1 : B_0B_1, \text{ etc.},$$

on en déduit que les droites A_0B_0, A_1B_1, A_2B_2... convergent en un même point S, ceci quelle que soit la forme des courbes des vitesses n_0, n_1, n_2... Par suite, point n'est besoin de supposer que ces courbes sont des droites, ou que S est le point de rencontre des tangentes en B_1, B_2..., ce que l'on

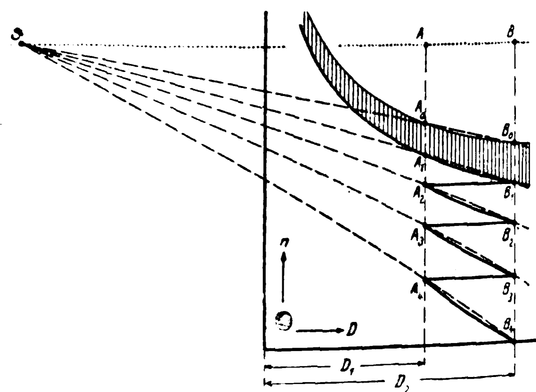


Fig. 2.

admettait dans des études antérieures. Là encore, les résistances du rhéostat sont en progression géométrique.

Si l'on suppose que le champ magnétique varie peu, ou, en d'autres termes, que A_0B_0 est horizontale, la représentation est analogue à celle de la figure 1.

Moteur série a courant alternatif. — On ne considère que le cas de démarrage sur résistances, le démarrage sur transformateur étant trop complexe.

Le problème est en tous points semblable à celui du moteur série à courant continu. On relève expérimentalement la courbe n_1, on en déduit la courbe de n_0 par application de la formule

$$n_0 - n_1 = n_1 \frac{Iw}{E \cos \varphi - Iw}.$$

Les portions d'ordonnées entre n_0 et n_1 sont à allonger dans le rapport $R : w$.

Moteur d'induction a champ tournant. — La courbe de n_1 étant déterminée expérimentalement, on en déduit les courbes de n_2, n_3... Cette fois, le rapport de proportionnalité est : résistance du rotor : glissement.

Les étages de résistance se déterminent toujours suivant le même mode. Etages et résistances totales forment une progression géométrique. Le sommet S du faisceau se trouve sur l'horizontale A_0B_0, mais à droite de l'axe des n. La pente des rayons est donc plus grande, les résistances sont plus fortes, leur nombre est moindre.

L'auteur envisage ensuite le cas des résistances d'affaiblissement de champ du moteur shunt. Il faudrait de multiples résistances; en réalité, il faut tenir compte en même temps de la réaction d'induit, en sorte qu'il s'agit beaucoup plus, dans la pratique, d'un réglage fixe que d'un réglage par échelons. Enfin, la théorie des faisceaux n'est valable que si les couples D_1 et D_2 restent constants. S'il n'en était pas ainsi et que la limite inférieure D_1, par exemple, variât, il faudrait tracer les courbes figuratives de vitesse et opérer sur ces courbes. — E. F.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 11 JUIN 1924.

Les résultats de l'exercice 1923 sont au moins aussi satisfaisants que ceux de l'année 1922 (1).

Le montant des commandes qu'il reste à exécuter est nettement supérieur à cent millions de francs.

La question des dommages de guerre a été définitivement réglée par une décision du Comité de préconciliation, décision confirmée par la Commission cantonale de Maubeuge le 1er juin 1923; le comité et la commission ont arrêté définitivement le chiffre des dommages qui sont alloués à la société.

Le conseil donne quelques renseignements sur les affaires dans lesquelles la société est intéressée.

Ateliers de Constructions électriques de Charleroi. — La reprise sensible des affaires en Belgique à la fin de 1922 s'est poursuivie avec quelques alternatives durant l'exercice 1923 et les commandes reçues par les différentes divisions ont été notablement plus importantes. L'année 1923 s'est clôturée avec un carnet d'ordres bien fourni. Malgré les brusques fluctuations du change et la progression constante du prix de la main-d'œuvre, les résultats obtenus peuvent être considérés comme satisfaisants. Le dividende distribué aux actions a été fixé à 15 fr belges, comme précédemment, sous déduction des impôts.

Electricité et Gaz du Nord. — Voir le compte rendu dans la « R. G. E. » du 26 janvier 1924, t. xv, p. 151.

Union européenne industrielle et financière. — L'Union européenne industrielle et financière, qui avait distribué pour l'exercice 1922 un dividende de 36 fr, a vu ses affaires se développer de la façon la plus favorable pendant l'année 1923. Les comptes qui ont été soumis à l'assemblée générale du 26 mai dernier font ressortir un solde bénéficiaire de 12 millions de francs environ qui, après attribution de 3 millions de francs au fonds de prévoyance, a permis de distribuer un dividende de 50 fr, tout en reportant à nouveau environ 1 170 000 fr.

Elle a procédé au début de la présente année à une augmentation de capital de 25 millions de francs qui a été entièrement réservée aux anciens actionnaires. La société a souscrit le nombre de titres auquel lui donnaient droit les actions anciennes en sa possession.

Lignes télégraphiques et téléphoniques. — On connaît les projets de construction de grandes lignes téléphoniques souterraines destinées à assurer les communications entre les grands centres industriels et commerciaux. Une compagnie, à laquelle participent plusieurs fabricants de câbles et des constructeurs de matériel téléphonique, s'est constituée spécialement dans le but d'exécuter une part très importante de ces entreprises. La société a pris dans cette affaire une participation correspondant à son importance. La Société Lignes télégraphiques et téléphoniques a reçu la commande de la fourniture et de la pose d'un câble téléphonique reliant Paris, Nancy, Strasbourg, avec embranchement éventuel vers Bâle. D'autres grands projets sont à l'étude.

Société de Recherches et d'Exploitations pétrolifères et Société de Recherches d'Hydrocarbures. — Voir le compte rendu dans la « R. G. E. », du 26 janvier 1924, t. xv, p. 151.

Les produits de l'exercice comprenant les bénéfices sur ventes et installations, les produits du portefeuille et divers se sont élevés à 14 709 336,73 fr; il faut y ajouter le report de l'exercice précédent qui est de 44 155,05 fr.

Les dépenses comprennent : les frais généraux d'administration et divers 322 807,20 fr, les impôts divers 80 734,14 fr, divers amortissements 3 250 246,57 fr; au total, 3 millions 653 887,93 fr.

Le solde bénéficiaire s'élève à 11 099 603,88 fr; il se répartit ainsi :

5 pour 100 à la réserve légale, un premier dividende de 4 pour 100 aux actions, 432 026,33 fr au conseil, un deuxième dividende de 15 fr aux actions avec un report de 40 363,58 fr, un dividende de 48 fr aux parts bénéficiaires avec un report de 10 441,53 fr.

Le dividende, fixé à 25 fr pour les actions et à 48 fr pour les parts bénéficiaires, est payable, sous déduction des impôts, à partir du 1er juillet 1924.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.

	fr
Frais de constitution de la société	1 507 280,16
Frais d'émission des obligations	1 734 224 »
Premier établissement	46 962 628,03
Portefeuille	35 155 288,66
Mobilier du siège social	1 »
Brevets	1 »
Approvisionnements, travaux en cours et provisions versées sur commandes en cours	96 741 918,94
Caisses et banques	16 481 124,95
Débiteurs divers	40 196 950,67
Annuités de l'Etat	51 982 308 »
	290 761 725,41

Passif.

	fr
Capital :	
320 000 actions de 250 fr	80 000 000 »
43 000 parts bénéficiaires	pour mémoire
Réserve légale	2 349 594,68
Réserve extraordinaire	5 255 894,55
Fonds d'amortissement et de renouvellement	25 800 000 »
Fonds de prévoyance	2 000 000 »
Provision pour régularisation des cours des matières premières	4 174 138,10
Créditeurs divers	44 202 731,33
Coupons restant à payer	578 688,07
Provisions reçues sur commandes en cours	57 925 867,30
Versements à effectuer sur titres	5 933 012,50
Obligations à 6 pour 100 garanties par l'Etat	24 350 000 »
A reporter	252 569 926,53

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 29 septembre 1923, t. xiv, p. 471.

Report...	252 569 926,53
Intérêts à recevoir de l'Etat	27 092 195 »
Profits et pertes : solde	11 099 603,88
	290 761 725,41

Société algérienne d'Eclairage et de Force.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 6 MAI 1924.

La reprise de l'activité industrielle, qui s'était manifestée en Algérie l'année précédente (1), a été contrariée en 1923 par la hausse survenue sur le charbon qui a provoqué de la part de certains abonnés de force motrice des restrictions notables de consommation. Les pluies exceptionnellement abondantes qui ont favorisé l'agriculture ont eu pour effet immédiat de diminuer les fournitures correspondant à l'irrigation, de sorte que la progression des ventes, qui a été due à peu près exclusivement au développement des distributions, s'est légèrement ralentie, elle mérite néanmoins d'être signalée.

Le capital social a été porté, au cours de l'année écoulée, de 12 à 20 millions et toutes les actions sont actuellement assimilées aux actions de numéraire d'origine.

L'usine d'Hussein-Dey, qui dessert la région d'Alger, a produit 22725850 kw-h contre 21974470 en 1922. Le service a été presque entièrement assuré par les deux nouvelles unités de 2000 et 3000 kw.

Le réseau a pris un important développement, d'une part vers l'est, où une artère à 30000 v a été poussée par Ménerville jusqu'à Bordj-Menaïel, et d'autre part vers l'ouest, où la société alimente Marengo. Ces localités sont situées respectivement à une distance d'environ 60 km d'Alger, de sorte que le réseau actuel s'étend parallèlement à la mer sur une zone de 120 km de largeur.

Des distributions ont été établies dans les communes d'Ameur-el-Aïn, Bourkika, Maison-Blanche, Marengo, Meurad, Saint-Ferdinand et Tipaza.

L'usine de Mers-el-Kébir a produit, pour l'alimentation de la région d'Oran, 5242961 kw-h contre 4517440 en 1922.

Les travaux d'extension des réseaux, poursuivis au cours des précédents exercices, ont entraîné un développement rapide de la clientèle. Pour faire face à ces besoins, il est nécessaire d'envisager à bref délai l'établissement de nouvelles chaudières; des dispositions ont été prises pour installer à l'usine de Mers-el-Kébir, dans le cours de la présente année, quatre unités de 368 m^2 qui doubleront la capacité de production de la chaufferie. Un poste à 18000/30000 v et une double ligne à mêmes tensions ont été construits d'autre part; ils assureront l'alimentation directe du réseau extérieur.

Les installations de Beni Saf de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid et celles de la commune de Kléber ont été raccordées au réseau au cours de l'année.

Dans le litige survenu entre les Chemins de fer algériens de l'Etat et plusieurs sociétés, dont la Société algérienne d'Eclairage et de Force, à l'occasion de la liquidation du Groupement charbonnier d'Algérie, le tribunal civil, statuant sur la question préjudicielle de compétence, a donné gain de cause aux sociétés. L'appel, interjeté par l'adversaire sur cette décision, est pendant devant la Cour d'Alger.

Les recettes d'exploitation se sont élevées à 12433963,70 fr contre 9540084,45 fr en 1922 et les dépenses à 7131860 fr contre 5710026,10 fr. Le produit d'exploitation est de 5302103,70 fr contre 3830058,35 fr l'an dernier; les bénéfices réalisés par le service des installations et les profits divers le portent à 5499274,95 fr.

Les charges sociales atteignent 528917,67 fr auxquels il y a lieu d'ajouter : le montant du loyer versé à la Compagnie centrale d'Energie électrique, 787500 fr; les amortissements, 1877790,71 fr; la dotation du compte « renouvellement et grosses réparations », 300000 fr.

Sur le bénéfice net de 2005066,57 fr, il est prélevé : 5 pour 100 pour la réserve légale, un premier dividende de 6 pour 100 aux actions anciennes, un premier dividende de 6 pour 100 prorata temporis aux actions nouvelles.

Sur le solde de 956813,24 fr, 10 pour 100 au conseil, un dividende supplémentaire de 4 pour 100 aux actions anciennes, un dividende supplémentaire de 4 pour 100 prorata temporis aux actions nouvelles.

Il reste 229131,92 fr qui, ajoutés au report de l'exercice précédent, 301114,57 fr, donne un total de 530246,49 fr.

Sur ce reliquat, il est affecté, à titre de dotation du compte « Renouvellement et grosses réparations », 306008 fr et on reporte à nouveau une somme de 224238,49 fr.

La prime d'émission des 32000 actions nouvelles ayant fait l'objet de la dernière augmentation de capital s'est élevée à 960000 fr, desquels ont été déduits les frais de l'opération, qui sont de 346008 fr.

Le solde de 613992 fr doit supporter, en vue de l'attribution aux actions nouvelles d'un dividende égal à celui des actions anciennes, un prélèvement de 420000 fr.

Le reliquat disponible s'élevant à 193992 fr est affecté au compte « renouvellement et grosses réparations » qui se trouve ainsi porté à 800000 fr.

Le dividende est payable, depuis le 15 mai 1924, à raison de 25 fr par action, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 5.

Le coupon n° 4 a été affecté à l'exercice du droit de souscription réservé aux anciens actionnaires sur les titres faisant l'objet de la récente augmentation de capital.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923.

Actif.	fr
Frais de constitution	1 »
Usines, sous-stations et postes de transformation :	
Terrains et bâtiments	1 032 366,39
Matériel mécanique et électrique	2 853 789,50
Réseau de distribution aérien et souterrain	9 392 013,81
Gros et petit outillage	23 445,28
Compteurs et appareils en location	742 385,28
Installations téléphoniques	1 »
Mobilier	1 »
Acquisitions des fonds de commerce des secteurs d'Alger et d'Oran	2 290 585,60
Approvisionnements et marchandises en magasin	3 812 751,19
Caisses, banques et titres en portefeuille	3 105 063,74
Débiteurs divers et comptes d'ordre	2 440 007,78
	25 692 411,57

Passif.	fr
Capital :	
80 000 actions de 250 fr	20 000 000 »
Réserve légale	125 676,12
Renouvellement et grosses réparations	300 000 »
Prime sur augmentation de capital	613 992 »
Créditeurs divers et comptes d'ordre	2 342 375,06
Coupons restant à payer	4 186,35
Profits et pertes :	
Reliquat du précédent exercice	301 114,57
Reliquat de l'exercice 1922	2 005 066,55
	25 692 411,57

(1) Voir *R. G. E.*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1067.

FIN DU TOME XV

BULLETIN R. G. E.

Supplément hebdomadaire

de la

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

TOME XV

5 Janvier 1924 — 28 Juin 1924



PARIS

AUX BUREAUX DE LA REVUE

12, Place de Laborde (8e arr^t)

1924

TABLE DU BULLETIN R. G. E.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La participation aux bénéfices devant le Conseil supérieur du Travail. — Nous avons publié dans notre numéro du 24 novembre 1923, t. XIV, p. 166 B, une courte note dans laquelle étaient indiqués les résultats des votes émis par le Conseil supérieur du Travail dans sa session de novembre sur la question de l'obligation de la participation aux bénéfices. Le « Bulletin quotidien de la Société d'Etudes et d'Informations économiques » du 22 décembre publie, sur le même sujet, une note beaucoup plus étendue, qu'il nous paraît intéressant de reproduire.

1. La participation du personnel, employés et ouvriers, aux bénéfices de l'affaire occupant ce personnel, ayant été pratiquée avec succès dans un certain nombre, très restreint d'ailleurs, de maisons de commerce et d'industrie, est apparue aux yeux de diverses personnes comme devant, en toutes circonstances, constituer une solution efficace pour les problèmes d'ordre économique et social du temps présent.

Malgré les sages avis de la Société pour l'Etude pratique de la Participation aux Bénéfices et de M. Paul Delombre, l'éminent président de cette société, ardent partisan et apôtre de la participation dans les cas où elle est pratiquement réalisable, ces personnes ont voulu généraliser et rendre obligatoire, pour toutes les entreprises, l'application d'un système dont les bons résultats semblent à la société, présidée par M. Delombre, et à la très grande majorité des gens qui en ont fait l'étude ou l'expérience, n'être dus qu'au régime de liberté complète sous lequel ont pris naissance et se sont développées les participations déjà réalisées.

L'idée de l'obligation s'est ainsi répandue dans certains milieux où on s'applique à l'étude des questions d'ordre économique et social. Elle a conquis un certain nombre de parlementaires et donné lieu au dépôt de plusieurs propositions de lois.

Cependant, dans les milieux directement et pratiquement intéressés, il ne semblait pas, tant chez les ouvriers et employés que chez les patrons, qu'on reconnût à la participation aux bénéfices les mêmes avantages, le même intérêt ni surtout les mêmes possibilités de mise en pratique généralisée.

Cette divergence d'appréciation ayant été mise en évidence par diverses enquêtes, le gouvernement voulut, pour éclairer plus complètement sa religion, demander l'avis du Conseil supérieur du Travail qui, composé en majeure partie de patrons et d'ouvriers élus par leurs pairs, est particulièrement qualifié pour exprimer les sentiments des différentes fractions du monde du travail sur de telles questions, dont l'étude est déjà l'objet même de son institution.

2. Lors de la session de novembre dernier du Conseil supérieur du Travail, M. le ministre du Travail prévint donc le Conseil qu'il mettait à l'ordre du jour de la session de novembre 1923 l'étude de la participation obligatoire aux bénéfices, étude à la préparation de laquelle son administration collaborerait avec la Section permanente du Conseil supérieur pendant l'intervalle des deux sessions de 1922 et 1923.

Dès les premières réunions de la Commission permanente et au cours de l'enquête à laquelle cette commission se livra pour compléter ou contrôler les renseignements fournis par les enquêtes antérieurement faites, et dont les résultats lui furent communiqués, il apparut que la participation aux bénéfices, généralisée et obligatoire, ne semblait ni désirable ni praticable aux ouvriers ou aux patrons. L'un des délégués ouvriers résuma même cette situation quelque peu exceptionnelle au Conseil supérieur du Travail, en déclarant à ses collègues patrons : Pour une fois, nous allons avoir la chance de nous trouver tous d'accord.

En effet, lorsque la commission permanente passa à la discussion finale et aux votes devant servir de base à ses conclusions, ce fut à l'unanimité, moins une voix, qu'elle repoussa le principe général de l'obligation, puis le principe de l'obligation limitée à certaines catégories professionnelles. Les 12 opposants comprenaient 7 patrons et 5 ouvriers; le seul partisan de l'obligation étant de la catégorie que l'on désigne au Conseil supérieur du Travail sous la dénomination d'*autres membres*, et qui comprend les membres qui ne sont pas élus à titre de patrons ou d'ouvriers par les Chambres de Commerce, les syndicats ouvriers et les conseils de prud'hommes. Dans le cas présent, l'« autre membre » était le représentant des coopératives de production.

Ce même partisan de l'obligation proposa alors d'appliquer cette obligation aux affaires organisées sous la forme de sociétés anonymes, mais resta encore seul de son avis contre 9 votants en sens inverse.

En ce qui concerne les adjudicataires de travaux ou de fournitures pour l'Etat et les administrations publiques, une proposition semblable recueillit une voix ouvrière, elle eut donc deux voix pour elle, mais fut repoussée par 9.

Ce n'est que lorsqu'on arriva au cas des entreprises permanentes concédées par l'Etat, ou par les administrations publiques (département, villes...) telles que les concessions de transport ou celles d'éclairage que, du côté ouvrier, se manifesta le désir d'imposer à ces entreprises, d'un caractère particulier et restreint, l'obligation de pratiquer la participation aux bénéfices.

La proposition ne fut pourtant pas adoptée, la commission permanente s'étant trouvée partagée en deux parties égales huit voix pour, huit voix contre.

Du côté ouvrier, on se rabattit alors sur une proposition tendant à donner aux administrations publiques (sauf à l'Etat qui, étant souverain, n'a pas besoin d'autorisation) la faculté d'imposer par leurs cahiers des charges la participation aux bénéfices aux candidats à l'obtention de concessions permanentes. Du côté patronal, on ne crut pas devoir repousser une proposition aussi restreinte, et un seul patron y resta opposé.

L'adoption de cette proposition dans de telles conditions est due, pour une bonne part, à la déposition d'un industriel important qui, invoquant l'expérience faite par lui avec grand succès dans la conduite d'un des anciens secteurs d'éclairage électrique de Paris, plaida avec une chaleureuse et communicative conviction pour l'application obligatoire de la participation dans les entreprises à caractère étroitement délimité que sont les concessions de ce genre ; peut-être ajouta-t-il à cela le désir des membres patrons de faire acte de bon vouloir sur un point qui ne leur apparaissait pas comme important, vis-à-vis de leurs collègues ouvriers qui, sur tous les principes essentiels, s'étaient, pour une fois, comme avait dit l'un d'eux, montrés d'accord avec eux.

Mais cette légère exception pouvant, suivant le dicton populaire, être présentée comme confirmant la règle, la conclusion bien nette et évidente des travaux de la Commission permanente était que, unanimement, ouvriers et patrons ne considèrent nullement comme opportune, désirable et pratiquement réalisable, l'obligation de la participation aux bénéfices.

3. Les délibérations de l'ensemble du Conseil supérieur dans la session dont les séances eurent lieu du lundi 12 novembre au vendredi 16 novembre 1923 ne firent que confirmer cette conclusion.

Conformément aux termes du rapport présenté au nom de la Commission permanente, le principe général de l'obligation se trouva écarté sans même faire l'objet d'un vote; le seul membre de la Commission permanente qui s'était montré partisan de cette obligation ayant renoncé à provoquer une délibération sur ce point. Il reprit cependant sa proposition écartée par la Commission permanente et qui concernait les sociétés anonymes, le Conseil supérieur l'écarta aussi à mains levées par 33 voix contre 7.

Un délégué ouvrier reprit ensuite la proposition concernant l'obligation pour tous les concessionnaires permanents des administrations publiques, proposition qui n'avait été écartée par la Commission permanente qu'à égalité des voix; elle fut, au scrutin, nettement repoussée par 29 voix contre 18.

Quant à la proposition tendant à donner aux administrations publiques, non l'obligation mais la faculté de faire de la participation aux bénéfices une clause des cahiers des charges de leurs concessions, le Conseil la repoussa aussi par un scrutin donnant 23 voix contre et 19 pour.

Plusieurs membres du Conseil, dont le représentant des entreprises de transport, firent ressortir des aspects de cette question qui n'avaient pas été mis en lumière dans l'enquête de la section permanente. C'est leur intervention qui fit disparaître, dans les conclusions d'ensemble du Conseil supérieur, la seule petite exception au rejet de l'obligation qui avait été admise par la Commission permanente.

Le Conseil supérieur du Travail s'est donc aussi catégoriquement que possible prononcé contre toute idée d'obligation et cela sans aucune exception.

Si l'on veut rechercher, comme il a été fait plus haut pour la Commission permanente et comme le mode spécial de scrutin du Conseil supérieur le rend possible, la part de chacune des catégories de membres du Conseil dans ce résultat final, voici ce qu'on peut trouver, après avoir rappelé que la composition du Conseil supérieur est la suivante : 32 délégués patrons et 32 délégués ouvriers ou employés auxquels s'ajoutent 14 autres membres.

Ces autres membres sont : un représentant de la Chambre de Commerce de Paris, un représentant des coopératives de consommation et un des coopératives de production, trois membres de l'Institut ou professeurs de la Faculté de Droit de Paris désignés par le Gouvernement, 3 sénateurs et 5 députés désignés par leurs collègues du Sénat et de la Chambre.

Sur la question générale de principe, unanimité presque absolue, nous disons *presque* pour tenir compte de la déclaration du représentant des coopératives de production qui, tout en renonçant à demander une délibération et un vote, déclara conserver l'opinion émise par lui devant la Commission permanente. Donc, sur ce point aucun doute, patrons, ouvriers, autres membres sont d'accord.

Sur la proposition du représentant des coopératives de production concernant les sociétés anonymes, il fut voté à mains levées, tant l'opinion de la majorité paraissait certaine avant le vote. Il est cependant facile de voir que, comme à la Commission permanente, l'auteur de la proposition eut bien peu d'ouvriers avec lui. En effet, le jour du vote, il y avait 55 présents dont 26 patrons, 22 ouvriers ou employés et 7 autres membres. Comme les 7 voix qui se prononcèrent pour la proposition comprenaient au moins celle de l'« autre membre » auteur de la proposition, si aucun « autre membre » n'a voté avec lui, on trouve que sur 22 ouvriers et employés présents, 6 au grand maximum ont appuyé cette proposition, donc moins du tiers.

Le vote sur l'*obligation* pour les concessionnaires des administrations publiques ayant eu lieu au scrutin, celui-ci montre que la majorité qui la repoussa se composait des 23 patrons présents ce jour-là, d'un ouvrier et de 5 « autres membres », la minorité comprenant 17 ouvriers et un « autre membre ». Comme il y avait 22 ouvriers et 7 « autres membres » présents, il apparaît que 4 ouvriers et un « autre membre » se sont abstenus.

Enfin, pour l'insertion facultative de l'obligation dans les cahiers des charges des concessions, le scrutin décompose la majorité en 20 patrons et 3 autres membres et la minorité en 17 ouvriers et 2 autres membres, montrant donc que 5 ouvriers se sont abstenus.

Il ressort de ces deux votes que, même pour les cas très restreints, l'ensemble des représentants ouvriers n'a pas été partisan de l'obligation.

Après ces divers votes, le Conseil supérieur du Travail a, dans sa dernière séance, tenu à définir ce qu'on devait entendre par « participation aux bénéfices », quoiqu'il sem-

blât à nombre de ses membres que cela devenait inutile, puisqu'il n'avait admis aucune restriction au principe de la liberté de la participation. S'il s'est livré à ce travail, qualifié d'académique par quelques membres, cela tient à ce que la discussion avait montré que, dans nombre d'esprits, surtout en dehors du Conseil (et cela avait apparu dans les dépositions faites au cours de l'enquête), il y avait confusion entre la participation aux bénéfices, d'une part et, d'autre part, les primes à la production ou à la bonne gestion, instituées dans bien des affaires et dans des entreprises concédées, pour intéresser le personnel au bon rendement de travail et le faire par suite participer aux résultats de ce travail, ce qui est tout autre chose.

4. Ce compte rendu serait incomplet s'il ne faisait mention d'un incident soulevé à la fin de la première séance par un « autre membre », M. le député Justin Godart qui, dans cette session comme dans d'autres antérieures, a tenu à prendre une part très active, et parfois une attitude de chef de file, du côté ouvrier, s'écartant ainsi de la réserve observée en général par les sénateurs et députés envoyés au Conseil supérieur du Travail par leurs collègues. Ces parlementaires, ainsi que cela ressort des déclarations faites par plusieurs d'entre eux à diverses reprises, se considèrent en général comme devant surtout jouer un rôle d'observateurs dans les discussions entre patrons et ouvriers et profiter de leur présence pour recueillir les arguments et les renseignements mis en avant par ces hommes d'expérience pratique afin d'en faire profiter les Assemblées parlementaires dont ils font partie.

L'intervention de M. Justin Godard, qui avait recueilli, pour l'appuyer, l'adhésion d'une forte partie des délégués ouvriers, avait pour but de substituer à l'étude de la participation obligatoire aux bénéfices, celle de la participation du personnel, ouvriers et employés, à la gestion et à la direction des affaires commerciales et industrielles en prenant pour prétexte de ce changement d'ordre du jour la liaison qu'il disait exister entre ces deux sortes de participations, la participation aux bénéfices n'ayant à son avis d'intérêt et même de possibilité qu'autant que le personnel aurait une participation dans la gestion.

Cette diversion ne fut pas admise, malgré toute l'énergie et toute l'insistance mises à son service par M. Justin Godard, car le représentant du ministre et le président de la séance refusèrent de la laisser soumettre à une délibération du Conseil supérieur, dont le ministre seul a le droit d'arrêter l'ordre du jour.

M. Justin Godard, le lendemain, s'inclina devant ces objections et transforma sa proposition en un vœu déposé, suivant l'usage, en fin de session, pour être transmis à M. le ministre du Travail, mais il n'en tint pas moins à développer assez longuement les motifs qui l'avaient amené à vouloir faire cette proposition, et, au cours des discussions ultérieures, quelques-uns des délégués ouvriers firent dans le même sens quelques digressions que, du côté patronal, on ne crut pas devoir relever pour ne pas faire dévier le débat de son objet bien défini.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — L'ÉLECTRIFICATION DANS LA CÔTE-D'OR. — Le Conseil général de ce département, dans une session extraordinaire, a décidé d'électrifier les 493 communes du département qui n'ont pas encore le courant électrique. Elles seront classées en 15 ou 20 syndicats et la dépense approximative prévue s'élèvera à 33500000 fr, soit 300 fr environ par habitant. Il y sera fait face au moyen d'une subvention de l'Etat de 7980000 fr; d'un prêt de 12780000 fr à trois pour 100 consenti par l'Office du Crédit Agricole; d'une subvention imposée aux communes s'élevant à 25 pour 100 des dépenses du réseau de distribution intercommunal, soit 4275000 fr; enfin, d'un emprunt de 8 millions 515000 fr à réaliser par les syndicats auprès des populations intéressées ou du Crédit Foncier. Pour garantir les deux emprunts le Conseil général a voté 14,5 centimes additionnels : seuls, les syndicats auront droit aux subventions départementales.

Les prix du courant ont été ainsi fixés pour tous les syndicats adhérents : 2 fr par kilowatt-heure pour la lumière et 1,20 fr par kilowatt, force motrice.

DÉCHÉANCES DE CONCESSIONNAIRES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — *Côte d'Or.* — Par un arrêté ministériel récent, M. R., industriel à Saint-Seine-sur-Vingeanne a été déclaré déchu de la concession de distribution d'énergie électrique à tous usages qui lui avait été accordée en septembre 1912 par la commune de Tilchâtel.

Rhône. — Par arrêté ministériel, les concessionnaires de la distribution publique d'Energie électrique à tous usages dans les communes de Chamelet, Poule, Saint-Nizier-d'Azergues et Sainte-Paule ont été déclarés déchus de ladite concession.

PROJET D'ÉTABLISSEMENT DE RÉSEAUX RURAUX. — *Côte-d'Or.* — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Lacanche.

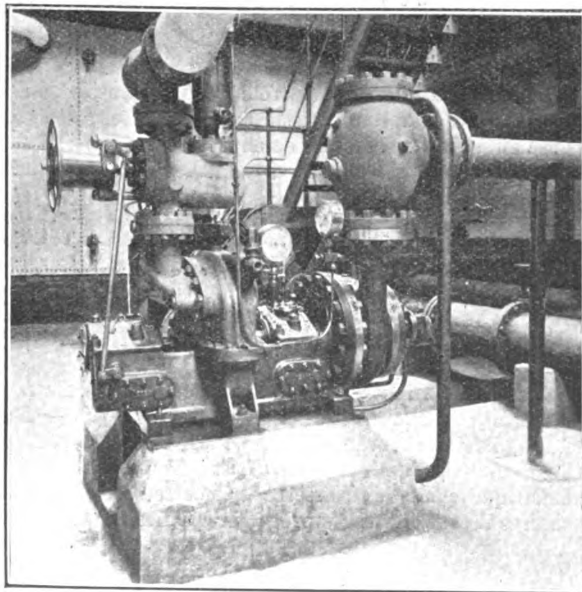
Seine-et-Oise. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural du département de Seine-et-Oise au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de Bondoufle, Limay et Choisel.

Vaucluse. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux dans les communes de Saint-Martin-de-la-Braque, La Motte-d'Aigues et Carrières-d'Aigues.

Combustibles — PRIX DES CHARBONS POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE POUR LE TROISIÈME TRIMESTRE 1923. — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coefficients de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le troisième trimestre 1923 [1] a été fixé comme il est indiqué ci-après pour les différentes régions de la France.

[1] Les différentes publications des prix relatifs aux deuxième, troisième et quatrième trimestres 1921 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 27 mai 1922, t. XI, p. 164-B, et celles relatives aux quatre trimestres de l'année 1922 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 16 juin 1923, t. XIII, p. 190 B.

Les informations relatives au premier trimestre 1923 ont été publiées dans les « Bulletins R. G. E. » des 9 et 16 juin 1923, t. XIII, p. 184 B et 190 B; celles relatives au 2e trimestre 1923 ont été publiées dans le « Bulletin R. G. E. » du 15 septembre 1923, t. XIV, p. 85 B. Une première information relative au troisième trimestre 1923 a été insérée dans le « Bulletin R. G. E. » du 22 décembre 1913, t. XIV, p. 200 B.



Une des turbo-pompes alimentaires WEIR fournies à la SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DE L'ESCAUT, Anvers. (*Débit : 120 m³/heure — Pression : 27 kg/cm²*).

USINES	RAISON SOCIALE	DÉPARTEMENTS	PRIX HOMOLOGUÉ PAR TONNE
			Francs
Angers	Compagnie d'Electricité d'Angers et extensions	Maine-et-Loire	124,37
Beautor	Compagnie électrique du Nord	Aisne	101,71
Bourges	Production, Transport, Distribution	Cher	119,25
Brest	Compagnie d'Electricité de Brest	Finistère	146,52
Caen	Société d'Electricité de Caen	Calvados	131,06
Chantenay	Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Loire-Inférieure	129,16
Cherbourg	Société « Gaz et Eaux »	Manche	149,84
Dijon	Société dijonnaise d'Electricité	Côte-d'Or	107,13
Epernay	Société anonyme des Usines à Gaz du Nord et de l'Est	Marne	119,80
Faymoreau	Energie électrique de l'Ouest de France	Vendée	135,00
Garchizy	Compagnie continentale Edison	Nièvre	124,20
Havre-Yainville	Société havraise d'Energie électrique	Seine-Inférieure	122,06
Hirson	Electricité et Gaz du Nord	Aisne	93,83
Jeumont-Maubeuge	Electricité et Gaz du Nord	Nord	93,83
Limoges	Compagnie centrale d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Haute-Vienne	145,71
Lomme	Electricité et Gaz du Nord	Nord	86,95
Le Mans	Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans	Sarthe	166,83
Marseille	Compagnie d'Electricité de Marseille	Bouches-du-Rhône	108,43
Mohon	Est-Electrique	Ardennes	138,27
Mouche (La)	Compagnie du Gaz de Lyon	Rhône	115,20
Orléans	Société orléanaise pour l'Eclairage au Gaz	Loiret	137,65
Penhoet-Saint-Nazaire	Energie électrique de la Basse-Loire	Loire-Inférieure	139,42
Rai-Couterne	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Orne	151,32
Roanne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	114,64
Rouen-Quévilly	Compagnie centrale d'Energie électrique	Seine-Inférieure	139,89
Saint-Dizier	Energie électrique de Meuse-et-Marne	Haute-Marne	109,43
Saint-Etienne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	108,00
Segré	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Maine-et-Loire	157,31
Troyes	La Champagne électrique	Aube	114,10
Tuilière-Floirac	Energie électrique du Sud-Ouest	Dordogne	150,40
Valenciennes	Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin	Nord	85,10
Vannes	Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans	Morbihan	150,96
Vierzon	Le Centre électrique	Cher	122,15
Vincey-Nancy	Compagnie lorraine d'Electricité	Meurthe-et-Moselle	109,32
Montluçon	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Allier	119,94

La production charbonnière dans la Sarre en octobre 1923. — La production nette des mines de la Sarre, y compris les mines de Frankenholz, s'est élevée à 1 172 513 t en octobre, contre 1 088 865 t le mois précédent et 936 600 t en 1922 (moyenne mensuelle); ainsi l'extraction dépasse très sensiblement son niveau de 1913 (moyenne mensuelle 1 100 000 t).

Il a été fabriqué par les usines annexes des mines 16 009 t de coke, contre 15 536 en septembre. Le 31 octobre 1923, les stocks de combustibles (houille et coke) sur le carreau des mines atteignaient 198 442 t, au lieu de 151 396 le 30 septembre. Aux mêmes dates, l'effectif du personnel inscrit (ingénieurs, employés et ouvriers) ressortait à 76 885 et 76 491 personnes respectivement.

Télégraphie. Téléphonie. — Les travaux du cable téléphonique Paris-Rouen-Le Havre. — A la récente question d'un parlementaire concernant le projet d'installation du câble téléphonique souterrain Paris-Rouen-Le Havre, le sous-secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes vient de répondre que ce projet fait actuellement l'objet d'une étude approfondie poursuivie par les techniciens de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, de concert avec les constructeurs éventuels. La commande ferme, sous forme de marché, pourra être passée dans le courant de décembre. Un délai de dix-huit mois à deux ans est à envisager pour l'achèvement total de l'entreprise.

Un nouveau cable Paris-Lille. — La direction des Postes, Télégraphes et Téléphones prend actuellement toutes mesures pour la pose d'un nouveau câble aérien entre Paris et Lille, en attendant l'installation du câble souterrain. A Lille et à Paris, on préparerait simultanément les installations de meubles destinés à recevoir les soixante-trois circuits. Vingt circuits, dont six nouveaux seraient affectés à Roubaix-Tourcoing.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

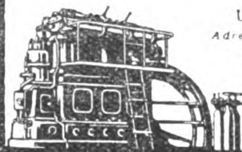
Constitutions. — Société d'électrification rurale du Centre. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 décembre 1923, p. 831, cette société en formation a pour objet l'acquisition, l'aménagement et l'exploitation de toute usine thermique ou hydraulique en vue de production et distribution d'électricité et généralement toutes entreprises ou opérations commerciales et industrielles se rattachant directement ou indirectement à l'industrie de l'éclairage, du chauffage et de la force motrice par n'importe quel système existant ou à venir.

Le siège social est à Moulins (Allier), 18, avenue Théodore-de-Banville.

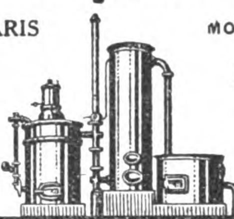
La durée est de quatre-vingt-dix-neuf ans à compter de sa constitution définitive.

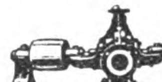
Le capital est de 500 000 fr, divisé en 1 000 actions de 500 fr chacune, sur lesquelles 300, entièrement libérées, sont attribuées à l'apporteur; le surplus à souscrire et payable en numéraire.

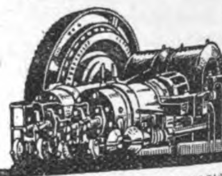
Société lozérienne d'Energie électrique. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 décembre 1923, p. 832, cette société en formation a pour objet la production et la distribution de l'énergie électrique dans la commune de Mende, les com-











munes environnantes et dans le département de la Lozère, ainsi que toutes opérations mobilières et immobilières, commerciales, industrielles et financières se rattachant directement ou indirectement à l'objet social.

Le siège social est au Cheylard (Ardèche), rue de l'Hôtel-de-Ville.

La durée est de soixante-quinze ans, à dater du jour de la constitution définitive.

Le capital social est de 1 050 000 fr divisé en 2 100 actions de 500 fr chacune, dont 2 000 actions à souscrire en numéraire.

Augmentations de capital. — COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 décembre 1923, p. 935, cette société, dont le siège est à Paris, 6, rue Caroline, va porter le capital de 10 à 15 millions de francs, par l'émission à 150 fr de 50 000 actions de numéraire de 100 fr. Les deux premiers quarts plus la prime, soit 100 fr, sont à verser à la souscription.

Les actions nouvelles porteront jouissance du 1er novembre 1923 et auront droit, pour l'exercice 1923-1924, à un premier dividende de 5 pour 100 pendant six mois sur les sommes appelées et à un deuxième dividende égal à 50 pour 100 du superdividende attribué aux actions anciennes pour ledit exercice 1923-1924.

Le Conseil a réservé un droit de préférence à titre irréductible pour la souscription des 50 000 actions nouvelles aux propriétaires des actions anciennes, soit une action nouvelle pour deux anciennes, contre remise du coupon 20. Il ne sera pas délivré de fraction de titres nouveaux et les souscriptions à titre réductible ne sont pas admises.

SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DE BELCHAMP. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 décembre 1923, p. 831, cette société, dont le siège est à Montbéliard (Doubs) va procéder à une augmentation de capital de 1 million de francs divisée en 1 000 actions de 1 000 fr chacune, décidée par une assemblée générale extraordinaire des actionnaires de la société, tenue le 14 décembre 1922 et par une délibération du Conseil d'administration en date du 31 octobre 1923.

Les actionnaires ont un droit de préférence à la souscription des actions nouvelles, dans la proportion des actions qu'ils possèdent, à raison de une action nouvelle pour deux actions anciennes possédées.

Le montant des actions nouvelles sera payable : un quart en souscrivant et le surplus par quart, les 1er avril, 1er juillet et 1er octobre 1924 ; les actionnaires pourront se libérer par anticipation ; les actions nouvelles auront droit au premier intérêt de 5 pour 100 prévu aux statuts sur le montant versé des actions à partir du jour du versement, et participeront à la répartition du surplus des bénéfices revenant aux actionnaires, à partir du 1er juillet 1924, au même titre que les anciennes.

SOCIÉTÉ ARTÉSIENNE DE FORCE ET LUMIÈRE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 décembre 1923, p. 832, cette société, dont le siège est à Paris, 97, rue de Lille, va porter le capital social de 8 millions de francs à 24 millions de francs par l'émission de 32 000 actions de 500 francs, qui seront créées jouissance de l'exercice 1923-1924, commencé le 1er juillet 1923. Elles seront émises au pair, soit à 500 francs, et payables moitié de la valeur nominale à la souscription et le surplus suivant décision du Conseil d'administration. Un droit de préférence à raison de deux actions nouvelles pour une action ancienne sera exercé par les actionnaires actuels par application de l'article 6 des statuts. Le capital social sera ainsi porté à 24 millions de francs, divisé en 48 000 actions de 500 francs chacune.

SOCIÉTÉ ÉLECTRIQUE DU NORD DE LA GIRONDE. — L'assemblée générale tenue récemment a approuvé le plan d'électrification proposé par le Conseil d'administration, qui comporte, entre autres, la production du courant par les propres moyens de l'Energie électrique du Sud-Ouest. En outre, elle a décidé de porter le capital de 3 à 5 millions de francs par la création de 8 000 actions de 250 francs à émettre en quatre tranches de 500 000 francs, dont la première immédiatement. L'assemblée a décidé également la création de 500 000 francs de bons à 5 pour 100, remboursables en 20 ans. En exécution des décisions prises par l'assemblée des actionnaires du 30 mai 1923, la gestion de la société, durant les deux derniers exercices (1er janvier 1921-31 décembre 1922) sera soumise à une enquête. Trois membres du Conseil d'administration et les deux commissaires des comptes sont chargés de ce soin.

Diminution de capital. — SOCIÉTÉ HYDRO-ÉLECTRIQUE DES BASSES-PYRÉNÉES. — Une assemblée extraordinaire de cette société, tenue récemment, a décidé la réduction du capital, qui sera ramené de 4 millions à 3 500 000 fr, avec assimilation de toutes les actions. La société envisage une augmentation de capital très prochaine ; ce dernier serait porté à 8 ou 10 millions de francs.

Divers. — TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU HAVRE. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 28 décembre 1923, sous la présidence de M. Robard, président du Conseil d'administration.

L'assemblée a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 30 juin dernier, se traduisant par un bénéfice net de 16 397 918 fr, compte tenu d'un prélèvement de 1 706 575 fr sur la prime d'émission et du report de l'exercice précédent, de 161 156 fr.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée a décidé la répartition suivante de ce total distribuable :

5 pour 100 à la réserve légale : 723 509 fr ; amortissement général : 3 000 000 fr ; premier dividende de 5 pour 100 : 4 500 000 fr ; tantièmes du conseil : 624 667 fr ; deuxième dividende de 8 pour 100 ; 7 200 000 fr ; report à nouveau : 349 741 fr.

Le dividende, ainsi fixé à 13 fr brut, sera payable à partir du 30 décembre courant, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 26.

OMNIUM FRANÇAIS D'ELECTRICITÉ. — L'assemblée ordinaire tenue récemment, au siège social, à Paris, 157, boulevard Péreire, sous la présidence de M. Bligny, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice clos le 30 juin 1923.

Les bénéfices bruts se sont élevés à 1 389 268,73 fr. Après déduction des frais généraux et divers et affectation d'une somme de 720 460,75 fr aux amortissements, le solde débiteur ressort à 584 352,85 fr, compte tenu du report bénéficiaire du précédent exercice.

UNION ELECTRIQUE. — L'assemblée ordinaire tenue le 28 décembre a approuvé les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1923 et décidé d'employer les bénéfices s'élevant à 51 787,70 fr de la manière suivante : 5 pour 100 à la réserve légale, soit 2 589,38 fr ; il reste 49 198,32 fr qui, augmentés du solde reporté de l'exercice 1921-1922, soit 9 467,05 fr, donnent un total de 58 845,37 fr qui ont été reportés à nouveau.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS

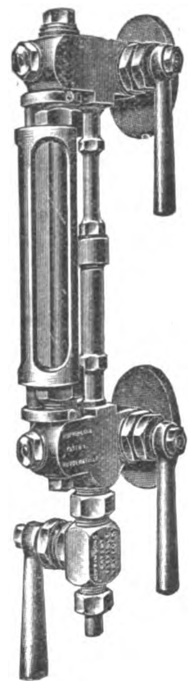
HOPKINSON

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

94, Rue Saint-Lazare — PARIS (IXe)

Registre Commerce : Seine N° 100494

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "



INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " ABSOLUTE " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

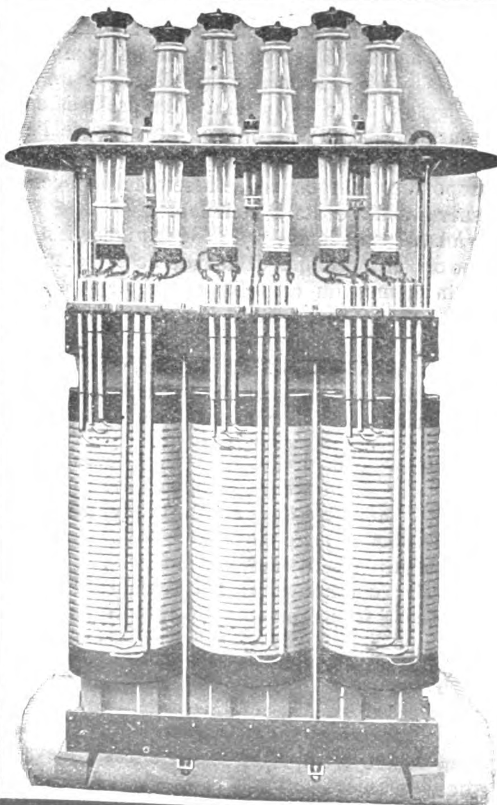
Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos SPÉCIALITÉS sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE



TRANSFORMATEURS STATIQUES

DE PUISSANCE ET DE MESURES

Puissance maximum : **1 000 KV-A**
et pour tous emplois
En cabine ou à l'extérieur
A sec ou à bain d'huile
Avec ou sans conservateur d'huile
A tous genres de réfrigération

MODIFICATIONS
et réparations de transformateurs de toutes marques



ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE BOULOGNE-SUR-SEINE

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 400 000 FRANCS

Usines et Bureaux : 87, Rue du Château et 10, Rue Jules-Simon. - Tél. Auteuil 35-21

Registre du Commerce : Seine N° 172578

T.S.F.

POSTES VARIÉS
AMPLIFICATEURS
HAUTE ET BASSE FRÉQUENCE
Boîte d'accord
Variomètres
Transformateurs spéciaux
Redresseurs de courant, etc.



MATÉRIEL " OMNIBUS "
Breveté S.G.D.G.

SOCIÉTÉ INTERCOMMUNALE D'ECLAIRAGE. — Les actionnaires de cette société, réunis récemment en assemblée ordinaire, sous la présidence de M. A. Ticier, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice clos le 30 juin dernier, présentant un solde créditeur de 374 431,78 fr, qui a été reporté à nouveau.

L'exploitation sociale s'est développée favorablement. Le nombre de mètres cubes de gaz vendus est passé, pendant l'exercice, de 2 755 457 à 3 000 089; pour l'électricité, le nombre des abonnés s'est élevé de 3 899 à 4 558.

Des participations que possède la société dans diverses firmes de distribution, aucune n'a pu entrer encore dans la période de répartition des bénéfices, du fait de certaines difficultés. En ce qui concerne la Compagnie du Gaz et de l'Electricité d'Arcachon et Extensions, qui vient de renouveler sa concession sur des bases nouvelles, et la Société Electricité, Gaz et Eau de Tonneins, ainsi que la Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées, les perspectives sont nettement meilleures, et l'on peut envisager comme prochaine la possibilité d'enregistrer pour ces sociétés des résultats normaux.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE FORCE ET LUMIÈRE. — L'assemblée ordinaire tenue dernièrement à Grenoble a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1922-1923, faisant ressortir un bénéfice de 7 388 643 fr et voté un dividende de 18,75 fr brut par action payable à partir du 27 décembre

COMPAGNIE LYONNAISE D'ELECTRICITÉ. — L'assemblée ordinaire tenue le 21 décembre 1923, à Lyon, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1922-1923 et a voté la répartition d'un dividende de 28,214 fr aux actions anciennes et 125 fr aux parts de fondateur.

Cette société anonyme, au capital de 1 200 000 fr, a son siège à Lyon, 2, rue de la République.

BREVETS RÉCENTS

565 438. — BARDOT (P.); Système d'articulation pour lampes électriques portatives, appliques, lustres ou autres appareils d'éclairage à potences inclinables, 24 avril 1923.

565 440. — AHUMADA (R.); Appareil d'illumination électrique pour le tir de nuit d'artillerie, 24 avril 1923.

565 447. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour le prélèvement sur un redresseur d'une tension continue exempte d'harmoniques, 24 avril 1923.

565 452. — DUFOUR (L.); Turbine à combustion, 24 avril 1923.

565 453. — COLLIARD (A.); Dispositif de sectionnement pour bobines de résistance de self-induction, de réaction et pour condensateurs, 24 avril 1923.

565 457. — Société dite : N. V. PHILIP'S GLOEILAMPENFABRIEKEN; Electrode pour tubes de décharge, 24 avril 1923.

565 459. — Société dite : N. V. PHILIP'S GLOEILAMPENFABRIEKEN; Tube de décharge à deux ou plusieurs électrodes, 24 avril 1923.

565 466. — LEFRAND (E.); Manipulateur pour apprendre la lecture au son de l'alphabet Morse ou autres signaux transmis par télégraphie sans fil, ou par télégraphie ordinaire, 24 avril 1923.

565 473. — Société dite : NATIONAL RADIO CORPORATION LTD; Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques et aux serre-têtes porte-récepteurs, 25 avril 1923.

565 477. — JACOMIN (J.); Interrupteur électrique à poussoir, 25 avril 1923.

565 483. — WAITE (H.-G.); Dispositif d'accord instantané pour les boites de réception de téléphonie sans fil, 25 avril 1923.

565 485. — CHABOT (A.); Lampe électrique (portative) haut-parleur pour télégraphie sans fil, 25 avril 1923.

565 497. — Société dite : COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; Procédé d'enregistrement de courbes ou diagrammes à l'aide d'étincelles électriques, 25 avril 1923.

565 498. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ; Dispositif de protection contre les oscillations parasites dans les cas où l'on emploie les canalisations électriques comme collecteurs d'ondes à haute fréquence, 25 avril 1923.

565 503. — CASTELLA (J.-J.-A.); Perfectionnements aux lampes à trois électrodes, pour la télégraphie et la téléphonie sans fil, 25 avril 1923.

565 525. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Régulateur des turbines à vapeur, 26 avril 1923.

565 537. — GILL (B.); Dispositif pour enrouler et conformer les bobines pour les machines électriques, 26 avril 1923.

565 542. — THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD; Perfectionnements aux turbines hydrauliques, 26 avril 1923.

565 543. — CORAILLET (A.); Casque pour auditions de télégraphie sans fil, 25 avril 1923.

565 550. — Société dite : THE TOMADELLI CORPORATION; Méthode et dispositif pour la production d'énergie, 20 avril 1923.

565 575. — CARREL (D.); Compensateur spécialement applicable à la télégraphie sans fil, 27 avril 1923.

565 582. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Isolateurs de suspension, 27 avril 1923.

565 583. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Appareil sensible aux variations de fréquence, 27 avril 1923.

565 586. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 27 avril 1923.

565 591. — MONER (L.); Appareil pour la production de radiations multiples, rayons X, rayons ultra-violets, plus particulièrement destiné aux applications thérapeutiques, 27 avril 1923.

565 597. — VERDIÉ (J.); Dispositif de régulateur automatique d'alimentation en eau des générateurs de vapeur, 28 avril 1923.

565 610. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS BABCOCK ET WILCOX; Perfectionnement dans les installations de générateurs à vapeur, 28 avril 1923.

565 627. — Société dite : AEROLITE ELECTRICAL SUPPLIES LTD; Perfectionnements aux dispositifs transparents de panneaux ou tableaux annonciateurs éclairés électriquement, 30 avril 1923.

565 635. — BOURRET (C.-E.-J.); Borne de tension, 30 avril 1923.

565 643. — Société dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP RAMIE UNION; Capsule isolante pour joints d'extrémités de conducteurs électriques, 30 avril 1923.

565 644. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION D'APPAREILS DE MESURE; Perfectionnements apportés aux wattheuremètres enregistreurs, 30 avril 1923.

565 648. — PEPPER (D.); Perfectionnements dans les batteries électriques, 30 avril 1923.

565 659. — Société dite : THE NEW ANTWERP TELEPHONE AND ELECTRICAL WORKS S. A.; Installation pour bureau télégraphique, 30 avril 1923.

565 664. — COUDERT (O.-P.-A.); Support permettant de transformer en haut-parleur un écouteur simple par adjonction d'un pavillon quelconque, 30 avril 1923.

565 665. — COUDERT (O.-P.-A.); Perfectionnements aux dispositifs de bouchons permettant d'utiliser les réseaux électriques pour les réceptions de télégraphie sans fil, 30 avril 1923.

565 682. — Société Lavbugle frères; Perfectionnements aux générateurs de vapeur multitubulaires, 1er mai 1923.

565 690. — Société dite : N. V. « Erda » Maatschappij voor Wetenschappelijk Aardlagenonderzoek; Procédé et appareil pour examiner les variations de section et de qualité le long de corps en matière magnétisable, 1er mai 1923.

565 693. — Société dite : N. V. « Erda » Maatschappij voor Wetenschappelijk Aardlagenonderzoek; Procédé et appareil pour perfectionner la détermination de la direction des ondes électromagnétiques, 1er mai 1923.

565 702. — Société L. Drault et Ch. Raulot-Lapointe; Dispositif destiné à augmenter l'isolement des tubes à rayons X tout en les laissant à l'air libre, 1er mai 1923.

565 706. — Rabaté (J.); Perfectionnements aux appareils de récepteurs de télégraphie sans fil, 1er mai 1923.

565 715. — Allamand (J.-L.); Perfectionnements aux bougies d'allumage, 2 mai 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 6 janvier 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Les appareils ménagers*, par M. Breton, membre de l'Institut, directeur de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

Dimanche 13 janvier 1924, 14 h 30. Conférence publique sur *Le carburant national*, par M. Daniel Berthelot, membre de l'Institut.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole pratique d'Electricité industrielle de Paris :

Mardi 8 janvier 1924, 21 heures, Café des Variétés, 7, boulevard Montmartre, Paris. — Réunion mensuelle.

Association amicale des Ingénieurs, anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Toulouse :

Jeudi 10 janvier 1924, 20 h 30. Café Sargeot, 30, rue de Chateaudun. — Réunion mensuelle; organisation du service de placement; élection du bureau de l'Association de Toulouse.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 12 janvier 1924, 17 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *L'organisation du tourisme et du thermalisme en France*, par le Dr Victor Gardette, directeur de « La Presse thermale et climatique ».

INDEX ÉCONOMIQUE

RELATIF A LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR LE TROISIÈME TRIMESTRE 1923 (1)

Transmis par le Ministère des Travaux publics.

DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr
Ain	153	205	Finistère	180	233	Nord	126	178
Aisne	139	191	Gard	146	198	Oise	157	209
Allier	157	210	Garonne (Haute-)	157	210	Orne	189	241
Alpes (Basses-)	146	198	Gers	157	210	Pas-de-Calais	126	178
Alpes (Hautes-)	146	198	Gironde	179	231	Puy-de-Dôme	149	201
Alpes-Maritimes	146	198	Hérault	146	198	Pyrénées (Basses-)	179	231
Ardèche	146	198	Ille-et-Vilaine	180	233	Pyrénées (Hautes-)	157	210
Ardennes	166	218	Indre	158	210	Pyrénées-Orientales	146	198
Ariège	157	210	Indre-et-Loire	177	229	Rhône	153	205
Aube	151	204	Isère	153	205	Saône (Haute-)	154	207
Aude	146	198	Jura	144	197	Saône-et-Loire	144	197
Aveyron	157	210	Landes	179	231	Sarthe	202	254
Belfort (Territoire de)	154	207	Loir-et-Cher	158	210	Savoie	153	205
Bouches-du-Rhône	146	198	Loire	149	201	Savoie (Haute-)	153	205
Calvados	168	221	Loire (Haute-)	149	201	Seine	174	226
Cantal	149	201	Loire-Inférieure	173	226	Seine-Inférieure	166	218
Charente	186	238	Loiret	175	227	Seine-et-Marne	180	232
Charente-Inférieure	179	231	Lot	157	210	Seine-et-Oise	174	226
Cher	158	210	Lot-et-Garonne	186	238	Sèvres (Deux-)	172	225
Corrèze	183	235	Lozère	146	198	Somme	126	178
Corse			Maine-et-Loire	177	229	Tarn	157	210
Côte-d'Or	144	197	Manche	185	237	Tarn-et-Garonne	157	210
Côtes-du-Nord	180	233	Marne	157	209	Var	146	198
Creuse	183	235	Marne (Haute-)	147	199	Vaucluse	146	198
Dordogne	186	238	Mayenne	190	243	Vendée	172	225
Doubs	154	207	Meurthe-et-Moselle	147	199	Vienne	183	235
Drôme	146	198	Meuse	147	199	Vienne (Haute-)	183	235
Eure	177	229	Morbihan	184	236	Vosges	147	199
Eure-et-Loir	189	241	Nièvre	162	214	Yonne	162	214

(1) Les différentes publications relatives aux quatre trimestres de l'année 1921 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 11 mars 1922, t. XI, p. 84 B et celles relatives aux quatre trimestres de l'année 1922, dans le « Bulletin R. G. E » du 16 juin 1923, t. XIII, p. 195 B. L'index relatif au 1er trimestre 1923 a été publié dans le « Bulletin R. G. E. » du 16 juin 1923, t. XIII, p. 195 B et une rectification a été faite dans le « Bulletin R. G. E. » du 23 juin 1923, t. XIII, p. 204 B. Celui relatif au deuxième trimestre a été publié dans le « Bulletin R. G. E. » du 15 septembre 1923, t. XIV, p. 91 B.

Rappelons que les prix des charbons servant de base pour le calcul des coefficients sont publiés à la rubrique « combustibles » des informations (voir dans ce numéro p. 3 B) et que la manière d'utiliser ces nombres pour le calcul du prix maximum de vente de l'énergie électrique a été exposée en détail dans les circulaires du ministre des Travaux publics, du 24 novembre 1919, reproduites dans le numéro de la « R. G. E. », du 10 janvier 1920, t. VII, p. 70 et 71. Voir aussi la note explicative publiée à la page 2 du numéro de la « R. G. E. » du 2 juillet 1921, t. X.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX		
			22 déc. 1923	
Aciers doux étirés ronds, (marché de Paris)				
Barre de 60 et plus	100 kg		120 fr	
31 à 59 mm	100 kg		115	
21 à 30	100 kg		120	
16 à 20	100 kg		125	
11 à 15	100 kg		130	
8 à 10	100 kg		135	
4 à 7	100 kg		140	
3 à 3,5	100 kg		150	
		10 déc. 1923	25 déc. 1923	différence
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	770 fr	800 fr	+ 30
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	14 d 3/8	14 d 1/4	— 1/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	845 fr	800 fr	— 45
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	578,50	601	+ 22,50
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	688	726,75	+ 38,75
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	947	985	+ 38
id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 440	6 475	+ 35
***Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris**	100 kg	2 000	2 000	0
Email pour appareillage tôle — blanc	100 kg	550	550	0
Email pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 540	1 540	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 123	2 182	+ 59
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-410	400-410	0
***Fonte hématite, wagon départ**	tonne	445	445	0
***Huile pour transformateurs, liv. Paris**	100 kg	276	276	0
***Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Haute tension**	100 kg	190	190	0
***Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Basse tension**	100 kg	165	165	0
***Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris**	m²	150	150	0
***Noir de fumée, liv. Paris**	100 kg	125	125	0
***Papier pour tôle, 70×75 — 7/100**	le mètre	2,65	2,65	0
***Papier pour tôle, 70×75 — 10/100**	linéaire	2,85	2,85	0
Plomb provenances diverses marq. ord., liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	274	290	+ 16
***Porcelaine électrotechnique, isolateur simple, double cloche, essai à sec 50 000 volts, volume de cuisson 3,2 l, poids 1 200 g, prix à l'unité**		9,95	9,95	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	325	335	+ 10
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	315	315	0
***Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail**	m²	9	9	0
***Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles**		240		
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	315,50	330	+ 14,50

Prix de la série

Coefficients à appliquer, à partir du 1er juillet 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,030
— — — — — — — 62 à 70	1,050
— — — — — — — 71 à 91	1,050
— — — — — — — 93 à 117	0,970
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,040
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 212 à 244	1,000
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,190
Pour ouvrages ne comportant que la main-d'œuvre	1,050

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	**30 pour 100 du prix à la mine**
Alais, Saint-Etienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	**28 pour 100 id**
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	**26 pour 100 id**

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R.G.E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les vœux du Conseil supérieur de l'Enseignement technique. — Au cours de sa dernière session, le Conseil supérieur de l'Enseignement technique a émis les vœux suivants :

Sur la proposition de M. Merland, inspecteur régional de l'Enseignement technique,

Que des efforts soient tentés par le Sous-Secrétariat d'Etat de l'Enseignement technique auprès des grands groupements industriels, syndicats généraux et fédérations pour provoquer l'organisation d'instituts nationaux qui auraient pour but de centraliser tous les moyens d'action corporatifs susceptibles de favoriser le développement de la formation professionnelle à tous les degrés et faciliter l'application de la loi du 25 juillet 1919 ;

Que les Pouvoirs publics contribuent financièrement à la création et au fonctionnement de ces instituts.

Sur la proposition de M. Hersend, industriel,

Le Conseil supérieur de l'Enseignement technique, sans méconnaître les efforts qui ont été accomplis dans les écoles primaires pour développer chez l'enfant l'esprit d'observation, donner à l'enseignement un caractère expérimental et l'adapter au milieu régional et à la vie pratique ;

Considérant la nécessité de développer de plus en plus la production française sous toutes ses formes : agricole, industrielle, commerciale et coloniale;

Emet le vœu :

Que l'Administration de l'Instruction publique, d'accord avec les autres ministères intéressés et notamment avec le Ministère de l'Agriculture, étudie les moyens propres à orienter dès l'école primaire et plus particulièrement dans les cours supérieurs, cours complémentaires, cours d'adultes, la jeunesse vers les professions les plus habituellement pratiquées dans chaque région ;

Que par une certaine élasticité des programmes, par le choix des devoirs, des épreuves d'examens, par des directions pratiques, les enfants et les jeunes gens soient plus spécialement orientés vers une profession et que dans la mesure où cela paraîtra possible, mention en soit faite dans les divers certificats qui sont délivrés ;

Que la préparation des maîtres soit renforcée dans le même but, avec une certaine spécialisation suivant la région ;

Qu'en particulier, les classes-promenades qui sont prévues dans les nouveaux plans d'études des écoles primaires soient dirigées de préférence et suivant la région, vers les exploitations agricoles modèles, champs d'expériences, concours, expositions, visites d'usines, établissements de production ou commerciaux, en vue de mettre la jeunesse en contact avec les manifestations de l'activité régionale ou nationale, susceptibles de révéler des aptitudes et de l'orienter vers une production plus intensive, dont a besoin le pays.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET AUTORISANT ET DÉCLARANT D'UTILITÉ PUBLIQUE LES TRAVAUX A ENTREPRENDRE DANS LE DÉPARTEMENT DE LA CORRÈZE EN VUE DE L'AMÉNAGEMENT D'UNE CHUTE SUR LE DOGNON ET DE LA MISE EN JEU D'UNE USINE HYDROÉLECTRIQUE. — Le « Journal officiel » du 14 novembre 1923 publie, p. 10681-10687, le décret en date du 8 novembre 1923 approuvant la convention en date du 4 juin 1923, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part et la Société anonyme des anciens Etablissements Megemond ayant son siège à Bort (Corrèze) ainsi que le cahier des charges ayant pour objet l'établissement et l'exploitation de la réserve saisonnière des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 128 m entre la cote 617 de la rivière le Dognon et la cote 489 de la Dordogne.

La concession intéresse ainsi les communes de Port-Dieu, Monestier-Port-Dieu, Saint-Bonnet près Bort, Thalamy et Saint-Etienne-aux-Clos, dans le département de la Corrèze.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 2 700 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance maximum disponible de 1 900 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 1 700 kw, ce qui correspond, de même, à une puissance normale disponible de 1 200 kw.

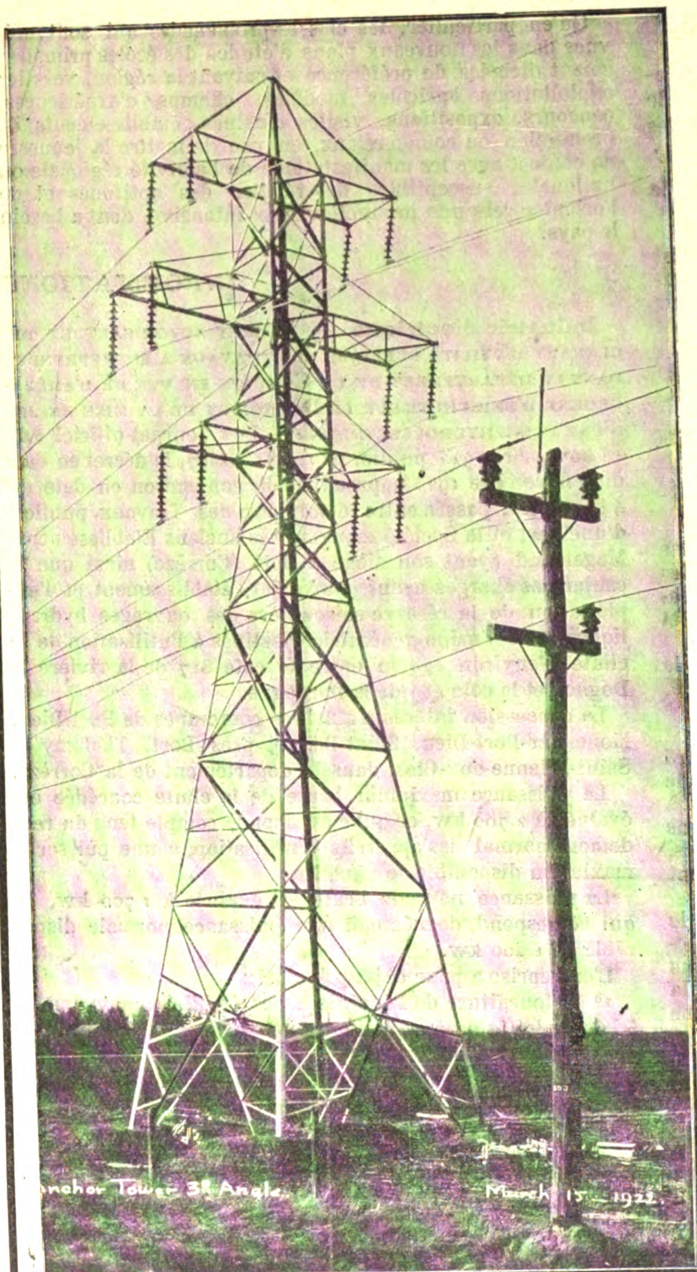
L'entreprise a pour objet principal :

1° La fourniture de l'énergie à des établissements industriels exploités ou à exploiter par le concessionnaire, dans le département de la Corrèze ;

2° Eventuellement, la vente de l'énergie au public, notamment dans le département de la Corrèze.

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e) ✲ **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada); transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « Canadian » n° 2 860.

LES IMPORTANTES USINES
DU **MAS-LOUBIER (Limoges)**
FABRIQUENT
DES
ISOLATEURS HAUTE TENSION
D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS
DUS A LA
TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :
3000 ISOLATEURS
COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION
DES
USINES HAVILAND
EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3 Rue Taitbout, Paris** - Téléph. : Central 55-30

Les ouvrages principaux à exécuter consistent en un réservoir saisonnier et le barrage proprement dit, avec prise de dérivation.

Le barrage du réservoir saisonnier supérieur sera situé à 800 m environ en amont du moulin de Barzeix. Le concessionnaire se réserve, suivant les études et sondages qu'il fera faire, de proposer l'un des deux emplacements ci-après : l'un à 80 m en amont du confluent du Dognon et du ruisseau Péchebet, l'autre à 70 m en amont du précédent.

Dans les deux cas, le niveau normal de la retenue sera le même et le barrage aura environ 20 m de hauteur.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 697.

Le barrage de prise de dérivation sera placé à environ 6 km en aval du précédent ; il aura environ 10 m de hauteur. Le niveau normal de la retenue sera à la cote 617.

La dérivation traversera en tunnel l'éperon rocheux qui sépare le Dognon de la Dordogne ; elle sera prolongée par une conduite en ciment armé, suivie de la conduite forcée aboutissant à l'usine, laquelle sera située en bordure de la Dordogne.

Le débit maximum emprunté à la prise sera de 2 200 litres par seconde ; les eaux seront restituées dans la Dordogne à la cote 389 en amont du confluent de la Dordogne et du Dognon.

L'usine marémotrice de l'Aber-Wrac'h. — Le projet de loi concernant la création d'une usine électrique à l'Aber-Wrac'h, déposé le 29 mars 1922, a été adopté par le Sénat dans sa séance du 27 décembre 1923 et la loi a été promulguée dans le « Journal officiel » du 29 décembre. Rappelons que ce projet a été l'objet d'un rapport très détaillé de M. Charlot, député, rapport dont un long extrait a été publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 24 mars 1923, t. XIII, p. 506-511.

Demandes de concessions pour l'établissement soit de lignes de transmission d'énergie, soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie. — *Gard et Hérault.* — La Société des Etablissement Manhès et Teissier du Gros Frères, dont le siège social est à Paris, 245, rue Saint-Honoré, a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics entre l'usine de Mallet et les communes de Vigan et Ganges, en empruntant le territoire des département du Gard et de l'Hérault.

Savoie et Haute-Savoie. — La Société d'Electrochimie, d'Electrométallurgie et des Aciéries d'Ugine a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat avec déclaration d'utilité publique, une distribution d'énergie aux services publics entre Ugine, Le Fayet et Belleville, dans les départements de la Savoie et de la Haute-Savoie.

Demandes de permission de voierie pour l'établissement de lignes de transmission d'énergie aux services publics. — *Gard.* — La Société Sud-Electrique a demandé l'autorisation de procéder à l'établissement d'une ligne de transmission d'énergie de la Croiserie à Pont-Saint-Esprit.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest, a sollicité l'autorisation d'établir une ligne de transmission aérienne à 13 000 v destinée à alimenter le réseau de distribution publique de la commune d'Auros, réseau concédé à la dite société.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite société s'est engagée à présenter une demande avant le 31 décembre 1923.

Moselle. — La Société lorraine de Distribution de Gaz et d'Electricité à Metz (Moselle) a sollicité l'autorisation d'établir une ligne à haute tension pour alimenter les réseaux de distribution d'énergie de Hombourg-Haut et de ses annexes.

Cette ligne prendrait le courant sur une autre appartenant à la Société La Houve et reliant la centrale de Greutzwald à celle du puits VI de la Société houillère de Sarre et Moselle.

Vaucluse. — La Société Sud-Electrique a sollicité une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne de distribution d'énergie électrique branchée sur la ligne Sorgues-Orange construite dans les mêmes conditions. Cette canalisation servirait à l'alimentation du réseau de distribution de la ville d'Orange, dont le concessionnaire, la Société anonyme du Gaz, ne s'oppose pas à la réalisation du projet.

Cette même société a sollicité des permissions de voirie pour l'établissement d'une ligne de distribution d'énergie de Caromb à Bedouin, en vue d'alimenter cette dernière commune.

Yonne. — En vue d'alimenter le réseau de distribution d'énergie électrique de Vézines, M. Laffay, électricien à Dijon, a sollicité l'autorisation d'établir entre son usine de Dannemoine et le village de Vézinnes, une ligne électrique à la tension de 5 000 v.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Aisne.* — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir, de Gauchy à Saint-Quentin, une ligne d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation des lignes du halage électrique du service de la navigation.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la compagnie pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Gironde. — La Société Energie électrique du Sud-Ouest a obtenu l'autorisation d'établir une ligne d'énergie à 13 000 v destinée à alimenter les quartiers de Braunes, Haut-Vigneau et Corporeau dans la commune de Gradignan qui a concédé la distribution de l'énergie sur son territoire à la société précitée.

La ligne dont il s'agit sera comprise dans la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics pour l'obtention de laquelle la société s'était engagée à déposer une demande avant le 11 décembre.

La Société rurale de Distribution d'Electricité de la Bénauge a obtenu l'autorisation d'établir des réseaux de distribution d'énergie à haute tension dans les communes de Saint-Germain-de-Grave, Cardan, Le Pian-sur-Garonne, Soulignac, Saint-Martial, Monprimblanc, Saint-Pierre-de-Bat, Sainte-Foy-la-Longue et Escoussans.

Lesdits réseaux feront partie de la concession d'Etat de distribution publique d'énergie pour l'obtention de laquelle la société a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

Nord. — La Société électrique de l'Ostrevent a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire des communes de Marchiennes et de Souvignies, deux lignes d'énergie à haute tension destinées à l'alimentation des usines de M. Falempe et du château des Frenelles à Souvignies.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Compagnie générale pour l'Eclairage et le Chauffage par le Gaz a obtenu l'autorisation d'établir un branchement électrique aérien au territoire de Busigny, destiné à alimenter le poste de transformation du hameau de la Haie-Monneresse.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution d'énergie demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

La Société électrique du Nord-Ouest a obtenu l'autorisation d'établir entre Dunkerque et Bray-Durac une ligne d'énergie à 15 000 v destinée à l'alimentation des communes de Bray-Durac, Zuydcoote et Ghyvelde.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une canalisation électrique souterraine à haute tension au territoire de la commune de Quievrechain et destinée à servir en secours les ateliers Barbier-Bénard ;

2° Une canalisation électrique souterraine à haute tension au territoire de Bruay-sur-Escaut et destinée à alimenter les usines Japy.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société Energie électrique du Nord de la France a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne d'énergie à 45 000 v destinée à relier le poste d'Etat de Marquette au poste qui est installé à Marcq-en-Maroeul ;

2° Une ligne souterraine d'énergie à haute tension, sur la commune de Watrelos, destinée à l'alimentation de la Brasserie Union-Roubaix-Watrelos.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat de distribution d'énergie aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite société a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

Cette même société a obtenu l'autorisation d'établir, sur le territoire de la commune de la Madeleine, une ligne d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation des Chaudronneries de la Madeleine.

Cette ligne sera comprise ultérieurement dans la concession d'Etat de distribution d'énergie électrique pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société Electricité et Gaz du Nord a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Brelinghien un branchement à haute tension destiné à l'alimentation de la teinturerie de Brelinghien (anciens Etablissements Schuers).

Ledit branchement sera compris ultérieurement dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette société.

Cette même société a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Loos, deux lignes d'énergie à haute tension destinées à alimenter les postes de tranformation du service municipal d'électricité de ladite commune, située rue de l'Egalité et boulevard de la République.

Cette canalisation sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite société a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Oise. — La Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité a obtenu l'autorisation d'établir, de Creil à Boran, une ligne à haute tension destinée à doubler, sur la rive gauche de l'Oise, la ligne existant sur la rive droite.

Ladite ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société précitée a déposé, conjointement avec la Société le Triphasé, une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société saint-quentinoise d'Eclairage a obtenu l'autorisation d'établir entre Chantilly et Saint-Maximin une ligne d'énergie à haute tension, destinée à raccorder son réseau à celui de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1° Une ligne branchée sur la ligne Douai-Vimy et destinée à l'alimentation de l'usine élévatoire des Eaux de Vimy ;

2° Une canalisation à 3 000 v destinée à relier la fosse 3 *bis* de la Société des Mines de Dourges aux sous-stations Usines à gaz et rue de la Potasserie à Hénin-Liétard, en vue d'alimenter en énergie une partie de ladite ville.

Ces lignes seront comprises ultérieurement dans la concession de distribution d'énergie aux services publics sollicitée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Pyrénées (Basses-). — La Société L'Energie industrielle a obtenu l'autorisation d'établir entre Brion et Arence une ligne de transmission d'énergie à 10 000 v destinée à l'alimentation d'un certain nombre de concessions communales dont elle est titulaire dans la région.

Ladite ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Fourniture d'énergie a des entreprises situées en dehors de la zone concédée. (Application de l'article 3 des cahiers des charges-types). — *Nièvre.* — La Compagnie continentale Edison, concessionnaire d'une distribution d'énergie aux services publics dans les départements de la Nièvre et du Cher a sollicité l'autorisation de fournir de l'énergie aux établissements particuliers suivants :

1° Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Service du matériel et de la traction à Nevers. 2° Compagnie générale de Construction et d'Entretien de Matériel des Chemins de fer, à Nevers; 3° Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Gare de Saincaize, à Saincaize; 4° Etablissements Poliet et Chausson à Beffes; 5° Établissements Langlois à Saint-Léger-le Petit; 6° MM. Bouchet, frères, à Cosne; 7° Société du Saut-du-Tarn, à Cosne; 8° MM. Dressoir, Prumartin, Pulm et Cie, à Cosne; 9° MM. Lallement, à Cosne.

Combustibles. — LA PRODUCTION MINIÈRE DE LA BELGIQUE EN NOVEMBRE 1923. — Pendant le mois de novembre dernier (25 jours de travail), il a été extrait du sous-sol belge 2088810 t de houille, contre 2087640 t en octobre (26 jours de travail) ; en dépit du nombre moindre de jours de travail en novembre, la production s'est accrue d'un millier de tonnes environ. On remarque, d'autre part, que les stocks ont considérablement augmenté d'un mois à l'autre (380010 t fin novembre, contre 235970 t fin octobre); mais il faut en chercher la cause dans l'encombrement des voies ferrées et non pas dans une diminution quelconque des commandes; les stocks sont redevenus maintenant aussi importants qu'à la fin de novembre 1922 (376290 t).

La production de coke est restée à peu près stationnaire en novembre (369100 t, contre 370310 en octobre); en revanche celle d'agglomérés a fléchi de 12500 t (159800 t contre 172320).

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE DE LA FRANCE EN NOVEMBRE 1923. — D'après la statistique du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu, à la date du 1er décembre 1923, s'élevait à 119 (contre 116 au 1er novembre, 77 au 1er avril et 116 au 1er janvier); celui des hauts fourneaux prêts à fonctionner, à 57; celui des hauts fourneaux en construction ou en réparation, à 43. Dans l'ensemble, 3 hauts fourneaux ont été allumés pendant le mois de novembre, dont un dans l'Est, un en Alsace-Lorraine et un dans le Sud-Ouest; l'effectif des appareils en activité apparait ainsi de trois unités supérieur au chiffre du 1er janvier dernier.

La production de fonte, en novembre dernier, a atteint 536149 t, contre 514250 t pour le mois précédent.

Cette production se décompose comme il suit :

Fonte d'affinage, 30812 t; fonte de moulage, 99111 t; fonte Bessemer, 2407 t; fonte Thomas, 378839 t; fontes spéciales, 24980 t, soit, au total, des augmentations respectives de 21919 et 22861 t par rapport au mois précédent et à décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport à octobre, un progrès de 15831 t et dépasse de 77930 t le chiffre de décembre 1922; elle s'est élevée, en novembre, à 492527 t, dont 479931 t de lingots et 12596 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée retrouve, pour la fonte, le niveau de janvier et dépasse sensiblement, en ce qui concerne l'acier, celui de décembre 1922. Elle a été, pour la fonte, de 194606 t et, pour l'acier, de 159535 t.

Les résultats ci-dessus, les meilleurs depuis l'armistice, montrent que, pour la fonte et surtout pour l'acier, notre métallurgie se trouve, à l'heure actuelle, dans une meilleure situation qu'avant notre entrée dans la Ruhr.

LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE BELGE EN NOVEMBRE 1923. — Au 30 novembre 1923, on comptait en Belgique 40 hauts fourneaux à feu, soit une unité de plus que le mois précédent. La production sidérurgique a été de 205120 t de fonte, contre 196420 en octobre; 211050 t d'acier brut, contre 209510 t; 6240 t de pièces moulées en première fusion, contre 6690; 190180 t d'acier finis, contre 193170; enfin de 17170 t de fers finis, contre 18090 en octobre. Il y a état stationnaire en ce qui concerne les trois derniers produits, mais, pour la fonte et l'acier brut, les résultats de novembre apparaissent les meilleurs qui aient été enregistrés depuis 1914.

Économie industrielle et sociale. — A PROPOS DE LA BAISSE DU FRANC. — Au cours des discussions budgétaires au Sénat, M. de Lasteyrie, ministre des Finances a dénoncé les manœuvres de ceux qui feignent de croire que la faillite de l'Allemagne entraînerait la nôtre.

« L'impôt sur le revenu, dit-il, rapporte, en 1923, 2194 millions de francs, alors qu'il ne donnait en 1919 que 90 millions de francs. Le problème de l'équilibre du budget ordinaire est réalisé.

» Le contre-coup de cette situation s'est fait sentir sur notre trésorerie; nous n'empruntons plus pour le budget ordinaire, nous n'empruntons que pour les dépenses recouvrables.

» En 1920, le montant total de nos emprunts, compte tenu des remboursements, a été de 38 milliards de francs; en 1921, il a été de 26 milliards ; en 1922, de 17 milliards; au 30 novembre 1923, il est de 15 milliards.

» Cette diminution rapide de nos emprunts ira en s'accroissant. Nous avons remboursé cette année 204 millions de pesetas, 13 millions de dollars à l'Amérique, 50 millions de yens au Japon; au total, au cours du change 1100 millions de francs.

» Il y a donc une amélioration indiscutable de notre situation financière ».

Par ailleurs, ajoute le ministre, notre balance des comptes est créditrice et nous n'avons pas de chômage. Les avances de la Banque de France à l'État sont tombées de 27 à 23 milliards de francs.

M. de Lasteyrie conclut :

« Depuis un an, la situation politique s'améliore, nous sommes dans la Ruhr et nous avons vu la fin de la résistance passive; l'Amérique va reprendre contact au Comité des experts, avec les alliés. Il y a là bien des raisons d'espérer; elles nous font croire que les difficultés que nous rencontrons actuellement ne sont que passagères ; nous en sortirons par notre travail, notre énergie et notre sang-froid, en nous imposant une discipline impitoyable. Cette politique de fermeté, le gouvernement est décidé à la pratiquer avec l'appui du Parlement ; elle rétablira la prospérité du pays et mettra un terme à cette crise du franc dont nous souffrons aujourd'hui. »

LE COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA HONGRIE. — D'après un article de M. Ch. Tisseyre, député de Saône-et-Loire, paru dans « L'Information financière » du 4 janvier 1924, la situation économique de la Hongrie s'améliore très rapidement. Alors que pendant le premier semestre de 1923 ses importations dépassaient ses exportations de 101,2 millions de couronnes-or, l'excédent n'était plus que de 10,3 millions pour le troisième trimestre et, en octobre 1923, ce sont les exportations qui l'emportent de 14,3 millions de couronnes sur les importations.

L'examen des tableaux des articles importés ou exportés montre que les importations se rapportent principalement aux combustibles et aux matières premières, tandis que les exportations concernent surtout les céréales, le sucre, les aliments et les matières ouvrées. La rubrique « fer brut », qui figure à l'importation du mois d'octobre pour 7232 t, a pour contre-partie à l'exportation la rubrique « fer préparé » pour 4087 t ; les « machines et outillages » figurent à l'importation pour 1800 t, et à l'exportation pour 1563 t ; à ce dernier nombre, il convient d'ajouter 521 t de « machines et appareils électriques », rubrique qui ne figure pas aux importations.

Dans le monde technique. — DÉCÈS DE M. EIFFEL. — M. Eiffel est mort, le jeudi 27 décembre 1923. Il était né à Dijon en 1832.

Nous n'avons à rappeler ici que sa brillante carrière d'ingénieur, les travaux qu'il a exécutés sortant du domaine de l'électricité. Il ne faut pas méconnaitre cependant qu'il a, indirectement, il est vrai, contribué dans une large mesure aux progrès d'une des branches de celle-ci, la radiocommunication, par le fait que la tour qu'il a édifiée au Champ de Mars a permis de réaliser des installations de radiotélégraphie qui, pendant de nombreuses années, ont dépassé en puissance les installations similaires et ont servi à des essais du plus haut intérêt au point de vue du développement de nos connaissances scientifiques sur la production et la propagation des ondes hertziennes.

On sait, d'ailleurs, que, depuis 1890, alors qu'il avait abandonné ses travaux d'ingénieur, M. Eiffel s'était consacré à des recherches expérimentales concernant la météorologie et l'aviation.

Nomination dans l'Ordre national de la Légion d'honneur. — Dans la liste, pubiée au « Journal officiel » du 1er janvier 1924, des nominations et promotions faites récemment sur la proposition du ministre de la Guerre, nous relevons la nomination suivante au grade de chevalier :

Marot (Philippe-Marie), lieutenant au 10e escadron du train des équipages; 30 ans de services, 4 campagnes. A été cité.

M. Marot est depuis l'année dernière directeur de « Radioélectricité »; il était, avant la guerre, secrétaire général de la revue « Omnia ».

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — **Société d'Electricité de Bourg-Saint-Andéol.** — Société anonyme en formation au capital de 100 000 fr divisé en actions de 200 fr, a pour objet l'achat et la vente des appareils destinés à produire l'électricité, la production et la distribution de l'énergie électrique. Le siège est à Lyon, cours La Fayette.

L'Electro-Location. — Sous cette dénomination, une société anonyme vient d'être formée pour l'achat, l'exploitation des colonnes montantes, branchements, machines et appareils électriques. Le siège est à Paris, 8, rue Gounod. Le capital est de 450 000 fr, en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. Il pourra dès à présent être porté à 1 million de francs.

Augmentations de capital. — **Omnium général d'Electricité.** — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 32 décembre 1923, p. 848 cette société, dont le siège est à Paris, 41, boulevard Haussmann, va procéder à l'émission de 2 000 nouvelles actions de 500 fr chacne, payables en numéraire. Ces actions émises au pair soit à 500 fr jouiront des mêmes avantages que les actions anciennes, proportionnellemeut aux sommes dont elles seront libérées.

Atelier de constructions électriques de Lyon et du Dauphiné. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 décembre 1923, p. 848, cette société, dont le siège est à Lyon, 220, route d'Heyrieux, va procéder à l'augmentation du capital de 21 millions à 35 millions de francs par la création et l'émission de 14 millions de francs d'actions nouvelles prévilégiées, soit de 28 000 actions. Sur ces 28 000 actions, 10 000 actions entièrement libérées sont attribuées en rémunération d'un apport en nature effectué à la société. Les autres 18 000 actions sont émises au prix de 500 fr l'une, soit au pair, payable un quart, soit 125 fr par action, en souscrivant, et, le surplus, sur appels du Conseil d'administration.

Ces 18 000 actions sont réservées par préférence aux propriétaires des 42 000 actions représentant le capital actuel.

Les droits de souscription attachés aux actions anciennes sont négociables et cessibles.

Les 28 000 actions nouvelles auront droit par préférence aux 42 000 actions ordinaires actuelles : 1° à un premier dividende cumulatif de 8 pour 100 des sommes dont elles seront libérées et non amorties, à prélever sur les bénéfices nets après la réserve légale; 2° au remboursement de leur capital.

Ces actions seront créées, jouissance du 1er janvier 1924. Toutefois, les 18 000 actions à souscrire en espèces n'auront droit à l'intérêt ou premier dividende de 8 pour 100 que proportionnellement aux sommes versées et du temps couru sur ces versements.

Cette augmentation de capital a été décidée par délibération de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires en date du 21 décembre 1923.

Société anonyme des Usines a Gaz du Nord et de l'Est. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 décembre 1923, p. 851, cette société, dont le siège est à Paris, 24, rue de l'Arcade, va réaliser une augmentation du capital de 5 millions de francs par la création de 10 000 actions nouvelles de 500 fr chacune.

Travaux hydrauliques et Entreprises générales. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 décembre 1923, p. 856, cette société, dont le siège est à Paris, 55, rue de Châteaudun, va procéder à l'émission d'une deuxième tranche de 4 000 bons sur les 10 000 bons décennaux de 500 fr chacun dont l'assemblée générale extraordinaire du 17 juillet 1922 a autorisé la création et l'émission.

Ces bons rapporteront un intérêt annuel de 6,5 pour 100 net de tous impôts présents et futurs, payable semestriellement les 1er janvier et 1er août de chaque année.

Ces bons ne jouiront d'aucune garantie spéciale, mais la société s'interdit de consentir aucune hypothèque au profit de ses créanciers actuels ou futurs sans en faire bénéficier pari passu les porteurs de bons de cette nouvelle émission.

Ces bons seront remboursables en cinq ans, à partir du 1er août 1927. Le remboursement en sera fait au pair par voie de tirage au sort, d'après un tableau d'amortissement et dans les conditions fixées par délibération de l'assemblée générale extraordinaire du 17 juillet 1922.

La société se réserve la faculté de rembourser par anticipation dès le 1er août 1925 tout ou partie des bons, soit au pair, soit par voie de rachat de gré à gré. Ces remboursements seront en supplément de ceux prévus chaque année d'après les tableaux d'amortissement.

Vereinigte Electro-Werke A. G. (Sarrebruck). — L'assemblée extraordinaire du 11 décembre a décidé de porter le capital de 1 à 2 millions de francs par l'émission de 2 000 actions nouvelles de 500 fr. Les nouveaux titres seront réservés aux anciens actionnaires à raison d'une action nouvelle de 500 fr pour 10 actions anciennes de 100 fr.

Divers. — **L'Union électrique.** — L'assemblée ordinaire de cette société qui a eu lieu récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1922-1923 clos le 30 juin dernier,

qui font ressortir un bénéfice de 51 787,70 fr. qui, après déduction de la réserve légale, a été reporté à nouveau.

Le rapport indique que l'exercice écoulé, sur lequel le change suisse a encore lourdement pesé, a heureusement bénéficié d'une situation climatérique satisfaisante marquée par des pluies abondantes qui ont permis de réaliser sur la consommation du combustible une économie très sensible.

La consommation d'énergie des réseaux est passée, tant par suite d'abonnements nouveaux dans les distributions anciennes que du fait de l'alimentation de communes nouvelles, de 26 400919 kw-h pour l'exercice 1921-1922 à 30 404 527 kw-h pour l'exercice 1922-1923, ce qui représente une augmentation un peu supérieure à 15 pour 100.

Pour sept communes du département de l'Ain, un arrangement amiable a mis fin à des litiges antérieurs.

Pendant l'exercice 1922-1923, la société est devenue concessionnaire de plusieurs communes situées dans les départements de l'Ain, du Jura, de Saône-et-Loire et du Rhône. Elle a été choisie également comme concessionnaire par le Syndicat de la Vallée du Suran qui comprend huit communes de l'Ain, par le Syndicat de la Vallée d'Azergue, qui comprend ving-deux communes du département du Rhône et par les syndicats des communes des cantons d'Arinthod et de Poligny, qui groupent trente-cinq communes du Jura. Dans ce dernier département, la société, répondant à une offre de collaboration technique du Conseil général, a mis sur pied un plan complet d'électrification, et elle en poursuit méthodiquement la réalisation, d'accord avec les communes intéressées et avec l'assemblée départementale.

Pour toutes ces extensions, les subventions des communes ou des syndicats viennent alléger très sensiblement la charge financière qu'exigeraient ces distributions nouvelles.

En prévision de ces extensions, le Conseil se préoccupe depuis longtemps de procurer à la société un appoint important d'énergie hydroélectrique. C'est ainsi qu'il s'est assuré, grâce à l'appui de la Compagnie électrique de la Loire et du Centre, une énergie importante que doit produire la chute de la Viclaire (Société de la Haute-Isère) et que doit transmettre jusqu'à Villefranche-sur-Saône la Société de Transport d'Energie des Alpes. Cette énergie sera livrée à la société dans le courant de l'année 1924, suivant un régime très favorable à la régularisation des chutes du Jura.

Des pourparlers sont en cours en vue d'autres achats d'énergie.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Les assemblée ordinaire et extraordinaire ont eu lieu le 28 décembre, sous la présidence de M. Fougerolle, président du Conseil d'administration.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée ordinaire a décidé de donner au solde bénéficiaire de l'exercice clos le 30 juin 1923 l'affectation suivante :

Bénéfice à répartir : 11 696 471 fr, non compris le report de l'exercice précédent, s'élevant à 155 419 fr.

Répartition : réserve générale pour amortissement : 1 429 500 fr; amortissement sur compte « Prime de remboursement et frais d'émission des obligations », 103 653 fr; à la réserve légale, 508 165 fr; premier dividende de 6 pour 100, 3 600 000 fr; attribution au Conseil d'administration : 200 000 fr; dividende complémentaire de 10 pour 100 aux actions, 6 000 000 fr; report à nouveau : 10 572 fr.

Le divividende, soit 40 fr par action, sous déduction de l'acompte de 15 fr réparti le 5 décembre 1923, est payable contre remise du coupon n° 17, depuis le 7 janvier 1924, à raison de 21 fr nets au nominatif et 17,62 fr nets au porteur.

La consommation d'énergie des trois secteurs de la société n'a cessé de s'accroître régulièrement depuis le début de l'exercice 1922-1923, qui a donné lieu à une production totale de 181 046 287 kw-h contre 153 575 907 kw-h précédemment, soit une augmentation d'environ 18 pour 100. Le rapport signale que la bonne tenue des usines hydroélectriques a permis de parfaire la revision et la mise au point des unités thermiques.

OUVRAGES RÉCENTS

La mécanique nouvelle. Conférences, mémoire et note sur la théorie de la relativité, par Henri Poincaré, membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences. Introduction de M. Edouard Guillaume. Un volume, 25 cm × 16 cm, 34 pages. Prix : 12 fr.

Les trucs de l'electricien, par H. de Graffigny. Un volume. Prix : broché, 4 fr.

Construction des grandes stations centrales électriques. Principes fondamentaux, prix de revient de transmission électrique, exemples d'exécution, éléments statistiques, distribution de l'énergie électrique, alimentation et production en grand de l'électricité, description détaillée de l'usine génératrice de Golpa, par G. Klingenberg, docteur ingénieur. Traduit de l'allemand par Adolphe Vogel. Un volume, 28 cm × 22 cm, 506 pages, nombreuses figures, 13 planches. Prix : relié, 95 fr.

Appareils et installations téléphoniques, par Reynaud-Bonin, professeur à l'Ecole supérieure des Postes, Télégraphes et Téléphones. Un volume, 24 cm × 16 cm, 496 pages, 292 figures. Prix : broché, 50 fr; relié, 60 fr.

Etude mécanique et usinage des machines électriques, par de Pistoye, professeur à l'École supérieure d'Electricité. Un volume, 24 cm × 16 cm, 664 pages, 510 figures. Prix : broché, 60 fr; relié, 70 fr.

Manuel de télégraphie et de téléphonie, par Leclerc. Un volume, 16 cm × 11 cm, 300 pages, 100 figures. Prix : cartonné, 10 fr

Thermodynamique, énergétique, théorie cinétique des gaz, par A. Leduc. Cours professé à la Sorbonne. Un volume, 340 pages, 94 figures. Prix : 25 fr.

Traité pratique sur la construction du moteur à explosion. Généralités et détermination des caractéristiques, étude et calcul des organes, construction et essais, par R. Bardin. Un volume, 128 pages, 61 figures. Prix : broché, 12 fr.

Le chef mécanicien-électricien. Encyclopédie rationnelle et appliquée à l'usage des techniciens et praticiens de l'industrie, de la marine et des chemins de fer, par A. Blanc. Tome I. Mathématiques pratiques. Un volume, 319 pages, 216 figures. Prix : broché, 10 fr. Tome II. Physique et chimie pratique. Un volume, 304 pages, 165 figures. Prix : broché, 12 fr.

L'électricité. Exposé élémentaire des notions fondamentales et des applications, par A. Gargam de Moncetz. Un volume, 472 pages, 149 figures. Prix : broché, 28 fr.

Eclairage domestique. Electricité, gaz, pétrole, etc., utilisation économique, par G. Despaly. Un volume illustré, 18 cm × 12 cm. Prix : broché, 1,50 fr.

L'électricité à la maison, par H. de Graffigny. Un volume illustré, 20 cm × 14 cm. Prix : broché, 3 fr.

Eléments de la théorie des probabilités, par Emile Borel. Cours de la Faculté des Sciences, 3e édition, revue et augmentée. Un volume, 26 cm × 17 cm, 226 pages. Prix : 18 fr.

Les spectres et la structure de l'atome, par Niels Bohr. Traduit du danois par A Corvisy. Prix Nobel de 1922. Un volume, 23 cm × 15 cm, 152 pages. Prix : 8 fr.

Gravitation einsteinienne, par Jean Becquerel, professeur au Muséum d'Histoire naturelle. Un volume, 25 cm × 17 cm, 36 pages. Prix : 5 fr.

Quelques réflexions sur la relativité, par F. Worms de Romilly. Préface de Lecornu, membre de l'Institut. Un volume, 64 pages. Prix : 6 fr.

Cours d'électricité à l'usage de l'enseignement supérieur scientifique et technique, par G. Bruhat, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. Un volume, 712 pages, 518 figures. Prix : 55 fr.

L'électricité et ses merveilles, par A. Chaplet. Un volume, 25 cm × 16 cm, 300 pages, nombreuses figures. Prix : broché, 15 fr; relié, 20 fr.

NOTICES et CATALOGUES [1]

Applications des commutatrices et des machines polymorphiques de petite et moyenne puissance. — Sous ce titre, la maison Japy frères, à Beaucourt (Territoire de Belfort), vient de nous faire parvenir une brochure de 53 pages, format 22 cm × 14 cm, dans laquelle ont été rassemblés de nombreux renseignements concernant les commutatrices construites par cette firme.

De l'avant-propos de cette brochure, il découle que la maison Japy s'est tout d'abord efforcée de doter les écoles techniques d'un appareil simple susceptible de réaliser des installations souples et commodes, se prêtant facilement aux combinaisons les plus diverses qu'exigent les cours et les travaux pratiques eux-mêmes. La machine polymorphique étudiée à cet effet présente le grand avantage de ne comporter qu'un seul induit permettant d'obtenir soit du courant continu, soit du courant alternatif monophasé, diphasé ou triphasé. Dans ce cas, elle peut être entraînée par un moteur thermique construit par la même maison. Alimentée par un circuit à courant alternatif, elle transforme ce courant en courant continu. L'induit fonctionne à la fois comme moteur à courant alternatif et comme génératrice de courant continu. On l'appelle alors commutatrice directe.

Par opposition, on l'appellera commutatrice inverse dans le cas où, alimentée par un circuit à courant continu, on recueillera du courant alternatif.

Dans une première partie sont rappelés les principes techniques généraux concernant la machine polymorphique.

Les applications des machines polymorphiques, c'est-à-dire de la génératrice de courant continu ou alternatif, entraînée par un moteur thermique font l'objet d'une deuxième partie. Une nomenclature des différents groupes avec indication de leur puissance, de la tension et de l'intensité du courant, ainsi que des tableaux d'encombrement, la complètant utilement.

Dans la troisième partie de cette brochure sont exposées les applications des commutatrices, c'est-à-dire l'emploi de la machine polymorphique pour transformer du courant continu en courant alternatif et inversement. Il y a lieu de noter, en particulier, l'application à l'arc à courant continu pour le cinématographe.

Son emploi pour l'amélioration de la marche d'une sous-station de traction est aussi à signaler. Cette dernière application a d'ailleurs fait l'objet d'une étude publiée dans la « Revue générale de l'Électricité » du 1er juillet 1922, t. XI, p. 965-968.

Nous terminons ce compte rendu en rappelant que cette brochure est adressée gratuitement à toutes les personnes qui en font la demande.

BREVETS RÉCENTS

555 722. — Société dite : Robert Bosch Aktiengesellschaft; Bougie d'allumage pour moteurs à combustion interne, 2 mai 1923.

565 724. — Labrély (G.-E.-C.); Perfectionnements aux récepteurs, notamment applicables comme haut-parleurs en télégraphie et en téléphonie sans fil, 2 mai 1923.

565 735. — Montchatre (C.); Mode de couplage des lampes à trois électrodes, 2 mai 1923.

(1) Les industriels sont priés de faire parvenir à la Rédaction de la *R. G. E.* deux exemplaires de leurs notices, catalogues et prospectus commerciaux de publication récente.

565 737. — Robinson (E.-Y.); Perfectionnements aux systèmes d'antennes pour communications sans fil, 2 mai 1923.

565 744. — Brown (S.-G.); Perfectionnements apportés aux récepteurs téléphoniques, 2 mai 1923.

565 754. — Société dite : Compagnie française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston; Enroulements à cage d'écureuil pour moteurs à courant alternatif, 3 mai 1923.

565 755. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements apportés aux cuves ou enveloppes d'appareils électriques, 3 mai 1923.

565 759. — Parsons (C.-A.); Perfectionnements aux turbines à vapeur, 3 mai 1923.

565 770. — Rojas (F.-A.); Rhéostat, 3 mai 1923.

565 771. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements dans la pupinisation des circuits électriques de transmission, 3 mai 1923.

565 796. — Schiappa Monteiro de Carvalho (A.-R.); Perfectionnements aux appareils d'appel pour stations de télégraphie ou téléphonie avec ou sans fil, 4 mai 1923.

565 799. — Société dite : Établissements Gout et Lantier; Mode général de construction et types de réalisation de contacts réglables, 4 mai 1923.

565 800. — Société anonyme : Le Gaz pauvre ; Lampe de sûreté électrique pour mines, 4 mai 1923.

565 804. — Rodier (A.-F.); Moteur à turbine, 4 mai 1923.

565 821. — Bessrrfelt (P.); Perfectionnement dans les fours électriques, 2 mai 1923.

565 833. — Jamar (J.); Appareil automatique pour actionner un disjoncteur électrique, 5 mai 1923.

565 835. — Trève (M.); Support isolant de câble porteur pour ligne caténaire et traction électrique, 5 mai 1923.

565 839. — Société générale d'Entreprises; Protection des appareils électriques contre les surtensions, 5 mai 1923.

565 840. — Voronoff (A.), Voronoff (J.); Machine unipolaire à courant continu applicable à l'entraînement des véhicules et avions, 5 mai 1923.

565 844. — Heim (E.), Rusé (P.); Contacteur interrupteur automatique de courant, 5 mai 1923.

565 846. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Systèmes téléphoniques automatiques à centraux multiples, 5 mai 1923.

565 870. — Société G. Grimmeisen et Cie; Perfectionnements aux articulations à rotule, notamment applicables aux lampes électriques à pied pour bureaux, tables de dessin, machines-outils, etc., 7 mai 1923.

565 875. — Société Houzet et Cie; Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil, 7 mai 1923.

565 889. — Hure (H.); Perfectionnements apportés aux appareils électroniques, notamment à ceux dits lampes à trois électrodes, 8 mai 1923.

565 892. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Procédé pour la mise automatique en circuit et hors circuit d'une installation munie de redresseurs de courant à vapeur de mercure, 8 mai 1923.

565 893. — Société Scintilla; Connexion pour haute tension, en particulier pour câbles de bougies d'allumage de moteurs à explosion, 8 mai 1923.

565 896. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Suspension élastique des moteurs électriques, 8 mai 1923.

565 933. — Moulin (E.); Perfectionnement au système de déclenchement des ouvre-portes, 21 avril 1923.

565 934. — EHRMANN (P.); Perfectionnements apportés aux procédés et aux dispositifs de refroidissement des machines électriques blindées, 27 avril 1923.

565 939. — SALDANA (F.); Electroaimant, 8 mai 1923.

565 940. — SALDANA (F.); Limiteur de charge automatique pour accumulateurs ou tous autres usages applicable à un ou plusieurs circuits, 8 mai 1923.

565 941. — Société dite : EMAG ELEKTRIZITATS AKTIEN-GESELLSCHAFT et M. BENDMANN (P.); Déclencheur à temps à maximum, à haute tension, 8 mai 1923.

565 942. — Société dite : EMAG ELEKTRIZITATS AKTIEN-GESELLSCHAFT et MM. KESSELRING (F.) et BENDMANN (P.); Dispositif de freinage de relais et de commutation pour dispositifs protecteurs contre les excès de courant dépendant de la tension, 8 mai 1923.

565 946. — CELLINO (A.); Perfectionnements à la fabrication des accumulateurs et des piles, 8 mars 1923.

565 959. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Procédé de démarrage pour moteurs asynchrones synchronisés, 9 mai 1923.

565 961. — BERTELSEN (H.); Bande de tête pour micro-téléphones, 9 mai 1923.

565 963. — CONTELL (F.); Transformateur alternatif continu, 9 mai 1923.

565 976. — Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD; Perfectionnements aux turbines à fluide élastique, 9 mai 1923.

565 977. — SOCIÉTÉ ANONYME DES ACCUMULATEURS MONOPLAQUE; Perfectionnements apportés aux batteries d'accumulateurs, 9 mai 1923.

565 978. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux appareils à décharge d'électrons pour haute puissance et méthode de fonctionnement de ceux-ci, 9 mai 1923.

565 996. — SOCIÉTÉ HUGHES ET MARSEILLE; Bougie d'allumage, 9 mai 1923.

566 005. — VINCENT (L.-A.); Procédé de réception des ondes de télégraphie sans fil, par circuits oscillants réunis, 7 mai 1923.

566 009. — BISARD (J.-P.); Perfectionnement aux bougies d'allumage de moteurs à pétrole, 11 mai 1923.

566 032. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux équipements à interrupteurs automatiques, 11 mai 1923.

566 033. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Systèmes disjoncteurs à refermeture automatique, 11 mai 1923.

565 047. — GONIN (A.); Cadenas de bicyclette à fermeture automatique et ouverture magnétique, 12 mai 1923.

566 051. — KAPP (R.); Système de bobines d'accord réglables pour télégraphie sans fil, 12 mai 1923.

566 062. — KAPP (R.); Combinateur répartiteur applicable aux bobines d'accord et autres cadres de réception utilisés en télégraphie sans fil, 12 mai 1923.

26 752/547 539. — SAUNIER (H.), PICON (M.), CANTEAU (S.); 1er cert. d'add. au brevet pris le 26 mai 1921, pour turbine à gaz, 19 août 1922.

26 756/542 995. — GRUENEWALD (E.-L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 3 novembre 1921, pour commande électromagnétique directe et synchrone, pour appareils télégraphiques, 22 août 1922.

26 764/527 930. — KERBÉRÉNÈS (J.-L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 6 décembre 1920, pour bougie d'allumage démontable pour moteurs à explosion, 25 août 1922.

26 779/522 806. — DARIMONT (L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 23 août 1920, pour pile hermétique, démontable, à courant permanent ou intermittent, 28 août 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole pratique d'Electricité industrielle de Paris :

Samedi 19 janvier 1924, 20 h 45. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Assemblée générale.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 20 janvier 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Le développement des forces hydrauliques dans le monde*, par M. EYDOUX, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, redigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	5 janvier	29 déc.	1922	1921	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	800	800	650	650	300
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre..................					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre..................					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen.........	627	600	509	415	178,50
Cuivre en lingots propre ou laiton, liv. Havre ou Rouen.........	627	600	509	415	178,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen.........	619	591	504	415	178,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre.........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris.........	2 275	2 150	1 302	967	454,75
Etain Biliton, liv. Havre.........					
Etain Détroits, liv. Havre.........	2 244	2 120	1 292	967	454,75
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris.........	2 195	2 081	1 265	926	444
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	300	286	201	149	54,25
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris.........	305	291	206	151	54,75
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris.........	319,50	302,75	251,50	157,50	60
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris.........	348	329,25	270,50	176,50	60

BULLETIN R.G.E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les progrès réalisés, en Angleterre, depuis la guerre, dans quelques branches importantes de l'industrie électrique. — Cette question a été traitée incidemment, par M. Alexander Russell, président pour l'exercice de 1923-1924 de The Institution of electrical Engineers au cours d'un discours prononcé, à l'occasion de son entrée en fonctions, le 18 octobre 1923; les renseignements les plus intéressants, fournis par l'orateur, sont résumés ci-après.

La période de guerre a été marquée, en Angleterre, par un développement important des installations de distribution d'énergie électrique; mais, par suite des difficultés rencontrées par certaines compagnies pour se procurer le matériel générateur correspondant à une production accrue, on a été conduit, dans plus d'un cas, à renvoyer à plus tard l'exécution d'extensions, en principe nécessaires, et à subvenir temporairement aux besoins de la demande d'énergie, en utilisant, au régime de surcharge, les machines existantes.

Cette situation ne pouvait, évidemment, se prolonger. Dès le début de 1919, de nombreux projets de remise en état des usines et d'exécution de travaux neufs sont déjà mis sur pied; les autorisations d'installations, pour 1920, subissent un accroissement notable, portant sur une puissance de 500 000 kw; en raison des hauts prix pratiqués pour le matériel en 1921, le chiffre, enregistré pour cette même année, est plus faible, mais il se relève, presque au même niveau, au cours de l'année 1922; depuis lors, l'activité, dans cette branche, se maintient sans faiblir, favorisée qu'elle est par les conditions avantageuses du marché, qui offre, maintenant, des prix sensiblement voisins de ceux d'avant guerre.

Production de la vapeur. — L'attention des exploitants s'est portée, en particulier, sur les possibilités d'emploi du charbon pulvérisé et de la vapeur sous de très hautes pressions. On sait, qu'en ce qui concerne cette dernière application, une installation est en cours d'exécution dans la nouvelle usine de l'Edison electric illuminating Co, de Boston une turbine de 2 500 kw, fonctionnant à contre-pression, doit être alimentée par de la vapeur à 85 kg : cm². En Angleterre, on se propose d'aller plus loin encore dans cette voie. L'English Electric Co, en association avec la Benson engineering Co, de Londres, étudie, en effet, la possibilité de produire de la vapeur à 225 kg : cm² (c'est-à-dire à la température critique à laquelle la chaleur latente de vaporisation s'annulant, le passage de l'état liquide à l'état de vapeur s'effectue dans un calme complet) et d'alimenter, avec cette vapeur, préalablement détendue jusqu'à la pression de 105 kg : cm² et réchauffée à 300°, une turbine de 350 kw de construction spéciale. A la sortie de cette dernière, la vapeur, sous la pression de 17,5 kg : cm² sera, après réchauffage, reprise par une turbine à basse pression du type ordinaire.

Production de l'énergie. — Les puissances unitaires des turbines installées ont été sensiblement accrues, depuis 1918, passant successivement de 6 000 à 15 000, 25 000 et 35 000 kw. Une turbine de 40 000 kw, destinée à la Commonwealth Co, de Chicago, est actuellement en construction aux ateliers de MM. C.-A. Parsons et Co, à Newcastle.

L'emploi de machines de pareilles puissances et l'augmentation continue de la puissance globale des usines rend de plus en plus difficile la tâche des disjoncteurs, dont le pouvoir de coupure doit désormais atteindre le million de kilowatts. Bien que les progrès réalisés dans cette voie aient été déjà appréciables, il n'apparait pas que le problème ait été définitivement résolu ; ce dernier a été tout particulièrement pris en main par la British electrical Research Association, qui a entrepris, à ce sujet, toute une série d'expériences dont les résultats permettront, vraisemblablement, de dégager quelques conclusions importantes.

Le rendement thermique obtenu dans les usines de plus grande puissance s'est accru sensiblement, au cours de ces cinq dernières années ; de 10 pour 100 en 1918, on est passé dans quelques cas à 18 pour 100 et on compte atteindre, avant qu'il soit longtemps, un chiffre aussi élevé que 25 pour 100.

Transmission de l'énergie. — Les tensions primaires de distribution, pour de longues distances, ont subi une augmentation notable : au lieu de 6 000 et 11 000 v, on utilise maintenant 33 000 et 66 000 v. Pour les canalisations souterraines, la tension de 33 000 v se répand de plus en plus, pour les distributions dans les centres urbains et les districts industriels ; dans quelques cas, où l'importance de la

MECI

76, RUE DES PETITS-CHAMPS

Tél. : Gut. 2492 PARIS-2e (Opéra)

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DE CONTROLE ET INDUSTRIEL



WESTON

INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES

LEEDS and NORHTRUP

INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES

DE LABORATOIRE

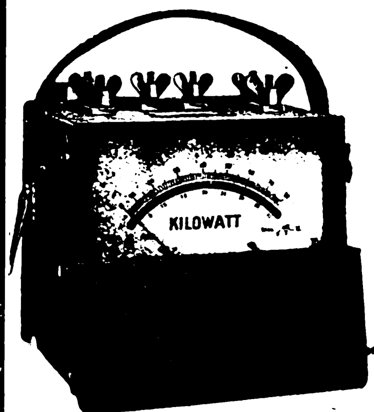
BRISTOL

ENREGISTREURS DE TOUS GENRES



DEUX MILLE

INSTRUMENTS EN STOCK - SALLES D'EXPOSITION



PRÉCISION ET INDUSTRIEL

PORTATIFS - TABLEAUX

INDICATEURS - ENREGISTREURS

TRANSFORMATEURS

OHMMÈTRES

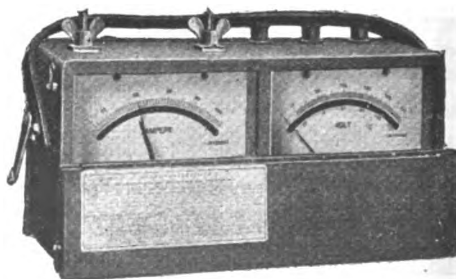
INSTRUMENTS

POUR

T. S. F. — AUTOMOBILES



PARIS



BRUXELLES

charge à transmettre le justifie, une tension plus haute a déjà été employée ou, tout au moins, envisagée. Lorsqu'il s'agit de transmissions de courants triphasés, les techniciens hésitent encore au sujet de la préférence à donner à l'un ou l'autre des deux systèmes en présence (canalisations à conducteurs multiples ou à conducteurs séparés). Les câbles à conducteurs multiples, faciles à manier, paraissent cependant rencontrer une certaine faveur, étant donné surtout que les constructeurs se déclarent prêts à fournir toutes garanties pour des canalisations de ce genre pour les tensions jusqu'à 66 000 v; quelques câbles pour cette haute tension sont déjà en service.

Aux Etats-Unis et au Canada, dans des centres industriels importants, la demande de câbles établis pour une tension minimum de 100 000 v s'affirme de plus en plus ; en vue de donner satisfaction à ces besoins, les constructeurs envisagent la fabrication de courts feeders, pour cette tension, qui seraient installés à titre d'essai. En Angleterre, il est possible que le problème de l'augmentation de tension des canalisations souterraines se pose dans des conditions analogues, à brève échéance : si, toutefois, l'emploi de la tension de 100 000 v était décidé, dès maintenant, force serait de recourir à des câbles à conducteur unique.

La tension primaire de 50 000 v a été adoptée, comme normale, par la Hollande sur toute l'étendue de son territoire. On a fait usage, concuremment, pour la distribution à cette tension, de câbles à trois conducteurs, de fabrication anglaise, et de câbles à conducteur unique, de fabrication allemande. Des données comparatives d'exploitation relatives à ces câbles ont été recueillies et pourront être, bientôt, portées à la connaissance du monde technique.

En Angleterre, l'adoption de tensions de distribution élevées ne s'est effectuée qu'avec un certain retard dû, en grande partie, à l'absence d'une politique vraiment nationale ayant pour effet d'harmoniser les initiatives individuelles des compagnies ou corporations exploitantes. Il convient, toutefois, de signaler les efforts déployés, dans cette voie, par l'Electricity Commission, à l'activité bienfaisante de laquelle on doit attribuer l'abaissement graduel du prix de vente de l'énergie à la consommation.

Industrie de la construction électrique. — La fermeture de la Russie et des pays de l'Europe centrale au marché britannique a porté un coup sérieux à l'industrie de la construction électrique ; mais les pertes correspondantes ont été compensées, dans une certaine mesure, par l'accroissement de la demande de la part des Dominions et de quelques pays étrangers (grosses commandes, notamment, de matériel d'électrification de chemins de fer, reçues de Nouvelle-Zélande, d'Australie, d'Afrique du Sud, du Brésil et du Japon).

Industrie des lampes à incandescence. — Immédiatement après la guerre, les fabricants de lampes à incandescence ont décidé la mise à exécution d'un vaste programme d'extensions et de recherches portant tout spécialement sur les lampes à atmosphère de gaz. Les progrès réalisés à ce jour sont déjà considérables. Il s'agit maintenant, et c'est là la tâche à laquelle s'appliquent avec ardeur les cercles intéressés, d'appeler instamment l'attention du public, en général, et des industriels en particulier, sur les avantages de tout ordre résultant d'un éclairage intensifié, de manière à tirer tout le parti qu'il convient des nouveaux perfectionnements.

Centraux téléphoniques automatiques. — A la suite d'expériences concluantes sur le bon fonctionnement et l'exploitation économique de 17 centraux automatiques, dans le service public du téléphone en Angleterre, l'Administration britannique des postes a décidé qu'à l'avenir ce type d'équipement serait employé dans tous les districts à trafic important. Des installations automatiques sont actuellement en cours d'exécution dans un certain nombre de villes de province ; des contrats sont passés en vue de la réalisation, à brève échéance, de projets similaires et toutes dispositions sont déjà prises pour introduire le système à Londres même, où l'on se propose de procéder, dès le début de 1925, à l'installation de plusieurs centraux automatiques importants dans le Central District.

Téléphonie à longue distance. — L'emploi de circuits sous câbles avec conducteurs de faible diamètre, pupinisés et munis de répéteurs thermoioniques, se répand de plus en plus pour les communications à longue distance. Des lignes de ce système fonctionnent déjà entre Londres, Derby et Manchester ; Londres et Brighton ; Londres, Portsmouth et Southampton. D'autres, entre Londres et Bristol, Bristol et Birmingham, Birmingham et Manchester, Leeds à Hull, sont prêtes à être livrées à l'exploitation. Plusieurs extensions au réseau ainsi formé sont actuellement en cours d'exécution et on envisage, à une date prochaine, l'établissement de quelques circuits supplémentaires utilisant des routes différentes.

Le développement rapide du trafic entre l'Angleterre et le continent a conduit à adopter un type de câble sous-marin d'un rendement plus élevé que ceux présentement en usage ; un câble de ce modèle, à self-induction augmentée et uniformément répartie, vient d'être mis en fabrication ; il est destiné à assurer le service téléphonique avec la Hollande.

Radiotélégraphie. — Les progrès ont consisté, principalement, dans l'emploi de circuits couplés permettant l'élimination des harmoniques à la transmission, et dans la mise au point de valves thermoioniques de grande puissance en quartz ou en métal, ces dernières munies d'un dispositif de refroidissement par circulation d'eau. Des tubes à vide donnant, en marche industrielle, un fonctionnement satisfaisant, ont pu être établis pour une puissance de 14 kw développée à haute fréquence, dans le circuit oscillant. Sur la base d'expériences concluantes, l'emploi de transmetteurs à valves a été décidé pour la station actuellement en cours de construction, à Rugby, dont la puissance dans l'antenne sera de 500 kw. Le projet comporte l'installation immédiate de 8 pylônes de 250 m de hauteur et les aménagements ont été prévus pour permettre l'érection ultérieure d'appuis en nombre égal.

Radiotéléphonie transatlantique. — Les essais entrepris, au cours de l'année 1922, ont montré que les communications radiotéléphoniques entre Londres et New-York pouvaient, lorsque les conditions atmosphériques sont favorables, être assurées d'une façon complètement satisfaisante. D'après les observations faites, l'audibilité des messages varie sensiblement au cours d'une même journée de 24 heures et suivant la saison. Les derniers résultats connus indiquent clairement que l'amélioration recherchée pour la qualité des transmissions est subordonnée à l'emploi de longueurs d'ondes supérieures à 5000 m.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret concédant a la Société générale d'Entreprises une chute d'eau, a Guerlédan sur le Haut-Blavet (Morbihan et Côtes-du-Nord. — Le « Journal officiel » du 5 septembre 1923

publie, page 8712-8719, le décret en date du 30 août 1923, approuvant la convention passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société générale d'Entreprises, d'autre part, ainsi que le cahier des charges pour l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation de la chute d'environ 45 m (en eaux moyennes), sur le Blavet, entre les points situés à 5 km en aval de Gourec (écluse de Bon-Repos) et à 1 300 m en amont de Saint-Aignan (écluse de Guerlédan) sur les territoires des communes de Saint-Carven, Caurel et Mur-de-Bretagne (Côtes-du-Nord) sur la rive gauche et Saint-Aignan, Sainte-Brigitte et Perret (Morbihan) sur la rive droite.

La puissance maximum brute de la chute concédée est évaluée à 12 000 kw, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 9000 kw.

La puissance normale brute est évaluée à 3 850 kw, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 2 900 kw.

L'entreprise a pour objet principal l'établissement et l'exploitation, en vue du commerce de l'énergie électrique, des usines et ouvrages hydrauliques destinés à capter la chute du Blavet, à Guerlédan, au moyen d'un barrage de 40 m de hauteur environ.

Le barrage ou la prise d'eau sera placé à 1 300 m environ en amont de Saint-Aignan, à quelques mètres à l'aval de l'écluse du Moulin-Neuf.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote 123,90 du nivellement géographique français (N. G. F.) (125,05 nivellement Bourdaloue).

Le débit maximum emprunté sera de 28,500 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 2,500 m³ : s.

Les eaux seront restituées à la cote moyenne 80,00 environ du nivellement Bourdaloue, soit à la cote 78,85 environ du N. G. F.

Les repères o du N. G. F. sont à 1,15 m au-dessus des repères o du nivellement Bourdaloue.

En cas d'insuffisance du bassin de compensation pour assurer la permanence du débit de 2,500 m³ : s en aval de l'usine, le complément sera prélevé sur la réserve du barrage.

L'aménagement consiste essentiellement à barrer le cours du Blavet à l'aval immédiat de l'écluse du Moulin-Neuf, par un barrage de 45 m de hauteur relevant le plan d'eau à la cote 125,05, soit 60 cm au-dessus de la cote du bief s'étendant actuellement entre l'écluse des Forges de l'écluse de Bon-Repos. On crée ainsi une retenue s'étendant sur 13 km dont la tranche supérieure est utilisée pour régulariser le débit du Blavet.

La chute ainsi créée est utilisée dans une usine située immédiatement à l'aval du barrage.

Les eaux sont restituées au Blavet, à l'aval du barrage de Guerlédan, par l'intermédiaire d'un bassin compensateur, qui régularise le débit restitué.

Un système d'écluses accolées au barrage et un canal raccordant cet ouvrage à l'écluse actuelle de Guerlédan assure le maintien de la navigation.

Les ouvrages principaux sont :

Barrage — Le barrage, du type insubmersible, a un profil triangulaire, la stabilité étant assurée par son propre poids.

Il a un développement en crête de 218 m environ, avec une hauteur de 46,50 m dans sa section principale.

Sa plate-forme sera aménagée pour l'établissement d'une chaussée de 2,50 m de largeur pour voitures, avec création de refuges en encorbellement pour piétons.

Il comporte un dispositif de vidange, constitué par une conduite en tôle de 1,20 m de diamètre traversant le pied du barrage et munie, à son extrémité, d'un dispositif d'obturation.

Ouvrage d'évacuation des crues. — Les crues sont évacuées par deux vannes automatiques de 6 m de largeur et de 3 m de hauteur, placées sur la rive droite, auxquelles fait suite un canal taillé dans le rocher rejetant l'eau à l'aval du pied du barrage.

Prise d'eau. — La prise d'eau est disposée pour pouvoir utiliser une tranche d'eau de 8,10 m de hauteur.

Elle est constituée essentiellement par les orifices des conduites forcées venant déboucher dans la retenue sur la paroi amont du barrage.

Ces orifices, au nombre de quatre, dont l'un est prévu pour une extension éventuelle, sont munis de vannes commandées de la plate-forme du barrage. Ils sont protégés par une grille métallique.

Conduites forcées. — Les conduites forcées, au nombre de trois, ont 1,70 m de diamètre intérieur et 150 m de longueur moyenne.

Usine. — L'usine est située à 150 m environ à l'aval du barrage, sur la rive gauche du Blavet

Elle comprend une salle des machines pouvant contenir quatre groupes turboalternateurs d'une puissance totale de 15 500 kv-A et un bâtiment abritant le tableau et l'appareillage électrique.

Canal de fuite et bassin compensateur. — Pour utiliser la hauteur de chute disponible jusqu'à la cote du canal de Nantes à Brest à l'aval du barrage de Guerlédan, ce barrage est percé d'une ouverture de 16 m de largeur et un canal de fuite est creusé dans le lit actuel de la retenue de ce barrage.

L'ouverture de 16 m, percée dans le barrage de Guerlédan, est munie d'une vanne qui permet d'accumuler à volonté derrière ce barrage un volume de 80 000 m³ pour la régularisation du débit restitué à l'aval.

Comité permanent d'Électricité. — Par arrêté du ministre des Travaux publics en date du 8 janvier 1924, publié au « Journal officiel » du 9 janvier, page 269, ont été désignés pour remplir, pendant l'année 1924, les fonctions ci-après au Comité permanent d'Electricité :

Président : M. Monmerqué, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

Vice-président : M. Legouez, président de l'Union des Syndicats d'Électricité.

Secrétaire : M. Ourson, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Ont été désignés pour être attachés, au même comité, pendant l'année 1924, en qualité de secrétaires adjoints :

MM. Seignobos, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Issarte, ingénieur des Ponts et Chaussées.

Dupin, ingénieur des Ponts et Chaussées.

Joly, ingénieur des Postes et Télégraphes.

Approbation d'un compteur d'énergie électrique. — Par arrêté du 27 décembre 1923, inséré au « Journal officiel » du 9 janvier 1924, page 269, a été étendue aux calibres jusqu'à 50 A et 250 V l'approbation donnée par arrêté du 26 décembre 1911 aux compteurs M IV de la Compagnie anonyme continentale pour la Fabrication des Compteurs et autres Appareils, 17, rue d'Astorg, Paris.

MESURES ÉLECTRIQUES



Envoi franco du catalogue.

GRANDS PRIX
PARIS 1889, 1900
SAINT-LOUIS, 1904
HORS CONCOURS
LIÈGE, 1905
Membre du Jury

Enregistreurs et appareils de tableaux

AMPÈREMETRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle à cadre complètement apériodique pour courant continu.
Modèle électromagnétique à apériodicité réglable (Brev. S.G.D.G.), sans aimant permanent.
Modèle apériodique de précision à cadre mobile.
Modèle thermique à consommation réduite (Brev. S.G.D.G.).
Boîtes de contrôle — Ohmmètres — Compteurs horaires, etc.
Millivoltmètres et milliampèremètres.

Appareils à cadrans combinés et enregistreurs
pour traction électrique : tramways, chemins de fer, électromobiles, etc.

ENREGISTREURS POUR TOUT CONTROLE INDUSTRIEL

Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

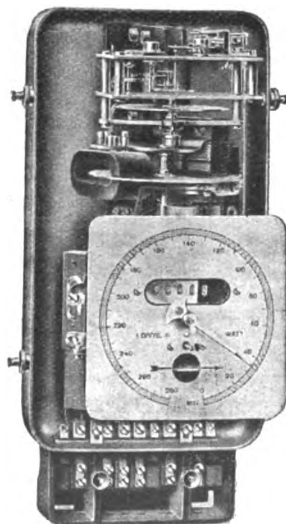
A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45 mm × 107 mm.

Sté Ame des Etts **JULES RICHARD**, au capital de 6 000 000 fr.
25, rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS** (19e)
Registre du Commerce : Seine N° 174227

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra) (9e)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

LANDIS & GYR



Simple - double - triple tarif
A indicateur de Maximum
A dépassement
d'énergie réactive
Horloges de contact
Interrupteurs horaires
Transformateurs de mesures

AGENCE GÉNÉRALE POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

FERRIÈRE & BERCHTOLD

Téléph. : Marcadet 11-08 **PARIS (18e)** ***12, rue Lapeyrère, 12***

(*Registre du Commerce* : Seine N° 93526)

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — *Saône (Haute-).* — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de : Sauvigny-les-Pesmes, Aubigny, Montseugny, Grande-Resie, Chevigney, Vadans, Lieucourt, Arsans, Motey-Besuche, Bard-les-Pesmes, Venere, Cresancey, Onay, Champtonnay, Noiron, Bonboillon, Tromarey, Hugier, Cugney, Cult, Courcuire, Autoreille et Virey qui constituent le Syndicat intercommunal de Vadans, Renchamp et les hameaux de la Selle, le Rhien, Recologne, Mourière, Puits-VII et le Plain.

Savoie. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de la Croix de-la-Rochette et Détrier.

Vienne. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique sur le territoire du Syndicat intercommunal du département de la Vienne.

Combustibles. — **La production des houillères françaises pendant le mois de novembre 1923.** — La production des houillères françaises s'est élevée à 3 506 037 t pendant le mois de novembre 1923, au lieu de 3 689 858 t en octobre.

Cependant, le mois de novembre n'ayant compté que 25 jours ouvrables, la production journalière marque en réalité une nouvelle accentuation des progrès considérables constatés les mois derniers ; elle s'affirme nettement et définitivement supérieure à l'extraction d'avant guerre :

	Production journalière moyenne, en tonnes
Année 1913	137 147
Janvier 1923	121 064
Juillet 1923	128 592
Octobre 1923	136 661
Novembre 1923	140 241

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas de-Calais, les efforts de reconstitution des mines dévastées font passer la production journalière de 60 239 t en janvier 1923 à 78 635 t en novembre, réalisant ainsi un gain de plus de 30 pour 100 dans un intervalle de douze mois. Le déficit, par rapport à 1913, se trouve réduit à 12 662 t.

Dans le Centre et le Midi, l'extraction journalière moyenne est légèrement supérieure à celle d'avant guerre ; elle a atteint en novembre 44 850 t.

Les mines de Lorraine — non comprises dans les frontières de 1913 — apportent un contingent nouveau de 17 348 t, compensant, et au delà, le déficit qui subsiste pour quelques mois encore dans le Nord et le Pas-de-Calais.

Le recrutement de la main-d'œuvre supplémentaire, nécessité par la réduction de la durée du travail dans les mines, se poursuit avec intensité : les effectifs sont passés de 203 208 unités en 1913 à 242 566 en janvier 1923, 257 692 en juillet et 277 888 en novembre.

La production de coke métallique dans les cokeries des houillères a progressé de 131 994 t en janvier 1923 à 182 974 t en novembre.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — **Société d'Etudes pour l'Aménagement de la Vallée du Verdon et la dérivation de Fontaine-l'Evêque.** — Cette société anonyme en formation a pour objet l'étude de toutes dérivations, de toutes captations d'eau, de tous barrages et usines d'énergie dans la vallée du Verdon et, notamment, l'étude de la dérivation de Fontaine-l'Evêque sur les Bouches-du-Rhône et sur le Var, l'étude de réservoirs de substitution, à Allos, Caréjuan et autres lieux. Le siège est à Paris, 282, boulevard Saint-Germain. Le capital est de 100 000 fr en actions de 1 000 fr, toutes souscrites en numéraire.

Société nationale d'Entreprises et de Voirie. — Telle est la nouvelle dénomination de la Société nationale d'Entreprises électriques au capital de 1 million de francs dont le siège est à Paris, 126, rue de Provence.

Société française d'Appareillage électrique. — Cette société anonyme en formation a pour objet la fabrication, le commerce d'appareillage électrique et industriel. Le siège est à Paris, 3, rue Davioud. Le capital est de 100 000 fr en actions de 500 fr.

Le Matélec. — Cette société anonyme en formation a pour objet la fabrication de tout appareil électrique et mécanique. Le siège est à Paris, 32, rue Rodier. Le capital est de 100 000 fr en actions de 1 000 fr.

Téléphones Burgunder. — Sous cette dénomination, une société anonyme vient d'être formée pour la fabrication, le commerce d'appareils d'électricité, d'appareils téléphoniques et télégraphiques, l'exploitation d'un fonds de commerce apporté par M. Burgunder et situé, 48, avenue Félix-Faure, à Paris, où a été fixé le siège. Le capital est de 500 000 fr en actions de 500 fr, dont 800 attribuées à l'apporteur qui a été nommé administrateur unique de la société.

La Bressanne électrique. — L'objet de cette société anonyme en formation est la production, la distribution de l'énergie électrique, notamment dans l'Ain, le Jura, le Doubs et la Saône-et-Loire. Le siège est à Lyon, 3, rue Président-Carnot. Le capital est fixé à 500 000 fr en actions de 250 fr dont 360 attribuées aux fondateurs, MM. A. Villaret, 11, cours Lafayette, à Lyon ; Fernand Galopin, 59, avenue de Noailles, à Lyon, et Ch. Perret, 53, rue Molière, à Lyon en rémunération d'apports.

Augmentation de capital. — **Compagnie électrique du Nord.** — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 janvier 1924, p. 2, cette société, dont le siège est à Douai, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, va porter le capital social de 14 500 000 fr à 25 000 000 fr par l'émission de 105 000 actions d'une valeur nominale de 100 fr à émettre au prix de 115 fr.

Ces actions nouvelles seront créées le 1er février 1924 ; elles auront droit :

1° A l'intérêt statutaire, à dater de leur création ;

2° A l'intégralité du superdividende de l'exercice 1923.

Ensuite elles seront assimilées aux actions anciennes.

La souscription sera réservée aux actionnaires ou aux cessionnaires de leurs droits, avec droit de préférence à titre irréductible, à raison de deux actions nouvelles pour trois anciennes.

Gaz et Electricité du Sud-Est (anciennement Compagnie d'Eclairage des Villes). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 janvier 1923, p. 5, cette société dont le siège est à Lyon, 49, rue de la Bourse, va procéder à une augmentation de capital de 4 150 000 fr par l'émission contre espèces de 8 300 actions de

500 fr libérables du premier quart au moins à la souscription et du surplus sur appels du Conseil, jouissance 1er janvier 1924, et dont la souscription est réservée à concurrence de 7 566 aux propriétaires des 22 700 actions actuelles (anciens actionnaires de la compagnie absorbante et des sociétés absorbées), à raison de 1 pour 3, et à concurrence de 600 aux propriétaires des 450 actions de jouissance de la Société de Toulon (une des sociétés absorbées) à raison de 4 pour 3, le solde devant être souscrit à la diligence du Conseil d'Administration.

Société méridionale de Transport de Force. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 janvier 1923, p. 2, cette société, dont le siège est à Carcassonne, 2, avenue Arthur-Mullot, va procéder à l'émission de 6 000 bons décennaux de 500 fr, représentant un capital de 3 000 000 fr.

Ces 6 000 bons seront émis au prix de 460 fr.

Ils rapporteront un intérêt annuel de 32,50 fr net d'impôts présents et futurs, à l'exception des droits de transmission, de transfert et de conversion (conformément à la loi du 30 juin 1923, art. 19), payable par semestre les 15 juin et 15 décembre de chaque année.

Ils seront amortissables en dix années, avec faculté de remboursement au pair à partir du 15 juin 1925, par voie de tirage, par rachat en Bourse, à l'amiable ou autrement.

Société Force et Lumière des Pyrénées (anciennement Société l'Electrométal). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 janvier 1924, p. 2, cette société, dont le siège est à Paris, 12, rue Saint-Florentin, va procéder à l'émission de 4000 actions privilégiées de 500 fr chacune.

Compagnie de Construction électrique. — L'assemblée extraordinaire tenue récemment a régularisé l'augmentation du capital porté de 1 500 000 fr à 7 500 000 fr par l'émission de 60 000 actions de 100 francs.

Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille. — Cette société procède à l'émission de 50 000 obligations de 500 fr rapportant un intérêt de 6,5 pour 100.

Energie électrique oléronnaise. — Le capital vient d'être porté de 1 million de francs à 1 200 000 fr par l'émission de 800 actions de 250 francs.

Société d'Electricité pour la Lumière et la Force. — Le capital a été porté de 350 000 à 500 000 fr par l'émission, au pair, de 600 actions de 250 francs.

Société électrique de Belchamp. — Cette société porte son capital de 2 à 3 millions de francs par l'émission de 1 000 actions de 1 000 francs.

Société dauphinoise d'Eclairage électrique. — Cette société procède à l'émission de 3000 obligations de 500 fr à 7 pour 100. Le bilan du dernier exercice a laissé un bénéfice de 122 863 francs.

Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice de Montbéliard, Audincourt et Extensions. — Cette société porte actuellement son capital de 2 600 000 fr à 3 millions de francs par l'émission de 4 000 actions de 100 francs. Le bilan du dernier exercice a laissé un bénéfice de 268 713 fr (report compris).

Société d'Eclairage électrique de Cannes. — Cette société porte son capital de 1 110 000 fr à 3 330 000 fr par l'émission, au pair, de 12 000 actions de 185 francs. Le bilan, au 30 juin 1923, se solde par un bénéfice de 80 166 francs.

Société électrique de Carnac. — Cette société, dont le siège est à Carnac (Morbihan), porte son capital de 22 000 à 53 500 fr par l'émission, au pair, de 315 actions de 100 fr.

Energie électrique du Poitou. — Cette société procède à l'émission de 1 600 obligations de 500 fr à 7 pour 100.

Société du Gaz et de l'Electricité de Nogent-le-Rotrou. — Cette société procède à l'émission, à 490 fr, de 600 obligations de 500 fr à 6,5 pour 100.

Société de Fours électriques (Brevets Tagliaferri). — Le capital vient d'être porté de 125 000 fr à 150 000 fr par l'émission, au pair, de 250 actions de 100 francs.

Comptoir général de l'Electricité, Benquet et Cie. — Le capital de cette société en commandite simple dont le siège est à Paris, 41, boulevard Beaumarchais, a été porté de 700 000 fr à 1 million de francs par l'augmentation des apports.

Société Électricité et Electro-Outillage. — Le capital, d'abord ramené de 500 000 à 100 000 fr par la réduction de la valeur nominale des actions de 500 à 100 fr, a été ensuite porté à 600 000 fr par la création de 5 000 actions de 100 francs.

Société Caméléon. — Le capital a été porté de 200 000 à 225 000 fr, par l'émission au pair de 50 actions de 500 fr.

Compagnie générale d'Applications électriques. — Le capital a été porté de 50 000 à 100 000 fr par l'émission de 500 actions de 100 francs.

Compagnie des Eaux et de l'Electricité de l'Indo-Chine. — Une assemblée extraordinaire tenue récemment au siège social, 3, rue de Stockholm, à Paris, sous la présidence de M. Octave Homberg, a décidé d'augmenter le capital social de 10 à 15 millions de francs par la création de 10 000 actions nouvelles qui seront distribuées gratuitement aux anciens actionnaires à raison de une action nouvelle pour deux anciennes.

Diminution de capital. — Société parisienne d'Outillage électrique. — Le capital a été ramené de 1 500 000 à 975 000 fr par la transformation de 200 actions ordinaires de 1 000 fr en actions de jouissance et la réduction à 750 fr de la valeur nominale de 1 300 actions de priorité de 1 000 fr qui ont été transformées en actions ordinaires.

Société française de Téléphonie et de Mécanique. — Le capital a été ramené de 4 à 2 millions de francs par la réduction du nominal des actions de 250 à 125 fr.

Divers. — Tréfileries et Laminoirs du Havre. — Le rapport du Conseil, lu au cours de l'assemblée ordinaire du 28 décembre 1923, fournit sur l'activité des diverses participations sociales de cette société les renseignements suivants :

La Société d'Applications industrielles qui, pour couvrir une perte due au paiement d'une dette ancienne contractée en francs suisses, avait dû réduire son capital de 25 pour 100, voit maintenant prospérer toutes les affaires de distribution d'énergie électrique dans lesquelles elle a des participations importantes, telles que l'Union d'Electricité, Est-Lumière, Energie électrique du Nord de la France, Société d'Electricité de Caen, Est-Electrique. Son dividende pour l'exercice écoulé, a été fixé à 8 pour 100.

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PARVILLÉE F^RES^ & CIE

TÉLÉPH. : TRUDAINE 29-74

56, RUE DE LA VICTOIRE
PARIS 9^e^

REGISTRE DU C^CE^ N° 51.755 (SEINE)

UNE COMMANDE DE TRAVERSÉES N° 912,
LONGUEUR 1^m^07 POUR 70.000 VOLTS, AVANT LA
POSE DES GARNITURES MÉTALLIQUES

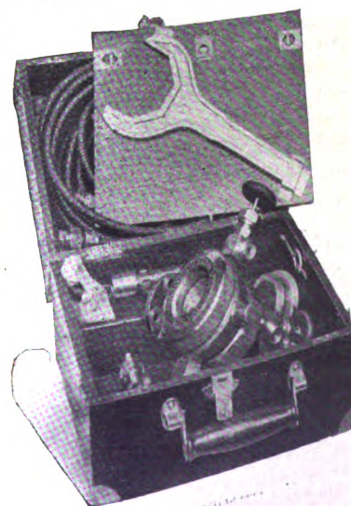
Si la **CORROSION** détruit vos Chaudières, vos Économiseurs, vos Conduites de vapeur et Accessoires,

Adoptez le

Détecteur de Corrosion
WEIR

C'est un appareil simple, fonctionnant avec une grande régularité, qui vérifie et enregistre parfaitement la qualité des eaux d'alimentation.

Il est livré complet, dans un coffret, avec instructions détaillées pour son emploi.



G. & J. WEIR, Ltd
CATHCART, GLASGOW (Écosse)

REPRÉSENTANT POUR LA FRANCE ET LA BELGIQUE :
A. FOIANESI, Ing.
Registre du Commerce : Seine n° 161 210
94, r. de la Victoire, PARIS (9e) - 3, av. des Arts, BRUXELLES

La société Alais, Forges et Camargue a vu, pendant l'exercice écoulé, augmenter considérablement l'activité des différentes branches de son industrie, qui comprend non seulement l'aluminium, mais aussi une grande variété de produits chimiques. Elle proposera, pour cet exercice, un dividende supérieur à celui de l'exerciee 1922, qui était de 5 pour 100.

La société Trafilerie e Laminatori di Metalli a continué à se développer et à augmenter son chiffre d'affaires et ses bénéfices. Le dividende de l'exercice écoulé a été de 10 pour 100.

La Société espagnole de Constructions électromécaniques est entrée en exploitation normale pour toutes les spécialités prévues à son programme, y compris son importante installation d'électrolyse qui lui permet de traiter les cuivres obtenus dans les mines et fonderies voisines de son usine de Cordoue. L'importance de ses produits livrés est en accroissement continu sur l'année précédente et les résultats de cette année seront bénéficiaires.

Enfin, la Société des Lignes télégraphiques et téléphoniques a été chargée, par l'Administration des Postes et Télégraphes, de l'installation du câble téléphonique interurbain Paris-Strasbourg. Cette première commande, qui se chiffre par plus de 135 millions de francs, commence la réalisation du vaste programme présenté par le sous-secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes pour la réorganisation des lignes et du matériel téléphonique et télégraphique et sur lequel une première tranche de 704 millions de francs, répartis sur quatre ans, vient d'être votée par le Parlement.

La Nitrogène. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment, au siège social, sous la présidence de M. Ferdinand Gros, a approuvé les comptes de l'exercice écoulé, se soldant par une perte de 477 368,31 fr.

La sécheresse extraordinaire de l'année 1920-1921 a eu sa répercussion sur l'année 1922.

Les réserves de neige et probablement d'eaux souterraines, complètement épuisées, ne se sont pas reconstituées pendant l'hiver 1922, si bien que la puissance dont la société a disposé, à La Roche-de-Rame, pour les fours, n'a été que de 9,5 millions de kilowatts-heure, au lieu de 14 millions de kilowatts-heure, moyenne des années précédentes, 1921 excepté.

D'autre part, les prix de vente sont descendus très bas, jusqu'à 1 550 fr la tonne d'acide azotique.

Dans ces conditions, le chiffre des ventes s'est trouvé de 467 131,70 fr, contre 307 172 fr, pour 1921, et 837 000 fr pour 1920.

Heureusement, la situation s'est améliorée pour 1923 et la société a déjà, au 1er décembre, un chiffre de ventes de 753 000 fr.

D'autre part, la mise au point de la nouvelle installation de la Roche-de-Rame s'achève dans des conditions satisfaisantes et le rendement de celle-ci est nettement supérieur au rendement de l'ancienne installation.

La Manutention mécanique industrielle. — Les comptes de l'exercice 1922-1923 ont été soumis aux actionnaires le 15 décembre 1923.

Cet exercice a été caractérisé par l'effort de redressement qu'il a été nécessaire de faire pour atténuer les conséquences qui pouvaient résulter pour la société de la défaillance de sa filiale.

Les meilleurs résultats sont, en outre, attendus de l'entente conclue il y a quelques mois avec les Ateliers de Construction du Nord de la France.

Le bilan au 30 juin 1923 qui vient d'être publié s'est soldé, après prélèvement de 48 932,24 fr d'amortissements et du solde déficitaire de l'exercice dernier de 23 136,59 fr, par un bénéfice de 50 995,32 fr. Cette somme étant insuffisante pour la distribution d'un dividende, l'assemblée des actionnaires en a décidé le report à nouveau, après prélèvement de la réserve légale qui est de 2 549,75 fr.

Compagnie d'Electricité de Marseille. — Cette société vient d'obtenir la concession de la distribution publique de l'énergie électrique pour tous usages sur le territoire de la commune de Marseille. La société devra effectuer, dans un délai maximum de huit années, à compter de la date de l'approbation de la concession, la fusion de son exploitation électrique avec celle de la Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille, également concessionnaire de la distribution publique de l'énergie électrique pour tous usages sur le territoire de la commune de Marseille.

Le capital de la société nouvelle ou de la société absorbante devra être fixé ou porté à 50 millions de francs au moins.

Dans le cas où la fusion prévue ne serait pas réalisée à l'expiration de la période de huit années ci-dessus indiquée, le concessionnaire serait déchu de plano du bénéfice de sa concession, un mois après une mise en demeure restée sans effet.

Sous le bénéfice des dispositions qui précèdent, la Compagnie d'Electricité de Marseille renonce à poursuivre l'instance qu'elle a introduite contre la Ville, le 15 septembre 1920.

Société électrique des Houillères du Pas-de-Calais. — L'assemblée extraordinaire de cette société, au capital de 6 millions de francs, qui a son siège à Paris, 60, rue de Provence, a prononcé la dissolution de la société et a chargé de la liquidation le conseil d'administration en exercice.

OUVRAGES RÉCENTS

Etude mécanique et usinage des machines électriques, par de Pistoye, professeur à l'École supérieure d'Electricité. Les indications publiées dans le « Bulletin R. G. E. » du 12 janvier 1924, t. xv, p. 14 B, étant erronées, il y a lieu de les modifier comme il suit : Un volume, 24 cm × 16 cm, 839 pages, 300 figures. Prix : broché, 70 fr ; relié, 80 fr.

Agenda Dunod pour 1924. Electricité, par J.-A. Montpellier. Revu par M. D. Fourcault. Un petit volume de poche, 15 cm × 10 cm. Prix : cartonné, 6 fr ; relié pleine toile, 9 fr.

Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1924. Un volume, 16 cm × 9 cm, 658 pages, 5 cartes célestes en couleurs, 3 cartes magnétiques de la France, 3 cartes magnetiques de l'Afrique du Sud et 3 planches de spectres. Prix : broché, 6 fr ; relié 8,50 fr.

Le principe de relativité, par Paul Langevin. Un volume. Prix : 3 fr.

Principes de calcul vectoriel et tensoriel, par J.-B. Pomey. Un volume, 316 pages. Prix : 30 fr.

Radioactivité et phénomènes connexes, par Mme Pierre Curie. Un volume. Prix : 3 fr.

La relativité. Exposé élémentaire des théories d'Einstein et réfutation des erreurs contenues dans les ouvrages les plus notoires, par André Metz. Préface de Jean Becquerel et deux lettres d'Einstein et Eddington. Un volume. Prix : 6 fr.

Annuaire de la télégraphie sans fil, 1re année. Un volume, 1 380 pages. Prix : relié toile, 30 fr.

Les théories d'Einstein, par Lucien Fabre, 27e mille. Un volume. Prix : 7,50 fr.

Cours d'installations téléphoniques, par MILON, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. Un volume, 25 cm × 16 cm, 400 pages, 264 figures. Prix : 30 fr.

L'élève électricien (moteurs), par NÉRÉ, 4e volume, 18 cm × 12 cm, 381 pages, 148 figures, 4 tableaux. Prix : 10 fr.

BREVETS RÉCENTS

26 773/526 945. — Société dite : N. V. PHILIP'S GLOEILAMPENFABRIEKEN ; 1er cert. d'add. pris, le 8 novembre 1920, pour installation d'éclairage électrique à courant alternatif, 28 août 1922.

26 793/519 779. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 8 juillet 1920, pour perfectionnements dans les circuits de transmission, 26 avril 1922.

26 794/533 800. — ABRAHAM (H.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 6 octobre 1920, pour perfectionnements en radiotélégraphie multiplex, 16 mai 1922.

566 087. — LÉVY-GRUNWALD; Commutateur, 12 mai 1923.

566 094. — VEYSSIÈRE (A.-J.); Système de condensateur variable à air indéréglable, 12 mai 1923.

566 099. — LABEILLE (T.); Système de prise de courant par douille susceptible de fonctionner comme prise de courant par fiches, 12 mai 1923.

566 100. — LORANG (P.); Dispositif pour l'élimination et la récupération magnétiques des particules de fer existant dans les poussières de hauts fourneaux, 12 mai 1923.

566 109. — MONFROY (R.-E.); Fixe-trolet électromécanique, 14 mai 1923.

566 126. — HOLDÈS (E.); Dispositif redresseur de courants électriques alternatifs, 29 juillet 1922.

566 140. — RISLER (G.); Perfectionnement aux câbles électriques à haute tension, 2 août 1922.

566 141. — Société dite : F. et C. GUERPILLON; Poste portatif d'émission à faible puissance pour la radiographie et la radioscopie, 2 août 1922.

566 145. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Perfectionnements aux disjoncteurs pour courant continu, 3 août 1922.

566 147. — MARX (A.); Appareil séparateur électro-centrifuge, 3 août 1922.

566 155. — SAUVAGNAC (L.-C.); Dispositif de déclenchement pour disjoncteur à action extra-rapide, 4 août 1922.

566 182. — SOCIÉTÉ DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES; Dispositif de haubannage pour mâts ou pylônes, 14 mai 1923.

566 212. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS DE DION-BOUTON (Société anonyme); Dispositif permettant d'utiliser des plaques tournantes de petit diamètre pour automotrices à boggie, 15 mai 1923.

566 218. — SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS LABINAL; Thermostat pour chauffage électrique, 15 mai 1923.

566 219. — Société dite : ATELIERS ET CHANTIERS DE BRETAGNE; Dispositif de réglage et limiteur de vitesse pour turbines à vapeur, 15 mai 1923.

566 221. — Société dite : L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE; Dispositif d'éclairage de projecteur pour tramways et chemins de fer électriques, 15 mai 1923.

566 227. — SOULIER (D.-A.); Perfectionnements apportés aux instruments de mesures électriques, 16 mai 1923.

566 256. — LISSONDE (C.); Meuble de salon renfermant un cadre orientable de réception de télégraphie sans fil et tout ou partie des appareils de réception, 30 avril 1923.

566 260. — LAURENT (E.); Turbo-moteur à essence pouvant s'adapter à tous les véhicules et à l'industrie, 1er mai 1923.

566 275. — FIRPO (C.); Nouveau type d'appareil transportable pour la génération et l'utilisation des courants électriques de haute et basse fréquence et à haute tension en thérapeutique, 16 mai 1923.

566 290. — GARVIN (M.); Cadre polygonal pliant pour servir de support à un enroulement récepteur de télégraphie sans fil, 16 mai 1923.

566 293. — RIEFFEL (H.); Perfectionnements aux lampes électriques, 16 mai 1923.

566 295. — MACADIE (D.); Perfectionnements apportés aux instruments de mesures électriques, 16 mai 1923.

566 304. — BELLEZANNE (J.); Dispositif de démarrage automatique des moteurs électriques, 16 mai 1923.

566 310. — Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD; Perfectionnements aux sous-stations à convertisseurs rotatifs et commande automatique ou à distance, 16 mai 1923.

566 311. — Société dite : THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LTD; Perfectionnements à la construction de convertisseurs rotatifs électriques, 16 mai 1923.

566 321. — SOCIÉTÉ PARNOX AKTIENGES; Bouchon flexible, 7 avril 1923.

566 334. — HUSNY (K.); Perfectionnements aux douilles pour lampes électriques, 17 mai 1923.

566 338. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux dispositifs de protection et de signalisation (particulièrement applicable aux sous-stations), 17 mai 1923.

566 339. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Appareils pour le démarrage des moteurs à courant alternatif, 17 mai 1923.

566 340. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux émetteurs de sons et autres appareils électriques, 17 mai 1923.

566 360. — BELLEZANNE (J.); Doigt de combinateur, 17 mai 1923.

566 368. — Société anonyme : LA RADIO-INDUSTRIE; Dispositif de commutation pour postes récepteurs de télégraphie sans fil, 18 mai 1923.

566 392. — SOCIÉTÉ HAMEL ET BACHMANN; Commutateur automatique à temps variable, 18 mai 1923.

566 398. — Société dite : LA MÉTALLURGIQUE ÉLECTRIQUE; Dispositif pour le réglage de facteur de puissance dans les moteurs à courants alternatifs, 5 août 1922.

566 402. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Contacts pour disjoncteurs ou interrupteurs ultra-rapides, 8 août 1922.

566 409. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Contacts pour disjoncteurs ou interrupteurs ultra-rapides, 8 août 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Elèves de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris :

Vendredi 25 janvier 1924, 19 h 45. Restaurant des Sociétés savantes, 8, rue Danton. — Dîner amical (prix du dîner, 14 fr); à l'issue du dîner, conférence sur *l'état actuel de la télégraphie sans fil*, par M. Marius LATOUR.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 26 janvier 1924, 17 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *L'alcool anhydre et sa fabrication industrielle*, par M. Georges PATART, inspecteur principal des Poudres (projections).

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 27 janvier 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique : *Cultivons notre jardin!* par M. GROS-CLAUDE.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX 25 déc. 1923	PRIX 10 janv. 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds, (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	120 fr	145 fr	+ 25
31 à 59 mm	100 kg	115	140	+ 25
21 à 30	100 kg	120	145	+ 25
16 à 20	100 kg	125	150	+ 25
11 à 15	100 kg	130	155	+ 25
8 à 10	100 kg	135	160	+ 25
4 à 7	100 kg	140	165	+ 25
3 à 3,5	100 kg	150	170	+ 20
Aluminium français 98 99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	800	800	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	14 d 1/4	14 d 1/4	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	800 fr	898 fr	+ 98
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	601	619	+ 18
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	726,75	733	+ 6,25
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	985	995	+ 10
id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 475	6 125	— 350
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 000	2 000	0
Email pour appareillage tôle — blanc	100 kg	550	550	0
Email pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 540	1 540	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 182	2 275	+ 93
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-410	400-420	0 + 10
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	445	430	— 15
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	276	298	+ 22
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Haute tension	100 kg	190	190	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Basse tension	100 kg	165	165	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	125	125	0
*Papier pour tôle, 70×75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70×75 — 10/100	le mètre linéaire	2,85	2,85	0
Plomb provenances diverses marq. ord., liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	290	300	+ 10
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150			5	
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	335	355	+ 20
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	315	315	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	330	348	+ 18

Prix de la série

Coefficients à appliquer, à partir du 1er juillet 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

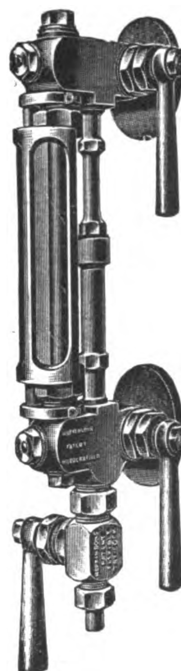
Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,030
— — — — — — — 62 à 70	1,050
— — — — — — — 71 à 91	1,050
— — — — — — — 93 à 117	0,970
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,040
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 211 à 244	1,000
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,100
Pour ouvrages ne comportant que la main-d'œuvre	1,050

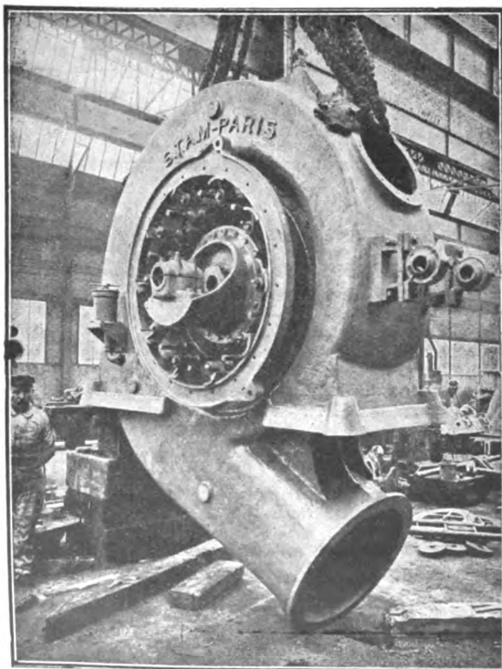
Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Etienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.




STAM-PARIS

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La situation de l'industrie électrométallurgique et de l'industrie électrochimique. — D'après le « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques » du 15 janvier 1924, ces industries ont été des plus prospères au cours de l'année qui vient de s'écouler : d'une part, l'énergie hydroélectrique a été abondante et sa production a été régulière; d'autre part, l'écoulement des produits fabriqués n'a pas rencontré de difficultés en raison du développement de la consommation de ces produits, notamment de l'aluminium. Nous donnons ci-dessous un extrait de l'article dans lequel M. R. Pitaval expose la situation de ces industries.

En France, par exemple, les fabricants d'aluminium n'ont pu suffire à la consommation du pays. Alors que jadis ils étaient obligés d'exporter les deux tiers de leur production, il a fallu, cette année, importer de l'aluminium malgré l'élévation des droits de douane. Pour le carbure de calcium, le même fait a failli se produire, et il s'en est fallu de bien peu que l'on ne dût faire appel à l'étranger pour fournir la France et ses colonies.

Dans tous les pays de houille blanche, on a constaté la même activité en 1923, caractérisée par l'augmentation de la production et la fermeté des prix. Mais, naturellement, cette activité a été plus réduite dans ceux qui ploient sous le poids d'une trop glorieuse devise. Les pays à change élevé qui n'ont pas une grosse consommation industrielle ne peuvent faire de l'expansion au dehors, c'est ainsi que la Suisse a vu encore ses exportations de carbure se réduire de moitié de 1922 à 1923. La Norvège, dont la devise fait prime de moins de 100 pour 100, se défend mieux; elle a vu, en 1923, la renaissance complète de son industrie de l'aluminium, tombée si bas en 1921 et 1922, et aujourd'hui ses usines marchent à plein, tellement est grande la pénurie de l'aluminium dans le monde; en ce qui concerne les nitrates synthétiques, qui sont la spécialité de ce pays, les circonstances économiques leur barrent les débouchés sur les contrées à change déprécié et ces produits se déversent plutôt sur l'Angleterre, les Etats-Unis et les Pays scandinaves.

Le commerce international a été favorisé par l'abaissement de la valeur des devises de certaines nations, mais pas au point que l'on pourrait supposer. Le grand facteur d'activité a été surtout la reprise de la consommation. Le cas le plus typique est celui de l'aluminium, dont les fabricants n'ont pu satisfaire la consommation, en raison surtout des besoins de l'industrie automobile dans tous les pays. Et cela nous amène à rendre hommage une fois de plus à mon ami bien cher, Adrien Badin [1], qui a toujours prédit cet accroissement de consommation de l'aluminium et tracé un programme de création de nouvelles usines. Les regrets sont stériles et nous ne nous y attarderons pas, mais il nous est cependant permis d'évoquer simplement ce que serait la situation de l'industrie française de l'aluminium si elle avait conservé les usines créées par Badin aux Etats-Unis et en Norvège. Les circonstances, hélas! ne l'ont pas permis, et les Américains, par la seule puissance du dollar, ont pris notre place. Tirons-en au moins une moralité pour l'avenir : c'est qu'en matière d'aluminium, il ne faut jamais cesser de fabriquer, quitte à stocker de larges quantités de métal, mais le moment n'est jamais bien éloigné où l'on se rattrape largement. Autrement dit, il faut tenir jusqu'au dernier quart d'heure, avoir beaucoup d'argent ou de très larges appuis financiers et le succès récompense tous les efforts.

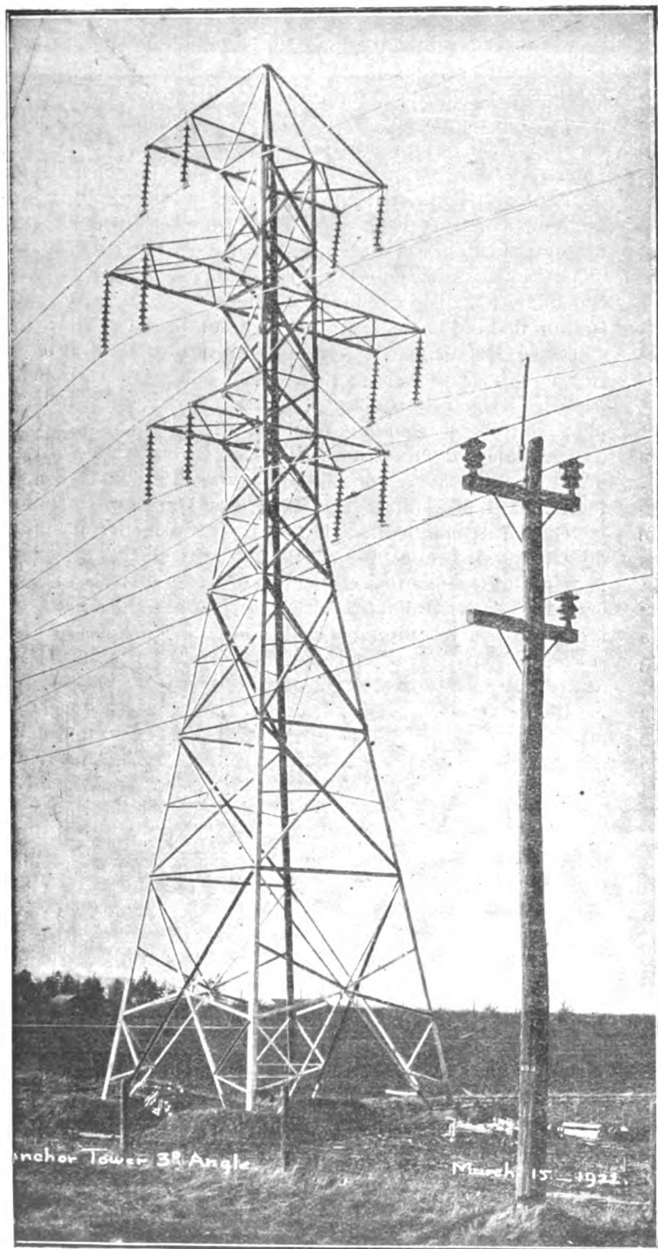
Fabriquer un produit à larges débouchés a toujours été l'idéal des électrochimistes et il semble bien que cet idéal se réalise aujourd'hui non seulement pour l'aluminium, mais également pour le carbure de calcium et le ferromanganèse.

Que d'efforts n'a-t-il pas fallu faire dans le passé pour limiter la fabrication du carbure dans le monde, afin que les usines existantes puissent réaliser quelques maigres bénéfices en ne se faisant pas une trop vive concurrence! Aujourd'hui, ce danger — le spectre de la surproduction — a disparu, les fabricants de carbure trouvant à placer tous leurs excédents de production dans les usines de cyanamide. C'est la sécurité pour l'avenir, acquise après bien des tâtonnements pour mettre au point la fabrication de la cyanamide. C'est fait aujourd'hui et M. H. Gall a pu, dans sa récente communication au Congrès de l'Acétylène, donner le chiffre impressionnant de 500000 t pour la production annuelle de la cyanamide dans le monde. Sur ce chiffre, l'Allemagne fournit plus de 200 000 t en 1923. La France est

[1] Rappelons qu'une notice biographique sur Adrien Badin a été publiée dans la *Revue générale de l'Electricité*, 10 mars 1917, t. 1, p. 361.

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e) ✻ **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada); transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « CANADIAN » n° 2 860.

LES IMPORTANTES USINES

DU **MAS-LOUBIER (Limoges)**

FABRIQUENT

DES

ISOLATEURS HAUTE TENSION

D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS

DUS A LA

TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :

3000 ISOLATEURS
COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION

DES

USINES HAVILAND

EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance : **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3 Rue Taitbout, Paris** - Téléph. : Central 55-30

en bonne marche avec 43 000 t en 1923 et la prévision de 70 000 t en 1924.

Comme autres produits du four électrique à larges débouchés, il nous faut citer le ferromanganèse et les spiegels. Les ferros, en dehors du ferrosilicium, ne se vendent qu'en petits lots, tandis que, pour le ferromanganèse, le marché est pratiquement illimité, le four électrique pouvant concurrencer nettement le haut fourneau. Aussi la fabrication du ferromanganèse dans les usines électrométallurgiques a-t-elle pris un grand développement.

En résumé, la situation des industries électrochimiques et électrométallurgiques fut extrêmement brillante en 1923, sous tous les rapports. Les actionnaires eux-mêmes ont vu avec plaisir les cours de leurs titres refléter cette situation par la hausse justifiée des cours.

Il est bien probable qu'en 1924, la consommation des produits du four électrique continuera à croître et que cette année sera aussi prospère que la précédente.

La diffusion radiophonique en Grande-Bretagne. — En novembre 1923, la radiophonie en Grande-Bretagne comptait environ une année d'existence. Le supplément commercial du « Times » avait profité, à cette époque, de cette circonstance pour jeter un coup d'œil sur cette industrie et établir en quelque sorte le bilan de son premier exercice.

Ce bilan lui apparaît satisfaisant et il estime que cette industrie naissante peut aborder sa deuxième année sans appréhension. Les statistiques publiées par la direction générale des Postes montrent en effet que la faveur du public pour la radiophonie (broadcasting) n'est pas près de diminuer. Le nombre des permis délivrés par cette administration aux particuliers qui détiennent un poste de radiotéléphonie s'est élevé, en effet, de 122 000 en mars à 180 000 en septembre et 492 000 en octobre. La brusque progression constatée en octobre est la conséquence de la décision prise par le Post Master General d'accorder, par faveur exceptionnelle, des permis à tous les détenteurs de postes privés qui avaient négligé d'en faire la demande en temps voulu. Actuellement, le « Times » estime que les postes de réception répandus dans le public sont au nombre de 500 000 au moins et qu'on peut, sans exagération, avancer qu'ils dépasseront le million l'an prochain à pareille époque.

Certainement, l'attrait de la nouveauté n'est pas étranger à l'engouement du public pour la radiotéléphonie, mais le « Times » estime que cette faveur croissante est due également pour une part importante aux perfectionnements réalisés dans le domaine technique au cours des derniers mois. Les émissions sont plus nettes, et, en particulier, il faut signaler les essais d'émission simultanée auxquels la Broadcasting Company s'est livrée dernièrement avec le plus grand succès. A la réception, on constate également un progrès sensible dans la construction des appareils, notamment des haut-parleurs.

Enfin, la Broadcasting Company, qui procède aux émissions, a également amélioré ses méthodes ; elle tend actuellement surtout à développer ses services d'informations politiques et commerciales; il est intéressant de noter à ce propos que la Commission Sykes, chargée de surveiller l'exploitation de cette compagnie, a vivement recommandé la création d'un « radio-journal » et que cette proposition a été appuyée chaudement par deux des plus importants propriétaires de journaux anglais, qui sont membres de ce Comité. Une réunion des membres de la presse doit avoir lieu prochainement en vue de faciliter à la Broadcasting Company la création de ce nouveau service.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant les conventions portant concessions de la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Marseille. — Le « Journal officiel » du 15 décembre 1923, publie, p. 11 668-11 679, le décret en date du 11 décembre 1923, approuvant les conventions passées entre la ville de Marseille et, d'une part, la Compagnie d'Electricité de Marseille et, d'autre part, la Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille, pour la distribution publique de l'énergie électrique pour tous usages sur le territoire de la commune de Marseille. Le cahier des charges est annexé à chacune de ces conventions.

L'une de ces sociétés devra effectuer, dans un délai maximum de huit années à compter de la date de l'approbation des présentes par l'autorité supérieure, la fusion de son exploitation électrique avec l'autre société également concessionnaire de la distribution publique pour tous usages sur le territoire de la commune de Marseille.

Les concessionnaires auront la faculté de réaliser cette fusion comme ils l'entendront, soit par la création d'une société nouvelle, soit par voie d'apport de l'une des deux sociétés à l'autre.

Toutefois, en vue d'unifier, dès maintenant, les tarifs dans la commune de Marseille, les tarifs appliqués par chacun des concessionnaires devront être déterminés conformément aux stipulations du cahier des charges comme si la fusion des deux exploitations était réalisée.

Le capital de la société nouvelle ou de la société absorbante devra être fixé ou porté à cinquante millions de francs au moins.

Dans le cas où, à l'expiration de la période de huit années ci-dessus indiquée, la fusion prévue ne serait pas réalisée, le concessionnaire serait déchu de plano du bénéfice de sa concession un mois après une mise en demeure restée sans effet; les stipulations de l'article 26 du cahier des charges lui seraient appliquées.

Concession simple d'une distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours de Nantes a Cholet et Mortagne-sur-Sèvre, accordée a la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité. — Le « Journal officiel » du 21 décembre 1923 publie, p. 11851-11855, la convention, en date du 12 décembre 1923, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette société pour la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Nantes, département de la Loire-Inférieure et Mortagne-sur-Sèvre, département de la Vendée, en traversant les communes de Nantes, Saint-Sébastien, Basse-Goulaine, Haute-Goulaine, Vertou, la Haie-Fouassière, le Pallet, Mouzillon, Gorges, Clisson, Gétigné, Boussay (département de la Loire-Inférieure), Torfou, le Longeron, la Romagne, Saint Christophe-du-Bois, la Seguinière, Cholet (département de Maine-et-Loire), Mortagne, Saint-Hilaire-de-Mortagne (département de la Vendée), le Puy-Saint-Bonnet (département des Deux-Sèvres).

Le courant distribué sera du courant alternatif triphasé à haute tension. Il sera produit, soit dans l'usine actuelle du concessionnaire à Nantes-Chantenay, soit dans d'autres usines qu'il jugerait bon d'installer, soit dans les usines d'autres producteurs à qui le concessionnaire jugerait bon de l'acheter.

L'État aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

Le concessionnaire sera tenu d'établir à ses frais les trois postes de distribution suivants:

Au Lion-d'Or (à l'extrémité amont du feeder);

Tension d'entrée : 10 000 v;

Tension de sortie : 15 000 et 60 000 v (provisoirement 10 000 et 30 000 v).

Recouvrance, commune de Gétigné :

Tension d'entrée : 60 000 v (provisoirement 30 000 v);

Tension de sortie : 15 000 v.

A Cholet :

Tension d'entrée : 60 000 v (provisoirement 30 000 v);

Tension de sortie : 15 000 v (provisoirement 10 000 v).

La tension du courant au départ des postes de transformation, en service normal, ne doit jamais dépasser 65 000 v entre Nantes et Cholet et 16 500 v entre Cholet et Mortagne-sur-Sèvre.

Les tensions de distribution seront les suivantes :

60 000 v entre Nantes et Cholet.

15 000 v entre Cholet et Mortagne-sur-Sèvre.

15 000 v dans un cercle d'un rayon de 2 km autour des postes du Lion-d'Or, de Recouvrance et de Cholet, prévus à l'article 8.

Provisoirement, ces tensions seront de 30 000 v entre Nantes et Cholet, de 10 000 v entre Cholet et Mortagne-sur-Sèvre, de 30 000 et 10 000 v au Lion-d'Or, mais elles seront respectivement portées à 60 000 v et 15 000 v quand les puissances à transmettre le nécessiteront.

Les frais résultant de ces modifications seront à la charge du concessionnaire. Ce dernier aura toutefois le droit d'exiger des abonnés que leur appareillage et leurs transformateurs soient établis de façon à pouvoir être utilisés pour l'une et l'autre des deux tensions à envisager.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s.

Décret déclarant d'utilité publique les travaux d'électrification du chemin de fer d'intérêt local de Bayonne à Biarritz. — Le « Journal officiel » du 3 janvier 1924 publie, p. 1101-1102, le décret en date du 22 décembre 1923, ainsi que l'avenant à la convention du 30 janvier 1875 et au cahier des charges du 15 septembre 1874, passé entre le préfet des Basses-Pyrénées, d'une part, et M. Marcel Cahen, administrateur délégué du chemin de fer de Bayonne-Anglet-Biarritz, d'autre part, en vue de substituer la traction électrique à la traction à vapeur, à réduire à 1 m la largeur de la voie entre les bords intérieurs des rails et à prolonger sa ligne, à Bayonne, pour la raccorder au tramway de Bayonne à Biarritz et au lycée de Marracq.

Sur ce raccordement, la voie sera établie, au niveau du sol, avec rails noyés; ceux-ci seront à gorge ou accompagnés de contrerails.

La largeur des caisses des véhicules employés, ainsi que leur chargement, ne dépassera pas 2,20 m. Il en sera de même de celle du matériel roulant, y compris toutes saillies, et notamment celle des marchepieds latéraux.

La hauteur du matériel roulant au-dessus des rails, y compris toutes saillies, sera au plus de 3,50 m pour les automotrices et de 3,30 m pour les autres véhicules et leurs chargements.

Il devra être réservé une distance d'au moins 60 cm entre les obstacles isolés se trouvant au-dessus du niveau des marchepieds latéraux le long des voies principales et les parties les plus saillantes du matériel roulant.

Le matériel roulant devra d'ailleurs satisfaire aux conditions fixées pour les transports militaires et aux règles en vigueur pour la réalisation de l'unité technique.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Aisne.* — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir, entre le poste d'État d'Hirson et Origny-en-Thiérache, une ligne d'énergie à 15 000 v destinée à l'alimentation de l'usine hydro-électrique de cette dernière commune et qui sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics demandée par cette compagnie et actuellement en instance.

Eure-et-Loir. — La Régie du Syndicat électrique intercommunal d'Auneau-Maintenon a obtenu l'autorisation d'établir, le long du chemin de fer de Chartres à Auneau, au-dessus de certains terrains en dépendant, une canalisation électrique aérienne faisant partie de la ligne de transmission d'énergie à haute tension de Cinq-Ormes à Béville-le-Comte.

Garonne (Haute-) et Pyrénées (Hautes-). — La Compagnie des Chemins de fer du Midi a obtenu l'autorisation de mettre en service, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, la section de ligne de transmission d'énergie comprise entre les postes de transformation de Lannemezan et du Portet Saint-Simon, laquelle est comprise dans le réseau de transmission d'énergie qui a fait l'objet d'une demande de concession d'État.

Pas-de-Calais. — La Société électrique du Nord-Ouest a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une ligne d'énergie électrique à 15 000 v allant de Trépied (hameau de Cucq) à Montreuil et Neuville-sur-Montreuil et destinée, à alimenter ces deux dernières communes; 2° une ligne à haute tension destinée à alimenter les usines Framaux et la Briqueterie Haultecœur, à Mareuil. Ces lignes seront comprises dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une ligne d'énergie à haute tension, sur le territoire de la commune d'Havrincourt destinée à alimenter le Secteur électrique de Gouancourt; 2° une ligne d'énergie à 15 000 v entre Loison-sous-Lens et Noyelles-sous-Lens, destinée à l'alimentation du poste de dépôt de la Compagnie du chemin de fer d'intérêt local de Lens à Frévent ; 3° une ligne à haute tension partant de la station centrale des Mines de Dourges destinée à l'alimentation des postes suivants Quai à bois des Mines de Dourges, service des Eaux d'Hénin-Liétard, Briqueterie de M. Desprez, usine Sartiaux et Chaufour-Ribeaucourt; 4° une ligne à haute tension reliant l'usine à gaz de Saint-Venant à la ligne Saint-Floris-Estaires.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de de laquelle ladite compagnie a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Rhin (Bas-) — La société Electricité de Strasbourg a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension allant de Marmontier à Haegen et destinée à l'alimentation des deux concessions communales de Thal et Haegen qu'elle a demandées.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite Société a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

LES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

MICHEL BONNIER

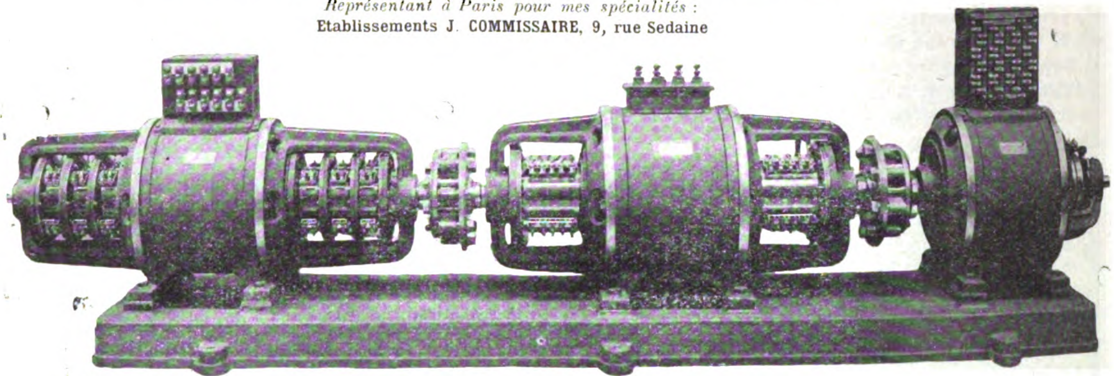
18-20, Rue Saint-Gilbert
LYON-Monplaisir
(*Registre du Commerce* : Lyon A 3734)
Téléphone : VAUDRAY 24-09

Construisent sur commande des MACHINES pour toutes les Applications de l'ÉLECTRICITÉ

GÉNÉRATRICES - MOTEURS - TRANSFORMATEURS & CONVERTISSEURS ROTATIFS

POUR TOUS LES COURANTS, TOUTES LES TENSIONS, FRÉQUENCES ET VITESSES = Puissances de 0,01 à 100 Kw.

Représentant à Paris pour mes spécialités :
Etablissements J. COMMISSAIRE, 9, rue Sedaine



GROUPE UNIVERSEL POUR PLATEFORME D'ESSAIS

NOS SPÉCIALITÉS

Machines pour T.S.F. et Radiotéléphonie

Alternateurs haute fréquence — Génératrices courant continu haute tension 400 à 10 000 volts - - Génératrices à deux inducteurs, haute tension d'une part basse tension d'autre part — Groupes convertisseurs horizontaux et verticaux - Transformateurs statiques fixes et réglables,

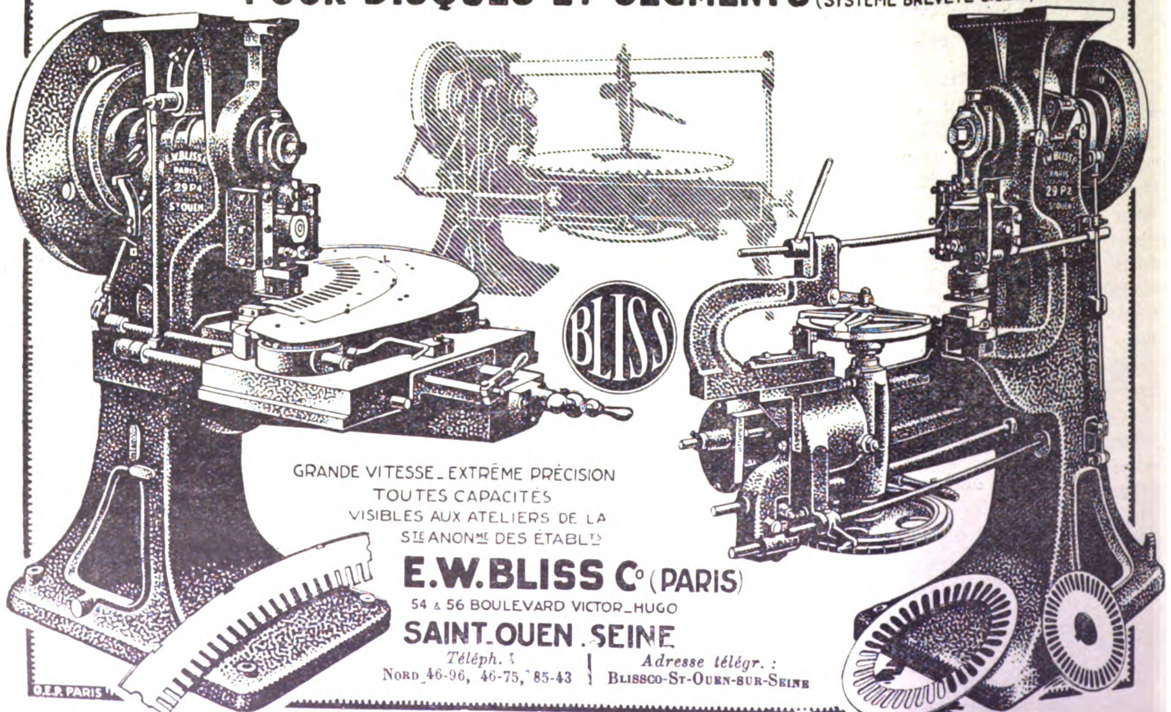
Machines pour Laboratoires et Applications Industrielles

Groupes convertisseurs Universels pour plateforme d'essais et étalonnages — Dynamos-freins Commutatrices horizontales et verticales — Moteurs synchrones — Moteurs mono et polyphasés — Moteurs courant continu pour automobiles électriques, tracteurs, etc.

Toutes nos machines étant exécutées spécialement sont de construction très soignée, de grande puissance spécifique et fournissent les plus hauts rendements

ENCOCHEUSES AUTOMATIQUES "BLISS"

POUR DISQUES ET SEGMENTS (SYSTÈME BREVETÉ S.G.D.G)



(*Registre du Commerce* : Seine N° 88 715)

EXPOSITION PERMANENTE A SAINT-OUEN

Seine-Inférieure et Somme. — La Société électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir entre Le Tréport et Gaillefontaine une ligne d'énergie à la tension de 26 000 v. Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Seine-et-Oise. — La Société du Nord-Est Parisien, dont le siège social est à Paris, 7, cité Paradis, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension, destinée à alimenter le poste de transformateur de l'usine à gaz de Neuilly-Plaisance.

Ladite canalisation sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Somme et Seine-Inférieure. — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension entre Airaine et Blanzy-sur Bresles. Cette ligne sera englobée dans la concession d'État demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Combustibles. — La production houillère de la Sarre en septembre 1923. — La production nette de houille des mines de la Sarre, y compris les mines de Frankenholz, s'est élevée à 1 088 865 t en septembre, contre 1 096 959 t le mois précédent et 936 600 t en 1922 (moyenne mensuelle); ainsi l'extraction se maintient à son niveau de 1913 (moyenne mensuelle, 1 100 000 t) qu'elle a retrouvée depuis août dernier.

Il a été fabriqué par les usines annexes des mines, 15 536 t de coke, contre 14 574 en août. Le 30 septembre 1923, les stocks de combustibles (houille et coke) sur le carreau des mines atteignaient 151 396 t, au lieu de 156 174 le 31 août. Aux mêmes dates, l'effectif du personnel inscrit (ingénieurs, employés et ouvriers) ressortait à 76 491 et 76 172 personnes respectivement.

La production houillère de la Belgique en octobre 1923. — Pendant le mois d'octobre 1923 (26 jours de travail), il a été extrait du sous-sol belge 2 087 640 t de houille contre 1 892 550 tonnes en septembre (25 jours de travail). L'extraction a dépassé celle du mois précédent de 195 000 t; elle représente le chiffre le plus élevé qui ait été atteint depuis la guerre. Il convient de noter, toutefois, que le chiffre de 26 jours de travail par mois est relativement rare, et n'avait été atteint cette année qu'en janvier et en juin.

Ce chiffre de production d'octobre est supérieur de 183 680 t à la moyenne mensuelle de 1913 (1 903 960 t).

Les stocks sont passés de 172 950 t pour le mois de septembre à 235 970 t pour le mois d'octobre, soit une augmentation de 63 000 t, mais ils sont encore inférieurs au quart de ce qu'ils étaient au 31 décembre 1913.

La production de coke a été de 370 310 tonnes en octobre contre 353 370 t en septembre. La production n'a pas cessé de croître depuis le mois de février (sauf pendant le mois de septembre dont la production avait été inférieure à celle d'août). Elle est supérieure de 77 000 t à la moyenne mensuelle de 1913.

En ce qui concerne les agglomérés, la production d'octobre a été de 172 320 t (celle de septembre avait été de 164 630 t). Elle est inférieure à la moyenne de 1913 (217 220 t) de 52 590 t.

Métallurgie. — La production sidérurgique française en octobre 1923. — Par suite des progrès de notre sidérurgie en octobre, la production du minerai de fer a augmenté avec 2 075 902 t extraites au cours du mois d'octobre contre 1 929 815 t en septembre. Le stock sur le carreau des mines se maintenait au niveau du mois précédent; il était de 4 658 123 t à la fin du mois d'octobre contre 4 645 151 t fin septembre. Par contre nos exportations à destination de l'Union belgo-luxembourgeoise sont tombées de 1 593 000 t en septembre à 528 000 t en octobre 1923.

D'autre part, parmi les divers minerais métalliques extraits en septembre figurent en particulier 28 545 t de bauxite (31 945 en septembre) et 17 276 t de pyrites de fer (15 428).

La production sidérurgique française en novembre 1923. — D'après la statistique du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er décembre 1923 s'élevait à 119 (contre 116 au 1er novembre, 77 au 1er avril et 116 au 1er janvier); celui des hauts fourneaux prêts à fonctionner, à 57; celui des hauts fourneaux en construction ou en réparation, à 43. Dans l'ensemble, 3 hauts fourneaux ont été allumés pendant le mois de novembre, dont 1 dans l'Est, 1 en Alsace-Lorraine et 1 dans le Sud-Ouest; l'effectif des appareils en activité apparait ainsi de trois unités supérieur au chiffre du 1er janvier dernier.

La production de fonte en novembre a atteint 536 149 t se décomposant comme suit :

Fonte d'affinage	30 812 t
de moulage	99 111 t
Bessemer	2 407 t
Thomas	378 839 t
Fontes spéciales	24 980 t

soit, au total, des augmentations respectives de 21 919 et 22 861 t par rapport au mois précédent et au mois de décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport au mois d'octobre, un progrès de 15 831 t et dépasse de 77 930 t le chiffre du mois de décembre 1922; elle s'est élevée en novembre à 492 527 t, dont 479 931 t de lingots et 12 596 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée a été celle indiquée ci-dessous; elle retrouve, pour la fonte, le niveau de janvier et dépasse sensiblement, en ce qui concerne l'acier, celui de décembre 1922.

	Novembre 1923	Octobre 1923	Janvier 1923	Décembre 1922
Fonte	194 609	181 840	195 100	219 137
Acier	159 535	157 537	144 361	147 914

Les résultats ci-dessus, les meilleurs depuis l'armistice, montrent que, pour la fonte et surtout pour l'acier, notre métallurgie se trouve, à l'heure actuelle, dans une situation meilleure qu'avant notre entrée dans la Ruhr.

La production sidérurgique de la Grande-Bretagne en novembre 1923. — Continuant le mouvement de reprise du mois d'octobre, la production de fonte s'est élevée, pour le mois de novembre, à 597 600 tonnes longues de 1 016 kg, marquant ainsi par rapport au mois précédent une augmentation de 1 900 tonnes; cette augmentation eût été plus considérable si le nombre de jours ouvrables du mois de novembre avait été le même que celui d'octobre.

La production d'acier s'est élevée à 749 500 tonnes longues en augmentation de 47 300 tonnes sur le mois précédent.

Ces résultats seront encore inférieurs, pour la fonte, de 116 600 tonnes, et pour l'acier, de 71 500 tonnes aux chiffres minima enregistrés pendant le mois de mai 1923 (714 200 tonnes et 821 000 tonnes). Il est à noter que, si la production de

fonte est encore inférieure de 257 400 tonnes à la moyenne mensuelle de 1913 (855 000 tonnes), la production d'acier est supérieure à cette moyenne (639 600 tonnes) de 109 900 tonnes.

Le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er décembre 1923 s'élevait à 199 contre 189 au 1er novembre. Cette augmentation du nombre de hauts fourneaux semble devoir indiquer une nouvelle avance de la production en décembre.

La production sidérurgique des Etats-Unis en octobre 1923. — La production mensuelle de fonte aux Etats-Unis s'est relevée de 3 125 512 tonnes longues (de 1 016 kg) en septembre à 3 149 158 tonnes en octobre, par suite du nombre plus grand de jours de travail que comporte ce mois, mais la moyenne journalière, en revanche, a reculé pour la cinquième fois consécutive, avec 101 586 tonnes élaborées par jour en octobre, au lieu de 104 184 tonnes en septembre.

Pour la même raison, la fabrication de l'acier par les compagnies qui, en 1922, ont assuré 95,35 pour 100 de la production globale, a atteint 3 382 986 tonnes (3 161 964 en septembre) dont 2 724 371 tonnes d'acier Martin, 649 462 tonnes d'acier Bessemer et 9 163 tonnes d'autres qualités, tandis que la moyenne journalière tombait de 1 pour 100; cette chute est moindre toutefois que celle relative à la fonte (2,5 pour 100). Enfin, pour l'un et l'autre produit, le mouvement de dépression paraît se ralentir, étant donné qu'en septembre la chute ressortait à 3 et 6 pour 100 respectivement.

Au 1er novembre, le nombre de hauts fourneaux en activité n'était plus que de 245, au lieu de 255 au 1er octobre. A la même date, le montant des commandes non exécutées de l'United States Steel Corporation (4 672 825 tonnes contre 5 035 750 le mois précédent) laisse apparaître un nouveau déficit de 362 925 tonnes, le septième depuis avril dernier; la direction de la société considère d'ailleurs la situation comme nullement alarmante — le dividende supplémentaire récemment distribué aux porteurs d'actions ordinaires en est une preuve — et trouve, en somme, plus sûr d'avoir un nombre raisonnable de solides commandes qu'un tonnage extraordinaire, qui peut, d'un jour à l'autre, faire l'objet de résiliations de la part des acheteurs.

Télégraphie. Téléphonie. — La mise en exploitation de la téléautographie. — Ainsi que nous l'avons annoncé en signalant la récente communication de M. Belin à la Société française des Electriciens (*R. G. E.*, 12 janvier 1925, t. xv, p. 42), un service public de téléautographie a été organisé par l'Administration des Postes, des Télégraphes et des Téléphones pour l'échange de télégrammes manuscrits entre Paris et Strasbourg et entre Paris et Lyon.

L'organisation de ce service repose sur une association entre l'Etat et M. Belin. Le premier prête ses lignes, ses locaux, ses services de distribution et d'acheminement tels qu'ils existent pour le fonctionnement de la télégraphie ordinaire. Le second fournit ses appareils, en assure l'entretien et paye le personnel spécialisé qui lui est nécessaire. L'Etat n'a donc rien engagé qui puisse entraîner à des dépenses nouvelles, comme rien distrait de ce qui est utile au fonctionnement des services existants et il prélève moitié des recettes sur les téléautogrammes transmis.

Dans les trois villes où ce nouveau service fonctionne, on trouve dans les bureaux du télégraphe des formules spéciales comportant deux cases réservées au texte dans lesquelles l'expéditeur peut faire tenir autant de mots ou de signes qu'il désire, en sachant toutefois qu'une écriture trop fine n'est pas recommandable si l'on veut assurer une bonne réception. Chacune de ces cases, dont les dimensions sont respectivement 67,5 sur 47,5 mm, coûte 10 fr.

Le message est rédigé par l'expéditeur à domicile ou au bureau de poste, mais toujours avec une encre spéciale qu'il faut se garder d'éponger avec un buvard vulgaire, mais bien sécher avec une poudre de résine, de telle manière que le message, repassé ensuite à l'aide d'un petit fer électrique se trouve, à la faveur de la fusion de la résine, couvert d'une écriture *en relief*.

La feuille est ensuite acheminée sur le central télégraphique de la ville, à Paris par pneumatique, ailleurs par les moyens dont on dispose. Là, il est manipulé par les employés spéciaux du poste téléautographique, poste qui utilise le même appareil, mais deux dispositifs différents suivant qu'il s'agit de transmettre de l'écriture ou bien une figure. Au moyen d'un mouvement hélicoïdal, dont le pas est de un cinquième de millimètre, cet appareil explore la surface du papier et en transmet toutes les aspérités à un galvanomètre bifilaire du type de l'oscillographe de Blondel, qui constitue à l'autre extrémité l'organe essentiel de la réception.

Ce mode de transmission a déjà conquis la faveur du public en raison de l'économie qu'il procure et dont l'exemple suivant montre l'importance. Dans une double case, on est parvenu à loger quatorze cent cinquante-trois mots d'une lisibilité parfaite à la réception. Transmis par le procédé ordinaire et au tarif en usage de 0,15 fr le mot, ce télégramme aurait coûté 217,95 fr, alors que par la téléautographie il n'a coûté que 20 fr.

Economie industrielle et sociale. — Le rendement des impôts en France pendant l'année 1923. — D'après les documents publiés au « Journal officiel », les recettes normales et permanentes (impôts directs, impôts indirects et monopoles), y compris celles de l'Administration des Postes, ont atteint 2 120 492 000 fr en décembre 1923. Ce produit est en augmentation de 227 274 500 fr sur les recouvrements correspondants du mois de décembre 1922; la comparaison avec les évaluations budgétaires n'est pas communiquée par l'Administration des Finances.

Si l'on considère l'ensemble de l'année 1923, on constate que les recettes normales et permanentes des impôts se sont élevées à 21 520 836 300 fr. Cette somme est supérieure de 3 137 272 400 fr aux encaissements réalisés en 1922. Il serait utile de savoir de combien elle dépasse les prévisions budgétaires de 1923, mais la statistique officielle est muette à cet égard.

Signalons aussi qu'au 31 décembre 1923, le total des rôles émis au profit de l'exercice 1923 au titre des impôts cédulaires (y compris la contribution foncière en principal) et de l'impôt général sur le revenu s'élevait à la somme de 4 270 263 300 fr, représentant, par rapport aux évaluations budgétaires, une augmentation considérable qui dépasse 1 175 000 800 fr.

Le coût de la vie en Grande Bretagne en novembre 1923. — D'après les statistiques publiées mensuellement par le Ministère du Travail britannique, touchant le coût d'existence d'une famille ouvrière type, les « index-numbers » du coût de la vie, pour novembre, accusent une hausse de 4 pour 100 par rapport à octobre (77 pour 100 au 1er décembre par rapport aux prix de 1914 contre 73 pour 100 au 1er novembre).

En ce qui concerne les denrées alimentaires seulement, l'augmentation a atteint 3 pour 100 au cours du mois de

novembre (76 pour 100 au 1er décembre au-dessus de 1914, contre 75 pour 100 au 1er novembre).

L'augmentation a surtout porté sur les œufs, le lait, le beurre, le sucre et les pommes de terre. Le prix du poisson et du bacon a légèrement diminué au cours de novembre; celui des autres articles n'a pas sensiblement varié.

En ce qui concerne les loyers, on estime que l'augmentation atteignait au 1er décembre 47 pour 100 au-dessus des prix de 1914.

Pour les vêtements, il est assez difficile d'établir dans quelle mesure les prix ont évolué depuis 1914, vu l'extrême diversité des qualités et des articles. En ce qui concerne les vêtements d'hommes, cependant, on a pu établir approximativement l'augmentation aux environs de 120 pour 100.

Pour le groupe éclairage et chauffage, l'augmentation des prix, par rapport à 1914, atteignait, au 1er décembre, 90 pour 100 environ pour le charbon, et 55 pour 100 pour le gaz et le pétrole lampant. L'augmentation moyenne, pour l'ensemble de ce groupe, se tient aux environs de 80 pour 100.

Associations. Groupements. — ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS. — Cette Association, qui avait coutume d'organiser chaque hiver une matinée artistique et dansante, donnera cette année, le samedi 9 février prochain, à la salle Hoche, 9, avenue Hoche, une soirée artistique et dansante.

Le bal commencera en même temps que la soirée artistique pour les personnes préférant danser. A cet effet, deux salles contiguës ont été retenues.

Un droit de 5 fr par personne sera perçu pour droits de vestiaire.

Des cartes roses seront adressées à ceux des membres qui désireraient acquitter eux-mêmes le droit d'entrée pour leurs invités.

On peut aussi se procurer, en s'adressant à M. Desoille, 25, boulevard Malesherbes, Paris (VIIIe), des cartes bleues, pour être distribuées et dont le droit de 5 fr sera perçu à l'entrée.

Dans le monde électrique. NOMINATION DANS LA LÉGION D'HONNEUR. — Dans la liste des promotions et nominations dans l'Ordre national de la Légion d'honneur publiée dans le « Journal officiel » du 1er janvier 1924, nous relevons la mention suivante :

THIELEMANS (Louis-Joseph-Pierre-Marie), capitaine, 1er régiment du Génie; 25 ans de services, 5 campagnes. A été cité.

M. Thielemans est l'ingénieur de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston qui a publié, dans la « Revue générale de l'Electricité », une étude sur les lignes de transmission d'énergie à grande distance qui, ainsi que nous l'annoncions dans le numéro du 24 novembre 1923, t. XIV, p. 762, a été l'objet d'un prix décerné par le jury de la Fondation Montefiore.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — CONSTRUCTIONS D'APPAREILLAGE ET DE SPÉCIALITÉS ÉLECTRIQUES. — Cette société en formation a pour objet la fabrication, le commerce de tous appareils se rapportant à l'électricité et notamment de ceux inventés par M. Gaston Lucas. Son siège est à Paris, 21, rue Auber. Le capital est de 300 000 fr divisé en actions de 500 fr, dont 750 sont attribuées à M. Barth en rémunération d'apports, ainsi que les 3 000 parts bénéficiaires créées. Ce capital pourra, dès à présent, être porté à 500 000 fr.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE FORCE ET LUMIÈRE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 janvier 1924, p. 22, cette société, dont le siège est à Grenoble, 37, rue Diderot, va procéder à l'émission de 50 000 actions nouvelles de 250 fr chacune qui seront émises à 275 fr, jouissance conformément aux résolutions de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires, en date du 16 avril 1920, et aux décisions du Conseil d'administration du 11 décembre 1923.

Les actionnaires ou porteurs de parts de fondateur actuels auraient, à titre irréductible, un droit de préférence à la souscription des actions nouvelles, à raison de :

Une action nouvelle pour cinq anciennes;

Trois actions nouvelles pour une part de fondateur.

Les titres non absorbés par l'exercice du droit de préférence peuvent être souscrits, à titre réductible, par toute personne actionnaire ou non, avec droit de préférence pour les anciens actionnaires, en tenant compte du nombre d'actions anciennes possédées par eux.

Augmentations de capital. — ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE MEUSE ET MARNE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 janvier 1924, p. 31, cette société, dont le siège est à Saint-Dizier (Haute-Marne), 65, rue des Alliés, va procéder à l'émission d'un emprunt obligataire de 2 900 000 fr, divisé en 5 800 obligations d'une valeur nominale de 500 fr chacune, émises à 487,50 fr.

Ces titres, qui ne jouiront d'aucune garantie spéciale, rapporteront un intérêt annuel de 7 pour 100 du nominal, net de tous impôts français, présents et futurs, à l'exception de la taxe de transmission sur les titres au porteur, dont le montant sera déduit du payement des coupons, comme le rend obligatoire la loi de finances du 30 juin 1923 et seront remboursables au pair de 500 fr par tirages au sort en vingt-cinq annuités, à partir de 1929, la société se réservant la faculté d'anticiper le remboursement en totalité ou en partie à tout moment, à partir du 1er février 1930, sous préavis de six mois.

SOCIÉTÉ NANTAISE D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 janvier 1924, p. 21, cette société, dont le siège est à Paris, 54, rue la Boétie, va porter son capital de 40 à 60 millions de francs, par la création au pair de 80 000 actions de priorité nouvelles de 250 fr, émises au pair, jouissance 1er janvier 1924.

Les anciens actionnaires, propriétaires d'actions ordinaires ou de priorité, sans distinction, ont droit à titre irréductible, sans attribution pour les fractions, à la souscription de la moitié des actions nouvelles, soit 40 000, c'est-à-dire à une action nouvelle pour quatre anciennes; les porteurs de parts ont droit à titre irréductible à la souscription de l'autre moitié des actions nouvelles, soit 40 000, c'est-à-dire à une action nouvelle par part possédée.

La souscription est ouverte jusqu'au 2 févrièr 1924 inclus. Le premier quart, soit 62,50 fr par action, est à verser à la souscription.

Les droits de souscription s'exerceront par la remise de coupons n° 18 pour les actions ordinaires, de coupons n° 2 pour les actions de priorité, et de coupons n° 5 pour les parts.

COMPAGNIE DES EAUX ET DE L'ÉLECTRICITÉ DE L'INDOCHINE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 janvier 1924, p. 37, cette société

dont le siège est à Paris, 3, rue de Stockholm, a décidé d'augmenter le capital social d'une somme de 5 000 000 fr par l'émission au pair de 10 000 actions de numéraire de 500 fr chacune.

Ces actions seront réservées par préférence aux anciens actionnaires, à raison d'une action nouvelle pour deux anciennes, sans qu'il soit tenu compte des fractions. Ceux des actionnaires qui n'auraient pas droit à une action entière pourraient se réunir pour exercer leur droit, mais sans qu'il puisse résulter, de ce fait, une souscription indivise.

Ce droit de souscription irréductible devra être exercé dans les 60 jours à dater du 15 février 1924. Ce délai de 60 jours étant écoulé, le Conseil d'administration fera souscrire par une banque dépositaire les actions pour lesquelles des actionnaires anciens n'auraient pas exercé leur droit et lesdits actionnaires pourront, pendant les douze mois qui suivront l'assemblée ayant constaté l'augmentation de capital, faire valoir les droits qu'ils auraient été empêchés d'exercer pour cas de force majeure.

Divers. — Société industrielle d'Instruments de Précision et Dynamo-Phare Eyquem. — L'assemblée ordinaire qui a eu lieu le samedi 19 janvier, au siège social, 80, boulevard Jourdan, à Paris, a approuvé les comptes de l'exercice 1923. Ces comptes, arrêtés au 15 septembre 1923, date à laquelle le Conseil d'administration a cessé d'exercer son mandat, ayant passé la gestion au liquidateur judiciaire, font ressortir un bénéfice d'exploitation de 170 027,52 fr. La perte de l'exercice 1923 ressort ainsi à 217 719,66 fr, formant avec les pertes antérieures, s'élevant à 3 208 964,74 fr, un ensemble de 3 426 684,40 fr.

BREVETS RÉCENTS

566 411. — Société des Établissements Gaumont; Dispositif pour le réglage du facteur de puissance dans les moteurs à courants alternatifs, 5 août 1922.

566 412. — Fassier (A.); Dispositif combinateur pour télégraphie ou téléphonie sans fil, 8 août 1922.

566 415. — Aumeteyer (A.); Dispositif distributeur d'allumage pour moteur à explosion, 9 août 1922.

566 418. — Petit-Devaucelle (L.); Perfectionnements aux conducteurs électriques en aluminium, 10 août 1922.

566 427. — Demougeot (J.-M.-M.-J.-H.); Dispositif redresseur de courant alternatif pour toutes applications, 12 août 1922.

566 446. — Société alsacienne de Constructions mécaniques à Belfort; Procédé permettant d'améliorer la commutation de certaines machines électriques à collecteur, 23 août 1922.

566 453. — Société française Radio-Électrique; Procédé de transmission et de réception en télégraphie sans fil des télégrammes en codes Morses, 24 août 1922.

566 460. — Société Jules Huet et Cie; Condensateur électrique à capacité variable, 24 août 1922.

565 467. — Beauvais (G.-E.); Appareil de commande à action différée pour circuit électrique, 25 août 1922.

565 475. — De Karavodine (V.); Turbine à gaz, 26 août 1922.

566 476. — Cotté (E.-A.) et Poirson (E.-J.-F.); Allumeur magnétique, 8 août 1922.

566 477. — Surmay (J.); Coupe-cheveux électrique, 26 août 1922.

566 478. — Bellezanne (J.); Dispositif de contact pivotant pour appareillage électrique, 18 mai 1923.

566 487. — Togami (N.); Perfectionnements aux systèmes de distribution d'électricité, 19 mai 1923.

566 488. — Togami (N.); Perfectionnements aux appareils automatiques de distribution d'électricité, 19 mai 1923.

566 491. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux circuits des postes téléphoniques, 19 mai 1923.

566 492. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux mécanismes de commande pour moteurs électriques et autres appareils, 19 mai 1923.

566 494. — Tanner (R.-F.); Perfectionnements aux connecteurs électriques serre-fils, bornes et organes analogues, 19 mai 1923.

566 497. — Bellezanne (J.); Relais à deux positions d'équilibre commandé par manomètre, flotteur thermométrique, etc., 19 mai 1923.

566 507. — Lévy-Grunwald (R.); Dispositif d'évacuation des vapeurs acides des accumulateurs, 19 mai 1923.

566 514. — Thut (P.); Sectionneuse électrique, 19 mai 1923.

566 519. — Planche (B.-R.); Dispositif permettant de couper électriquement le bois ou toute autre matière convenable par simple contact ou frottement, 14 mai 1923.

566 520. — Gervais (L.-J.-B.-J.); Sondeur marin électrique, 14 mai 1923.

566 521. — Société marseillaise électrique; Treuil électrique auto-amortisseur et auto-limiteur d'efforts, 14 mai 1923.

566 526. — Gautier (M.); Collecteur de poussières pour brosseuses mécaniques ou électriques, 17 mai 1923.

566 539. — Wawter (C.-E.); Perfectionnements aux condensateurs électriques, 22 mai 1922.

566 544. — Sabas (M.-A.); Perfectionnements dans les installations d'éclairage électrique des voitures automobiles ou analogues, 22 mai 1923.

566 554. — Dornig (W.); Procédé pour améliorer le rendement de transformateurs multiplicateurs de fréquence, 22 mai 1923.

566 555. — Dornig (W.); Dispositif de connexions pour les transformateurs multiplicateurs de fréquence, particulièrement applicable aux transmissions radioélectriques, 22 mai 1923.

566 592. — Bar (J.); Appareil pour rectifier les fusibles, 23 mai 1923.

566 593. — Société anonyme pour l'Équipement électrique des Véhicules; Perfectionnements aux magnétos d'allumage, 23 mai 1923.

566 614. — Siebrand (P.) et Monnot (A.); Nouveau système de signal d'alarme électrique pour chemins de fer, 23 mai 1923.

566 615. — Siebrand (P.) et Monnot (A.); Nouveau système de coupleur électrique, 23 mai 1923.

566 620. — Auvert (L.-R.) et la Société dite : Compagnie de Fives-Lille; Perfectionnements aux coupe-circuits fusibles à soufflage magnétique, 23 mai 1923.

565 621. — Auvert (L.-R.) et la Société dite : Compagnie de Fives-Lille; Perfectionnements aux contacteurs électriques à soufflage magnétique, 23 mai 1923.

565 622. — Auvert (L.-R.) et la Société dite : Compagnie de Fives-Lille; Perfectionnements aux appareils de soufflage magnétique pour contacteurs ou coupe-circuits fusibles, 23 mai 1923.

566 625. — Lott (C.); Dispositif interrupteur électrique pour machines parlantes, 23 mai 1923.

566 639. — Drevet (L.-E.); Appareil à chauffage électrique à contrôle automatique spécialement agencé pour la fabrication d'articles en chocolat, sucre et des gaufrettes, 24 mai 1923.

566 645. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques à comptage, 24 mai 1923.

566 668. — Dard (A.-J.-J.); Détection, émission, amplification des ondes électromagnétiques (ondes hertziennes) par l'emploi

de vapeurs métalliques (métal volatilisé) en vase clos ou à l'état libre, 22 mai 1923.

566 674. — MASSOTTA (F.-F.-L.); Coupe-courant. 25 mai 1923.

566 708. — LANGDON DAVIES (W.), SOAMES (A.); Perfectionnements aux régulateurs automatiques de courant électrique, 25 mai 1923.

566 709. — FAYOL (G.); Lampe de télégraphie sans fil à électrodes extérieures, 25 mai 1923.

566 721. — HEHM (H.); Perfectionnements apportés aux appareils électriques, notamment à ceux pour télégraphie sans fil, 5 décembre 1922.

566 737. — BOULAT (A.-P.); Dispositif régulateur d'une pendule électrique, 26 mai 1922.

566 760. — BOUCHER (L.); Interrupteur automatique de courant pour les fers à repasser électriques, 26 mai 1923.

566 771. — MONTÉGUT (E.-E.); Dispositif d'interrupteur automatique pour l'éclairage des fours et autres applications, 26 mai 1923.

566 774. — SCHURCH (J.), HEISE (W.-H.); Perfectionnements aux véhicules électriques, 26 mai 1923.

566 783. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Frotteur et sa monture pour contrôleurs à tambour, 28 mai 1923.

566 784. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour la récupération d'énergie dans les installations de traction à courant continu, 28 mai 1923.

566 788. — ARNAULT (C.-L.); Appareil assurant le réglage précis des organes d'accord en général et, en particulier, de ceux employés en téléphonie sans fil, 28 mai 1923.

26 804/549 811. — SAMUEL (A.-A.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 1er août 1921, pour isolant électrique et thermique et son procédé de fabrication, 26 juin 1922.

26 806/533 434. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1921, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 3 juillet 1922.

26 807/558 037. — SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS GAUMONT; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 17 février 1922, pour appareil pour la production des sons, tels que récepteur ou émetteur téléphonique électromagnétique, 5 juillet 1922.

26 808/533 432. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 5e cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1921, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 6 juillet 1922.

26 812/533 432. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 6e cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1921, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 10 juillet 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association française pour l'Avancement des Sciences :

Jeudi 31 janvier 1924, 20 h 30. Grande salle de la Société de Géographie de Paris, 184, boulevard Saint-Germain. — Conférence sur *les applications scientifiques de la télégraphie sans fil*, par le général FERRIÉ, membre de l'Institut.

Société française des Électriciens :

Samedi 2 février 1924, 17 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes.

1° Discussion de la communication de M. ROTH ; 2° Communication sur *la radiogoniométrie des ondes entretenues de 200 mètres et au-dessus*, par M. DE BOURG DE BOZAS.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 3 février 1924, 14 h 50. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *La télégraphie des images*, par M. Édouard BELIN.

Association amicale des Ingénieurs électriciens :

Samedi 9 février 1924, 21 heures. Salle Hoche, 9, avenue Hoche, Paris. — Soirée artistique et dansante (voir dans ce numéro, p. 30 B).

Société française de Physique :

Vendredi 1er février 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications : 1° Sur *l'action de la lumière sur les électrodes*, par M. R. AUDUBERT ; 2° Sur *les piles photoélectriques aux métaux alcalins, préparation et emploi en photométrie* (expériences et projections), par M. G. ROUGIER.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	19 janvier	10 janvier	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	850	850	650	650	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen........	657,50	632	525,50	407,75	175
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen........	657,50	632	525,50	407,75	175
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen........	650	635	520,50	407,75	175
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris........	2 520	2 390	1 363	939	455
Etain Biliton, liv. Havre........					
Etain Détroits, liv. Havre........	2 488	2 360	1 358	939	452
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris........	2 454	2 324	1 330	890	441,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	332	305	210,50	137,50	58,25
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris........	337	310	215,50	139,50	58,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris........	351	337	254,50	152,50	59,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris........	380	366	273,50	171,50	59,75

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Visite de la Société française des Electriciens à l'installation de démonstration de la Compagnie des Lampes. — Le 21 janvier 1924, les membres de la Société française des Electriciens ont été invités par la Compagnie des Lampes à visiter l'installation de démonstration que cette Compagnie a aménagée dans son immeuble, 41, de la rue La Boétie, pour montrer à ses clients les avantages considérables qu'on peut obtenir avec un bon éclairage. Cette visite a été accompagnée d'une très intéressante conférence de M. Saurel, administrateur délégué de la Compagnie des Lampes, sur « Les conditions d'un bon éclairage ».

Le but poursuivi par la Compagnie des Lampes est d'entreprendre, en France, une campagne analogue à celle qui a été commencée il y a quinze ans aux Etats-Unis d'Amérique et qui y a donné des résultats considérables, tant pour les fabricants de lampes que pour tous les constructeurs de matériel électrique. En effet, d'après les statistiques établies aux Etats-Unis, on peut estimer que, pour une douille de lampe installée, il faut augmenter de 20 w la puissance de l'usine génératrice et de 75 w celle des installations diverses du réseau de distribution ; pour un dollar de lampes installées, il faut 75 dollars d'appareillage électrique divers. Le tableau suivant est encore plus éloquent. Pour une somme de 1160000000 dollars dépensés pour les installations d'éclairage, on a la décomposition suivante :

Fabricants de lampes.	60 000 000	dollars soit	6 pour 100
Stations centrales.....	650 000 000	id	57 pour 100
Fabricants de matériel électrique..........	250 000 000	id	21 pour 100
Revendeurs et électriciens...............	200 000 000	id	16 pour 100
	1 160 000 000	dollars soit	100 pour 100

L'organisation de la propagande aux Etats-Unis est faite de la façon suivante :

L'Illuminating Engineering Society, organisme scientifique, qui a acquis une réputation universelle au point de vue éclairagiste, a lancé le mouvement. Elle est partie de ce principe qu'un bon éclairage était une nécessité d'intérêt public. Elle a établi une collaboration étroite entre les différentes industries intéressées par l'éclairage et, ce qui est encore mieux, entre les divers membres d'une même industrie. L'Illuminating Engineering Society a créé la normalisation du matériel et édicté les lois qui constituent le code de l'éclairage (éclairage des voies publiques, éclairage des ateliers, éclairage des écoles, etc.).

Un deuxième organisme, uniquement commercial : « Le comité pour le développement des affaires » a appuyé avec énergie l'action de l'Illuminating Engineering Society.

Enfin, des organismes locaux, comprenant les fabricants de matériel d'éclairage, de matériel électrique, les usines de production, les réseaux de distribution, ont diffusé, dans tous les Etats, les principes émis et propagés par les deux premiers organismes.

Les moyens d'action ont été très variés ; le premier a consisté dans la divulgation des saines notions d'éclairage dans tout ce qui concerne l'enseignement ; des cours d'éclairage ont été créés dans les Facultés et les grandes Ecoles et des notions élémentaires ont été annexées aux livres mis à la disposition des élèves des écoles primaires.

Toute la propagande est basée sur des données scientifiques sérieuses. Les règles à suivre pour obtenir un bon éclairage ont été répandues à profusion dans de nombreuses publications distribuées de tous côtés. On s'est efforcé de faire l'éducation des installateurs, de leur apprendre à voir suffisamment grand pour permettre un développement futur considérable des appareils d'utilisation sans remaniement complet de l'installation primitive. Des maisons électriques où tout était équipé électriquement : éclairage, ascenseurs, monte-charges, machines à laver la vaisselle, etc., ont été établies un peu partout. Des magasins ont été dotés d'un éclairage rationnel souvent aux frais des organismes dont nous avons parlé plus haut ; aussitôt les autres magasins environnants ont voulu posséder un éclairage aussi magnifique.

A Chicago, par exemple, sur 1 000 magasins de vente au détail, on constatait, en 1921, que

2 pour 100 avaient	un éclairement de	100 lux
25 pour 100	id	de 100 à 50 lux
73 pour 100	id	de 50 à 10 lux

En 1922, après la campagne menée par les éclairagistes, l'éclairement moyen de ces 1 000 magasins était de 101 lux avec un minimum de 70 lux. Pour ces mêmes magasins, l'énergie consommée est passée de 13 600 kw-h à 19 800 kw-h.

Enfin, un dernier moyen de propagande a été la salle de démonstration où l'on fait voir au client la différence considérable qu'il y a entre un bon et un mauvais éclairage. Les démonstrations y sont peut-être un peu élémentaires, mais elles frappent le public.

Le thème de la campagne a été très simpliste : pourquoi il faut bien s'éclairer; comment il faut bien s'éclairer. Étant bien éclairé, on voit de plus loin, plus vite, on voit mieux les détails, on voit avec moins de fatigue. Un bon éclairage améliore considérablement la vision surtout pour les yeux défectueux. Il est absurde de dire qu'un éclairage trop intense fatigue la vue; l'éclairement du soleil en été est de 80000 lux, alors qu'un bon éclairage artificiel correspond seulement à un éclairement de 100 lux.

M. Saurel montra ensuite que la dépense pour s'éclairer convenablement est très faible. A Paris, 1000 heures d'éclairage reviennent à 50 fr sur lesquels la lampe n'entre que pour 2,50 fr, soit 10 pour 100. On a donc intérêt à avoir des lampes à grand rendement et par suite très poussées, quitte à ce qu'elles aient une durée plus courte. On peut dire qu'une lampe durant de 600 à 700 heures serait la lampe la plus économique; malheureusement, chez nous, on est trop hypnotisé par la durée; des lampes de construction française utilisées par la Compagnie du chemin de fer Nord-Sud durent plus de 2600 heures dans les voitures et plus de 4000 heures à poste fixe; on cite même des lampes françaises maintenues en service plus de 6000 heures. Il y aurait, sur ce point, à faire l'éducation des usagers pour leur montrer qu'ils ne devraient pas exiger une telle durée pour leurs lampes; ils auraient des lampes plus poussées à meilleur rendement et regagneraient amplement l'augmentation des frais de remplacement des lampes par une économie considérable de courant.

C'est dans les milieux industriels que la propagande des éclairagistes porte le plus ses fruits; les industriels, qui sont tous plus ou moins des scientifiques, comprennent facilement les avantages considérables qu'ils peuvent tirer d'un bon éclairage pour le rendement de leurs entreprises.

Un bon éclairage augmente la production. Aussi, dans un bureau de triage de lettres, à New-York, où l'on utilisait 1800 employés pour ce travail, on a pu, en améliorant l'éclairage, réduire le personnel dans une telle proportion que, toutes les dépenses nouvelles causées par l'augmentation de l'éclairage étant couvertes, l'économie annuelle dépassait encore 100000 dollars.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans six usines à la suite d'une amélioration de l'éclairage.

Éclairement primitif.	Nouvel éclairement.	Augmentation de la production.	Augmentation de la dépense par rapport au salaire des ouvriers.
lux	lux	en centièmes	en centièmes
41	123	8.5	1.86
8	115	12.2	2.5
23	133	12	0.9
49	137	15	
3	32	35	5
13	150	25.8	2

La dépense d'installation d'un bon éclairage est très faible vis-à-vis de l'installation totale de l'atelier : ainsi, dans un nouvel atelier construit aux usines Ford, pour une dépense totale de 1127000 dollars, l'éclairage n'est entré que pour 3 pour 100.

En ce qui concerne les accidents du travail, ceux-ci sont plus nombreux en hiver qu'en été : ils résultent la plupart du temps d'un mauvais éclairage pendant les heures de nuit : dans toutes les usines qui ont amélioré leur éclairage, les accidents du travail le soir ont presque complètement disparu. La santé du personnel est également fonction de l'éclairage et une usine mal éclairée est toujours sale, tandis qu'une usine bien éclairée est généralement propre.

Un bon éclairage dans un magasin augmente le chiffre des affaires, attire le client. On peut citer, à titre d'exemple, qu'aux Magasins du Louvre, à Paris, lors de l'installation, il y a longtemps déjà, des lampes à arc, le nombre de personnes s'arrêtant aux devantures est passé immédiatement de 1 à 8.

Pour l'éclairage des voies publiques, s'il est effectué convenablement, le nombre d'accidents diminue, il en est de même de la criminalité. On peut donc dire qu'un bon éclairage est la sécurité des villes.

Enfin, dans la maison familiale, un bon éclairage en augmente le charme et l'attrait.

Aux États-Unis, le résultat de la campagne des éclairagistes a été le suivant : de 1907 à 1922, le nombre des lampes est passé de 60000000 à 200000000; le nombre de lumens, de 12000000 à 130000000; l'intensité moyenne des lampes, de 16 à 63 bougies. Il en est résulté une augmentation considérable des chiffres d'affaires de toutes les industries électriques, nul doute qu'une semblable campagne bien menée en France n'aboutisse aux mêmes résultats. La Compagnie des Lampes l'entreprend et elle espère être suivie bientôt par tous les autres intéressés.

A la suite du très intéressant exposé de M. Saurel, un ingénieur, de la Compagnie des Lampes, M. Maisonneuve, montra aux membres de la Société française des Électriciens les différentes installations de la salle de démonstration. Il fit une expérience simple et concluante pour montrer l'influence de l'éclairement sur l'acuité visuelle, la rapidité de vision et la rapidité d'accomodation de l'œil : un cylindre sur lequel est enroulé un papier portant des lettres de dimensions différentes est entraîné d'un mouvement uniforme; si l'éclairement des cylindres est faible, on ne distingue que les caractères les plus gros et le cylindre semble tourner très vite; plus l'éclairement augmente, plus on distingue les petits caractères et plus le cylindre semble tourner doucement.

L'installation de la salle de démonstration comporte plusieurs systèmes d'éclairage, lampes individuelles suspendues à niveau de tables, comme on a l'habitude de le faire, lampes au plafond, sans réflecteur, avec réflecteurs, de dimensions diverses; source lumineuse unique, sources lumineuses multiples. Des luxmètres mis à la disposition des assistants permirent de constater l'éclairement des divers systèmes d'éclairage. On put remarquer en particulier qu'une diminution de 10 pour 100 sur la tension d'alimentation des lampes diminuait de 30 pour 100 l'éclairement de la salle, ce qui confirme la thèse émise par M. Saurel, qu'il y a un intérêt capital à avoir des lampes à grand rendement fonctionnant sous une tension un peu supérieure à celle pour laquelle elles ont été construites.

Une pancarte au milieu de laquelle était une lampe de forte intensité montra qu'un fort éclat éblouit et nuit à une bonne vision.

Un appareil contenant des pièces de bois de formes différentes permit de constater que, suivant le mode d'éclairage, les pièces paraissaient semblables ou de natures différentes comme elles le sont en réalité, ce qui prouve encore la nécessité d'une disposition rationnelle des foyers lumineux. Enfin, une vitrine établie dans un coin de la salle servit à prouver l'influence considérable que peut avoir un bon éclairage sur l'attrait d'un étalage de devanture de magasin. — H. C.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — L'aménagement du Haut-Rhône. — Dans son numéro du 19 janvier 1924, le « Bulletin technique de la Suisse romande » publie le procès-verbal de la réunion que le bureau du Comité franco-suisse du Haut-Rhône a tenue à Lyon, le 25 octobre dernier, sous la présidence de M. Coignet, sénateur du Rhône et président du Comité. Les deux questions particulièrement examinées à cette réunion sont, d'une part, l'aménagement hydroélectrique du Haut-Rhône, d'autre part, l'agrandissement du gabarit du canal du Rhône au Rhin de manière à permettre le passage de chalands de 300 t et l'éventualité de la construction d'un nouveau canal permettant le passage de chalands de 1 200 t et plus.

En ce qui concerne la première de ces questions, voici ce que dit le procès-verbal :

« La constitution définitive de la Compagnie nationale du Rhône n'est pas encore un fait accompli, mais les opérations préliminaires sont en bonne voie. Le capital social est assuré et les formalités administratives suivent leurs cours.

» D'autre part, la Commission franco-suisse pour l'Aménagement du Haut-Rhône s'est réunie à Paris, en février 1923. A la demande de la délégation française, une étude complémentaire a dû être entreprise en Suisse ; elle exigera encore un certain temps, car elle nécessite des relevés et des observations hydrométriques pour des régimes différents.

» M. Balmer, président central de l'Association suisse pour la Navigation du Rhône au Rhin, se fait l'écho du désir de la Suisse de voir aboutir le plus tôt possible la constitution définitive de la Compagnie nationale du Rhône. C'est, en effet, de cette constitution que dépend l'exécution des travaux d'aménagement du Haut-Rhône pour la navigation entre Lyon et Genève.

» Il conclut à la nécessité de stimuler le plus tôt possible la collaboration franco-suisse, de manière à faire aboutir les projets de navigation du Haut-Rhône, dont la réalisation sera si utile aux deux pays.

» M. le sénateur Coignet, répondant qu'il y a lieu d'espérer que la Compagnie nationale du Rhône se constituera prochainement, a exprimé le vœu que les pourparlers engagés entre le gouvernement suisse et le gouvernement français pour le niveau du lac Léman aboutissent à bref délai, l'élévation de ce niveau étant regardée comme une condition nécessaire pour l'exécution des travaux. »

Explosion d'un mélange d'air et de poudre d'aluminium. — « Le Génie civil » du 19 janvier 1924 mentionne, d'après « Chemical and metallurgical Engineering » du 12 novembre 1923, une explosion qui s'est produite dans une imprimerie du Richmond (États-Unis) et qu'il nous paraît utile de signaler aux ingénieurs électriciens, car, ainsi qu'on le verra par les résultats de l'enquête, sa cause aurait facilement pu être évitée par un soin plus grand apporté dans l'installation électrique de l'imprimerie.

La machine atteinte par l'explosion se compose d'une presse à imprimer faisant une impression en colle et d'une machine à bronzer qui, par un système de rouleaux et de brosses, distribue la poudre d'aluminium sur l'encollage et enlève le surplus ; les poussières et la poudre d'aluminium en excès sont aspirées par un ventilateur et se déposent dans un collecteur.

L'enquête a montré que l'explosion a été causée par un court-circuit, donnant un arc, entre un fil de la canalisation d'éclairage à 500 v et le tuyau d'échappement en métal du collecteur de poussière.

Ajoutons que des essais faits au cours de l'enquête sur de la poudre d'aluminium contenant 90 centièmes de métal ont montré que la combustion se propage rapidement vers 900° C et que l'explosion se produit vers 1 150° C lorsque la poudre est dans une proportion de 50 g par mètre cube d'air. Ils ont également montré que le meilleur moyen d'éteindre de la poudre d'aluminium en ignition est de verser sur le foyer du sel marin, qui fond et forme une couche empêchant l'air d'arriver jusqu'à l'aluminium.

Le développement de l'industrie électrosidérurgique au Brésil. — D'après le « Bulletin de la Chambre de Commerce française de Rio de Janeiro », diverses usines ont été récemment fondées en vue de la fabrication de l'acier et de la fonte au four électrique. Ces usines produisent déjà annuellement une quantité d'acier et de fonte évaluée à 60 000 tonnes et l'on prévoit que cette production augmentera très rapidement.

A Juiz de Fora, la Compagnie électrométallurgique brésilienne fabrique quotidiennement plus de 10 tonnes d'acier en traitant au four électrique la fonte produite dans le pays, aux Usinas Esperanças.

A São Paulo, il existe trois petites fabriques d'acier électrique.

Enfin à Ribeirao Preto, la Compagnie électrométallurgique possède un four électrique pour acier produisant 24 tonnes par jour et un haut fourneau électrique produisant, avec une consommation de charbon de bois qui n'est que le tiers de celle d'un haut fourneau ordinaire, la fonte utilisée pour la fabrication d'acier fin. Cette société, de création récente, compte élever bientôt sa production annuelle de fer et d'acier à 20 000 tonnes.

Demandes de permission de voirie pour l'établissement de lignes de transmission et de lignes de distribution d'énergie aux services publics. — *Ardennes.* — La municipalité d'Hanappes a sollicité une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne de transmission d'énergie à 15 000 v entre Lagnu-les-Abenton (Aisne) et Hannapes (Ardennes).

Pyrénées (Hautes-). — La Société industrielle des Pyrénées a sollicité l'autorisation d'établir en vertu de permissions de voirie, sur le territoire des communes de Bagnères-de-Bigorre, Pouzac et Labassère, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les carrières qu'elle exploite dans cette dernière commune.

Seine-et-Marne. — La Société « l'Energie de Seine et Yonne » dont le siège social est à Paris, 66, rue de la Chaussée-d'Antin, a sollicité une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne de transmission d'énergie à 5 000 v destinée à l'alimentation de la concession de distribution d'énergie qu'elle a obtenue dans la commune de la Grande-Paroisse.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Nord.* — La Société d'Électricité de la région de Valenciennes-Anzin a obtenu l'autorisation :

1° D'installer un branchement électrique souterrain à haute tension (10 000 v) sur le territoire de la commune de Marly et destiné à alimenter le poste de transformation des briqueteries de MM. Canqueteau frères et MM. Desbarbieux, Berger et Rémy ;

2° D'établir une canalisation électrique souterraine à la même tension, d'une longueur de 485 m, sur le territoire de Denain et destinée à l'alimentation du poste de transformation de l'usine à gaz de Denain.

La Compagnie électrique du Nord, dont le siège social est à Douai, 22, rue l'Abbaye-des-Prés, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation électrique aérienne à haute tension (15000 V), d'une longueur de 234 m, sur le territoire de Wavrin, et destinée à l'alimentation du poste de transformation de cette commune.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Oise. — La Compagnie électrique du Nord dont le siège social est à Douai, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, a sollicité l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Duvy une ligne d'énergie électrique à haute tension destinée à l'alimentation de la station de pompage de la Compagnie des Chemins de fer du Nord.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite compagnie a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

Rhin (Bas-). — La Société alsacienne et lorraine d'Électricité, dont le siège social est à Sélestat, 8, avenue de la Liberté, a obtenu l'autorisation d'établir entre Saulxure et Bourg-Bruche une ligne d'énergie à haute tension destinée à alimenter directement en énergie la région de Saales, qui est actuellement desservie d'une façon défectueuse.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution d'énergie demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Fournitures d'énergie a des entreprises situées en dehors de la zone concédée (applications de l'art. 3 des cahiers des charges types). — *Hautes-Pyrénées.* — La Société Force et Lumière des Pyrénées, qui a obtenu la concession d'une distribution aux services publics sur le parcours de Gripp à Tarbes, a sollicité l'autorisation de desservir les carrières de Labassère, exploitées par la Société industrielle des Pyrénées.

Combustibles. — La situation de l'industrie houillère française pendant l'année 1923. — Le journal « L'Ancre » du 15 janvier 1924 publie à ce sujet la note suivante :

Les charbonnages conserveront de 1923 le souvenir d'une année de grande prospérité, sans chômage et sans grève, où l'écoulement de tous les combustibles s'est fait facilement et à bon prix. Il n'aurait tenu qu'aux exploitants que leurs bénéfices fussent même beaucoup plus élevés, car le charbon anglais qui fixe les cours sur le continent, s'est tenu constamment à 30,40 et même parfois 50 pour 100 au-dessus des cours des charbons français.

Les bénéfices réalisés vont permettre aux compagnies houillères d'accentuer plus rapidement leur évolution vers le traitement chimique rationnel du charbon qu'elles extraient. De plus en plus, la mine va devenir une vaste usine chimique d'où pas un kilogramme de charbon ne sortira sous la forme ancienne.

Voici comment se caractérise le mouvement des combustibles pendant les trois dernières années :

	En milliers de tonnes.		
	Production.	Importation.	Exportation.
1923	38 000	30 000	2 500
1922	31 940	28 000	2 850
1921	28 900	22 045	2 313

La production est en très sensible avance sur 1922, par suite de l'accroissement général de l'extraction dans tous les bassins houillers, mais principalement dans celui du Nord et du Pas-de-Calais, qui fournit maintenant plus de la moitié de la production française. La production de ce bassin a augmenté de 25 pour 100 de janvier à décembre.

Sur les 30 millions de tonnes de combustibles importés, soit 2 millions de plus qu'en 1922, l'Angleterre, suppléant à la défaillance de l'Allemagne et de la Sarre, pendant les trois mois de grève a fourni 18 500 000 tonnes, à des prix majorés de 54 pour 100 sur ceux de 1922.

Les salaires des mineurs ont subi deux augmentations importantes, l'une de 5 fr par jour en février et l'autre de 2,50 fr à 3 fr en novembre.

Signalons l'augmentation très importante de la production des cokeries des houillères en 1923, qui a été de près de 50 pour 100 de janvier à décembre, passant de 132 000 t en janvier, à 190 000 t à la fin de l'année.

La production minière de la Belgique en décembre 1923. — Pendant le mois de décembre dernier (23 jours de travail), il a été extrait du sous-sol belge 1 935 810 t de houille, contre 2 088 810 en novembre (25 jours de travail). On voit que, pour deux jours d'extraction en moins, l'extraction de décembre a diminué de 150 000 t environ par rapport au mois précédent, mais reste supérieure d'environ 30 000 t à la moyenne de 1913.

Les stocks sont passés de 380 010 t à 507 110 t, accusant ainsi une avance de plus de 125 000 t. La cause de cette augmentation ne doit être recherchée que dans le désarroi profond qui affecte le réseau des chemins de fer belges. La production de coke s'est élevée à 372 150 t contre 369 100 t le mois précédent, soit une augmentation de plus de 3 000 t; en revanche, la fabrication d'agglomérés a fléchi de plus de 10 000 t (148 930 contre 159 800).

La production de houille pour l'année 1923 est de 22 216 070 t, contre 21 234 168 t en 1922 et 22 841 520 t en 1913, soit, par rapport à 1922, une augmentation de 981 902 t et par rapport à 1913 un déficit de 625 450 t.

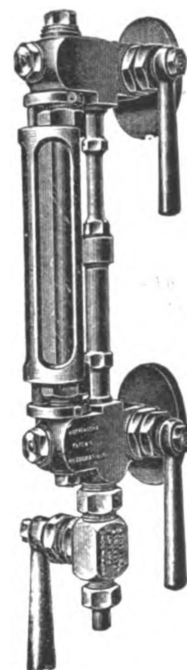
Métallurgie. — La production sidérurgique de la Belgique en octobre 1923. — Au 31 octobre 1923, on comptait en Belgique 39 hauts fourneaux à feu, soit le même nombre qu'au 31 juillet, au 31 août et au 30 septembre.

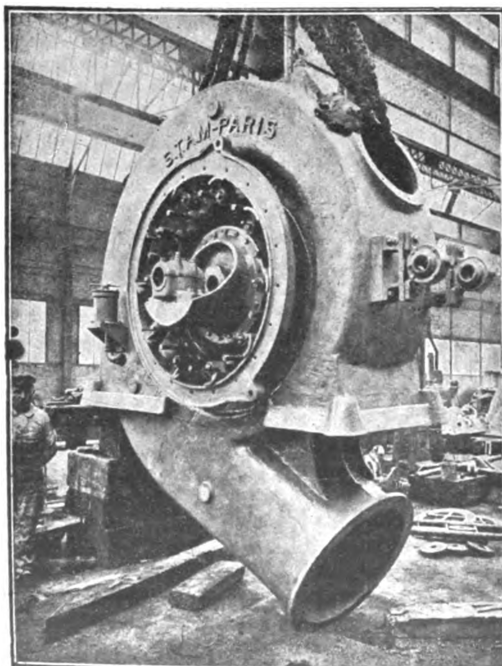
La production sidérurgique a été de 196 320 t de fonte contre 194 150 t en septembre ; 200 510 t d'acier brut contre 188 810 t ; 6 690 t de pièces moulées en première fusion contre 5 430 t ; 193 170 t d'aciers finis contre 164 140 t ; enfin de 18 090 t de fers finis contre 18 490 t en septembre.

On voit que, sauf en ce qui concerne les fers finis, il y a augmentation de toutes les rubriques. La production d'acier brut est sensiblement égale à la moyenne de 1913 (200 338 t).

La production sidérurgique de la Belgique en novembre et décembre 1923. — Au 31 décembre 1923, on comptait en Belgique 40 hauts fourneaux à feu, soit le même nombre qu'au 30 novembre.

La production sidérurgique a été de 209 330 t de fonte contre 205 120 en novembre ; 206 700 t d'acier brut, contre 211 050 t, 5 930 t de pièces moulées en première fusion contre 6 240 t, 189 340 t d'aciers finis contre 190 180 ; 17 640 t de fers finis contre 17 170 ; sauf en ce qui concerne la fonte et les fers finis, les résultats du mois précédent n'ont pas été atteints. Malgré cela, il faut considérer comme très satisfaisants les chiffres de production du mois de décembre, qui, par suite des fêtes de Noël a comporté un moins grand nombre de jours ouvrables que le mois précédent.




STAM-PARIS

Les résultats pour l'année 1923 sont les suivants :

	Production de fonte (en tonnes)	Production d'acier brut. (en tonnes).
1923	2 188 139	2 216 750
1922	1 [illegible] 400	1 978 080
1913	2 484 6[illegible]	2 404 056
Augmentation par rapport à 1922	292 7[illegible]	238 670
Diminution par rapport à 1913	296 5[illegible]	187 306

En résumé l'année 1923 a été favorable à l'industrie minière et sidérurgique belge qui est dans une situation nettement supérieure à celle de 1922 et qui a presque retrouvé celle de 1913.

Economie industrielle et sociale. — LA FABRICATION DES JETONS EN ALUMINIUM ET DES PIÈCES DE NICKEL. — Le nombre des pièces de monnaie frappées en 1923 s'élève à 1 096 11 582 dont 410 530 504 pour la France et 69 075 078 pour les colonies. Il est de beaucoup supérieur à celui qui était frappé avant la guerre, le nombre annuel moyen de 1912 et 1913 étant seulement de 113 millions de francs.

Cet accroissement de production s'applique en majeure partie par la substitution aux coupures de papier émises pendant la guerre des jetons adoptés en 1920. La fabrication de ces espèces s'élève, au 31 décembre 1923, aux quantités ci-après :

	Nombre de pièces.	Valeur nominale.
Jetons de 2 fr	87 786 043	175 572 086
Jetons de 1 fr	306 642 601	306 642 601
Jetons de 0,50 fr	214 501 568	107 250 784
	608 930 [illegible]	589 465 469

Sur cette quantité 584 500 000 fr ont été livrés à la Banque de France pour être mis en circulation.

La valeur des diverses pièces de billon en circulation peut être, d'autre part, évaluée à 166 millions de francs.

Les frappes continuant à raison d'environ 22 millions de francs par mois pour les jetons en bronze d'aluminium et de 1 150 000 fr par mois pour les pièces de bronze de nickel, on peut prévoir que l'on disposera à la fin de l'année 1924 d'un contingent sensiblement double du contingent existant avant la guerre en pièces de monnaie divisionnaire en argent et en billon.

LA SITUATION BUDGÉTAIRE DE L'ANGLETERRE A LA FIN DU TROISIÈME TRIMESTRE DE L'EXERCICE 1923-1924. — Les chiffres publiés par le Trésor britannique sur la situation au 31 décembre 1923 font apparaître un excédent des dépenses sur les recettes de 60 894 021 livres sterling alors que le déficit à la fin de la période correspondante de 1922 était seulement de 3 511 719 livres.

Bien que le déficit du Trésor anglais au 31 décembre n'ait rien de très anormal, il est important eu égard aux compressions qui ont été opérées sur les prévisions de dépenses et aux réductions prévues sur le taux de « l'income-tax ».

Les recettes atteignent 533 285 062 livres pour les neuf mois de l'exercice au lieu de 585 562 730 livres pendant la période correspondante de 1922. Cette moins-value des recettes de 52 277 668 livres ne paraît pas très inquiétante parce que les prévisions pour l'exercice 1923-1924 ne sont que de 818 500 000 livres alors que les recouvrements effectués en 1922-1923 se sont élevés à 914 012 030 livres, soit une réduction entre le projet de budget actuel et les résultats du dernier budget de 95 5000 000 livres. Les dépenses au 31 décembre 1923 sont supérieures aux dépenses des neuf premiers mois du précédent exercice de 5 104 634 livres, tandis qu'on prévoyait seulement 4 250 000 de dépenses de plus qu'en 1922 pour tout l'exercice.

Sociétés. Groupements. — LA HOUILLE BLANCHE. (ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE). — Le bal annuel du Groupement parisien de la Houille blanche, Association des anciens Élèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble, aura lieu le samedi 9 février à 22 heures dans les salons Victor-Hugo, 46 *bis*, rue Saint-Didier.

Cette soirée est organisée au profit de la caisse de secours de cette association.

On trouve des cartes d'invitation au siège central de « La Houille blanche », 4, rue Volney, Paris (téléphone, Central, 63-39).

Dans le monde électrique. — RÉCOMPENSE AU GÉNÉRAL FERRIÉ. Dimanche 20 janvier 1923, la Société industrielle du Nord de la France a, dans une séances solennelle, présidée par M. Louis Nicolle, président de la Société, décerne au général Ferrié la plus haute récompense dont elle dispose, la grande médaille d'or de la Fondation Kuhlmann

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — LA BRESSANE ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 janvier 1924, p. 55, cette société en formation a pour objet la distribution de l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice et toutes autres utilisations, exploitation de concessions publiques ou particulières, achat, vente, transformation de l'énergie électrique sous toutes ses formes, installation de postes, usines et autres exploitations, la recherche, l'obtention de toutes concessions, privilèges, monopoles, toutes soumissions de travaux d'entreprises se rapportant à l'objet social, toutes opérations commerciales, industrielles, financières, mobilières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à l'objet social ; le tout, tant en France, dans les pays de colonie ou d'influence française qu'à l'étranger, mais plus particulièrement dans les départements de l'Ain, du Jura, du Doubs et de Saône-et-Loire, la participation directe ou indirecte de la société dans toutes opérations commerciales, industrielles ou financières se rattachant à l'objet social, soit seule, soit en participation avec tous particuliers ou société, soit par exploitation directe, soit pour le compte de tiers.

Le siège social est à Lyon, 3, rue du Président-Carnot, et la durée de la société est de cinquante ans à dater de sa constitution définitive. Le capital social est fixé à la somme de 500 000 fr, divisé en 2 000 actions de 250 fr chacune, nominatives ou au porteur, dont 240 attribuées aux fondateurs, en représentation de leurs apports et 1 760 à souscrire et à libérer d'un quart en souscrivant et le surplus suivant les appels du Conseil d'administration.

Augmentation de capital. — SOCIÉTÉ D'INTÉRÊT COLLECTIF AGRICOLE DE LA GOURGEONNE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 janvier 1924, p. 65, cette société, dont le siège est à Lavoncourt (Haute-Saône) va procéder à l'émission de deux mille obligations de 500 fr, pouvant être scindées en cinquièmes d'obligations, nominatives ou au porteur, au gré des souscripteurs, rapportant 7 pour 100 d'intérêts, payables

par moitié les 15 février et 15 août de chaque année. Jouissance du 15 février 1924.

Le prix de l'émission est de 490 fr pour les obligations et 98 fr pour les cinquièmes d'obligations.

Ces obligations, numérotées suivant deux séries distinctes, seront remboursables au pair au plus tard le 15 février 1949. La société s'interdit tout remboursement avant le 15 février 1930, elle se réserve, ensuite, la faculté de rembourser les obligations, en tout ou en partie, à des dates coïncidant avec une échéance de coupons, après un préavis de trois mois et à la suite de tirages au sort dans chaque série d'un nombre d'obligations représentant une fraction égale du nombre total des obligations de la série.

Les obligations émises sont nettes de tous impôts présents et futurs, à l'exception des droits de transfert, de conversion et de transmission.

Société des Forces motrices de Vercors. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 janvier 1924, p. 55, cette société, dont le siège est à Valence-sur-Rhône, 16, rue du Pont-du-Gât, va procéder à une augmentation de 2 500 000 fr du capital social sur celle de 5 millions de francs autorisée par l'assemblée générale extraordinaire du 4 mars 1919, et de porter ainsi le capital à 9 500 000 fr au moyen de l'émission de 5000 actions de 500 fr chacune à souscrire contre espèces. Ces 5000 actions nouvelles seront émises au taux de 550 fr l'une, payables : un quart de la valeur nominale et l'intégralité de la prime, soit 175 fr par action, à la souscription, et le solde sur appels du Conseil. Lesdites actions seront créées jouissance de l'exercice 1924. Un droit de préférence à la souscription des 5 000 actions nouvelles est réservé aux actionnaires actuels et porteurs de parts, à raison d'une action nouvelle pour trois actions anciennes et de deux actions nouvelles pour trois parts de fondateurs.

Secteur électrique du nord de la Gironde. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 janvier 1924, p. 55, cette société, dont le siège est à Saint-André-de-Cubzac (Gironde), va augmenter son capital de 3 millions de francs à 5 millions de francs par la création de 8000 actions nouvelles de 250 fr chacune à émettre au pair en quatre tranches de 500 000 fr sur la seule initiative du Conseil d'administration, et à souscrire en numéraire.

Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 janvier 1924, p. 54, cette société, dont le siège est à Paris, 6, rue Pétrograd, va porter son capital social à 15 millions de francs, par l'émission de 20 000 actions nouvelles de 250 fr chacune, qui seront émises au taux de 265 fr.

Le montant de ces actions sera payable à concurrence d'un quart plus la prime lors de la souscription et le surplus suivant les appels ultérieurs du Conseil d'administration.

Divers. — **Société artésienne de Force et Lumière.** — Le rapport présenté à la dernière assemblée ordinaire signale que les ventes d'énergie électrique, tant sur le réseau de la société que sur ceux de ses filiales, ont atteint, au cours de l'exercice 1922-1923, 17 422 840 kw-h. Le chiffre d'affaires du service des installations s'est élevé à 3 119 008 fr.

La société a continué l'extension de son service du gaz. La canalisation de gaz surpressé s'étend, au nord, jusqu'à La Bassée; elle est en construction vers Merville et Bailleul. Au sud, elle a été prolongée depuis Arras jusqu'à Bapaume. Elle est continuée actuellement vers Albert.

La société a, d'autre part, acquis les usines à gaz d'Aumale, Forges-les-Eaux, Gournay-en-Bray, Fréville-Escarbotin, localités où elle est devenue concessionnaire et où elle assure l'exploitation. Au total, le débit de gaz, au cours de l'exercice écoulé, a été de 1 305 168 m³.

Le rapport signale également la dissolution des filiales Compagnie d'Électricité d'Amiens et Société d'Électricité de Picardie, dont toutes les actions étaient devenues propriété de la société.

Énergie Seine et Yonne. — Les comptes qui seront présentés à l'assemblée du 4 février 1924 accusent un bénéfice brut de 1 900 000 fr. 475 000 fr seront consacrés aux amortissements. Le bénéfice net s'établit à 887 450 fr. Un dividende légèrement supérieur à celui de l'année dernière, qui était de 8 pour 100, sera proposé. Au bilan, l'actif disponible et réalisable se totalise à 3 273 404 fr, dont 2 217 449 fr dans les caisses ou en banque, 762 570 fr en marchandises, 1 260 154 fr de créances diverses, 33 251 fr en portefeuille contre un passif de 771 812 fr.

BREVETS RÉCENTS

26 820 533 (3). — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1921, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 12 août 1922.

26 835 510 588. — Vitt (G.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 24 février 1920, pour perfectionnements aux transports d'énergie électrique à haute tension, 2 septembre 1922.

26 839 544 785. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris le 28 janvier 1921, pour perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 4 septembre 1922.

26 840 546 783. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 4 février 1922, pour perfectionnements aux dispositifs à décharge électronique, 5 septembre 1922.

566 790. — House (W.-D.); Perfectionnements à la radiotéléphonie, 28 mai 1923.

566 811. — Wormser (A.-J.); Dispositifs de régulation utilisant des lampes à trois électrodes et applicables aux machines dynamos électriques, 29 mai 1923.

566 813. — Charue (A.); Générateur d'ondes entretenues et relais amplificateur de courants électriques variables, 29 mai 1923.

566 856. — Ogden (C.-E.); Perfectionnements aux vibrateurs pour redresseurs de courant alternatif, 30 mai 1923.

566 857. — Ogden (C.-E.); Perfectionnements aux redresseurs de courant, 30 mai 1923.

566 858. — Société Clermont, Bonte et fils; Dispositif de commande directe par moteur électrique des machines à tendre les écheveaux, 30 mai 1923.

566 864. — Auget (G.); Dispositif d'accouplement flexible variable d'enroulements électriques, notamment pour circuit récepteur de télégraphie sans fil, 30 mai 1923.

566 866. — De Poix (G.); Lampe éclairante à bombardement moléculaire, 30 mai 1923.

566 868. — Nec (L.); Perfectionnements à l'emploi des lampes à trois électrodes utilisées en télégraphie sans fil, 30 mai 1923.

566 882. — Clapier (P.-L.), Forest (E.), Roberto (L.); Nouveau métalloïde employé en électricité, 31 mai 1923.

566 888. — Société dite : Compagnie générale de Signalisation; Perfectionnements aux signaux électriques lumineux, 31 mai 1923.

566 894. — TERNANT (M.-A.); Bobine de self-induction à circuits épicycles ou simili épicycles pour appareils électriques radiotélégraphiques et radiotéléphoniques, 31 mai 1923.

566 899. — SEGUIN (G.); Joint sans éclisses pour rails de chemins de fer, tramways, etc., par soudure bout à bout à l'arc électrique, 31 mai 1923.

566 900. — THIRY (N.), VIATOUR (H.) et la société anonyme : LA SIGNALISATION ÉLECTRIQUE SIMPLEX; Perfectionnements aux installations de signalisation électrique pour les mines, 31 mai 1923.

566 912. — ESHIN (C.), DAUGMAN (O.); Bougie d'allumage non démontable, 31 mai 1923.

566 913. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES (CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES, CAOUTCHOUC, CABLES); Bande de jacks à réglette amovible, 31 mai 1923.

566 919. — MASCART (E.-A.); Turbo-aérien, 1er juin 1923.

566 930. — KAPFLER (J.-P.); Turbine à explosion avec plan compresseur, 1er juin 1923.

566 931. — LEBLANC (H.); Radiateur pour bougies d'allumage de moteurs à explosion, 1er juin 1923.

566 941. — EIDENBENZ (G.); Perfectionnements aux lampes à incandescence à deux filaments d'intensité lumineuse différente, 1er juin 1923.

566 945. — ECRIVEUT (V.-F.); Pendule pour horloges électriques et autres applications, 1er juin 1923.

566 957. — ONDOLI (E.-J.); Perfectionnements apportés aux circuits de moteurs électriques destinés à la traction, 1er juin 1923.

566 966. — GARDE (H.); Moteur à vent, 2 juin 1923.

566 967. — Société dite : BROWN, BOVERI ET Cie; Condensateur électrique variable, 31 mai 1923.

566 968. — Société dite : ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON; Procédé pour la fabrication de corps isolants électriques en matière disposées par couches, 2 juin 1923.

566 969. — DOE (W.-S.); Perfectionnements aux piles sèches renouvelables, 2 juin 1923.

566 971. — LE GOUELLEC (M.); Dispositif d'alimentation des tubes à vide à deux ou plusieurs électrodes, au moyen de courants alternatifs, 2 juin 1923.

566 981. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques à prépaiement, 2 juin 1923.

566 986. — Société dite : WHITE FUEL OIL ENGINEERING CORPORATION; Génératrice de courant pour le soudage à l'arc électrique, 4 juin 1923.

566 993. — TORVÉ-MOLLUNS (P.-J.); Commutateur automatique, 4 juin 1923.

567 009. — RAUNAY (P.-E.); Dispositif permettant d'utiliser la force des vents pour la production d'énergie électrique, 4 juin 1923.

567 014. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 4 juin 1923.

567 021. — MICHAUX (F.); Lampe électrique à corps incandescent, à rayons sélectionnés, 5 juin 1923.

567 028. — SOCIÉTÉ DES MOTEURS ET APPAREILS ÉLECTRIQUES LILLIPUT (Société anonyme); Perfectionnement aux moteurs électriques universels, 5 juin 1923.

567 036. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes d'émission radioélectriques, 5 juin 1923.

567 037. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux relais électriques, 5 juin 1923.

567 049. — MC. CLURE (R.-R.); Graisseur à commande électrique, 5 juin 1923.

567 052. — SOCIÉTÉ CIVILE D'ÉTUDES DE MATÉRIEL DE TRACTION; Dispositif de commande électrique pour la traction de véhicules, 5 juin 1923.

567 073. — PRÉCHON (M.-E.); Turbine ou pompe rotative à palettes, 6 juin 1923.

567 079. — HOLWECK (F.-H.-L.); Perfectionnements aux triodes, 6 juin 1923.

567 096. — ARNAUD (A.-C.); Fer à repasser électrique, 7 juin 1923.

567 100. — DE WURSTEMBERGER (F.); Dispositif pour protéger contre les influences nuisibles des courants vagabonds les parties métalliques d'installations de machines en communication électrique avec la terre par des masses d'eaux, et dispositif pour la mise en œuvre du procédé, 7 juin 1923.

567 114. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Mécanisme centrifuge pour la commande des interrupteurs électriques ou autres appareils, 7 juin 1923.

567 115. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux enveloppes ou cuves d'appareils électriques, 7 juin 1923.

567 137. — SALLES (P.-M.-R.); Transformateur thermoélectrique, 8 juin 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société des Amis du Conservatoire national des Arts et Métiers :

Lundi 4 février 1924, 14 h 30. Salle D du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris. — Assemblée générale de la société.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris :

Mardi 5 février 1924, 21 heures. Café des Variétés, 7, boulevard Montmartre. — Réunion mensuelle.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 8 février 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche. — 1° Communication sur *la répartition de la chaleur dans les immeubles au moyen de centrales thermiques avec ou sans utilisation de la force motrice*, par M. A. NESSI; 2° Communication sur *la filature du coton*, par M. R. DUBOIS (projections).

Association amicale des Ingénieurs électriciens :

Samedi 9 février 1924, 21 heures. Salle Hoche, 9, avenue Hoche, Paris. — Soirée artistique et dansante (voir le « Bulletin R. G. E. » du 26 janvier 1924, t. XV, p. 30 B).

La Houille blanche (Association des anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble) :

Samedi 9 février, 22 heures. Salons Victor-Hugo, 46 *bis*, rue Saint-Didier, Paris. — Bal annuel au profit de la caisse de secours de l'Association (voir dans ce « Bulletin R. G. E. », p. 37 B).

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 9 février 1924, 17 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — *La solution urgente du problème cotonnier et la mise en valeur du Soudan français*, par M. Pierre ROGNALT, ingénieur-agronome, chargé de mission au Soudan.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 10 février 1924, 14 h 50. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Nos connaissances actuelles sur les migrations des poissons*, par M. JOUBIN, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX 10 janv. 1924	PRIX 25 janv. 1924	PRIX différence
Aciers ronds étirés ronds (marché de Paris)				
carré de 60 mm et plus	100 kg	145 fr	145 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	140	140	0
21 à 30	100 kg	145	145	0
16 à 20	100 kg	150	150	0
11 à 15	100 kg	155	155	0
8 à 10	100 kg	160	160	0
4 à 7	100 kg	165	165	0
3 à 3,5	100 kg	170	170	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	800	850	+ 50
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	14 d 1/4	14 d	— 1/4
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	868 fr	900 fr	+ 64
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	619	650	+ 31
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	733	811	+ 78
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	995	1 090	+ 95
Id. 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 125	6 920	+ 795
*Ébonite bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 000	2 000	0
Émail pour appareillage tôle — blanc	100 kg	550	550	0
Émail pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 540	1 540	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 275	2 520	+ 245
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-420	380-395	20 25
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	430	430	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	298	316	+ 18
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Haute tension	100 kg	190	200	+ 10
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Basse tension	100 kg	165	195	+ 30
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	125	125	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,85	2,85	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	300	332	+ 32
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		5	5	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	le kg	355	375	+ 20
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	315	315	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	348	380	+ 32

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,32
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les impressions d'un ingénieur hollandais sur l'industrie électrique française. — M. Bellaar Spruyt, directeur du réseau provincial du Limbourg hollandais et l'un des délégués, président de la section hollandaise à la récente Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension, a, dès son retour en Hollande, publié dans la revue « Sterkstroom », sous le titre « Impressions de France ». un article où il fait connaître les impressions que lui ont laissées les visites techniques qu'il eut l'occasion de faire lors de son court séjour en France. M. Stokvis, un de ses compatriotes, a eu la complaisance de nous remettre la traduction des extraits suivants de cet article :

Quoique je n'aie pu visiter que quelques réseaux, j'ai conservé de ces visites une très bonne impression et je crois que l'industrie électrotechnique française s'est développée pendant les dernières années d'une façon extraordinaire, tout en s'inspirant des pratiques américaines.

Dans la visite que j'ai faite des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, j'ai été frappé par le soin avec lequel les câbles sont fabriqués et par la manière dont on y tient compte des recherches qui ont été faites dans notre pays, spécialement sur l'initiative du Bureau central de l'Association des Directeurs des Exploitations électriques des Pays-Bas, en ce qui concerne l'ionisation des câbles. On m'y fit voir des câbles établis pour une tension de 60000 v.

Dans les ateliers, j'ai été impressionné par le grand nombre de moteurs de traction, et aussi par un convertisseur qui fournit du courant continu à la tension de 1500 v avec un seul collecteur, sans qu'il y ait, entre les charbons, ni écrans ni autre protection.

Tous les appareils que j'ai eu l'occasion de voir donnent l'impression d'être bien finis, qualité à laquelle nous étions accoutumés d'ailleurs par les constructeurs français, et il me semble que la valeur actuelle du franc doit rendre possible pour nous l'achat du matériel électrotechnique en France.

Je voudrais également attirer l'attention sur deux autres usines dont les produits m'ont intéressé, l'une, de la Compagnie générale d'Electro-Céramique à Ivry-Port, dont la porcelaine, comme j'ai pu le voir, peut supporter la comparaison avec n'importe quelle autre, et l'usine des Ateliers de Constructions électriques de Delle, à Paris, dont j'ai pu admirer les disjoncteurs et autres appareils électriques similaires, aussi bien pour montage à air libre que sous toiture. Tout ce matériel a fait sur moi une impression des plus favorables. En outre, dans la visite que j'ai faite du réseau de la Compagnie lorraine d'Electricité dont le siège est à Nancy, et qui s'étend sur une grande surface, j'ai pu voir en service un grand nombre des appareils dont j'ai fait mention plus haut.....

Je n'ai pu donner dans ce qui précède qu'un très rapide résumé de ce qu'il m'a été possible de voir dans mon court séjour en France. L'espace dont je dispose ne me permet pas de m'étendre plus longuement, mais j'ai cru bon de publier ici ces quelques lignes, afin d'attirer l'attention sur un pays dont l'industrie électrotechnique n'est que très peu connue ici et dont la connaissance ne peut être qu'utile, à mon avis, à nos exploitations électriques et, en outre, à quelques-unes de nos industries.

Le marché du travail britannique en novembre 1923. — La situation du marché du travail s'est légèrement améliorée au cours du mois de novembre. Cette amélioration a pu être constatée dans les industries de hauts fourneaux, fonderies et aciéries et dans l'industrie cotonnière. La situation est satisfaisante dans les mines, les laminoirs et l'industrie des tapis; elle est à peu près satisfaisante dans le bâtiment, pour les ouvriers qualifiés tout au moins (sauf les peintres), dans l'industrie de la carrosserie et dans certaines branches de l'industrie métallurgique; elle est passable seulement dans les briqueteries, l'ameublement, la menuiserie, l'imprimerie, les tissages de jute et les cuirs. Pour ce qui est des autres industries, leur situation reste tout à fait mauvaise.

Parmi les membres des Trade Unions qui ont fait parvenir des informations au Ministère du travail britannique le pourcentage de chômeurs atteignait en fin novembre 10,5, contre 10,9, en fin octobre 1923 et 14,2 en fin novembre 1922. Parmi les ouvriers couverts par l'assurance nationale

contre le chômage, et qui sont au nombre de 11 500 000, le pourcentage des chômeurs était évalué au 26 novembre à 11,5 contre 11,7 au 22 octobre et 12,7 en fin novembre 1922. Pour les hommes seulement, le pourcentage de chômeurs était 12,1 au 26 novembre, contre 12,4 au 22 octobre; les chiffres correspondants pour les femmes étaient aux mêmes dates 9,7 et 9,8. Le nombre de chômeurs inscrits sur les registres des bureaux de placement, au 26 novembre, atteignait 1 257 000, dont 945 000 hommes et 240 000 femmes (le reste composé de jeunes garçons et jeunes filles de moins de 18 ans); au 29 octobre les chiffres correspondants étaient 1 296 000, dont 970 000 hommes et 256 000 femmes.

Il ne faut d'ailleurs pas oublier qu'un certain nombre de chômeurs, soit qu'ils aient épuisé leur droit à l'allocation, soit qu'il ne rentrent pas dans les cadres de l'assurance nationale, ne se font pas inscrire aux bureaux de placement. Les chiffres fournis par ces bureaux sont donc légèrement inférieurs à la réalité.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — LES BREVETS CONCERNANT LES LAMPES A INCANDESCENCE A FILAMENT DE TUNGSTÈNE. — La « Gazette de Cologne » a publié récemment à ce sujet un article dont voici un extrait :

« Le tribunal fédéral suisse, dans le procès intenté par l'Allgemeine Elektricitaets Gesellschaft de Berlin, contre la Fabrique de Lampes à incandescence de Bâle S. A., a décidé que le brevet pris par l'Allgemeine Elektricitaets Gesellschaft en Suisse, en octobre 1910, au sujet de la fabrication de filament de lampes à incandescence en tungstène était valide.

» Le tribunal a décidé que l'utilisation du fil de tungstène pour la fabrication des lampes à incandescence par des firmes non licenciées constituait une contrefaçon du brevet et il a condamné la société de Bâle à arrêter sa fabrication pour autant que celle-ci comporte l'utilisation du fil de tungstène, ainsi qu'au paiement de 100 000 fr de dommages-intérêts ».

L'ÉLECTRIFICATION DE LA BRETAGNE. — Le département du Morbihan est autorisé à contracter un emprunt de deux millions de francs, remboursable en 50 ans, à partir de 1924, pour l'installation d'une usine hydroélectrique sur le Haut-Blavet et d'un réseau de distribution électrique, et à s'imposer, durant la même période, pour l'amortissement dudit emprunt.

DÉCRET APPROUVANT UNE SUBSTITUTION POUR L'EXPLOITATION D'UNE USINE ÉLECTRIQUE A PÉBERNAT (Ariège). — Le « Journal officiel » du 25 janvier 1924 publie, p. 878, le décret, en date du 23 janvier 1923, approuvant la substitution à MM. Lamon et Clarac frères, de la Société Energie électrique de la basse Ariège, dont le siège social est à Paris, 12, rue Saint-Florentin, dans les droits et obligations résultant du décret du 13 mars 1923 autorisant et déclarant d'utilité publique l'établissement d'une usine hydroélectrique à Pébernat sur l'Ariège.

Le nouveau décret interdit à la Société Energie électrique de la basse Ariège d'engager son capital, directement ou indirectement, dans une opération autre que la construction et l'exploitation des ouvrages qui font l'objet de l'acte de concession susvisé, sans y avoir été préalablement autorisée par décret rendu en Conseil d'État.

DÉCRET APPROUVANT LA SUBSTITUTION DE LA SOCIÉTÉ L'ELECTRIQUE LILLE-ROUBAIX-TOURCOING AUX COMPAGNIES DES TRAMWAYS DE ROUBAIX-TOURCOING ET D'ARMENTIÈRES. — Le « Journal officiel » du 31 janvier 1924 publie, p. 1068-1069, le décret en date du 25 janvier 1924, approuvant les avenants passés respectivement les 25 mai, 2 juin et 18 juin 1923, entre la Société l'Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing, d'une part, et les maires de Roubaix, Armentières et Tourcoing, au nom de ces villes, d'autre part, en vue de la substitution définitive de cette société aux compagnies des tramways de Roubaix-Tourcoing et d'Armentières dans tous les bénéfices et charges résultant des différentes conventions et avenants intervenus entre ces compagnies et lesdites villes.

EXTENSION DE LA CONCESSION DE LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS ACCORDÉE, LE 24 MAI 1922, A LA SOCIÉTÉ L'ÉLECTRIQUE DE VENDÉE. — Le « Journal officiel » du 2 février 1924, publie, p. 1 167, la convention en date du 29 janvier 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société l'Electrique de Vendée, dont le siège est à la Roche-sur-Yon, 10, place de la Préfecture, d'autre part.

Le texte de cette convention est le suivant :

ARTICLE PREMIER. — La concession de la construction et de l'exploitation d'un réseau de distribution d'énergie aux services publics organisés en vue des transports en commun de l'éclairage public ou privé de la fourniture de l'énergie aux particuliers, dans les départements de la Vendée, des Deux-Sèvres et de la Charente-Inférieure, qui a fait l'objet de la convention du 24 mai 1922, est étendue de façon à comprendre la distribution aux services publics sur le parcours compris entre Luçon et les abords des Sables-d'Olonne, dans le département de la Vendée.

ART. 2. — La Société l'Electrique de Vendée s'engage à construire et à exploiter cette distribution complémentaire dans les conditions du cahier des charges annexé à la convention du 24 mai 1922 dont les articles 1er et 9 sont complétés comme il suit :

Article premier du cahier des charges. — Il est ajouté à cet article :

« Et sur le parcours compris entre Luçon et les abords des Sables-d'Olonne (département de la Vendée), en traversant les communes de Luçon, les Magnils-Regniers, Chasnais, la Claye, Curzon, Saint-Cyr-en-Talmondais, le Givre, le Bernard, Avrillé, Saint-Hilaire-la-Forêt, Saint-Hilaire-de-Talmont et Château-d'Olonne ».

Article 9 du cahier des charges. — Le premier alinéa est complété par l'addition de la ligne de Luçon aux abords des Sables-d'Olonne parmi celles sur lesquelles la tension du courant au départ des usines en service normal ne doit pas dépasser 30 000 v.

ART. 3. — Le tracé du parcours de Luçon aux abords des Sables-d'Olonne est représenté sur le plan annexé à la présente convention qui sera joint au plan visé par l'article 6 du cahier des charges du 24 mai 1922.

DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Hérault.* — La Société biterroise de Force et Lumière, dont le siège social est à Béziers, 6, place de la Citadelle, a présenté une demande de concession d'État de distribution d'énergie aux services publics comportant :

1° Une ligne à 30 000 v allant de Béziers à la Peyrade par Plaissan.

2° Divers branchements à 16 000 v destinés à desservir soit des concessions communales, soit des postes privés.

Loire-Inférieure, Maine-et-Loire et Vendée. — Une décision ministérielle récente a accordé à la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité, dont le siège social est à Paris, 54 rue la Boétie, la concession d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur le territoire des départements de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire et de la Vendée.

Sèvres (Deux-). — La Société Energie électrique du Poitou, qui a obtenu la concession d'une distribution aux services publics entre Faymoreau-les-Mines et Thouars, a présenté une demande tendant à étendre ladite distribution au parcours compris entre Neuvy-Bouin et Bressuire.

Combustibles. — La production allemande de charbon en 1923. — Le Conseil d'Empire des charbons s'est réuni le 25 janvier 1924. A cette occasion, le secrétaire du Conseil a fait un rapport sur la production allemande de charbon en 1923. Depuis un an, c'est la première fois que des précisions sont données à ce sujet.

Pendant les trois premiers mois de 1923, la production mensuelle de charbon et de coke dans la Ruhr atteignait encore les trois quarts de la production mensuelle moyenne de 1922, qui était en gros de 8 millions de tonnes de charbon et de 2 millions de tonnes de coke.

Ensuite, la production est allée en diminuant. A partir du mois de juin elle a été insignifiante. Seules les mines en région non occupée, sur les bords du bassin, ont continué l'extraction : 583 000 t de charbon par mois en moyenne et 176 000 t de coke.

Pendant le mois de décembre, la situation s'était déjà beaucoup améliorée. La production du bassin de la Ruhr a dû atteindre 60 pour 100 de la production de décembre 1922. Elle augmentera probablement de 10 pour 100 pendant le mois de janvier. Malheureusement l'écoulement a diminué en même temps. Il n'arrivera sans doute qu'à 40 pour 100 de l'écoulement normal.

La production de houille dans le bassin de Basse-Saxe s'est maintenue en 1923 au niveau de 1922. Celle des bassins de Haute et de Basse-Silésie a été au contraire moins forte.

Au total, la production de houille en 1923 pour toute l'Allemagne a été d'environ 55 millions de tonnes, dont 40 millions pour la Ruhr, alors qu'elle avait été en 1922 de 130 millions, en 1921 de 136 millions et en 1913 de 154 millions de tonnes.

La production de lignite n'a pas compensé cette baisse. Le bassin de Cologne a produit pendant les dix premiers mois 2 120 000 t par mois, contre une moyenne mensuelle de 3 000 000 t en 1922, et 467 000 t de briquettes par mois contre une moyenne de 600 000 t en 1922. L'Allemagne centrale a dépassé sa production mensuelle moyenne de 1922 (4 923 000 t et 1 045 000 t de briquettes) de 150 000 t de lignite brut et 72 000 t de briquettes. Mais la production a baissé dans les derniers mois.

Au total la production de lignite a été de 124 800 000 t.

En représentant cette quantité de lignite par la quantité équivalente de houille, on trouve que la production totale de charbon en Allemagne n'a atteint, en 1923, que 82 750 000 t, au lieu de 158 millions de tonnes en 1922 et 174 millions de tonnes en 1913.

Si l'on retranche de ce total le charbon consommé par les mines et celui qui a été livré aux mineurs, il est resté pour la consommation allemande 72 750 000 t.

Cette baisse a dû être compensée par l'importation, notamment, de charbons anglais. L'importation totale de houille et de coke pendant les onze premiers mois de 1923 a été d'environ 23,5 millions de tonnes, dont 14,5 millions de tonnes venant d'Angleterre. Les principaux clients de l'Angleterre ont été les chemins de fer qui n'ont pu faire face à leurs besoins (1 100 000 t par mois) que pour un quart avec du charbon allemand.

Métallurgie. — La production sidérurgique de la France en décembre 1923. — D'après les statistiques du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er janvier 1924 s'élevait à 125 (contre 119 au 1er décembre, 116 au 1er novembre et au 1er janvier 1923), celui des hauts fourneaux prêts à fonctionner à 51 et celui des hauts fourneaux en construction ou en réparation à 43. Dans l'ensemble, 6 hauts fourneaux ont été allumés au cours du mois de décembre, dont 2 dans l'Est, 3 en Alsace-Lorraine et 1 dans le Sud-Ouest ; l'effectif des appareils en activité apparaît ainsi de 9 unités supérieur au chiffre du 1er janvier 1923.

La production de fonte en décembre 1923 a atteint 564 655 t, contre 536 149 t pour le mois précédent. Cette production se décompose comme il suit :

Fonte d'affinage, 30 158 t ; fonte de moulage, 104 059 t ; fonte Bessemer, 2 483 t ; fonte Thomas, 400 816 t ; fontes spéciales, 27 139 t, soit, au total, des augmentations respectives de 28 506 et 51 367 t par rapport au mois précédent et à décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport à novembre, une progression de 32 982 t et dépasse de 110 912 t celle de décembre 1922 ; elle s'est élevée en décembre à 525 509 t dont 511 536 t de lingots et 13 973 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée en décembre a été la suivante : elle atteint presque, pour la fonte, le niveau de janvier 1923, et dépasse nettement, en ce qui concerne l'acier, celui de décembre 1922. Elle a été, pour la fonte, de 212 747 t et, pour l'acier, de 172 977 t.

La production sidérurgique de la Grande-Bretagne en décembre 1923 et pendant l'année 1923. — La production de fonte s'est élevée en décembre à 626 900 tonnes longues de 1 016 kg, contre 598 200 tonnes le mois précédent, marquant ainsi une augmentation de 28 700 tonnes.

Au cours du mois de décembre la production de lingots d'acier et de moulages s'est élevée à 653 300 tonnes contre 749 500 tonnes en novembre, soit un déficit de 96 200 tonnes.

Ces nombres permettent de calculer la production de l'année 1923 qui s'est élevée à 7 438 500 tonnes longues pour la fonte (4 902 300 tonnes en 1922) et à 8 488 900 tonnes longues pour l'acier (5 880 600 tonnes en 1922).

La métallurgie britannique n'a donc nullement souffert de l'occupation de la Ruhr, comme le prétendent certaines publications britanniques.

Economie industrielle et sociale. — L'indice du coût de la vie, d'après les commissions régionales d'évaluation. — Les indices suivants, établis d'après les travaux des commissions d'évaluation régionales et locales, sont calculés sur la base 100 en 1914 ; ils représentent, comme on sait, le mouvement de la dépense d'une famille ouvrière de quatre personnes.

Le tableau suivant donne, pour Paris, l'indice général et l'indice spécial des dépenses d'alimentation, arrêtés pour le quatrième trimestre de 1923 et comparés aux nombres cor-

PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 13 premiers tomes, 520 fr. Abonnement : France, 75 fr; Étranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Électricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVe Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français. Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Allievi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Cambiati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauv (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus).

respondants des quatre trimestres précédents et du quatrième trimestre de 1920 (maximum) :

	Indice général.	Dépenses d'alimentation.
4e trimestre 1920	370	389
4e id 1922	300	299
1er id 1923	324	332
2e id 1923	334	346
3e id 1923	331	333
4e id 1923	345	354

On constate que l'indice général établi pour les trois derniers mois de 1923 accuse, par rapport au trimestre précédent, une hausse de 14 points tandis que la progression atteint 21 points pour les dépenses d'alimentation. Mais l'indice général du quatrième trimestre de 1923 reste de 25 points au-dessous du maximum enregistré lors de la grande hausse de 1920; quant aux dépenses d'alimentation, il s'en faut de 35 points que le maximum soit atteint.

L'indice des dépenses de chauffage et d'éclairage à Paris est passé de 340, nombre arrêté pour le 3e trimestre 1923, à 350 pendant les trois derniers mois de l'année et l'indice de l'habillement de 385 à 392. Les indices du logement et des dépenses diverses sont restés sans changement, le premier à 200 et le second à 400.

La hausse relativement considérable de l'indice général est due au fait que les dépenses d'alimentation — c'est-à-dire celles où l'augmentation la plus importante a été constatée — entrent, dans les calculs de la commission, pour 60 pour 100 de la dépense totale; les frais de chauffage et d'éclairage y figurent pour 5 pour 100, les dépenses d'habillement (vêtements, linge et chaussures) pour 15 pour 100 et les dépenses diverses pour 8 pour 100.

Voici, d'autre part, les indices dans quelques villes de province : Lyon, 299 en septembre 1923; Marseille, 393 en octobre; Rouen, 334 en octobre; Lille, 445 en octobre; Nancy, 333 en décembre; Toulouse, 409 en octobre; Bordeaux, 349 en octobre; Grenoble, 413 en octobre.

Il résulte de ces chiffres que la hausse a été générale dans toute la France.

Sociétés. Groupements. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — Dans la séance du 18 janvier 1924, cette société a procédé aux élections des membres de son bureau et de son conseil. M. Daniel Berthelot a été élu vice-président (pour devenir président l'année prochaine); M. A. Pérard a été élu vice-secrétaire et M. A. Jobin a été réélu trésorier. Le bureau pour l'année 1924 comprend dès lors, outre les trois personnes ci-dessus désignées : M. Ch. Fabry, président; M. L. Dunoyer, secrétaire général et M. F. Holweck, secrétaire.

Ont été élus membres du Conseil, comme membres résidants, c'est-à-dire habitant le département de la Seine ou celui de Seine-et-Oise : MM. B. de Courville, J. Faivre-Dupaigre, A. Marcelin, R. Mesny; comme membres non résidants : MM. J. Cabannes (Montpellier), G. Ribaud (Strasbourg), F. Croze (Nancy), M. Knudsen (Copenhague).

Ont été élus membres honoraires : M. Vito Volterra et M. P. Zeeman.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentations de capital. — SOCIÉTÉ POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES VÉHICULES. — D'après une insertion au « Bulletin des annonces légales obligatoires » du 4 février 1924, p. 77, cette société, dont le siège est à Issy (Seine), 26, rue Guynemer, va augmenter son capital social d'une somme de 3 millions de francs et de le porter ainsi à 12 millions de francs, par l'émission au pair de 6000 actions nouvelles de 500 fr payables de la façon suivante :

Moitié à la souscription, pour les actions souscrites à titre irréductible;

Un quart à la souscription, pour les actions souscrites à titre réductible;

Le surplus aux époques déterminées par le Conseil d'administration.

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DE FRANCHE-COMTÉ, J. BOSSERT ET Cie. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 4 février 1924, p. 74, cette société, dont le siège est à Saint-Vit (Doubs), va procéder à l'émission de 2000 actions de 250 fr chacune. Le produit de cette augmentation de capital est destiné à couvrir les dépenses à faire pour l'extension du réseau et le renforcement des installations hydroélectriques et des stations centrales.

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU POITOU. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 4 février 1924, p. 82, cette société, dont le siège est à Thouars (Deux-Sèvres), va procéder à l'émission de 2500 obligations de 500 fr chacune, à 7 pour 100, représentant un capital nominal de 1250000 fr. Les coupons sont payables le 1er novembre et le 1er mai de chaque année.

Les premiers coupons étant payables le 1er mai 1924, l'amortissement s'effectuera en trente années, conformément au tableau qui figurera au dos des titres.

Ces obligations seront amorties au pair, par voie de tirage au sort annuel. Le premier tirage d'amortissement aura lieu en décembre 1929. Les obligations sorties au tirage seront payées à l'échéance du premier coupon suivant et ce dernier sera annulé. La société s'interdit de rembourser par anticipation le présent emprunt, d'en augmenter l'amortissement ou de le convertir avant le 31 décembre 1929.

Divers. — ÉTABLISSEMENTS PAUL GADOT. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Levallois-Perret, tenue le 24 janvier 1924, sous la présidence de M. Charles Mildé, a approuvé les comptes de l'exercice 1922-1923, présentant un solde créditeur de 154895,62 fr, qu'elle a décidé d'affecter à divers amortissements.

Le chiffre facturé par la société pendant le second exercice est en augmentation de 70 pour 100 sur celui du premier exercice qui comportait treize mois.

Une assemblée extraordinaire tenue le même jour a approuvé provisoirement les apports faits aux Établissements Paul Gadot par la Société Innovation et la Société l'Étincelle, apports entraînant une augmentation du capital social de 250000 fr.

L'ÉNERGIE INDUSTRIELLE. — Les comptes de l'exercice 1923, arrêtés au 31 décembre dernier, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 13 février prochain, font ressortir un bénéfice net de 2819423 fr, contre 2357156 fr l'an dernier. Le conseil proposera de maintenir le dividende à 10 pour 100 et de reporter à nouveau une somme de 159934 fr.

Les bénéfices d'exploitation des réseaux de France se sont élevés à 5029257 fr, contre 3445955 fr l'année précédente. Ceux du réseau de Madagascar ont atteint 941364 fr contre 721201 fr. Le bilan se totalise par 84807821 fr, contre 65660720 fr l'an dernier.

SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Arras (Nord), tenue récemment, a approuvé le

rapport du Conseil d'administration, le bilan et les comptes de l'exercice 1922-1923, qui lui étaient soumis. Elle a fixé le dividende à 12,50 fr brut par action. Le solde disponible, après répartition, s'élevant à 15 330,46, a été reporté à nouveau.

Les Exploitations électriques. — Les actionnaires de cette société se sont réunis en assemblée générale ordinaire le 19 décembre 1923.

Le rapport du Conseil d'administration constate une nouvelle amélioration des exploitations de la plupart des sociétés filiales à la suite d'accords amiables intervenus avec les pouvoirs concédants au sujet du règlement de leurs charges extracontractuelles.

La société a été nommée conseiller technique de la société nouvellement constituée « Energie électrique du Rouergue » ayant pour objet la mise en valeur des chutes du Tarn. Elle a, en outre, été déclarée adjudicataire des travaux de construction d'un important réseau de distribution d'électricité pour le compte d'un Syndicat de communes du département de la Haute-Marne.

Les recettes des sociétés filiales se sont élevés en 1922 à 18 633 768,21 fr contre, en 1921, 16 033 357,01 fr.

Les bénéfices de la société, après amortissements normaux, se sont élevés pour l'exercice écoulé à 1 394 717,09 fr, sensiblement égaux à ceux de l'exercice précédent.

L'assemblée a décidé la distribution d'un dividende brut de 7 pour 100 égal à celui de l'exercice précédent, soit 17,50 fr par action et de 21,25 fr par part de fondateur. Ces dividendes seront payables sous déduction des impôts le 1er avril 1924.

Porcelaines et Appareillages électriques Grammont. — L'assemblée extraordinaire tenue le 30 janvier sous la présidence de M. Chéronnet a approuvé les conclusions du rapport de M. Bunet, commissaire aux apports, et décidé l'absorption de la Société industrielle de Céramique et de Produits accessoires pour l'Electricité.

En rémunération de ses apports, la société apporteuse recevra 32 500 actions de 100 fr entièrement libérées, créées jouissance 1er juin 1923, de la Société des Porcelaines et Appareillages électriques Grammont, émises par cette dernière société à titre d'augmentation de son capital de 3 250 000 fr, après la réduction de 5 à 3 millions en cours.

Le capital social se trouvera ainsi porté à 6 250 000 fr.

OUVRAGES RÉCENTS

Dictionnaires techniques illustrés en six langues, français, allemand, anglais, russe, italien, espagnol, établis d'après une méthode nouvelle et pratique, par A. Schlomann, avec la collaboration de 1100 spécialistes. Pour chaque branche de la technique il existe un dictionnaire séparé :

Volume I. *Eléments des machines. Outils usuels*, 18 cm × 11 cm, 403 pages, 823 figures (2 200 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 22,50 fr.

Volume II. *Electrotechnie*, 18 cm × 11 cm, 2 100 pages, 3 773 figures (15 000 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 120 fr.

Volume III. *Chaudières. Machines et turbines à vapeur*, 18 cm × 11 cm, 1322 pages, 3450 figures (4 300 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 75 fr.

Volume IV. *Moteurs à combustion interne*, 18 cm × 11 cm, 618 pages, 1008 figures (3 500 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 35 fr.

Volume V. *Chemins de fer* (construction et exploitation), 18 cm × 11 cm, 870 pages, 2010 figures (4 700 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 50 fr.

Volume VI. *Chemins de fer* (matériel roulant), 18 cm × 11 cm, 796 pages, 2 147 figures (4 300 mots dans chacune des six langues. Prix : relié, 45 fr.

Volume VII. *Appareils de levage et installations de transport*, 18 cm × 11 cm, 651 pages, 1560 figures (3600 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 37,50 fr.

Volume VIII. *Constructions en béton armé*, 18 cm × 11 cm, 416 pages, 900 figures (2 400 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 25 fr.

Volume IX. *Machines-outils*, 18 cm × 11 cm, 706 pages, 2200 figures (4 500 mots dans chacune des six langues. Prix : relié, 42 fr.

Volume X. *Automobiles et canots automobiles. Dirigeables et aéroplanes*, 18 cm × 11 cm, 996 pages, 1 900 figures (6 200 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 55 fr.

Volume XI. *Sidérurgie*, 18 cm × 11 cm, 785 pages, 1 600 figures, (5 000 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 45 fr.

Volume XII. *Hydraulique. Pneumatique. Technique du froid*, 18 cm × 11 cm, 1 960 pages, 2075 figures (13 000 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 100 fr.

Volume XIII. *Constructions* (au-dessus et au-dessous du sol), 18 cm × 11 cm, 1030 pages, 2600 figures (7 000 mots dans chacune des six langues). Prix : relié, 60 fr.

Précis d'électrophysiologie (déductions cliniques et thérapeutiques), par le Dr Vignal. Préface du professeur Chauffard. Un volume, 172 pages, 24 figures. Prix : 6 fr.

Calcul graphique et monographie, par M. d'Ocagne, membre de l'Institut, inspecteur général des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole polytechnique et à l'Ecole des Ponts et Chaussées. 3e édition, revue et corrigée. Un volume, 410 pages, 146 figures. Prix : cartonné toile, 16 fr.

Etude sur les courroies de transmission, par M. Carlier, ingénieur en chef des Charbonnages de Ressaix. Exposé complet des principes fondamentaux des transmissions par courroie. Un volume, 24 × 16 cm, 80 pages, 67 figures. Prix : 8 fr.

La construction des grands barrages en Amérique, par William-Fitcher Creager, membre de l'American Society of civil Engineers, traduit de l'anglais, par Edouard Callandreau et Henry-Philippe Humbert. 1re édition française. Un volume, 25 cm × 16 cm, 248 pages, 88 figures, 7 planches. Prix : 25 fr.

Album de plans de pose d'éclairage électrique, par H. de Graffigny, ingénieur civil. Un volume, 138 pages, 32 plans. 5e édition refondue. Prix : cartonné dos toile, 7 fr.

BREVETS RÉCENTS

567 146. — Société anonyme pour l'Equipement électrique des Véhicules; Dispositif pour changer instantanément l'intensité lumineuse des phares d'automobiles, 8 juin 1923.

567 148. — Société d'Exploitation des Brevets Vereecke; Perfectionnements aux condensateurs variables, 8 juin 1923.

567 149. — Société d'Exploitation des Brevets Vereecke; Pince pour connexions, 8 juin 1923.

567 166. — Société dite : Braun-Bruning et Cie; Interrupteur pour machines électriques à souder travaillant avec du courant interrompu à de courts intervalles, 8 juin 1923.

567 167. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système émetteur de signaux, 8 juin 1923.

567 170. — Mackirdy (W.); Perfectionnements aux turbines à gaz, 8 juin 1923.

567 172. — Société dite : The Rheostatic Company Limited; Perfectionnements aux résistances à grilles, 8 juin 1923.

567 188. — Société anonyme des Lampyris; Relais compound à asservissement avec commande automatique ou à la main, 9 juin 1923.

567 190. — Courtecuisse (A.); Condensateur variable, 9 juin 1923.

567 209. — MINETTE DE SAINT-MARTIN (J.-P.-A.); Installation de traction par moteur électrique à courant continu, 12 mars 1923.

567 210. — Société dite : ETABLISSEMENTS SIM MORGES S. A. : Procédé de fabrication de pièces de mécanique de sections différentes par refoulage électromécanique de la matière et appareil pour la mise en œuvre de ce procédé, 15 mars 1923.

567 214. — Société dite : BULLO-FAHRZEUGBAU GESELLSCHAFT m. b. H. ; Motocyclette à commande électrique, 7 mai 1923.

567 215. — NALLINO (C.); Appareil de commande mixte électrique ou à ressort pour pianos automatiques, 18 mai 1923.

567 221. — Société dite : N. V. « ERDA » MAATSCHAPPIJ VOOR WETENSCHAPPELIJK AARDLAGENONDERZOEK; Procédé pour la recherche des zones souterraines se distinguant de leur entourage par leur conductibilité électrique, 9 juin 1923.

567 222. — BELLEZANNE (J.); Dispositif d'asservissement des contacts pour relais sensible, 9 juin 1923.

567 224. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Appareil électrique, 9 juin 1923.

567 237. — Société dite : ELECTRIC CONTROL LTD; Perfectionnements aux machines ou appareils convertisseurs de courant électrique, 8 juin 1923.

567 244. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ; Séparateur en bois pour accumulateur électrique au plomb, 9 juin 1923.

567 245. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ; Eléments d'accumulateurs au plomb avec bandes de jonction placées intérieurement, 9 juin 1923.

567 246. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ; Cosse à câble, en particulier pour batteries d'accumulateurs électriques, 9 juin 1923.

567 247. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ELECTRICITÉ; Organe de séparation octogonal pour les plaques d'accumulateurs électriques, 9 juin 1923.

567 260. — THOMAS (S.), LETRILLIART (P.); Récepteur téléphonique à deux plaques vibrantes, 11 juin 1923.

567 268. — BURKE (J.); Machine dynamoélectrique, 11 juin 1923.

567 272. — BÉGOT (E.); Perfectionnements apportés aux appareils à effluves produisant l'ozone par la décharge électrique, 11 juin 1923.

567 281. — BELLEZANNE (J.); Dispositif d'articulation du circuit magnétique mobile pour contacteurs électromagnétiques à courant alternatif, 11 juin 1923.

567 288. — SOULAT (J.); Ampoule basculante perfectionnée à contact de mercure, 11 juin 1923.

567 288. — BURKE (J.); Machine dynamoélectrique, 11 juin 1923.

567 310. — RUBEN (S.); Perfectionnements aux appareils à tube à vide ou tube électronique, 12 juin 1923.

567 318. — Mme SASSI, née S. COIRA; Outils pour le montage, l'essai et le nettoyage des bougies d'allumage, 9 mars 1923.

567 354. — HAMMOND JUNIOR (J.-J.); Système de radiocommunication, 12 juin 1923.

567 360. — JOSZ (R.-A.); Ampoule électronique, 12 juin 1923.

567 361. — LOMON (A.-C.-A.) et la SOCIÉTÉ DRAULT ET CH. RAULOT-LAPOINTE; Dispositif permettant la substitution rapide d'une surface vierge à une surface impressionnée par la prise en série de radiographies sous contrôle radioscopique, 12 juin 1923.

567 380. — COMPAGNIE DES LAMPES; Perfectionnements aux procédés et appareils de fabrication des lampes à incandescence, 13 juin 1923.

567 396. — PLANER (V.); Perfectionnements aux dispositifs pour la commande électrique à distance des signaux optiques, plus particulièrement des indicateurs de stations de chemins de fer, 14 juin 1923.

567 415. — Société dite : APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GRIVOLAS; Interrupteur électrique, 14 juin 1923.

567 420. — SOCIÉTÉ ANONYME DES APPAREILS CENTRIFUGES BREVETS SHARPLES; Procédé et installation d'épuration continue et de refroidissement simultané de l'huile des transformateurs, 14 juin 1923.

567 429. — Société dite : ERSTE BRÜNNER MASCHINEN FABRIKS GES.; Turbine à vapeur ou à gaz, 15 juin 1923.

567 430. — Société dite : ERSTE BRÜNNER MASCHINEN FABRIKS GES.; Turbine à vapeur à haute pression ou turbine à gaz, 15 juin 1923.

567 431. — Société dite : ERSTE BRÜNNER MASCHINEN FABRIKS GES.; Turbine à vapeur à haute pression ou à gaz, 15 juin 1923.

567 432. — Société dite : ERSTE BRÜNNER MASCHINEN FABRIKS GES.; Turbine à vapeur ou à gaz, 15 juin 1923.

567 433. — Société dite : ERSTE BRÜNNER MASCHINEN FABRIKS GES.; Turbine à vapeur ou à gaz, 15 juin 1923.

567 443. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux amplificateurs, 15 juin 1923.

567 444. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux appareils de chauffage électriques par immersion, 15 juin 1923.

567 445. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux condensateurs, 15 juin 1923.

567 446. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Commutateur présélecteur secondaire à relais, 15 juin 1923.

567 447. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Systèmes électriques pour la transmission des mouvements angulaires, 15 juin 1923.

567 449. — JACQUET (J.); Nouvelle prise de courant particulièrement destinée aux machines-outils électriques portatives, 15 juin 1923.

567 450. — ARZENS (J.-E.); Nouvel interrupteur pour poire d'allumage à une ou deux directions, 15 juin 1923.

567 467. — CAVAILLES (P.-H.-E.), CARLIER (E.-C.-A.); Coupe-circuit à remplacement automatique d'un fusible fondu, 15 juin 1923.

567 475. — Société dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Tube à rayons X et dispositif destiné à le faire fonctionner, 15 juin 1923.

567 484. — TRÈVE (M.); Isolateur de traction pour lignes électriques, 16 juin 1923.

567 489. — BELLEZANNE (J.); Relais d'accélération pour démarreur automatique à courant continu ou alternatif et ses applications, 16 juin 1923.

567 491. — MARTIN (J.); Support ou dispositif permettant le montage horizontal des lampes triodes sur des appareils de téléphonie ou de télégraphie sans fil existants, 16 juin 1923.

567 497. — WETZEL père (A.), WETZEL fils (A.); Turbine à explosion, 16 juin 1923.

567 531. — LELEU (E.); Four électrique pour réactions gazeuses et procédés de fixation des gaz après réaction, 18 juin 1923.

567 539. — CASELLI (A.); Perfectionnements à la construction des pavillons haut-parleurs, 18 juin 1923.

567 540. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Mode de découpage des tôles pour transformateurs à noyaux à emboîtement, 18 juin 1923.

567 544. — AMET (L.-E.); Dispositif de fixation des bougies d'éclairage électrique, 18 juin 1923.

567 547. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de commande des moteurs électriques, 18 juin 1923.

567 560. — Naamlooze Vennootschap Philip's Gloeilampenfabrieken; Contact à fiches, 18 juin 1923.

567 561. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Procédé de construction d'un câble électrique, 18 juin 1923.

567 563. — Devaucourt (C.); Porte-charbon pour lampe à arc, 18 juin 1923.

567 569. — Necco (L.-C.); Bougie d'allumage transformable et à rupture, 19 juin 1923.

567 576. — Société dite : Erste Brunner Maschinen Fabriks Ges.; Procédé pour la transformation de turbines Parsons, 19 juin 1923.

567 580. — Société dite : Erste Brunner Maschinen Fabriks Ges.; Turbine à vapeur ou à gaz avec admission supplémentaire de médium moteur, 19 juin 1923

567 584. — Hallam (H.); Perfectionnements aux circuits à résonance appliqués en télégraphie sans fil, 19 juin 1923.

567 587. — Bellini (E.); Perfectionnements aux radiogoniomètres, 11 juin 1923.

567 605. — Gouilloud (C.-L.); Dispositif de commutateur automatique, plus spécialement applicable à l'éclairage des véhicules automobiles, 19 juin 1923.

567 609. — Mme Godineau, née B. Cartier; Pendule électrique réceptrice, 19 juin 1923.

567 613. — Société dite : Compagnie d'Applications mécaniques; Roulette de trolet, 19 juin 1923.

567 623. — Société dite : Central Electric Tool Company; Perfectionnements aux procédés pour actionner les outils électriques, 20 juin 1923

567 624. — Société dite : Central Electric Tool Company; Système pour actionner les moteurs électriques à mouvement alternatif, 20 juin 1923.

567 644. — Lagrange (V.); Vibrateur électromagnétique, 20 juin 1923.

567 645. — Bobelli (E.); Perfectionnements dans la téléphonie sans fil, 20 juin 1923.

567 654. — Serf (A.-P.), Saint-Martin (R.); Perfectionnements aux condensateurs variables, 20 juin 1923.

567 656. — Brunet (R.); Dispositif de minuterie mécanique pour la charge des fers à repasser ou autres fonctionnant électriquement, 20 juin 1923

567 665. — Kotera (S.); Perfectionnements aux électrodes en cuivre pour piles, 20 juin 1923.

567 668. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philips Gloeilampenfabrieken; Dispositif comportant un tube à vide dans lequel on fait jaillir un arc en vase clos, 20 juin 1923.

567 672. — Lecomte (P.-R.); Turbine à gaz à combustion continue et isobarique, 21 juin 1923.

567 673. — Société anonyme : La Précision électrique; Perfectionnements aux condensateurs variables, 21 juin 1923.

567 674. — Société de Halage électrique; Perfectionnements aux trains de voitures et au mécanisme de frein des tracteurs électriques, 21 juin 1923.

567 689. — Tharaldsen (F.); Condenseur pour vapeurs de zinc des fours électriques, 21 juin 1923.

567 718. — Gatgal (A.); Phare électro-acétylénique, 21 juin 1923.

567 733. — Henry (C.); Dispositif récepteur des ondes de télégraphie sans fil, 20 juin 1923.

567 735. — Société dite : Etablissements Schrambach (G. Gros et Cie, successeurs); Châssis commutateurs pour les manipulations photographique en lumière électrique et spécialement pour le tirage des épreuves, 22 juin 1923.

567 743. — Société d'Entreprises électrotechniques; Super-réception pour télégraphie sans fil, 22 juin 1923.

567 744. — Du Bourg de Bozas (G.); Nouveau type de radiogoniomètre, 22 juin 1923.

567 749. — Monvert (E.); Carcasse pour plafonnier et son procédé de fabrication, 22 juin 1923.

567 755. — Assayas (A.), Mieli (A.); Lampe baladeuse pneumatique, 22 juin 1923.

567 762. — Société dite : Rutgerswerke Aktiengesellschaft; Procédé de fabrication des charbons de lampes à arc, 23 juin 1923.

567 771. — Société J. de Saint-Martin et Chabrolle; Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage pour moteurs à explosions, 23 juin 1923.

567 787. — Violet (A.-M.); Aternateur, 23 juin 1923.

567 794. — Anderhub (W.); Groupe de turbines composé d'une turbine de marche avant et d'une turbine de marche arrière, 25 juin 1923.

567 797. — Frisch (A.); Dispositif pour transformer des effets de compression en effets électriques correspondants, 25 juin 1923.

567 803. — Duflos (P.); Dispositif permettant de faire varier les longueurs d'onde et d'amplifier la puissance des postes de télégraphie sans fil, 25 juin 1923.

567 804. — Société dite : Etablissements industriels E.-C. Grammont et Alexandre Grammont; Perfectionnements aux tubes à vide, 25 juin 1923.

567 834. — Rocher (M.); Perfectionnements aux lampes électromécaniques portatives ou fixes, 15 décembre 1922.

567 836. — Raynaud (R.-E.); Disposition de relais de régulation pour électro-moteurs de traction comportant une excitation shunt ou séparée, 25 avril 1923.

567 837. — Raynaud (R.-E.); Arrangement de moteur électrique de traction pour locomotive, tramway, automotrice ou autres applications, 5 mai 1923.

567 848. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Perfectionnements apportés aux dispositifs d'allumage électrique par rupteur à commande électromagnétique, pour moteurs à combustion interne, 26 juin 1923.

567 850. — Barengolz (M.); Procédé de fabrication et construction de condensateurs électriques, 26 juin 1923.

567 853. — Ernis (J.); Dispositif pour la commande de turbines hydrauliques au moyen des mouvements des marées, 26 juin 1923.

567 862. — Batiste Jorda (A.); Moteur hydraulique à balancier, 26 juin 1923.

567 863. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif de serrage pour enroulements de transformateurs, 26 juin 1923.

567 865. — Pederzani (E.); Poteau en béton armé de ligne électrique d'éclairage et analogues, 26 juin 1923.

567 882. — Trévisan (L.); Moule destiné à la coulée des poteaux et pylônes en ciment armé pour lignes électriques aériennes et produits industriels obtenus, 26 juin 1923.

567 888. — Roblins (G.); Interrupteur électrique automatique pour réclames lumineuses, sonneries d'appel ou autres, 26 juin 1923.

567 898. — Société Soulat frères; Système de commande indépendante à distance d'appareils électriques au moyen de télérupteurs, 27 juin 1923.

567 920. — Laillier (J.); Rhéostat-interrupteur, 29 août 1922.

567 925. — De Vains (A.-R.); Procédé pour imperméabiliser les électrodes en graphite au moyen d'une substance inerte, 30 août 1922.

567 949. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE; Nouveau mode d'emploi du microphone, particulièrement applicable à la transmission des concerts vocaux et instrumentaux, 5 septembre 1922.

567 956. — MANDROU (L.), PUJOULET (A.); Appareil à électrolyse, 7 septembre 1922.

26 851/533 432. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 7e cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1921, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 9 août 1922.

26 852/533 432. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 3e cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1911, pour perfectionnements dans la construction des dispositifs électromagnétiques, 11 août 1922.

26 853 552 185. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 23 mai 1923, pour perfectionnements aux appareils à décharge électronique, 7 septembre 1922.

26 862 530 065. — Société dite : JOHN SAXBY LTD; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 12 avril 1922, pour dispositifs de réglage pour commutateur rotatif, 11 septembre 1922.

26 867 552 659. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS PAUL GADOT; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 8 juin 1922, pour dispositif de montage amovible des éléments de batteries pour télégraphie sans fil, 16 septembre 1922.

26 872 551 242. — VACARESSE (H.-L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 10 mai 1922, pour appareil électrique de projection d'annonces lumineuses à fonctionnement continu et automatique, 16 septembre 1922.

26 875 433 503. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 3e cert. d'add. au brevet pris, le 22 août 1911, pour jacks, fiches et cordons d'un commutateur pour bureau central, 18 septembre 1922.

26 877 526 529. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 27 mai 1920, pour perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques à commutateurs automatiques, 19 septembre 1922.

26 888 551 082. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS MERLIN ET GÉRIN; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 8 mai 1922, pour relais à maximum d'intensité à action différée, 25 septembre 1922.

26 902/547 101. — HENRY (E.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 11 février 1922, pour dispositifs pour démarrer en charge les moteurs asynchrones à induit en court-circuit de toutes puissances, 28 septembre 1922.

26 910/556 023. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 13 septembre 1922, pour perfectionnements aux moyens de commande des courants de haute fréquence, 30 septembre 1922.

26 911 544 381. — Société dite : COMPAGNIE DES LAMPES; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 9 décembre 1921, pour lampe à incandescence à deux filaments, 30 septembre 1922.

26 925 555 908. — ERNSTEIN (F.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 16 août 1922, pour commutateur à levier, 4 octobre 1922.

26 935 479 755. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 16 septembre 1915, pour relais retardateur à temps maximum, 7 octobre 1922.

26 942 503 921. — TRABET (L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 16 septembre 1919, pour commutateur à une ou plusieurs directions, particulièrement pour poires d'allumage électrique, 11 octobre 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française de Physique :

Vendredi 15 février 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications :

I. *Recherches expérimentales sur l'opalescence critique* (projections), par M. A. ANDANT;

II. *Un nouveau phénomène d'émission de rayons positifs* (projections) par M. MAX MORAND.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 17 février 1924, 14 h 50. Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *La crise du change*, par M. DECAMPS, directeur des Études économiques à la Banque de France.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	2 février	26 janvier	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	850	850	710	650	210
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre..........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre..........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen..........	637	677	584,50	385	178
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen..........	637	677	584,50	385	178
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen..........	669,50	669 50	579	380	178
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre..........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris..........	2 484	2 540	1 521	882	492,50
Etain Biliton, liv. Havre..........					
Etain Détroits, liv. Havre..........	2 458	2 510	1 515	882	492,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris..........	2 434	2 491	1 469	835	475
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	328,50	336 50	238	124,50	58,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris..........	333 50	341 50	243	129,50	59,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris..........	343 50	359 50	288,50	141,25	59,75
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris..........	375	390	308,50	160,25	59,75

BULLETIN R.G.E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'industrie électrique anglaise et le développement des applications de cette industrie au cours de l'année 1923. — Dans un précédent « Bulletin R. G. E. » du 19 janvier 1924, nous avons déjà donné, page 17 B, un aperçu d'ensemble des progrès réalisés en Angleterre, depuis la guerre, dans quelques branches importantes de l'industrie électrique. Cependant cette étude, dans laquelle le point de vue technique des progrès réalisés était seul pris en considération, semble devoir être complétée utilement par les quelques renseignements suivants, que nous extrayons du supplément commercial du « Times » du 26 janvier 1924, renseignements qui ont trait plus spécialement, pour l'année 1923, à l'exploitation et au développement des applications de l'industrie électrique en Angleterre.

Dans cette dernière étude, le rédacteur du « Times » constate que l'année 1923 a été marquée par une amélioration très nette de la situation des industries anglaises qui se consacrent à la fabrication de matériel électrique. Les travaux d'électrification des voies ferrées métropolitaines et coloniales, le besoin de liaisons télégraphiques et téléphoniques nouvelles, l'accroissement de la consommation d'énergie électrique à travers le pays, enfin le goût du public pour la radiotéléphonie constituent un ensemble de circonstances qui ont exercé la plus heureuse influence sur toutes les branches de l'industrie anglaise.

Toutefois, le journal anglais regrette que l'étranger n'ait pas apporté une plus forte contribution à la prospérité de cette industrie en 1923 ; son activité a été alimentée surtout par les commandes intérieures. Mais le rédacteur estime que cette situation n'est due qu'à des circonstances passagères, et que dès que le monde aura retrouvé son équilibre économique, l'industrie électrique anglaise « mieux outillée et mieux organisée peut être que jamais », doit pouvoir soutenir aisément la concurrence des industries similaires du Continent et des Etats-Unis.

Le journal passe ensuite en revue les progrès réalisés dans les différentes branches de l'industrie électrique britannique en 1923, dont voici les principales rubriques.

Production d'énergie. — On sait qu'une loi récente a réorganisé, en Grande-Bretagne, la production et la distribution de l'énergie électrique qui s'étaient jusqu'alors développées sans ordre. Cette loi a divisé le territoire anglais en quatorze régions à l'intérieur desquelles les usines de production seront soumises à une direction unique. Chaque région sera desservie par un réseau de distribution alimenté lui-même par les usines existant antérieurement à sa constitution, et par de nouvelles usines génératrices construites ultérieurement sur un type uniforme.

Deux de ces régions sont déjà constituées : ce sont le South-West Middlands et le South-East Lancashire ; les autres sont actuellement en voie de formation. Mais avant même que l'organisation projetée ait pris sa forme définitive, elle a déjà reçu un nombre considérable de demandes d'énergie électrique, soit pour des usages domestiques, soit pour la consommation industrielle. Pour les douze régions principales, qui groupent 50 pour 100 des usines génératrices pour les services publics actuellement en service en Grande-Bretagne, la puissance installée s'est élevée à 1 146 860 kw en 1922-1923, et on prévoit qu'elle dépassera 2 millions de kilowatt en 1926-1927, pour atteindre 3 millions de kilowatts en 1931-1932 si, comme tout porte à le croire, sa progression garde la même régularité.

Un nombre important de nouvelles stations génératrices, ont été mises en service durant la dernière année. Parmi elles, il faut citer : l'usine de Barton, qui appartient à la Manchester Corporation et qui constituera la principale source d'approvisionnement du réseau du South-East Lancashire ; sa puissance, dans son état définitif, atteindra 150 000 kw. La nouvelle usine de Portobello, qui desservira la région d'Edinburgh, et dont la puissance sera de 100 000 kw. Cette station présente cette particularité, que les condenseurs sont alimentés par de l'eau de mer. A Rotherdam, une usine génératrice d'une puissance de 55 000 kw a également été mise en service ; dans cette région, la demande d'énergie atteint 650 kw-h par habitant et par an, ce qui est considéré comme un record mondial. A Nottingham, la construction de la nouvelle station électrique a fait de grands progrès ; on termine actuellement une salle qui contiendra trois groupes générateurs d'une puissance de 10 000 kw chacun et il a été décidé que la puissance des groupes générateurs installés par la suite serait de 25 000 kw. Cette station pourra probablement fournir l'énergie au prix de 1 penny le kilowatt-heure pour les tarifs dits de force



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — **Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.**

Bethenod (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Blondel (A.) et Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondel (A.) et Carbenay (F.). — Méthode d'analyse expérimentale des propriétés des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

Blondel (A.) et Lavanchy (C.). — Contribution à la théorie des audions générateurs, conditions d'amorçage et degré d'amortissement des oscillations de faible amplitude obtenues par ces appareils. Une broch., 28 cm × 22 cm, 26 pages, 4 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.). — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Les phénomènes d'interruption dans l'huile et les possibilités de réglementation des appareils. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 15 pages, 3 fr.

Duval (C.) et Bouskrous (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Giran (H.). — Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 2 fr.

Gouisfac (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, [illegible],50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Matrard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Morin (P.). — L'énergie hydraulique dans le Massif Central de la France. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Nougier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Pellion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.). — Poste de 900 kw installé sur les canalisations triphasées, 5 250 v, 50 p : s, de la Compagnie d'Electricité de Marseille. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 p., 3 fr.

Reyval (J.). — La centrale de Comines. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 30 pages, 4 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Tocna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Waternaux (M.). — Usines hydro-électriques du Louron. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3,50 fr.

Waternaux (M.). — L'usine électrochimique de Lannemezan. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

motrice. A Belfast, une nouvelle usine a été ouverte à l'exploitation : sa puissance actuelle qui est de 24 000 kw sera doublée prochainement. A York enfin, on construit une usine hydroélectrique, dont la production annuelle sera de 2 millions 750 000 kw-h.

Les entreprises de transport, de leur côté, accroissent la puissance de leurs usines : le métropolitain de Londres a mis ainsi en service dans son usine thermique de Neasden un nouveau groupe de 12 000 kw, qui porte la puissance totale de l'établissement à 72 000 kw. Enfin, les tramways de Liverpool ont mis en service une sous-station automatique — la première de ce genre en Grande-Bretagne — et l'on en achève plusieurs du même type, l'une à Londres pour la London Electric Railway company, les autres à Manchester pour les transports municipaux.

Dans le domaine technique, le fait le plus remarquable a été l'ouverture du laboratoire de Wembley, installé par la General Electric C°. Cet établissement, qui est sans doute le plus important de tous ceux qui fonctionnent actuellement en Grande-Bretagne, comporte un centre d'études théoriques doublé d'un laboratoire d'essais pratiques auquel la puissance des moyens d'action confère le caractère d'une véritable entreprise industrielle.

Téléphones. — En dépit de la crise commerciale, les demandes d'abonnement téléphonique n'ont pas cessé de s'accroître au cours de la dernière année. Le nombre de postes nouveaux installés par le Post-Office, qui avait été de 150 000 en 1922, s'est élevé à 200 000 en 1923. En outre, 28 centraux du type ordinaire ont été mis en service à Londres, à Liverpool et dans plusieurs autres grands centres industriels, et plusieurs centraux anciens ont été agrandis.

En ce qui concerne le téléphone automatique, un seul central a été mis en service avant la fin de l'année — celui de Southampton. Mais d'autres centraux du même type sont actuellement en cours d'installation aux points suivants, conformément aux plans arrêtés en 1921 par le Post-Office : Leeds, Swansea, Shrewsbury, Gloucester, Sheffield, Dundee et York, ainsi que dans les locaux de la British Empire Exhibition. Des agrandissements ont été réalisés dans les centraux automatiques de Darlington, Epsom et Leeds. Enfin plusieurs centraux automatiques privés ont été achevés, dont celui du London County Hall, qui comporte 900 directions.

Dans la région de Londres, où le trafic téléphonique est intense, en raison de la densité de la population, le Post-Office a décidé de renoncer définitivement aux centraux à main et d'adopter le téléphone automatique pour toutes les installations à venir. Il a mis au point un projet qui permettra d'assurer automatiquement tout le trafic de l'agglomération londonienne et passé d'importantes commandes à l'industrie privée pour la fourniture du matériel nécessaire. Son projet prévoit l'équipement de grands centraux automatiques qui seront aménagés dès qu'il aura trouvé ou construit les locaux nécessaires.

Cables souterrains. — L'établissement d'un réseau de câbles téléphoniques souterrains de grande importance entre les principaux centres britanniques a été poussé activement en 1923. La plus grande partie de l'artère longitudinale, destinée à relier l'Ecosse à la côte du Sud par les Midlands et la région londonienne, est posée actuellement, et les lignes transversales ont atteint Manchester, Liverpool et Leeds, assurant l'interconnexion des grandes agglomérations industrielles : Londres, Birmingham, Coventry, Northampton, Leicester, Derby, Sheffield, Manchester, Liverpool, Leeds et Hull. En outre, un certain nombre de villes moins importantes, groupées autour de ces dernières cités, ont été reliées au réseau principal par des câbles souterrains. On aura une idée du travail accompli en 1923 quand on saura que la longueur des canalisations maçonnées établies au cours de la dernière année dépasse 1 600 km et que le développement des câbles posés atteint près de 1 000 km, représentant environ 1 010 000 km de fil. Tous les câbles sont du type à noyau multiple et contiennent jusqu'à 616 fils, représentant 462 circuits. Des bobines de charge sont placées de 2 000 en 2 000 m environ, et des relais ont été disposés à des distances variant entre 80 et 100 km. Un certain nombre d'entre eux sont déjà en service, comme ceux de Douvres, Londres, Fenny Stratfort, Manchester et Leeds. D'autres sont en cours de construction. En outre, la ligne comportera un certain nombre de stations amplificatrices ; il en existe déjà une, de 250 lampes, alimentée par un alternateur de 10 kw à Guildorf sur la section Londres Southampton-Portsmouth de la grande artère Nord-Sud : on en construit quatre autres qui seront achevées au cours de 1924, à Fenny Stratford, à Derby, à Taplow et à Marlborough ; les deux premières, qui desserviront la section Londres-Edimburgh du câble Nord-Sud comporteront 1 000 lampes et seront les plus puissantes de l'Europe ; les deux autres, de 500 lampes chacune, desserviront les lignes reliant Londres au Pays de Galles et à la côte Ouest.

Cables sous-marins. — Le Post-Office s'est attaché, au cours de la dernière année, à développer la liaison avec l'ancien Continent : un câble télégraphique a été posé entre les côtes anglaise et néerlandaise ; un autre est prévu entre Londres et Anvers. Un câble téléphonique a été mouillé entre l'île d'Arran et la terre ferme, un autre, en septembre, entre l'Angleterre et la Belgique, ce qui porte à trois le nombre de circuits téléphoniques reliant ces deux pays ; enfin, le Post Office a traité avec une entreprise privée pour la pose d'un nouveau câble entre l'Angleterre et la Hollande ; ce câble, qui groupera huit circuits réels et quatre circuits fantômes, sera isolé à l'aide d'une double gaine de papier.

Télégraphie. — L'administration a poursuivi l'équipement de ses bureaux télégraphiques à l'aide d'appareils à transmission simultanée (type duplex Baudot) ; les communications entre le Stock Exchange et la Bourse de Paris sont maintenant assurées à l'aide d'un double duplex Baudot, et un quadruple duplex a été mis en service sur la ligne Londres-Boulogne-Lille. Sur le circuit intérieur, des duplex quadruples fonctionnent maintenant entre Bristol-Plymouth, Edimbourg-Birmingham, Londres-Dundee, Londres-Cambridge et Birmingham-Leeds. Les principaux bureaux de télégraphe sont pourvus d'appareils Baudot.

En outre, des essais de transmission automatique sur appareils à transmission simultanée ont été tentés avec succès sur les circuits de Londres-Manchester et Londres-Glasgow. D'autres expériences permettant d'établir les mérites respectifs des différents types d'appareils en présence, auront lieu prochainement, après quoi le Post-Office généralisera l'emploi de la transmission automatique simultanée dans les bureaux télégraphiques des grandes villes.

Radiotélégraphie et radiotéléphonie. — Le Post-Office a fait l'acquisition de 950 acres de terrain à Hillmorton, au voisinage de Rugby, en vue d'édifier une station radiotélégraphique de 1 000 kw qui correspondra directement avec l'Australie et les parties les plus éloignées de l'Empire ; une

antenne de 246 m de hauteur a déjà été commandée à l'industrie privée.

D'autre part, l'Administration a terminé à Ongar (Essex) la construction d'un groupe de quatre stations d'émission à ondes entretenues, qui assure actuellement des communications régulières avec Paris, Berne, Madrid et le Canada (poste de Glace Bay).

Il y a peu de chose à dire sur la radiotéléphonie en Grande-Bretagne, au cours de la dernière année, si ce n'est que le public a continué à marquer la même faveur à cette nouvelle application de la science, et que la Compagnie Marconi a réalisé de sérieuses améliorations dans la transmission, à l'aide d'un transmetteur de son invention. Cet appareil permettra de donner une nouvelle impulsion aux essais de transmission simultanée, tentée avec succès par la compagnie au cours de la dernière année.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET AUTORISANT ET DÉCLARANT L'UTILITÉ PUBLIQUE DES TRAVAUX A ENTREPRENDRE EN VUE DE L'AMÉNAGEMENT DE DEUX USINES HYDROÉLECTRIQUES A PUTANGES ET A SAINT-PHILBERT (ORNE). — Le « Journal officiel » du 10 février 1924, publie, p. 1441-1447, le décret en date du 4 février 1924 approuvant la convention passée le 14 septembre 1923 entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et M. Salle, président de la Société civile normande d'Etudes de l'aménagement des bassins de l'Orne et de ses affluents, 18, avenue de la Gare, à Flers, ainsi que le cahier des charges, en vue de l'aménagement de deux chutes sur l'Orne, pour la mise en jeu de deux usines hydroélectriques à Putanges et à Saint-Philbert.

La concession à laquelle s'applique le cahier des charges a pour objet l'établissement et l'exploitation des ouvrages hydrauliques et de l'usine génératrice destinés à l'utilisation des chutes d'environ quatorze mètres et soixante mètres (en eaux moyennes) entre le moulin de Sérans, près d'Ecouché, et le confluent de la Rouvre, sur les territoires des communes de Sérans, Sevrai, Batilly, Montgaroult, la Courbe, Ménil-Jean, Ciel, Putanges, Pont-Ecrepin, Sainte-Croix, Saint-Aubert, la Forêt Auvray, Saint-Philbert et Ménil-Hubert, dans le département de l'Orne.

La puissance maximum brute des chutes concédées est évaluée à 13 500 kw (2 500 + 11 000), ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 9 100 kw (1 700 + 7 400).

La puissance normale brute est évaluée à 8 850 kw (1 650 + 7 200), ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 6 330 kw (1 130 + 5 200).

L'entreprise a pour objet principal la production et la vente de l'énergie électrique pour tous usage aux services publics ou aux particuliers, notamment dans le département de l'Orne.

Les caractéristiques principales de ces usines sont les suivantes :

PRISE D'EAU. — *Usine de Putanges.* — Le barrage et la prise d'eau seront placés à 200 m en aval du pont de la Villette.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote de 146,30 m du niveau géographique français.

Le débit maximum emprunté sera de 18 m³ : s.

Les eaux seront restituées à l'aval du barrage.

Usine de Saint-Philbert. — La prise d'eau sera placée à 2 km environ en aval du pont de Putanges.

Le niveau normal de la retenue sera à la cote de 124,60 m du niveau géographique français.

Le débit maximum emprunté sera de 18 m³ : s.

Le débit maintenu dans la rivière en aval de la prise d'eau ne devra pas être inférieur à 500 litres par seconde.

Les eaux seront restituées à 15 km environ.

Quand le débit de l'Orne sera inférieur à 14 m³ : s, le concessionnaire aura la faculté d'utiliser la marche par éclusée; cette marche, établie d'accord avec les usiniers d'aval situés entre le confluent de la Rouvre et le pont d'Ouilly, sera soumise à l'approbation de l'Administration.

La vidange du réservoir pourra commencer dès que le débit sera inférieur à 5 m³ : s.

Le remplissage commencera dès que le débit sera supérieur à 7 m³ : s.

Pendant la période de remplissage du réservoir, le concessionnaire aura la faculté d'utiliser la marche par éclusée jusqu'à ce que l'eau ait atteint le niveau normal dans le réservoir.

OUVRAGES PRINCIPAUX. *Usine de Putanges.* — Le barrage sera construit à 200 m environ en avant du pont de la Villette.

Le barrage créera un réservoir saisonnier qui s'étendra jusqu'au moulin de Sérans sur 17 km environ.

La cote de retenue sera à 146,30 m ; le barrage sera insubmersible.

Sur la rive gauche, un canal de décharge assurera l'évacuation des crues; il sera muni de cinq vannes de 3 m × 2 m. Ces vannes, entièrement levées, devront pouvoir assurer un débit maximum de 150 m³ : s.

Quand elles seront fermées, la crête supérieure sera arasée à la cote de retenue normale (146,30 m).

Le barrage sera muni de deux conduites de vidange de 1,50 m de diamètre.

Il recevra le passage de la route de Ménil-Jean à Giel.

Les prises d'eau seront munies de grilles fines. Chaque groupe sera alimenté par une conduite forcée métallique de 1,50 m de diamètre.

L'usine sera installée dans les cloisons formées par les contreforts du barrage.

L'eau sera immédiatement restituée à l'aval du barrage.

Usine de Saint-Philbert. — Le barrage sera établi normalement à la vallée, à 2 km environ du pont de Putanges; il créera un bassin compensateur dont le remous ne devra pas dépasser le seuil du barrage de l'usine de la Forges, à Putanges.

La cote de retenue sera à 124,60 m. Le barrage sera muni de deux vannes mobiles et automatiques et devra fonctionner dès que le niveau de la retenue normale dépassera 0,05 m.

La prise d'eau sera établie sur la rive gauche et comportera grille et vanne.

Le canal d'amenée d'eau sera à écoulement libre, avec une pente de 0,0006 m par mètre et suivra à flanc de coteau les méandres de la vallée de l'Orne.

Il coupera les boucles en souterrain et traversera les vallées sur des aqueducs ou des siphons. La section sera d'au moins 11 m². Le canal d'amenée d'eau aboutira à un réservoir horaire et de mise en charge.

Un dispositif de défeuillage sera installé à l'arrivée du canal dans le réservoir. La cote de l'eau dans le réservoir a 114,30 m.

Du réservoir de mise en charge partiront les deux conduites forcées des turbines qui seront munies de grilles et de vannes à leur origine.

L'usine sera établie sur la rive gauche de la Rouvre à 300 m du confluent avec l'Orne. La restitution se fera par le canal de fuite à 70 m de l'usine.

Vente de l'énergie au public. — *Tarifs maxima.* — Les prix auxquels le concessionnaire est autorisé à vendre l'énergie au public ne pourront pas dépasser les maxima suivants pour le courant pris à la sortie de l'usine, sous la forme et la tension résultant du régime de ses machines génératrices ou de ses transformateurs.

Ces maxima comprennent les deux éléments suivants :

1° Une somme fixe de 200 fr par an et par kilowatt de puissance souscrite;

2° Une redevance proportionelle de 0,15 fr par kilowatt-heure, mesuré et livré à la sortie de l'usine génératrice, pour un minimum de consommation de 2 500 heures.

Les tarifs maxima pourront être revisés tous les dix ans, soit sur la demande du concessionnaire, soit sur l'initiative de l'Administration et suivant les formes adoptées pour l'approbation du présent cahier des charges.

Obligation de fournir le courant. — Le concessionnaire sera tenu de fournir l'énergie demandée dans la limite de la puissance dont il disposera aux différents états du cours d'eau, après avoir réservé celle dont il a besoin pour satisfaire aux contrats déjà passés et au service de concession, de distribution d'énergie ou autres entreprises qu'il assurerait pour son compte. Au cas où les demandes d'énergie dépasseraient les disponibilités du concessionnaire, il y serait fait droit, dans l'ordre de leur inscription, sur un registre spécial tenu à cet effet.

Dans ces limites, le concessionnaire sera tenu, avant l'expiration du délai d'un mois, à partir de la demande qui lui en sera faite, de fournir l'énergie électrique aux conditions prévues par le cahier des charges, à toute personne qui demandera à contracter un abonnement pour une durée d'au moins cinq ans. Lorsque la puissance demandée excédera 150 kw, le concessionnaire pourra exiger que le demandeur lui garantisse pendant cinq années une recette brute annuelle de 800 fr par kilowatt demandé.

Si la fourniture exige des travaux complémentaires à l'usine, le délai d'un mois prévu pour la fourniture du courant sera prolongé du temps nécessaire à l'exécution de ces travaux.

Combustibles. — Prix des charbons pour l'industrie électrique pour le quatrième trimestre 1923. — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coefficients de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le quatrième trimestre de 1923 (¹) a été fixé provisoirement comme il est indiqué ci après pour la région parisienne :

Seine et Seine-et-Oise	142,836 fr la tonne
Seine-et-Marne	148,936 id.

Métallurgie. — La production sidérurgique française pendant l'année 1923. — La statistique du Comité des Forges relative à la production métallurgique française en décembre dernier permet de mettre à jour le total de notre production métallurgique pendant l'année 1923 qui s'élève à 5 299 586 t de fonte et 4 976 869 t d'acier contre 5 128 608 t de fonte et 4 471 275 t d'acier en 1922.

Les chiffres de décembre sont tout particulièrement intéressants : notre production de fonte pendant ce mois est en progrès de 28 000 t sur celle du mois précédent et de plus de 50 000 t sur celle de décembre 1922 ; pour notre production d'acier, le progrès est bien plus sensible encore, il est de 33 000 t sur la production de novembre 1923 et de 111 000 t sur celle de décembre 1922.

Sur le nombre total de 219 hauts fourneaux, au 1er janvier 1924, 125 étaient à feu, 51 en état de marche et 43 en construction ou en réparation. Jamais, depuis la guerre, nous n'avons eu un tel nombre de hauts fourneaux à feu et d'acieries en marche.

Pour la fonte et surtout pour l'acier, notre métallurgie se trouve, à l'heure actuelle, dans une situation non seulement meilleure qu'avant l'occupation de la Ruhr, mais même supérieure à ce qu'elle était en 1913. Les moyennes mensuelles de la production de fonte et d'acier en 1913 (France seulement) s'étaient élevées respectivement à 434 000 et 390 000 t. Même en tenant compte de l'apport de la Lorraine désannexée, les chiffres de décembre 1923 ne sont inférieurs à ces moyennes que de 80 000 t pour la fonte et 40 000 t pour l'acier.

La diminution de la production, due à l'arrêt des expéditions de coke de la Ruhr, amorcée dès janvier, devient très sensible en février. Elle s'atténue progressivement pendant les mois suivants pour l'ensemble de la France, mais pour la Lorraine, elle s'accentue encore en mars et ne commence son atténuation qu'en avril, ce qui confirme que la Lorraine fut tout particulièrement frappée.

Si l'on considère la proportion de la chute de la production par rapport à celle de décembre 1922, la situation spécialement défavorisée de la Lorraine apparait mieux encore : la production de fonte de cette région n'atteignit, en effet, en mars 1923, que 40 pour 100 de celle de décembre, tandis que pour la France entière cette proportion fut de 60 pour 100.

La production de fonte en 1923 est supérieure de 170 978 à celle de 1922 et de 92 581 t à celle de 1913 ; quant à la production d'acier, elle accuse les progrès suivants respectivement par rapport à 1922 et 1913, 505 594 et 289 869 t. Ces chiffres sont, pour la première fois depuis l'armistice, supérieurs à ceux de 1913, mais il faut tenir compte de l'apport de la Lorraine qui se monte à 1 897 164 t pour la fonte et 1 376 059 t pour l'acier.

Enfin, la production de décembre 1923 correspondrait, si on la considérait comme une moyenne mensuelle, à une production annuelle de 6 800 000 t de fonte et de 6 300 000 t d'acier.

Economie industrielle et sociale. — Augmentations temporaires de la durée du travail en Hollande. — En vertu d'un amendement à la loi de 1919, sur les conditions de travail en Hollande, amendement voté le 20 mai 1922, l'inspecteur en chef des manufactures a le droit d'accorder des dérogations temporaires à la loi de huit heures. Ces dérogations doivent être justifiées par des circonstances exceptionnelles ; elles permettent d'étendre la semaine légale de travail de 48 heures à 55 heures pour les femmes et 62 heures pour les hommes. Toute dérogation d'une durée de plus de 15 jours doit, pour être valable, recevoir l'approbation du ministre du Travail. C'est ainsi que, suivant un compte rendu publié dans le « Labour gazette », le ministre du Travail hollandais a autorisé que la semaine de travail fût porté à 56,5 heures, pendant une période de 6 mois, dans l'importante société Entreprise de Constructions mécaniques et de Chantiers maritimes de Rotterdam. Cette entreprise a pu immédiatement passer d'importants contrats avec l'étranger et a pu procurer du travail à 500 de ses ouvriers qui étaient sans emploi.

Jusqu'ici, les dérogations accordées étaient valables pour trois mois en moyenne, six mois étaient un maximum.

(¹) Les différentes publications des prix du charbon, relatifs aux années 1921 et 1922 et aux trois premiers trimestres de l'année 1923 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 5 janvier 1924, t. xv, p. 3 B.

1898 1924

PERCEUSES et
MEULES ÉLECTRIQUES
à mains et sur support
et
tout l'outillage
électrique
portatif

Demander notre Catalogue C

L. COUFFINHAL & Cie

UNIS-FRANCE

FOURNISSEUR DE LA MARINE
ET DES CHEMINS DE FER

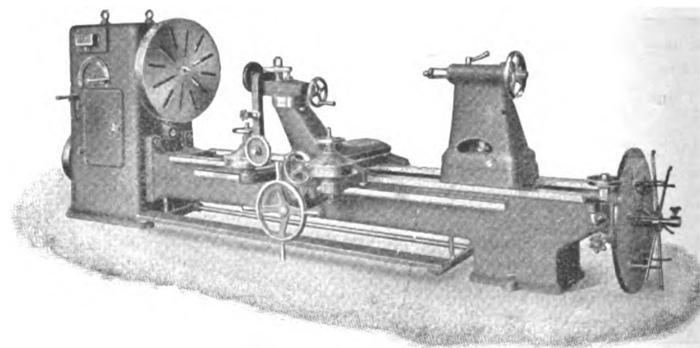
St ETIENNE (Loire)

MICAFIL S. A.

ZURICH-ALTSTETTEN
(Suisse)

Machines à bobiner et tous les appareils auxiliaires

pour la fabrication des enroulements électriques



MACHINE A BOBINER ET A FRETTER

SPÉCIALITÉS DE NOTRE DÉP. "M"	SPÉCIALITÉS DE NOTRE DÉP. "J"
Machines à former et à isoler les bobines **Machines à coller les papiers sur tôles** **Installations d'imprégnation et de séchage par le vide**	**Matériaux isolants pour haute tension :** *Tubes, cylindres, plaques, rondelles.* *Micafolium, micanite, mica flexible, etc.*

Parmi les industries qui en ont bénéficié, le ministre du Travail a mentionné : les textiles, le vêtement, la chaussure et les cigares (55 heures); les faïences (50 heures); les fabriques de bouteilles (51 heures); le service des dragueuses (62 heures); la vannerie (56 heures); les fabriques de sabots (55 heures); les chantiers de construction de navires pour la navigation fluviale (55 heures); les fonderies (53 à 55 heures); les laminoirs (53 à 55 heures); les fabriques de lampes électriques (50 à 55 heures).

Il faut ajouter à cette liste un certain nombre de chantiers maritimes, d'usines de préparation du chanvre, des fabriques de tuiles et des maisons d'ameublement.

Enfin, par une ordonnance du 22 octobre 1923, les ouvriers des entreprises d'horticulture sont autorisés à travailler 55 heures par semaine ; dans les abattoirs dépendant des boucheries, les ouvriers âgés de plus de 16 ans, 50 heures par semaine, et les ouvriers de fabriques de phosphates âgés de plus de 15 ans, 55 heures par semaine.

Ces trois dernières autorisations ont une validité de un an.

Sociétés. Groupements. — ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS DE FRANCE. — Le 9 février dernier a eu lieu, dans les salons de la Salle Hoche, la fête annuelle de l'Association amicale des Ingénieurs électriciens de France, sous la présidence de M. Legouez, commandeur de la Légion d'honneur, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Le programme comportait une partie artistique où des auditions d'orchestre alternaient avec des monologues, du chant et des partitions de violon, exécutés par d'excellents interprètes, prix de Conservatoires ou artistes des principaux théâtres de Paris, tandis que, dans un autre salon, les fervents de la danse se divertissaient joyeusement, exécutant one steep et tangos au son d'un Jaz tour à tour endiablé et langoureux.

Au programme du concert s'ajoutait une revue, spirituelle et fine, écrite spécialement par un membre de l'Association, en vue d'un public initié aux termes employés par les électriciens.

Des couplets et des bons mots évoquaient les situations les plus cocasses dans lesquelles la « Fée électricité » aime parfois à rendre drolatique des événements qui, en toute autre circonstance, seraient fâcheux. Dans cette revue, pleine d'esprit, les personnalités du monde des électriciens ont eu aussi leur part de moquerie... bien anodine, et les noms de nos plus éminents ingénieurs ont essuyé le feu de la rampe.

A la suite de cette charmante soirée, le bal continua dans les deux salons et, sous les flots harmonieux de deux orchestres, danseurs et danseuses évoluèrent joyeusement jusqu'à l'aurore. Une très nombreuse assistance avait répondu à l'invitation de l'Association et cette délicieuse fête a eu un immense succès. Nous nous associons à tous ceux qui y ont pris part pour exprimer ici toutes nos félicitations aux organisateurs de cette agréable réunion.

SYNDICAT DES INGÉNIEURS CHIMISTES FRANÇAIS. — L'assemblée générale du Syndicat des Ingénieurs chimistes a eu lieu au Conservatoire national des Arts et Métiers, le dimanche 27 janvier 1924. A cette occasion, deux communications ont été faites, l'une par M. Paul Dubois, sur l'historique du Syndicat, et l'autre, de M. Albert Ranc, sur la situation militaire des ingénieurs chimistes.

Le banquet de la 2000e adhésion au Syndicat a eu lieu, le soir même, sous la présidence de M. Fleurent, président du Syndicat, assisté de MM. Gabriel Bertrand et Urbain, de l'Académie des Sciences, et de diverses notabilités du monde industriel et scientifique. Des discours très applaudis ont été prononcés par MM. Fleurent, Landowski, Vasse, Deschiens, Fabre, Simonet, Ranc, Lantz, Langlois, Sainte-Lague, et Paul Boucherot, président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs, qui pourra sans doute fêter bientôt son 4000e adhérent.

LA HOUILLE BLANCHE (ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE). — Samedi dernier, 9 février, a eu lieu à Paris, dans les Salons Victor-Hugo, 46 bis, rue Saint-Didier, le troisième bal annuel de la Houille blanche, donné par le groupement parisien de l'Association des anciens Élèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble, au profit de la caisse de secours de l'Association.

Cette soirée dansante, parfaitement réussie, avait réuni un grand nombre d'anciens élèves et d'invités qui, entraînés par un de nos meilleurs orchestres, ont dansé jusqu'au matin et se sont séparés en se donnant rendez-vous au quatrième bal de la Houille blanche.

Congrès. Expositions. — FOIRE DE LYON. La Foire de Lyon prépare activement sa prochaine réunion de printemps qui se tiendra du 3 au 16 mars. Cette réunion prendra une importance nouvelle.

Au cours des précédentes réunions, la Foire de Lyon a affirmé son utilité au point de vue des échanges internationaux. Elle rassemble, en effet, pour chaque article, sur un espace restreint, tous les modèles créés par l'industrie nationale et étrangère. Pour la prochaine réunion de printemps, 2500 producteurs appartenant à 55 départements français et à 9 pays étrangers se sont déjà fait inscrire. Quatre groupes professionnels : la Métallurgie, la Mécanique, l'Appareillage électrique, le Chauffage seront particulièrement bien représentés. A cette Foire, on pourra se rendre compte de cet effort industriel de la France dont les années de guerre ont montré la persévérance et qui, dans la paix reconquise, va se poursuivant avec une ampleur sans cesse accrue.

Dans les stands en béton et les stands en bois qui leur font face et qui s'allongent sur le quai de la Tête-d'Or pendant plus d'un kilomètre et demi, on trouvera, à côté des produits bruts ou semi-ouvrés, toute la variété des machines transformatrices, toute la diversité de l'outillage contemporain. Les 450 stands occupés par les Groupes de la Métallurgie et de la Mécanique offriront aux acheteurs les multiples nouveautés de la technique moderne. En parcourant le Groupe de l'Electricité qui sera situé au rez-de-chaussée du Palais de la Foire, les visiteurs pourront constater le développement de l'industrie électrotechnique, en particulier dans le domaine du gros matériel; ils verront comment les grandes maisons d'électricité se préparent à la demande qui va être provoquée par l'utilisation de nouvelles sources d'énergie et la réalisation du plan d'électrification des campagnes.

Le Groupe du Chauffage réunit une vaste présentation d'appareils les plus perfectionnés.

Mais ce ne sont pas là les seuls groupes dignes de retenir l'attention des acheteurs. Toutes les branches de la production sont représentées à la Foire de Lyon avec une ampleur suffisante et il n'est pas de commerçant qui ne trouve, à la réunion de Printemps 1924, tous les articles que lui demandera sa clientèle. Il pourra s'approvisionner en alimentation, articles de ménage, ameublement, céramique, textiles, bonneterie, et sera assuré de trouver dans chaque spécialité une exposition complète des produits de chaque industrie. La

Section de l'Alimentation comptera, parmi ses 210 adhérents, toutes les grandes marques de produits alimentaires, solides et liquides. Celui de la Quincaillerie et des Articles de ménage réunira environ 75 participants et occupera 3 galeries entières dans le Palais de la Foire. 7 galeries, représentant 160 stands, sont réservées au Groupe de l'Ameublement, qui offrira à l'admiration des visiteurs, ainsi qu'il le fait chaque année, une présentation artistique des plus récentes créations dans le domaine du mobilier et de la décoration intérieure.

Il convient de faire une mention spéciale du Groupe de l'Automobile qui couvrira, dans le hall central du Palais, une superficie de 5500 m².

Les adhésions, cette année, ont été si empressées que la liste des inscriptions a pu être arrêtée le 31 décembre. Le 15 janvier, a paru le catalogue général de la Foire de Lyon qui a été immédiatement répandu en France et à l'Etranger. Cette innovation est de la plus haute importance. Elle permet aux acheteurs éventuels de se renseigner exactement sur la nature et l'abondance des articles qui les intéressent, d'établir leur plan d'achat, de restreindre ainsi la durée de leur séjour à Lyon et d'y rendre leur voyage plus productif.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — SOCIÉTÉ PROVINCIALE D'ELECTRICITÉ. Le « Bulletin de la Banque Renault » annonce que la Compagnie générale d'Electricité vient de faire apport de ses participations dans diverses entreprises d'électricité de villes de province à une société nouvelle constituée sous la dénomination de Société provinciale d'Electricité.

Le capital de cette nouvelle firme est de 30 millions de francs, divisé en 120000 actions de 250 fr, dont 58000 ont été remises à la Compagnie générale d'Electricité en rémunération de ses apports.

Augmentations de capital. — COMPAGNIE FRANÇAISE D'ISOLANTS ET DE FABRICATIONS ÉLECTRIQUES. — Le capital de cette société, dont le siège est à Montrouge (Seine), 58, route d'Orléans, a été porté de 2 à 3 millions de francs par la création de 10000 actions de 100 fr.

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DE FRANCHE-COMTÉ (J. BOSSERT ET Cie). — Actuellement au capital de 1500000 fr, cette société vient d'accomplir les formalités légales en vue de l'émission de 2000 actions nouvelles de 250 fr, le produit de cette opération étant destiné à couvrir les dépenses à faire pour l'extension du réseau et le renforcement des forces hydroélectriques et des stations thermales.

Après cette émission, le capital sera de 2 millions de francs, représenté par 8000 actions de 250 fr.

Divers. — COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN DE PARIS. — Dans sa séance de vendredi 8 février 1924, le Conseil municipal a adopté, d'une façon définitive, le contrat conclu entre la Ville de Paris et la Compagnie du chemin de fer métropolitain d'une part, et la Société Électricité de Paris de l'autre.

La fourniture de courant au Métropolitain, qui s'élève à environ 125 millions de kilowatts-heure est assurée jusqu'à concurrence de 45 millions de kilowatts-heure par l'usine de Bercy et pour le reste par l'Electricité de Paris. Le prix payé à cette dernière correspond au prix de revient du kilowatt-heure à haute tension de l'usine de Bercy. Il ressort à un taux élevé, parce que cette usine est actuellement désuète. D'autre part, le contrat qui lie de la sorte les deux affaires a une durée en quelque sorte illimitée, car son terme correspond à celui de l'ancienne concession du Métropolitain qui devait prendre fin 35 ans après la mise en exploitation du troisième réseau.

La nouvelle convention conclue fixe le prix du courant à un taux plus réduit, qui toutefois variera selon les prix du charbon et de la main-d'œuvre. D'autre part, sa date d'expiration a été fixée à 1955, échéance de la concession actuelle du Métropolitain. Le prix de l'énergie pourra être revisé de de dix ans en dix ans. Si du fait de l'achat de courant produit par des sources naturelles ou de l'application de nouvelles découvertes scientifiques, le prix de revient du courant est réduit, la moitié de l'économie sera ristournée au Métropolitain quand l'abaissement dépassera 10 pour 100.

En compensation, la Ville de Paris réserve le monopole de la fourniture pour le Métropolitain, à l'Electricité de Paris jusqu'à concurrence d'une puissance de 50000 kw installés, l'usine de Bercy devant être désaffectée. D'autre part, elle renonce à l'option qu'elle avait, en fin de concession sur l'usine de Saint-Denis.

L'ENERGIE INDUSTRIELLE. — Le bilan au 31 décembre 1923, qui sera soumis à l'approbation des actionnaires le 18 février prochain, se solde par un bénéfice net de 2819 122 fr contre 2269720 fr en 1922.

Le Conseil proposera vraisemblablement de maintenir le dividende à 10 fr par action, mais celui-ci s'appliquera aux 250000 actions constituant le capital de 25 millions de francs, alors que l'an dernier le capital rémunéré n'était que de 20 millions de francs.

Afin de poursuivre l'application de son programme de développement, le Conseil demandera à une assemblée extraordinaire, qui se tiendra à l'issue de l'assemblée ordinaire, les autorisations utiles pour procéder à une nouvelle augmentation du capital social.

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES ET OMNIBUS DE BORDEAUX. — Le compte de profits et pertes au 31 décembre 1923 se solde par un crédit de 2267844 fr contre 2578627 fr en 1922. L'apport du compte de gestion du réseau urbain s'élève à 1389052 fr. L'exploitation du réseau départemental et les travaux effectués ont rapporté une rémunération de 566072 fr. Il sera proposé de porter le dividende de 15 fr à 17,50 fr pour les actions de capital et de 2,50 fr à 5 fr pour les actions de jouissance. Déduction faite de la réserve légale et d'amortissements divers, il sera reporté à nouveau 278119 fr.

COMPAGNIE DES OMNIBUS ET TRAMWAYS DE LYON (O. T. L.). — Les recettes de la compagnie se sont élevées, du 22 au 28 janvier à 769717,40 fr, en augmentation de 73352,60 fr sur les recettes correspondantes de la même période de l'exercice 1923. Du 1er au 28 janvier 1924, le total des recettes a atteint le chiffre de 3194511,05 fr, faisant ressortir une augmentation de 242310,35 fr sur 1923.

BREVETS RÉCENTS

567 973. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE; Perfectionnements aux postes radiotélégraphiques transmettant des signaux en code Morse, 13 septembre 1922.

567 997. — COHEN (M.-B.); Perfectionnements aux fusibles pour tubes à vide, 27 juin 1923.

567 998. — Société dite : WALKER SIGNAL CORPORATION; Perfectionnements aux dispositifs de réception de sons, 27 juin 1923.

568 007. — JAVORSKY (N.), KOSTENKO (M.), WORONOFF (B.), SABANEEW (C.); Installation pour la commande à distance d'un mobile, 27 juin 1923.

568 008. — Société dite : Submarine Signal Corporation; Perfectionnements aux dispositifs de réception de sons, 27 juin 1923.

568 009. — Couaillet (A.); Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil à galène, 27 juin 1923.

568 018. — Largeteau (J.-E.); Bougie pour moteurs à explosion, 28 juin 1923.

568 019. — Largeteau (J.-E.); Bougie pour moteur à explosion, 28 juin 1923.

568 025. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif limitant le courant de court-circuit des machines à courant continu avec excitatrice indépendante, 28 juin 1923.

568 048. — Lambotte (P.-L.-J.); Perfectionnements aux machines à bobiner et analogues, 29 juin 1923.

568 066. — Huguenin (A.); Groupe accumulateur pour centrales hydroélectriques, 29 juin 1923.

568 069. — Boussmac (C.-H. J.); Condensateur variable, 29 juin 1923.

568 072. — Société dite : Siemens und Halske Aktien Ges.; Pupinisation de lignes à bobines au moyen de bobines simples, 29 juin 1923.

568 079. — Cibie (L.); Dispositif de contact central pour lampes électriques des phares de voitures automobiles et autres destinations, 18 septembre 1922.

568 082. — Bethenod (J.); Perfectionnements aux procédés de chauffage des cathodes des triodes, 19 septembre 1922.

568 083. — Latour (M.); Mode de montage pour un relais électrique à vide comportant une tension alternative sur le circuit plaque-filament au lieu et place d'une tension continue, 19 septembre 1922.

568 080. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Perfectionnements aux disjoncteurs électriques, 20 septembre 1922.

568 095. — Maitre (A.-H.), Martin (V.-H.-G.); Instrument de musique à clavier à commande électromagnétique, 21 septembre 1922.

568 101. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Disjoncteur électrique à action instantanée, 26 septembre 1921.

568 102. — Société : La Radiotechnique; Perfectionnements aux ampoules électriques à enveloppes de quartz, 23 septembre 1922.

568 104. — Société dite : La Métallurgique électrique; Perfectionnement applicable dans les procédés de freinage par récupération des moteurs à courant continu à excitation série, 26 septembre 1922.

568 110. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Perfectionnement applicable dans les procédés de freinage par récupération des moteurs à courant continu à excitation série, 26 septembre 1922.

568 118. — Pecaud (C.-E.); Perfectionnements aux moteurs électriques universels, 26 septembre 1922.

568 121. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Disjoncteur électrique à action instantanée, 26 septembre 1922.

568 125. — Société dite : Société des Téléphones Ericsson; Système de connexions pour postes centraux téléphoniques comprenant différentes sortes de lignes, 26 septembre 1922.

568 129. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Interrupteur ou conjoncteur électrique, 27 septembre 1922.

568 149. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système téléphonique automatique pour grand réseau, avec traducteur et dispositif de contrôle, 17 octobre 1922.

568 154. — Fombonne (R.-F.); Appareil pour corriger l'action brutale des électroaimants, 21 juin 1923.

568 170. — Boltz (R.-F.); Appareil de pesage automatique, électromécanique, 7 mai 1923.

568 179. — Noc (J.-J.-M.); Economiseur d'éclairage électrique, 2 juin 1923.

568 181. — Ranchoux (J.-A.-F.); Allume-cigare électrique réclame, 4 juin 1923.

568 190. — Dupont (A.); Bobine de self-induction à réaction ou à transformateur pour télégraphie sans fil, etc., 7 juin 1923.

568 199. — Barnett (A.); Procédé et dispositif pour obtenir des courants électriques de sens unique intermittents à l'aide de courants alternatifs, 19 juin 1923.

568 210. — Sollier (G.); Bouchon de prises d'ondes pour la télégraphie et la téléphonie sans fil, 19 juin 1923.

568 236. — Société Schober et Hafner; Dispositif de boîte pour le groupement d'un certain nombre d'éléments de piles sèches en vue de la constitution d'une batterie de force électromotrice déterminée, 29 juin 1923.

568 241. — Schoep (A.); Turbine à explosion, 30 juin 1923.

568 242. — Blondel (A.); Oscillographe à double enregistrement, 30 juin 1923.

568 244. — Société anonyme des anciens Etablissements Louis Ancel; Perfectionnements au dispositif d'amplificateur à combinateur pour extension de la gamme de longueur d'ondes des systèmes de réception utilisés en radiotélégraphie et en radiotéléphonie et comportant un ou plusieurs étages d'amplification avec détection, 30 juin 1923.

568 245. — Société anonyme des anciens Etablissements Louis Ancel; Perfectionnements au dispositif d'amplificateur à combinateur pour réception sur cadre unique des différentes longueurs d'onde utilisées en émissions amorties ou en radiotéléphonie et comportant un ou plusieurs étages d'amplification avant détection, 30 juin 1923.

568 256. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Soupape de sûreté pour la cuve à huile d'appareils électriques, 30 juin 1923.

568 260. — Lagarrigue (J.); Perfectionnements aux condensateurs variables dits à vernier, 30 juin 1923.

568 271. — Harmel (J.-M.-J.-P.-C.); Appareil à inscrire en clair les signaux Morse et similaires, 2 juillet 1923.

568 272. — Jeanvier (L.); Bobine pour la réception des ondes électromagnétiques ou autres applications, 2 juillet 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 23 février 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — *La traction sur voie ferrée par moteurs à combustibles liquides*, par Eugène Brillié, ingénieur des Arts et Manufactures, conseil technique aux Etablissements Schneider (projections). — *Conjoncteur-disjoncteur à friction. Son application aux véhicules automoteurs comme embrayage automatique*, par M. Jean Fieux, ingénieur des Arts et Métiers, conseil technique aux Etablissements Schneider (projections).

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris :

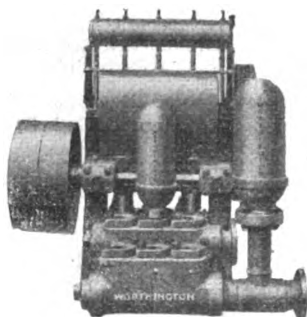
Samedi 23 février 1924, 19 h 30, Taverne du Nègre, 17, boulevard Saint-Denis. — Banquet annuel, sous la présidence de M. Raynald Legouez, commandeur de la Légion d'honneur, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 24 février 1924, 14 h 30, Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Le béton armé de demain*, par M. Charles Rabut, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

WORTHINGTON





POMPE TRIPLEX A PISTONS PLONGEURS
Demander cat. *R. G. E.* C 24 A

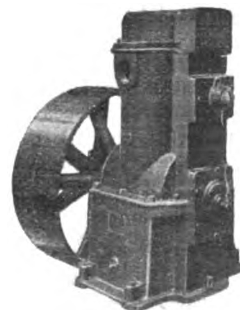
POMPES à vapeur; marines; centrifuges; à vide; à air; à pistons à moteur.

COMPRESSEURS D'AIR

RÉCHAUFFEURS D'EAU d'alimentation p[r] LOCOMOTIVES

GROUPES MOBILES Moto-Pompes et Moto-Compresseurs (sur chariot)

CHARIOTS de MANUTENTION (à Moteur à essence)



COMPRESSEUR D'AIR VERTICAL
Demander cat. *R. G. E.* C 247

Demandez Etudes, Devis, aux Services techniques de la

S[té] F[se] des POMPES et MACHINES WORTHINGTON

Soc. anon. au capital de 15000000 fr.
Registre du Commerce : Seine N° 111243

Siège social et Bureaux : 1, rue des Italiens, PARIS 9[e]. - *Tél.* : Central 65-16, 46-78 — Louvre 52-86, 52-87.
Usines : Le Bourget (Seine).
Succursales : Bruxelles 63, boul[d] Maurice-Lemonnier ; — Lyon, 8, rue Sala ; — Lille, 62, boul[d] de la Liberté ; — Toulouse, 12, boul[d] de Strasbourg.
Agences dans toutes les principales villes de France, Belgique, Suisse.

LE PARQUET PAR EXCELLENCE POUR :

Bureaux

Magasins



Supériorité incontestable
Propreté



Nos travaux sont exclusivement exécutés par nos spécialistes

Parquet Hygiénique SANS JOINT
Terrazzolith
SUPÉRIORITÉ GARANTIE
Ne Gondole ni ne se fend jamais.
Belles Couleurs Inaltérables.
Durée Illimitée.
DEMANDEZ PROSPECTUS
TELEPHONE NORD 47-31 / 125-53

COMPLÈTEMENT INCOMBUSTIBLE

Terrazzolith "DÉPOSÉ"

DOUCE & MOULIN 64, Rue Petit. PARIS XIX[me]

(Registre du Commerce : Seine N° 60 405)

Salles d'Exposition

Ateliers



Entretien facile
Garantie absolue



Procédés brevetés S G D G.
Maison de confiance

SES AVANTAGES SONT :

Résistance à toute épreuve - Durée illimitée - Contact confortable
Bel Aspect — Rapidité d'Exécution — Économie certaine

(Demander Notices B)

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX 25 janv. 1924	PRIX 10 février 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	145 fr	120 fr	— 25
31 à 59 mm	100 kg	140	115	— 25
21 à 30	100 kg	145	120	— 25
16 à 20	100 kg	150	125	— 25
11 à 15	100 kg	155	130	— 25
8 à 10	100 kg	160	135	— 25
4 à 7	100 kg	165	140	— 25
3 à 3,5	100 kg	170	145	— 25
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	850	850	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	14 d	14 d	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	962 fr	946 fr	— 16
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	650	655,50	+ 5,50
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	811	797,75	— 13,25
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 090	1 075	— 15
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 920	6 900	— 20
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 000	2 175	+175
Émail pour appareillage tôle { blanc	100 kg	550	550	0
Émail pour appareillage tôle { noir	100 kg	1 540	1 540	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 520	2 683	+163
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	380-395	380-395	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	430	430	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	316	316	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine { Haute tension	100 kg	200	200	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine { Basse tension	105 kg	195	195	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	125	135	+ 10
*Papier pour tôle, 70 × 75 { 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 { 10/100	le mètre linéaire	2,85	2,95	+ 0,10
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	332	340	+ 8
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		5	5	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	375	375	0
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	315	315	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	380	403	+ 23

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 20 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La crise du recrutement professionnel en Grande-Bretagne. — Dans son « Bulletin quotidien » du 14 février 1924, la Société d'Etudes et d'Informations économiques et financières vient de publier un long compte rendu d'une importante étude qu'un correspondant d'Angleterre avait transmis à « l'Annalist » de New-York pour son numéro du 21 janvier 1924, au sujet de la crise qui menace l'industrie britannique, du fait que la main-d'œuvre qualifiée va se raréfiant de plus en plus. Voici quelques renseignements intéressants que nous extrayons de ce compte rendu.

C'est, paraît-il, par milliers que des spécialistes ont émigré aux Etats-Unis ou ailleurs durant ces cinq ou six dernières années. Mais ce n'est là qu'une des causes les plus négligeables d'une disette que le Ministère du Travail britannique ne craint pas d'évaluer à plus d'un million.

En Angleterre, la presse n'en dit rien; on n'en parle guère quand on traite en public les questions économiques et sociales. La menace n'en est ni moins réelle ni moins présente; elle ne tardera pas à se faire sentir sérieusement.

C'est d'abord que, durant les sept années de la guerre et de l'après-guerre, l'apprentissage a été presque complètement interrompu. Normalement, il entre à peu près 600000 jeunes garçons par an dans l'industrie du Royaume-Uni; un quart d'entre eux, dans des métiers et des occupations où ils devraient ordinairement recevoir une certaine formation destinée à faire d'eux des spécialistes qualifiés. Pendant toute la durée des hostilités, beaucoup se sont trouvés attirés vers des emplois où ils touchaient immédiatement des salaires assez élevés (armement et munitions), mais où ils faisaient un travail purement machinal et où ils n'ont rien appris du tout. Dans l'armée des chômeurs, ceux-là forment aujourd'hui un important effectif; ils viennent grossir les rangs de la main-d'œuvre commune. La gravité des conséquences apparaîtra dans un avenir prochain. On n'improvise pas en quelques mois un artisan réellement expert; il faut des années de formation pratique et d'expérience pour acquérir toutes les connaissances requises dans les métiers qui demandent de l'habileté.

La conséquence de tout ceci, disait récemment le principal d'un des premiers établissements de technologie du Royaume-Uni, un homme qui fait autorité en Europe sur toutes les questions d'enseignement technique, c'est que le problème de l'apprentissage se trouve de nouveau posé. D'après lui, on va voir notamment l'industrie de la construction mécanique prendre des mesures très nettes pour rétablir, sous une forme ou sous une autre, une sérieuse préparation à la connaissance du métier. C'est indispensable dans l'intérêt de l'industrie, ce n'est pas moins indispensables dans l'intérêt des travailleurs si l'on veut que la race de ceux qui possèdent à fond leur métier ne cesse pas d'exister. Le système moderne de production en masse menace aujourd'hui cette race de disparition sur tous les points.

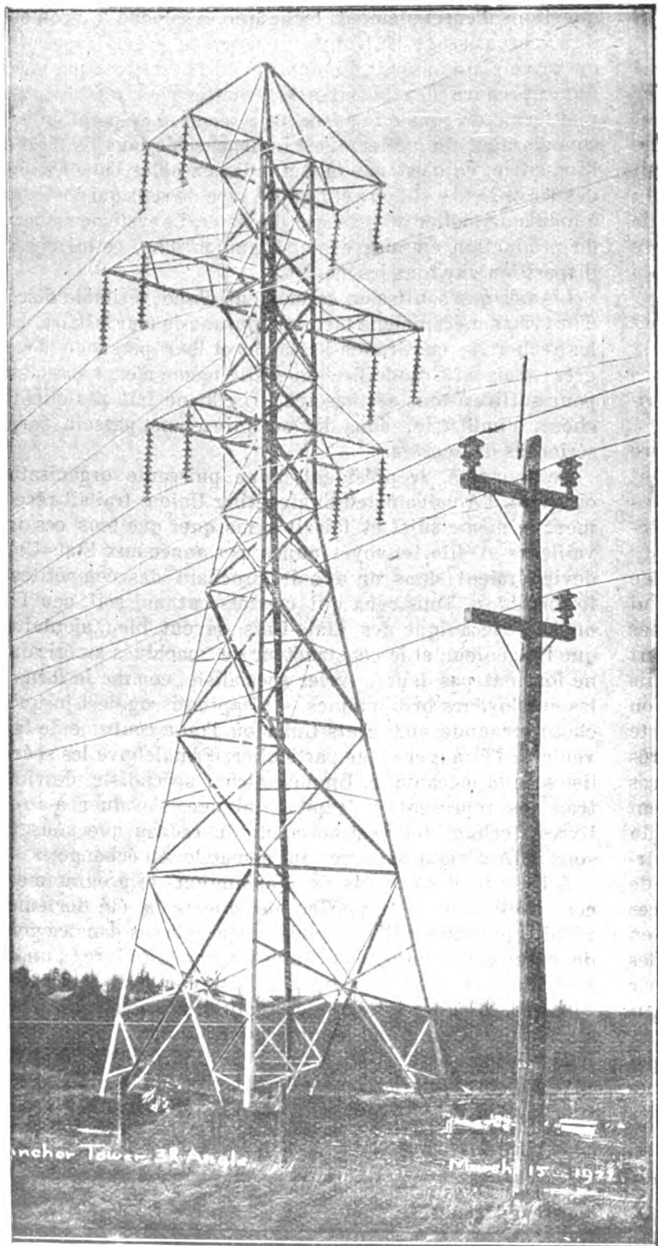
L'Amérique souffre en ce moment d'une véritable disette d'ouvriers mécaniciens bien au courant de leur affaire. Elle les recherche en Grande-Bretagne et leur persuade d'émigrer; mais la Grande-Bretagne elle-même n'en a pas assez pour suffire à tous ses besoins; si elle ne fait pas quelque chose, l'industrie, dans dix ou quinze ans, passera par de sérieuses difficultés.

De son côté, le président d'une puissante organisation ouvrière, l'Amalgamated Engineering Union, traitait récemment le même sujet et faisait remarquer que tous ces travailleurs d'élite, envoyés année par année aux Etats-Unis, deviendraient dans un avenir prochain des compétiteurs formidables. Tous ceux qui connaissent tant soit peu l'industrie mécanique des Etats-Unis savent bien, ajoutait-il, que l'ingénieur et le constructeur de machines américaines ne forment pas leur ouvrier spécialiste, comme le forment les employeurs britanniques. « L'apprentissage est jusqu'ici chose inconnue aux Etats-Unis, où l'on a coutume de faire venir de l'étranger et, en particulier, d'Angleterre les spécialistes de la mécanique. Un mécanicien spécialiste de vingt-trois ans représente un capital qui peut s'évaluer à 10000 livres sterling; telle est la valeur du cadeau que nous faisons à l'Amérique sans rien lui demander en échange. »

A la suite des accords de Washington, le programme de construction pour la marine de guerre a été fortement réduit : plusieurs villes anglaises, spécialisées dans ce genre de travaux, ont toutes les peines du monde à vivre; l'un des principaux centres d'armement, par exemple, Barrow-in-Furness, est à deux doigts de la faillite; ses ouvriers d'élite s'embarquent en grand nombre pour le Canada et les Etats-Unis. Ce sont les meilleurs qui s'en vont. Ils vont là où ils savent bien avoir la chance de trouver du travail, qui ne sera pas nécessairement le travail de construction de

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e) ❀ **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada); transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « Canadian » nº 2 860.

LES IMPORTANTES USINES
DU MAS-LOUBIER (Limoges)
FABRIQUENT
DES
ISOLATEURS HAUTE TENSION
D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS
DUS A LA
TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :
3 000 ISOLATEURS
COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION
DES
USINES HAVILAND
EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur nº 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3 Rue Taitbout, Paris** - Téléph. : Central 55-3

navires ; ils fabriqueront des produits qui viendront sur le marché britannique faire concurrence aux produits britanniques.

D'autres causes encore agissent, qui sont faites pour inspirer des inquiétudes et qui, toutes, nous ramènent à cette conclusion que les spécialistes qualifiés manqueront de la manière la plus sensible bien longtemps avant que les apprentis d'aujourd'hui ne soient passés compagnons. A l'heure qu'il est, fort peu de jeunes garçons commencent leur éducation de mécaniciens ou de travailleurs du fer, moitié parce que les employeurs n'en demandent pas, moitié parce que, dans les cas où on leur offrirait des places, les conditions qu'on leur fait ne sont pas assez tentantes. Le jeune homme qui choisit une carrière regarde au delà du seuil de l'apprentissage, au delà de la période entière d'apprentissage ; il voit dans le lointain le temps où, ayant servi cinq ou six ans à très bas salaire, il ne gagnera pas plus que bien des non-spécialistes dans d'autres emplois, au service des municipalités, dans la police, etc... Beaucoup de ces catégories d'emplois sont mieux rémunérées que les travaux de spécialistes, bien que n'exigeant pas comme eux d'apprentissage prolongé. Considération d'importance égale ou supérieure, elles n'offrent pas de discontinuité d'emploi ; elles donnent droit à des congés payés, elles sont absolument sûres, elles échappent aux fluctuations du marché du travail. Notre homme ne voit donc pas de raison pour perdre des années à s'outiller en vue d'une besogne peu rémunératrice, alors qu'il peut bien plus vite arriver à un traitement plus lucratif, en prenant une occupation qui n'exige pas de connaissances spéciales. Les constructions mécaniques et les constructions maritimes s'en apercevront d'ici quelques années, pour peu que se produise un véritable réveil de l'industrie.

La question en jeu dans tout cela est encore plus grosse qu'il n'apparaît à la surface. C'est la question du manque de coordination des salaires dans les emplois qualifiés et dans les autres. Beaucoup d'ouvriers formés qui ont, pendant des années, acquis leur expérience dans les ateliers et les chantiers du Royaume-Uni, se mettent maintenant en devoir de trouver, ailleurs, un travail qui n'a que peu ou point de rapports avec le métier qu'ils exerçaient jusqu'ici.

Il est significatif et il est déplorable qu'aujourd'hui, en Grande-Bretagne, il y ait tendance très nette à déserter les métiers exigeant une haute formation technique au profit d'autres occupations et que des ouvriers de métiers experts se rencontrent dans les services publics, dans les fonctions de gardiens, de portiers ou de domestiques, faisant toutes sortes de métiers à gages réguliers, alors même que ces gages ne seraient pas toujours aussi élevés que les salaires qu'ils touchaient auparavant, car ils sont sûrs d'avoir toujours du travail. Rappelons-nous, d'autre part, que chaque semaine un grand nombre de ces hommes traversent l'Atlantique pour s'installer en Amérique ou au Canada ; il est clair que les ressources de la grande-Bretagne doivent s'épuiser rapidement et que le réservoir sera bientôt vide.

Un pays industriel comme l'Angleterre ne saurait longtemps résister à pareille saignée.

Si la prospérité renaissait de façon marquée, cela aiderait certes beaucoup à triompher de ces difficultés, mais cela ne les résoudrait pas complètement. Ce qu'il faut, c'est une ligne de démarcation bien nette entre les salaires payés aux spécialistes qualifiés et aux autres ; bref, une distinction bien tranchée entre les métiers qui supposent une formation sérieuse et des connaissances spéciales et les métiers qui n'en supposent pas.

Il y a donc trois difficultés à combattre et, si possible, à surmonter : d'abord, la répugnance des jeunes gens et des garçonnets à contracter un long engagement d'apprentissage ; ensuite, le mouvement qui porte constamment les ouvriers qualifiés vers les occupations non qualifiées ; enfin, les conditions avantageuses offertes par les patrons américains.

De plus, à l'heure où l'Angleterre n'a pas assez de spécialistes qualifiés pour ses propres besoins, voici que l'Australie lui en demande à grands cris. Dans une conférence tenue dernièrement à Sydney, les Chambres industrielles ont déclaré que la politique d'immigration impériale en Australie laissait à désirer, parce qu'elle n'importe pas suffisamment d'ouvriers de métiers compétents, mais s'occupe principalement des journaliers agricoles et de ceux qui veulent s'établir sur le sol. La Conférence a indiqué nettement que ce que les manufacturiers demandent surtout au Royaume-Uni, ce sont des ouvriers de métier exercés, pour aider à l'expansion des industries manufacturières, à l'utilisation sur le sol australien des matières premières australiennes qu'il ne faut plus envoyer outre-mer pour les faire mettre en œuvre par les ouvriers des autres parties du monde.

A moins qu'on y remédie, cette insuffisance de la main-d'œuvre experte, dans le présent et dans l'avenir, va avoir un retentissement sérieux sur la situation de l'Angleterre en tant que nation industrielle et exportatrice. Si l'Angleterre a réussi jusqu'à présent à rester la grande maison de vente de produits à l'étranger, c'est qu'elle a pu jusqu'ici fabriquer de meilleurs produits à meilleur compte que ses concurrents.

La première chose à faire, pour elle, ce serait de s'arranger pour fournir à sa clientèle domestique, à sa clientèle coloniale, à sa clientèle d'outre-mer, les produits qu'elles désirent, à des prix modérés et dans des délais de livraison raisonnables. Elle ne saurait continuer indéfiniment à payer sur son capital des sommes énormes à des gens qui meurent de faim par suite de conflits du travail ; les Dominions, dont l'industrie va se développant rapidement, seront obligés de s'adresser en dehors de l'Empire pour acheter ce qui leur manque. Les meilleurs et les plus experts des ouvriers britanniques en ont par-dessus la tête des grèves, des lock-out, de l'incertitude des affaires. Ce qu'ils veulent, c'est l'assurance du travail régulier à des taux convenables ; les uns après les autres, ils s'en vont dans les pays où ils peuvent avoir ces avantages. L'élément syndicaliste avancé est en train de tuer la poule aux œufs d'or : tout ce qu'il y a de sagesse dans les classes laborieuses s'en rend fort bien compte.

Déclin de l'apprentissage, qui, surtout depuis la guerre, est presque tombé en désuétude ; ruée de la jeunesse vers des situations qui ne mènent à rien, mais qui sont bien rétribuées dès le premier jour ; nivellement général des salaires, qui a eu pour effet, grâce à tout un système d'allocations et d'indemnités uniformes, de ne plus laisser l'ombre de prime aux métiers difficiles et longs à apprendre ; désertion des arts manuels au profit des carrières de quasi-fonctionnaires assurés d'un emploi et d'un traitement réguliers, quoi qu'ils fassent et quoi qu'il advienne ; recrutement des spécialistes découragés encore par tout un réseau de réglementations syndicales ; émigration ininterrompue des plus entreprenants et des plus capables vers les Etats-Unis et les Dominions, où leurs connaissances techniques leur valent de plus hauts salaires, telles sont donc, en résumé, les causes de la crise de recrutement professionnel dont s'alarme le correspondant londonien de « l'Annalist ».

L'Angleterre, à l'heure actuelle, n'est pas seule atteinte par cette crise. Peut être en souffre-t-elle seulen en lavan

tage à cause de la situation prépondérante qu'elle occupait traditionnellement sur les marchés du monde. L'épreuve par laquelle elle passe, et les moyens qu'elle pourra adopter pour s'efforcer d'en sortir, offrent donc l'intérêt d'une sorte d'enseignement typique aux pays qui pâtissent du même mal.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Modification a la convention entre la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité et la Ville de Paris. — Dans sa séance du lundi 11 février 1924, le Conseil municipal de la Ville de Paris a adopté un avenant apportant de nouvelles modifications à la convention intervenue entre la Ville et la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Aux termes de cet avenant, le prélèvement sur l'index-charbon destiné à alimenter le fonds de travaux, est porté, en principe, de 10 à 20 pour 100, mais avec oscillations possibles, en raison des variations du prix du charbon. Un prélèvement important sera également opéré sur les superbénéfices et sur les recettes provenant de la location des nouvelles colonnes montantes. Comme contre-partie, la durée de la convention de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité se trouve prorogée jusqu'en 1950, soit de dix ans.

Cette nouvelle convention a pour objet de permettre à la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité de faire face au programme d'extension prévu, sans faire appel aux finances de la Ville. Ce programme, qui comporte la modernisation progressive des usines et du réseau, doit donner satisfaction aux consommateurs et supprimer, dans la mesure du possible, les causes des interruptions de courant qui, au cours de ces dernières années, ont provoqué de nombreuses récriminations.

Fixation des frais de contrôle pour 1924 des entreprises de distribution d'énergie électrique. — Le « Journal officiel » du 13 février 1924 publie, page 1 533 l'arrêté suivant, en date du 9 février 1924.

Les frais de contrôle dus à l'État par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions de voirie ou de concessions sont fixés, pour l'année 1924, à 20 fr par kilomètre de ligne et par an, pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des Travaux publics.

Concession de distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur diverses communes des départements de la Charente et de la Dordogne, accordée a la Société hydroélectrique de la Tardoire. Le « Journal officiel » du 14 janvier 1924 publie, page 1565-1 569 la convention en date du 8 janvier 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et M. Marcel Lecourt, président du Conseil d'Administration de la Société hydroélectrique de la Tardoire, dont le siège est à Montbron (Charente), d'autre part, ainsi que le cahier des charges en vue de la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés pour la transmission en commun de l'énergie, pour l'éclairage public ou privé ou pour la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris :

1° Entre le poste de comptage à établir à Roumazières (Charente) et la commune de Piégut-Pluviers (Dordogne), avec embranchement sur Montbron (Charente), en traversant les communes de Roumazières, Genouillac, Mazières Cherves-Chatelars, Montemb?uf, le Lindois, Roussines, Ecuras, Montbron, Eymouthiers, dans le département de la Charente, et les communes de Bussières-Badil, Saint-Estèphe et Piégut-Pluviers, dans le département de la Dordogne ;

2° Entre un point de la distribution précitée, situé dans la commune de Cherves-Chatelars et la commune de Marthon, avec embranchement sur Montbron, Chazelles et Saint-Germain, en traversant les communes de Vitrac, Saint-Vincent, Saint-Adjutory, Yvrac et Malleygrand, Marilliac, Saint-Sornin, Vilhonneur, Vouthon, Montbron, Chazelles, Saint-Germain et Marthon, dans le département de la Charente.

La tension du courant au départ des usines, en service normal, ne devra jamais dépasser 15 000 v.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. *Allier.* La Compagnie électrique de la Loire et du Centre a obtenu l'autorisation d'établir entre l'usine hydraulique de Toillet et le poste de coupure de Doyet, près Commentry, une ligne d'énergie à haute tension destinée à améliorer la distribution effectuée dans la région de Moulins.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution d'énergie demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Gironde. — La société Énergie électrique du Sud-Ouest a obtenu l'autorisation d'établir une ligne aérienne de transmission d'énergie à 13000 v destinée à fournir l'énergie électrique pour tous usages à la propriété de M. Touton (château Candeloup), commune de Carignan.

Cette ligne doit être comprise dans la concession d'État présentée par ladite société et actuellement en cours d'instruction.

Meurthe-et-Moselle. — La Société des Usines Jeanmaire a obtenu l'autorisation d'établir : 1° une ligne à haute tension de Mossus à Chanteheux destinée à permettre une alimentation séparée du secteur de la société ; 2° une ligne à haute tension d'Hériménil à Chaufontaine remplaçant la ligne détruite pendant la guerre, dont l'objet était d'alimenter la ferme de Chaufontaine et la Société générale des Travaux publics ; 3° un branchement qui desservira la concession communale de Moncel.

Ces diverses lignes seront comprises dans la concession d'État de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite société a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

Nord et Aisne. — La Compagnie électrique du Nord, 60, rue de Prony, à Paris, a obtenu l'autorisation : 1° d'établir un branchement électrique aérien à haute tension à 15 000 v, d'une longueur de 68 m au territoire de la commune d'Annoullin (hameau de Don) et destiné à alimenter la manufacture de cuirs de MM. Liénard Placq ; 2° de construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique à 15 000 v partant du poste de Laon et destinée à l'alimentation d'une station de pompage de la Compagnie du Chemin de fer du Nord à Aulnois-sous-Laon ; 3° d'établir sur le territoire de la commune de Chouy une ligne de transmission d'énergie à 15 000 v destinée à alimenter les établissements agricoles de M. Vecten.

Ces lignes seront comprises dans la demande de concession de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la compagnie pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société d'Électricité de la région de Valenciennes-Anzin a obtenu l'autorisation d'établir, sur le territoire de la com-

RGE

PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. É. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2ᵉ série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1 500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 13 premiers tomes, 520 fr. Abonnement : France, 75 fr; Etranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Electricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVᵉ Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1 460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1 308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus).

mune de Valenciennes, une ligne à haute tension destinée à alimenter les malteries Dreyfus.

Cette ligne sera comprise dans la demande de concession d'Etat présentée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

La Société béthunoise d'Eclairage et de Force par l'Electricité a obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension destinée à alimenter la sous-station des Chemins de fer du Nord, à Dunkerque-Dunes.

Cette ligne sera comprise dans la concession de distribution aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Seine-Inférieure et Pas-de-Calais. — La Société électrique du Nord-Ouest, dont le siège est à Paris, 53, rue de Châteaudun, a obtenu l'autorisation de commencer immédiatement les travaux des lignes à 6 000 v destinées à alimenter les distributions d'énergie électrique de diverses communes du canton d'Eu qui se sont constituées en syndicat.

Elle a également obtenu l'autorisation d'établir une ligne à haute tension destinée à alimenter les réseaux de distribution des communes de Fresnicourt, Olhain et Verdrel.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière) a obtenu l'autorisation d'établir en souterrain la ligne à haute tension, allant de Saint-Cloud à Garches.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite compagnie a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

La société Eclairage et Force par l'Electricité, 26, rue Laffitte, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Marly-la-Ville, une ligne d'énergie à haute tension destinée à alimenter les établissements Lecomte.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par la société pétitionnaire et actuellemant en cours d'instruction.

La société Le Triphasé, 53, rue des Dames, à Paris, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne à 15 000 v de Mantes à Dennemont et une dérivation vers l'usine de pompage des eaux de Gassicourt;

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette société.

La Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'Energie, 19, rue Georges-Clemenceau, à Versailles, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1° Une ligne aérienne à 15 000 v destinée à alimenter un poste de transformation au camp de Satory-Versailles ;

2° Une ligne à 15 000 v, destinée à alimenter un poste de transformation, rue des Bouviers, à Saint-Cyr-l'Ecole ;

3° Deux lignes à haute tension destinées l'une à l'alimentation des ateliers de réparations n° 3 de l'aviation, l'autre à desservir les abonnés de la route de Maintenon.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'Etat demandée par ladite société et actuellement en cours d'instruction.

Vaucluse. — La société Sud-Electrique a obtenu l'autorisation d'établir entre La Croisière et Pont-Saint-Esprit une ligne de distribution d'énergie à haute tension destinée à réunir la ligne de Bollène à La Croisière au réseau de Lamotte.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la société a présenté une demande actuellement en cours d'instruction.

FOURNITURE D'ÉNERGIE A DES ENTREPRISES SITUÉES EN DEHORS DE LA ZONE CONCÉDÉE (APPLICATIONS DE L'ARTICLE 3 DES CAHIERS DES CHARGES-TYPES). — *Nord.* — La Société électrique du Nord-Ouest, 53, rue de Chateaudun, Paris, a obtenu l'autorisation d'établir de Bourbourg-Ville à Bourbourg-Campagne, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation des Tréfileries de Bourbourg.

Cette ligne sera comprise ultérieurement dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Télégraphie. Téléphonie. — TAXES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES. — D'après le « Journal officiel » du 24 janvier 1924, voici le texte de l'arrêté du 21 janvier 1924 :

ARTICLE PREMIER. — Dans les relations autres que celles entre la France, l'Algérie et la Tunisie, d'une part, et les colonies françaises, d'autre part, l'équivalent du franc-or servant à établir les taxes télégraphiques internationales et les taxes afférentes aux communications téléphoniques internationales (à l'exception des taxes téléphoniques appliquées dans les relations avec la Sarre, la Belgique, le Luxembourg) est fixé à 4,00 par rapport à la valeur de la monnaie autorisée à circuler en France à partir du 25 janvier 1924.

ART. 2. — Dans les relations entre la France, l'Algérie et la Tunisie, d'une part, et les colonies françaises, d'autre part, l'équivalent du franc-or reste fixé à 1,80.

Transports. Communications. — L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER EN GRANDE-BRETAGNE. — D'après le « Times » du 10 janvier 1924, la question de l'électrification des grandes lignes de chemins de fer paraît avoir perdu de son intérêt : on considère que les dépenses qu'il faudrait engager seraient beaucoup trop élevées en comparaison des avantages que l'on retirerait de cette transformation, l'économie réalisée sur la consommation du charbon n'ayant pas pour les chemins de fer britanniques l'importance qu'elle présente pour les chemins de fer français.

Par contre, l'électrification des lignes suburbaines conserve son intérêt en raison de la nécessité d'augmenter le trafic de ces lignes et cette électrification est activement poussée. Le Southern Railway exécute d'importants travaux évalués à plus de 5 millions de livres ; toutes les lignes de banlieue de cette compagnie, dans un rayon de 15 miles autour de Charing Cross, vont être électrifiées. Le London, Midland and Scottish Railway se propose d'électrifier de nouvelles lignes dans le Lancashire où, déjà, plusieurs tronçons importants sont électrifiés. Le London and North-Eastern Railway entreprend l'électrification des lignes de la banlieue de Londres appartenant au Great Northern Railway ; il a, en outre, dressé un plan d'électrification de ses lignes principales. L'électrification des lignes de banlieue du Great Eastern Railway est entreprise, mais sa réalisation soulève de grosses difficultés.

Economie industrielle et sociale. — LE RENDEMENT DES IMPOTS EN JANVIER 1924. — Les recouvrements opérés pendant le mois de janvier dernier, au titre du budget général (abstraction faite, par conséquent, des recettes de l'Ad-

ministration des Postes rattachées au budget annexe institué par la loi de finances du 30 juin 1923) se sont élevés à la somme globale de 2 296 064 000 fr. Dans ce total, les ressources exceptionnelles, les recettes d'ordre et les produits divers du budget entrent pour 215 493 200 fr dont 2 0085 900 fr pour la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre. Quant aux produits recouvrés par l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, ils se sont élevés, en janvier, à 113 520 000 fr somme supérieure de 4 001 000 fr aux évaluations budgétaires et de 6 631 000 fr. aux recouvrements de janvier 1923.

Les recettes normales et permanentes (impôts directs, impôts indirects, monopoles, à l'exception de celles de l'Administration des Postes) ont donc atteint 2 080 571 400 fr. Cette somme dépasse de 300 184 000 fr les recouvrements correspondants de janvier 1923. Il est évident qu'une grande partie de cette plus-value provient de l'augmentation considérable du prix des choses, d'une année à l'autre, qui se traduit naturellement par une augmentation du produit de tous les impôts ad valorem.

Le total de 2 080 571 400 fr comprend : le produit des impôts directs perçus pour le compte de l'État (398 147 100 fr), les revenus du domaine (9 793 300 fr), le montant des impôts et revenus indirects et des monopoles (1 672 631 000 fr). En ajoutant à ce dernier chiffre les produits de l'Administration des Postes, Télégraphes, Téléphones, on constate que le montant des impôts et revenus indirects, des monopoles et de l'Administration des Postes s'est élevé le mois dernier à 1 786 151 000 fr.

A propos de la lutte contre la vie chère. — Nous lisons dans l' « Information financière » la note suivante : « A la suite des mesures prises par le Gouvernement et qui ont abouti à la stabilité du change, on annonce une baisse générale des prix; entre autres, le charbon va baisser de 20 pour 100, ce qui, avec la diminution de l'impôt de 10 pour 100, fait une réduction de 30 pour 100 du prix du charbon. Cette nouvelle a eu immédiatement d'heureuses répercussion sur de nombreux autres articles de consommation. On annonce que le prix du gaz va subir la même diminution. Une semblable réduction est prévue pour le fer et les articles métallurgiques. »

Cette note signale en outre que les droguistes et les pharmaciens ont décidé une baisse de 10 à 15 pour 100; que les restaurateurs et cafetiers ont déjà baissé leurs prix de 20 pour 100; que les banques procéderont à la souscription aux actions de la Banque d'émission sans percevoir de frais, etc.

Malheureusement pour nous, ce n'est pas à la France que se rapporte cette information : c'est à la Pologne. Mais elle montre que, par des mesures appropriées il est possible de faire baisser le coût de la vie dans un pays, et c'est à ce titre que nous la signalons ici.

L'effet de la journée de huit heures sur le nombre des fonctionnaires allemands. — Le Ministère des Finances du Reich, dans un mémoire adressé au Reichstag, montre dans quelle mesure le nombre des fonctionnaires du Reich a dû être augmenté à cause de l'introduction de la journée de huit heures.

Dans les chemins de fer du Reich, le nombre fonctionnaires et ouvriers a dû être augmenté de 147 424, ce qui représente, par rapport à mars 1914, une augmentation de 21,20 pour 100. L'augmentation du nombre des fonctionnaires a été de 70 206, celle des auxiliaires et des ouvriers de 77 218.

Les postes ont dû engager 61 521 fonctionnaires et ouvriers en supplément, ce qui représente une augmentation de 14,5 pour 100. L'augmentation du nombre des fonctionnaires moyens a été de 2 019, soit 1,4 pour 100, celui des fonctionnaires subalternes de 39 916, soit 25,9 pour 400, et celui des ouvriers et auxiliaires, de 19 576, soit 16 pour 100.

De ce fait, le supplément de dépenses s'est élevé pour le budget des chemins de fer à 3,5 milliards de marks-papier, dans l'exercice 1921 et à 105,4 milliards en 1922; pour le budget des postes à 1,4 milliards de marks-papier en 1921 et à 46 milliards en 1922.

Syndicats. Groupements. — **Union des Chambres de Commerce françaises a l'Étranger.** — Dans sa réunion du 12 février 1924, le Comité de l'Union des Chambres de Commerce françaises à l'Étranger a émis le vœu suivant en vue d'empêcher la déperdition des stocks de marchandises françaises :

« Le Comité de l'Union des Chambres de Commerce françaises à l'Étranger, aux Colonies et aux Pays de protectorat, réuni le 12 février 1924, sous la présidence de M. Denis Bodden, président de la Chambre de Commerce française de Bruxelles, a examiné d'une manière particulière les conséquences que pourraient avoir les mesures qui tendraient à réglementer le commerce d'exportation ou à taxer l'exportation de certaines marchandises, mesures dont le but serait d'empêcher la déperdition des stocks de marchandises françaises.

» Considérant que toute atteinte à la liberté du commerce d'exportation, soit par des mesures coercitives, soit par des taxations nouvelles, irait à l'encontre du but poursuivi; considérant, d'autre part, qu'il est de la plus grande importance que les stocks de marchandises françaises ne soient pas épuisés, le Comité a émis le vœu que le gouvernement français fasse confiance au bon sens et à la sagesse des négociants et industriels, qu'il fasse appel à l'autorité des chambres de commerce et des syndicats professionnels pour exposer à nos exportateurs les dangers qui résulteraient d'une vente trop facile à des clients occasionnels, et que le but de tout commerçant ou industriel doit être de conserver à la Métropole les marchandises dont elle a un besoin courant et de réserver à ses débouchés naturels et habituels extérieurs la quotité qu'elle a généralement mise à leur disposition.

» L'Union des Chambres de Commerce françaises à l'Étranger insiste sur ce point qu'une trop grande réalisation de ventes actuelles ne pourrait amener que des déceptions dans les relations futures avec la clientèle fidèle de notre commerce extérieur, du fait d'une difficulté de reconstitution de stocks, et pourrait également fermer certains débouchés qui ont été si difficiles à conquérir.

» L'Union des Chambres de Commerce françaises compte sur le patriotisme de chacun pour exercer lui-même les restrictions nécessaires au bien général du pays et se rendre digne de la liberté du commerce qui lui est conservée. »

Société des anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. — Samedi dernier, 16 février, la Société des anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers a donné son 33e Bal annuel à l'Hôtel Continental, sous la présidence d'honneur de M. le Président de la République, qui était représenté par le Colonel Denain. Cette grande fête, brillamment réussie, fut également honorée de la présence de M. Gaston Vidal, sous-secrétaire d'État à l'Enseignement

technique, et de M. Paul Laffont, sous-secrétaire d'État aux Postes et Télégraphes.

Plusieurs autres membres du Gouvernement s'étaient fait représenter. On remarquait dans l'assistance, d'environ 2 500 personnes, nombre de hautes personnalités, des Arts, des Sciences, de l'Industrie, du Commerce, des présidents d'Associations, des délégations d'anciens élèves d'écoles spéciales scientifiques et militaires.

Congrès. Expositions. — Congrès des relations commerciales internationales. — Sous les auspices de la ville de Lyon et de la Chambre de Commerce, un Congrès scientifique pour l'expansion des relations commerciales internationales doit avoir lieu du 1er au 4 mars 1924.

Parmi les questions à l'ordre du jour figurent :

La liberté de circulation des capitaux ; le paiement des droits de douane en or ; le régime commercial des colonies, en particulier en Afrique ; le commerce des pays à change élevé ; la fin des régimes transitaires et l'organisation d'un régime commercial stable entre les États d'Europe ; les rapports au point de vue douanier des industries des matières premières et des industries de transformation, etc.

Le rapport général sera établi par M. Rist, président de la Faculté de Droit de Paris.

Dans le monde électrique. — Décès de M. Rechniewski. — Nous apprenons la mort d'un des pionniers de la technique électrique : M. W.-C. Rechniewski, décédé subitement le 8 février à l'âge de 62 ans.

Rechniewski, après avoir terminé ses études au Polytechnicum de Zurich, se consacra à l'électricité, que l'Exposition de 1881 avait montrée devoir être la base d'une industrie importante. Il attira bientôt l'attention des techniciens tant par les articles qu'il publia dans « La Lumière électrique » que par la dynamo qu'il présenta à l'Exposition universelle de 1889. En 1891, il entra aux Ateliers Postel-Vinay, dont il devint ingénieur en chef et administrateur. Depuis 1904, il était administrateur de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — Compagnie française des Fours électriques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 18 février 1924, page 118, cette société anonyme française en formation, dont le siège est à Paris, 102, rue du Faubourg-Poissonnière, a pour objet la fabrication des fours industriels électriques.

Sa durée est de dix années à compter de sa constitution définitive

Le capital est fixé à 600 000 fr à souscrire en numéraire et à libérer d'un quart en souscrivant.

Il sera créé 1000 parts de fondateurs, dont 600 seront distribuées aux souscripteurs à raison d'une part bénéficiaire par 10 actions souscrites, et 400 resteront à la disposition du Conseil d'administration pour rétribuer certains concours.

Après prélèvement de la réserve légale, les bénéfices nets seront ainsi répartis : 75 pour 100 à la disposition de l'assemblée générale des actionnaires, 10 pour 100 aux parts de fondateurs, 10 pour 100 au Conseil d'administration, qui aura droit, en outre, à des jetons de présence à fixer par l'assemblée.

Le Conseil est autorisé à porter le capital à 1 million de francs sans qu'il soit besoin d'une résolution de l'assemblée générale.

Augmentations de capital. — Société Schneider et Compagnie. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 11 février 1924, cette société, dont le siège est à Paris, 42, rue d'Anjou, procède actuellement à une augmentation de son capital qui, en exécution des résolutions de l'assemblée générale extraordinaire du 11 février courant, sera porté de 50 millions à 100 millions de francs, par l'émission de 125 000 parts ou actions nouvelles de 400 fr nominal ayant droit aux bénéfices de l'exercice 1923-1924 qui a commencé le 1er mai 1923.

Sur ces 125 000 parts ou actions nouvelles, 62 500 sont souscrites ferme par divers groupes et 62 500 font l'objet d'une émission publique.

Ces 62 500 titres sont offerts par préférence aux anciens actionnaires qui ont la faculté de souscrire à titre irréductible une action nouvelle pour deux anciennes, et qui peuvent également souscrire à titre réductible, la répartition devant être faite entre eux au prorata des titres anciens possédés, également avec un maximum de une action nouvelle pour deux actions anciennes.

Le reliquat disponible après exercice du double droit de préférence des anciens actionnaires sera réparti entre les souscripteurs non actionnaires au prorata de leurs demandes.

Le prix d'émission est fixé à 1 150 fr pour les souscriptions irréductibles et réductibles des anciens actionnaires et à 1 300 fr pour les souscriptions du public non actionnaire.

Le prix sera réglé de la façon suivante :

1° A la souscription, versement de 850 fr pour les souscriptions à titre irréductible ; versement de 325 fr pour les souscriptions à titre réductible ;

2° A la répartition et seulement pour les souscriptions à titre réductible ;

Versement de 525 fr pour les anciens actionnaires ;

Versement de 675 fr pour le public non actionnaire ;

3° Entre le 21 mars et le 30 juin, au plus tard, règlement du solde, soit 300 fr par titre en un unique versement portant intérêt au profit de la société au taux de 6 pour 100 l'an à compter du 21 mars.

Les souscripteurs ont la faculté de se libérer intégralement : à la souscription, en ce qui concerne les souscriptions irréductibles : à la répartition, en ce qui concerne les souscriptions réductibles.

Le droit de souscription des anciens actionnaires sera constaté par une estampille apposée sur les actions anciennes (titres au porteur ou certificats nominatifs).

Société d'Éclairage électrique de Cannes. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 18 février 1924, p. 119, cette société, dont le siège est à Lyon, 12, rue de la République, va procéder à l'émission de 2400 bons de 500 fr chacun, productifs d'un intérêt annuel de 7 pour 100, net de tous impôts présents et futurs, à l'exception des droits de transmission, de transfert et de conversion, et payable par semestre, les 1er septembre et 1er mars de chaque année.

Ces bons sont émis à 480 fr l'un. Ils sont remboursables à 500 fr le 1er mars 1935. Toutefois, la société se réserve le droit, à partir du 1er mars 1930, de se libérer par anticipation, en partie ou en totalité, soit par tirages annuels, soit par rachat en Bourse.

Ces bons ne jouissent d'aucune garantie spéciale et sont purement chirographaires.

Tous les porteurs seront obligatoirement constitués en une société civile, dont le siège est au siège de la société débitrice.

Société d'Injection rapide et Conservation des Bois. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 18 juin 1924, p. 117, cette société, dont le siège est à Paris, 7, rue de Mogador, va porter son capital social de 750 000 fr à 1 million de francs par la création de 2 500 actions de 100 fr à souscrire en numéraire.

La souscription aux actions nouvelles est réservée, par préférence, aux actionnaires anciens à raison d'une action nouvelle à 103 fr, payables en souscrivant, pour 3 actions anciennes. La remise du coupon n° 2 tiendra lieu de présentation du titre.

La souscription sera ouverte du 20 février au 10 mars 1924.

Les 2 500 actions nouvelles n'auront pas droit au coupon afférent à l'exercice qui se clôturera le 30 avril 1924.

Société électrique de Voyenne. — Cette société procède actuellement à l'émission de 1 600 obligations de 500 fr rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100. Le bilan au 30 juin 1924, se soldait par un bénéfice net de 60 978 fr.

Divers. — **Société française des Constructions Babcock et Wilcox.** — Les actionnaires de cette société, dont le siège est à Paris, 48, rue La Boétie, réunis récemment en assemblée ordinaire, sous la présidence de M. Edmond Dupuis, président du Conseil d'administration, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice clos le 31 juillet 1923, présentant un solde bénéficiaire net de 11 millions 650 801,43 fr.

Une somme de 6 millions de francs, a été affectée aux amortissements. Sur le solde distribuable, 184 570,47 fr ont été prélevés pour porter la réserve légale à 10 pour 100 du capital social; 729 934,63 fr ont été attribués au Conseil d'administration et 2 225 000 fr ont été affectés à la réserve générale. Le dividende a été fixé à 20 pour 100, soit, net, 90 fr aux actions nominatives de 500 fr et 87,45 fr aux actions au porteur.

Les résultats obtenus au cours de l'exercice 1922-1923 ont marqué quelque progrès sur l'exercice précédent; ils sont dus à l'activité des services de la société, aux perfectionnements introduits dans les moyens de production des ateliers que le conseil continue à développer, et également à l'aisance de la situation financière sociale.

La Société France-Atlantique et la Compagnie générale de Constructions navales, dans lesquelles la société est intéressée, sont restées dans la même situation qu'auparavant.

Société des Forces motrices de la Garonne. — L'assemblée extraordinaire qui s'est tenue récemment, au siège social, à Paris, 82, boulevard Haussmann, a décidé de réduire le capital social de 4 500 000 fr à 1 625 000 fr, cette réduction de 2 875 000 fr étant supportée pour 2 625 000 fr par les actions ordinaires et 250 000 fr par les actions de priorité, par réduction du nominal des titres.

Le capital ainsi réduit sera porté ultérieurement à 4 millions de francs par l'émission de 4 750 actions nouvelles, dont une partie sera remise à la Société fermière des Forces motrices de la Garonne, en rémunération d'apports.

Une assemblée générale des obligataires, a approuvé le programme de réorganisation de la société. Le service d'intérêts et d'amortissements des obligations émises en 1918 au taux de 6 pour 100 net s'effectuera comme il suit :

Les coupons correspondant aux années 1922 et 1923 seront réglés à raison de 1 pour 100 net de la valeur nominale des obligations dans un délai d'un mois à dater de l'assemblée de vérification de l'augmentation de capital; le taux de l'intérêt pour 1924 sera fixé à 2 pour 100 et augmentera de 1 pour 100 chaque année pour atteindre 6 pour 100 et rester fixé à ce taux à partir de l'échéance du 15 juin 1928.

BREVETS RÉCENTS

568 273. — Legrand (S.-L.-A.); Limiteur de température pour les appareils domestiques comportant un chauffage électrique, 2 juillet 1923.

568 274. — Naether (E.); Dispositif électromagnétique de protection contre les surcharges de circuits électriques, de préférence dans les installations consommant du courant, 2 juillet 1923.

568 290. — Société dite : Radiative Corporation; Perfectionnements aux diaphragmes à ondes sonores, 2 juillet 1923.

568 303. — Rual (J.-B.); Interrupteur électrique, 3 juillet 1923.

568 308. — Poincelet (R.-A.), Clavier (A.-G.); Dispositif de réception de télégraphie sans fil, 3 juillet 1923.

568 313. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Dispositif de boîte pour le groupement d'un certain nombre d'éléments de piles sèches.

568 333. — Bruce (W.-M.); Perfectionnements aux relais télégraphiques, 3 juillet 1923.

568 335. — Brooks (W.); Perfectionnements aux systèmes et aux dispositifs d'éclairage électrique, 3 juillet 1923.

568 339. — Société dite : International Callophone Corporation; Perfectionnements dans les systèmes téléphoniques, 4 juillet 1923.

568 340. — Société dite : Felten und Guilleaume Carlswerk Actien Gesellschaft; Perfectionnements apportés aux systèmes de liaison, entre les câbles de transmission électrique munis de bobines Pupin et les manchons renfermant ces bobines, notamment à ceux pour câbles sous-marins, 4 juillet 1923.

568 341. — Société dite : Felten und Guilleaume Carlswerk Actien Gesellschaft; Perfectionnements apportés aux procédés pour l'obtention d'une valeur constante de la self-induction par unité de longueur dans les conducteurs Krarup, 4 juillet 1923.

568 342. — Société dite : Felten und Guilleaume Carlswerk Actien Gesellschaft; Perfectionnements aux systèmes d'entrée des conducteurs d'un câble sous-marin dans un manchon, 4 juillet 1923.

568 343. — Société dite : Felten und Guilleaume Carlswerk Actien Gesellschaft; Perfectionnements apportés aux coquilles mobiles à bobines pour câbles électriques, notamment à celles pour câbles sous-marins, 4 juillet 1923.

568 353. — Société dite : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour l'amélioration du fonctionnement en parallèle d'un redresseur à émission cathodique avec une source de courant continu à tension constante, 4 juillet 1923.

568 354. — Société dite : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour l'amélioration du fonctionnement en parallèle d'un redresseur à émission cathodique avec une source de courant continu à tension constante, 4 juillet 1923.

568 360. — Vogt (J.); Interrupteurs électriques, 4 juillet 1923.

568 386. — Leroyer (L.-G.); Perfectionnements aux commutateurs à bascule, 5 juillet 1923.

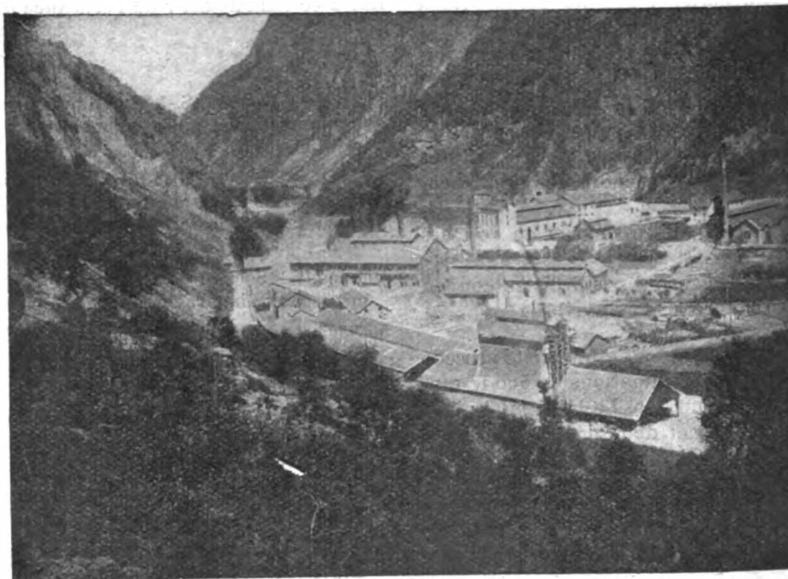
568 398. — Vaillaux (E.-L.); Dispositif réalisant le fonctionnement automatique d'une station électrique auxiliaire, 5 juillet 1923.

568 400. — Gilson (P.-C.); Procédé et appareil pour mesurer la consommation de charbon ou le rendement d'une station génératrice d'électricité ou ses facteurs, 5 juillet 1923.

568 408. — Société dite : Naamlooze Vennotschap Philip's Gloeilampenfabrieken; Electrode pour les tubes à décharge et procédé pour son établissement, 5 juillet 1923.

Société des Électrodes de Savoie

Usines à NOTRE-DAME-DE-BRIANÇON (Savoie)



ÉLECTRODES HAUTE CONDUCTIBILITÉ — CHARBONS GRAPHITÉS POUR TOUS USAGES

Produits extra-réfractaires en carbone, carborundum, alumine fondue.

Isolateur N° 1170



20000 Isolateurs de ce modèle sont en service à 60000 volts dont plusieurs milliers depuis 10 ans



Télégr. ISOREX-REIMS

Téléphone 21

CHARBONNEAUX & Cie

VERRERIES DE REIMS

Fournisseurs des Postes et Télégraphes

ISOLATEURS EN VERRE

Pour Basses et Hautes Tensions

PRODUCTION JOURNALIÈRE

17000 PIÈCES

Agents à Paris

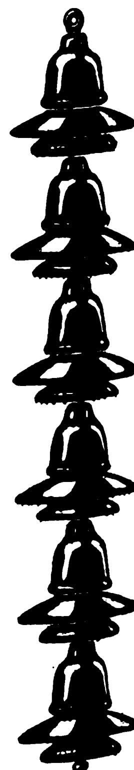
MM. H. PARADIS & RABBY

115, Rue du Faubourg-Poissonnière

Téléphone : Trud. { 37-71 / 22-86

Inter. : 65

Envoi du Catalogue sur demande



Cette chaîne composée de 6 éléments 2201 supporte sous pluie 310 000 volts

Registre du Commerce. REIMS. N° 1883.

568 409. — Blathy (O.-T.); Disposition du système magnétique dans les compteurs à induction pour courant alternatif, 5 juillet 1923.

568 418. — Wawter (C.-E.); Résistance élevée variable, 6 juillet 1923.

568 424. — Société P. de Lachomette, Villiers et Cie et M. Gaillard (L.); Contrôleur de distribution pour installation électrique comportant des appareils à accumulation d'énergie, 6 juillet 1923.

568 435. — De Jarry (P.-L.); Chaîne à passage central pour câble électrique ou autres à talon multiple, 6 juillet 1923.

568 438. — Frouillou (F.-G.); Dispositif de raccord pour le jonctionnement de fils ou câbles électriques, 6 juillet 1923.

568 445. — Société dite : Emile Haefely et Cie S. A.; Système de protection du type à condensateur pour enroulements à haute tension, 6 juillet 1923.

568 452. — Saran (M.-A.); Dispositif de sécurité dans les installations d'éclairage électrique des véhicules automobiles ou analogues, 7 juillet 1923.

568 474. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux machines dynamo-électriques fonctionnant en parallèle, 3 juillet 1923.

568 481. — Peyrot (H.); Dispositifs de scellements métalliques pour poteaux bois de lignes télégraphiques, téléphoniques de transport de force, etc., 7 juillet 1923.

568 493. — Société dite : Ateliers de Constructions Lavalette; Perfectionnements aux magnétos d'allumage des moteurs à explosions, 9 juillet 1923.

568 498. — Société dite : Appareillage électrique Grivolas; Interrupteur électrique, 9 juillet 1923.

568 500. — Célérier (J.), Kleytmans (J.); Lampe électrique à filament renouvelable, 9 juillet 1923.

568 518. — Salles (P.-M.-R.); Accumulateur électrique d'eau chaude, 5 juillet 1923.

568 529. — Granier (J.); Réseau téléphonique souterrain et aérosouterrain avec sous-répartition, 10 juillet 1923.

568 532. — Société anonyme : Bronzes, Cuivreries et Ferronneries artistiques et industrielles; Répartiteur de lumière, 10 juillet 1923.

568 534. — Goodman (W.-H.); Condensateur électrique, 10 juillet 1923.

568 538. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système de commande de moteurs électriques pouvant s'appliquer aux machines à papier ou appareils analogues, 10 juillet 1923.

568 539. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux turbines à fluide élastique, 10 juillet 1923.

568 540. — Société dite : Compagnie des Lampes; Dispositif à vapeur de mercure, 10 juillet 1923.

568 548. — Stavet (J.); Mode général de construction et types de réalisation d'un commutateur automatique à courants alternés, 10 juillet 1923.

568 558. — Poulain (A.); Eléments isolants pour boîtes de dérivation, 10 juillet 1923.

568 572. — Chaumet (M.), Fortuna (J.); Gabarit pour bobinage, 11 juillet 1923.

568 575. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système de commandes séparées ou individuelles pour machines à papier et appareils analogues, 11 juillet 1923.

568 582. — Morel (L.); Boîte de connexions pour moteur universel, 11 juillet 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Radio-Club de France :

Jeudi 28 février 1924, 20 h 45. Amphithéâtre Descartes de la Sorbonne, 15, rue de la Sorbonne. — Conférence sur *La Radiogoniométrie des ondes de 200 m*, par M. du Bourg de Bozas, ingénieur.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 2 mars 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *La vie de Reaumur*, par M. Guillet, directeur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	16 février	8 février	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	850	850	710	650	300
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen........	719	663	616,50	363	178
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen........	719	663	616,50	383	178
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen........	711	655 50	610,75	358	178
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris........	2 958	2 683	1 627	821	501,50
Etain Biliton, liv. Havre........					
Etain Détroits, liv. Havre........	2 919	2 653	1 613	821	501,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris........	2 891	2 652	1 563	783	488
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	363	340	242	112	57,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris........	368	345	247	122	57
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris........	387,50	372	300	137	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris........	421,50	403	319	156	59,50

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les salaires et le coût de la vie. — L'Union des Industries métallurgiques et minières, de la Construction mécanique, électrique et métallique et des Industries qui s'y rattachent, qui groupe quatre-vingt-dix-neuf syndicats, a tenu le mardi 19 février 1924 son assemblée générale annuelle. Le rapport qui y a été présenté par le bureau de l'Union est des plus importants et des plus intéressants par les considérations qui sont développées sur la situation économique des nombreuses industries que groupe cette Union. Nous en extrayons le passage suivant qui se rapporte à une question que la crise actuelle des changes et la perspective de nouveaux impôts rendent véritablement angoissante : le coût de la vie et les salaires.

La question des salaires a naturellement fait l'objet de nos préoccupations journalières, puisqu'elle constitue l'un des facteurs essentiels de la marche des industries et l'élément primordial de la vie ouvrière.

Le taux des salaires intervient, en effet, à deux points de vue dans la vie économique : au point de vue des prix de revient des produits industriels et au point de vue du pouvoir d'achat des ouvriers, c'est-à-dire d'une catégorie importante des consommateurs pour toutes les denrées et objets de première nécessité. En premier lieu, toute augmentation de salaires a une répercussion directe sur les prix de vente et tend à limiter la consommation intérieure et surtout le développement des exportations. Il ne faut pas perdre de vue à cet égard que la réduction de la journée de travail qui a abouti à une majoration très importante des salaires horaires, continue à peser lourdement sur nos industries. D'autre part, l'accroissement du pouvoir d'achat des ouvriers permet aux intermédiaires d'élever abusivement le prix des produits nationaux au niveau des marchandises importées et, en aggravant ainsi les effets directs de l'élévation des changes étrangers, généralise et consolide la cherté de la vie.

On voit combien, dans cette question des salaires, l'intérêt de l'ouvrier est solidaire de celui de l'industrie qui l'emploie, puisque, si l'ouvrier ne bénéficie pas des augmentations de salaires exagérées qui peuvent lui être allouées, celles-ci, au contraire, sont susceptibles de se retourner contre lui en risquant, par leur répercussion sur les prix de revient, de diminuer les débouchés et de lui assurer ainsi moins de sécurité dans ce travail.

A ce sujet, il n'est peut-être pas inutile de rappeler ce qui s'est passé pendant la période de baisse des prix, en 1921 et 1922.

Bien que nous nous soyons toujours opposés à l'adaptation automatique des salaires au coût de la vie, il n'a pas été possible de faire abstraction des faits ; aussi, de même que l'élévation des prix après l'armistice avait entraîné une augmentation sans mesure des salaires, de même on aurait pu penser que, le coût de la vie diminuant, les salaires subiraient une réduction identique.

Or, si, pendant cette période, certaines réductions ont été effectuées, presque partout elles ont été insuffisantes et il existe beaucoup de centres et beaucoup d'industries où il n'en a été pratiqué aucune. Le résultat en a été que les ouvriers, bénéficiant ainsi d'une puissance d'achat accrue, les fournisseurs se sont efforcés de maintenir leurs exigences, et que la baisse, au lieu d'aller en s'accentuant, s'est trouvée ralentie.

Mais il en est résulté aussi qu'au moment de la nouvelle ascension des prix, les ouvriers dont les salaires avaient été maintenus ou insuffisamment réduits devaient être en mesure, pendant quelque temps tout au moins, de faire face à ce renchérissement, sans augmentation de salaires.

C'est de ces considérations que nous nous sommes inspirés pour résoudre la question des salaires au cours de l'année 1923.

Tout en tenant compte des nécessités d'existence des ouvriers, nous nous sommes attachés, d'une part, à ne procéder à des relèvements de salaires que lorsqu'ils pouvaient se trouver justifiés par l'augmentation du coût de la vie et, d'autre part, à aménager ces augmentations de telle sorte qu'elles ne soient pas elles-mêmes génératrices de nouvelles élévations des prix.

En particulier, nous n'avons jamais cessé de mettre en garde nos adhérents contre les augmentations collectives de salaires et nous avons été suivis, car, à l'exception des rares groupements liés par des conventions collectives prévoyant la variation automatique des salaires en fonction du coût de la vie et sauf également certaines circonstances spéciales, on constate que c'est par une évolution lente et insensible, par une série de réajustements individuels permettant une adaptation très souple au

mouvement des prix, en même temps qu'aux conditions économiques, que, dans la plupart des groupements de nos industries, les salaires ont été majorés.

Quelle a été l'importance de ces majorations ? Étant donné justement le caractère des réajustements dont nous venons de parler, il était difficile d'obtenir des précisions à cet égard.

Nous avons pu, cependant, grâce à des enquêtes poursuivies dans un grand nombre de régions et portant sur les salaires réels moyens, aboutir à des constatations intéressantes, en ce qui concerne les relèvements effectués.

Nous nous permettons, à cette occasion, en remerciant ceux de nos adhérents qui ont répondu à notre demande, d'insister sur l'intérêt que présente l'accomplissement périodique d'enquêtes de cette nature, qui apportent des indications beaucoup plus utiles que la simple connaissance des salaires de base, toujours dépassés en fait.

Des enquêtes auxquelles il a été ainsi procédé, il résulte que, dans certains centres, les augmentations ont atteint 15 pour 100, dans d'autres 12 pour 100, dans certains, ceux où de 1920 à 1922, la diminution avait été particulièrement faible, 5 pour 100 et que, dans l'ensemble, l'augmentation moyenne a été de 10 pour 100.

Les augmentations ainsi effectuées ont ramené presque partout les salaires très peu au-dessous du niveau où ils étaient en 1920, à l'époque où le coût de la vie était le plus élevé. Or, les indices constatés à cette date étaient, en moyenne, supérieurs d'environ 5 pour 100 à ceux constatés au 1er janvier 1924.

On voit que, par le jeu des augmentations dont nous venons de parler, les salaires sont toujours restés largement suffisants, même en ce qui concerne les catégories d'ouvriers les moins rémunérés, pour tenir compte du coût de la vie et c'est assurément une des raisons pour lesquelles les conflits ont été relativement rares et peu graves depuis un an.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Les importations de carbure de calcium en Angleterre, en 1923. — On ne fabrique pas de carbure de calcium en Angleterre, en raison du prix élevé du courant pour les quelques usines hydro-électriques qui s'y trouvent. Aussi tout le carbure consommé est-il importé. Ces importations pour 1923 s'élèvent à 36 000 tonnes longues environ, contre 27 500 tonnes en 1922. C'est à l'heure actuelle le principal débouché des autres pays pour ce produit, alors qu'avant la guerre l'Allemagne était le grand marché international du carbure.

La production du carbure de calcium en Espagne. — L'Espagne fabrique annuellement 20 000 tonnes de carbure dans 13 usines, dont quelques-unes ont déjà un quart de siècle d'existence.

Demandes de concessions pour l'établissement soit de lignes de transmission d'énergie, soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie. — *Côte-d'Or et Haute-Saône.* La Société bourguignonne et franc-comtoise d'Électricité a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'État, une ligne pour la distribution de l'énergie aux services publics sur le parcours compris entre Mirebeau-sur-Bèze et Arc-les-Gray.

Sèvres (Deux-). — La Société Energie électrique du Poitou, qui a obtenu la concession d'une distribution d'énergie aux services publics entre Faymoreau et Thouars, a sollicité l'extension de ladite distribution au parcours compris entre La Maucarrière et le Fief-d'Argent.

Tarn. — La Société pyrénéenne d'Energie électrique dont le siège est à Paris, 12, rue Saint-Florentin, a sollicité une concession de distribution aux services publics sur le parcours compris entre l'usine de La Bourélie et Cadalen.

Demandes de permission de voirie pour l'établissement de lignes de transmission et de lignes de distribution d'énergie aux services publics. — *Côtes-du-Nord.* — MM. Auffray, Robillard et Avril, distillateurs à Lamballe, ont demandé l'autorisation d'installer dans la cour des marchandises de la gare de Lamballe une canalisation électrique aérienne destinée à actionner le moteur de la station de pompage qu'ils possèdent dans ladite cour.

Gard. — La Société Energie industrielle a sollicité des permissions de voirie pour l'établissement, entre Saint-Ambroix et Bessèges, d'une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les communes de Meyrannes, Molières et Robies.

Pas-de-Calais. — La Compagnie des Mines de Vicoigne, Noeux et Drocourt a obtenu l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une ligne de transmission d'énergie à 45 000 v, destinée à relier la fosse n° 3 de Drocourt au réseau de la Compagnie électrique du Nord, à Beaumont.

Tarn-et-Garonne. — La Société Electricité, Gaz et Eau de Moissac a sollicité l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une ligne de transmission d'énergie à 10 000 v destinée à renforcer l'alimentation du réseau de distribution de la ville de Moissac, dont elle est concessionnaire.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — *Rhône.* — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Propières.

Seine-et-Oise. — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux dans les communes de Juziers et Guitrancourt.

Seine-et-Marne. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique dans la commune de Saint-Brice.

Combustibles. — La production houillère française et les importations de combustibles en décembre et pendant toute l'année 1923. — *Production française.* — Pendant le mois de décembre, la France a produit 3 277 000 t de houille et de 69 700 t de briquettes, au total, 3 346 700 t contre 3 506 000 t en novembre et 3 689 900 t en octobre. Il y a eu, en décembre, six dimanches et jours fériés, mais il y a eu aussi la fête des mineurs, la Sainte-Barbe, de sorte que nous compterons seulement vingt-quatre journées de travail pendant le mois ; par conséquent, la production journalière moyenne a été d'à peu près 139 500 t contre 140 250 t en novembre, 136 700 t en octobre, 128 600 t en juillet et 136 150 t, moyenne mensuelle de 1913.

Pendant toute l'année 1923, la France a produit 38 486 000 t de houille et lignite, dont 4 219 000 t pour les mines de Lorraine ; comme la France produisait, en 1913, 40 922 000 t, il faut déduire de la production totale de 1923 celle de Strasbourg pour pouvoir faire une comparaison judicieuse avec



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

Bethenod (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Blondel (A.) et Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondel (A.) et Carbenay (F.). — Méthode d'analyse expérimentale des propriétés des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

Blondel (A.) et Lavanchy (C.). — Contribution à la théorie des audions générateurs, conditions d'amorçage et degré d'amortissement des oscillations de faible amplitude obtenues par ces appareils. Une broch., 28 cm × 22 cm, 26 pages, 4 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Les phénomènes d'interruption dans l'huile et les possibilités de réglementation des appareils. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr. .

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1 pages, 3 fr.

Duval (C.) et Bouskeous (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages. 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Giran (H.). — Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 2 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Maynard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Morin (P.). — L'énergie hydraulique dans le Massif Central de la France. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Nouguier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm×22 cm 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Perlion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, nº 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), nº 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.). — Poste de 900 kw installé sur les canalisations triphasées, 5250 v, 50 p : s, de la Compagnie d'Electricité de Marseille. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 p., 3 fr.

Reyval (J.). — La centrale de Comines. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 30 pages, 4 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Waterraux (M.). — Usines hydro-électriques du Louron. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3,50 fr.

Waterraux (M.). — L'usine électrochimique de Lannemezan. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

l'avant guerre; la différence, en ce cas, est de 6 655 000 t, représentant le déficit actuel de la production des mines françaises comparativement à 1913. Voici quelle a été la production du Nord et du Pas-de-Calais en décembre et pendant toute l'année 1923 :

	Décembre tonnes	Année 1923. tonnes
Pas-de-Calais : mines non sinistrées.	767 691	9 223 951
Pas-de-Calais : mines sinistrées......	586 027	6 060 470
Nord : mines sinistrées..............	480 297	5 611 486
	1 834 015	20 895 907

En 1913, le Nord et le Pas-de-Calais produisaient 27 520 000 t; la différence avec 1923 se chiffre donc par 6 624 000 t, soit, à peu de chose près, le déficit trouvé d'autre part.

En décembre, les mines françaises ont produit 189 532 t de coke et 1 985 735 t, pendant toute l'année, soit environ 700 000 t de moins qu'en 1913; sur le total de l'an dernier, le Nord et le Pas-de-Calais s'inscrivent pour 1 331 495 t, soit environ un million de tonnes de moins qu'en 1913.

En décembre, les mines françaises ont produit 263 324 t d'agglomérés et 2 793 047 t en 1913 : sur ces chiffres, le Nord et le Pas-de-Calais s'inscrivent respectivement pour 147 864 t et 1 691 256 t.

Importation en France. — Pendant le mois de décembre, le total des importations de houille et lignite en France, a été de 2 347 524 t. Dans ce total, l'Angleterre entre pour 1 505 438 tonnes.

Pendant toute l'année 1923, le total des importations a été de 26 269 805 t, contre 22 334 126 t en 1922 et 18 710 935 t en 1913.

La répartition, suivant les pays importateurs, est résumée dans le tableau suivant :

	Année 1923. tonnes	Année 1922. tonnes	Année 1913. tonnes
Angleterre..........	17 954 597	12 098 917	11 257 228
Allemagne..........	1 478 527	3 730 665	1 100 376
Belgique............	2 179 099	2 378 697	3 669 465
Sarre...............	3 184 273	3 534 224	
Amérique..........	670 813	23 255	11 688
Pays-Bas..........	711 405	564 076	274 747
Autres pays........	83 141	4 340	7 409

Les importations de coke ont été de 357 252 t. Dans ce total, l'Allemagne entre pour 250 403 t.

Pendant toute l'année 1923, le total des importations de coke a été de 3 638 393 t contre 5 140 183 t en 1922, et 3 070 038 t en 1913.

La répartition, suivant les pays importateurs, est résumée dans le tableau suivant :

	Année 1923. tonnes	Année 1922. tonnes	Année 1913. tonnes
Angleterre.........	384 101	70 169	9 989
Allemagne..........	2 073 460	4 303 324	2 392 897
Belgique...........	497 839	497 650	547 208
Sarre..............	96 431		
Amérique..........	169 358		6 378
Pays-Bas..........	375 349		111 814
Autres pays.......	31 855	269 040	1 732

Exportations françaises. — Pendant le mois de décembre 1923, le total des exportations a été de : 227 696 t pour la houille, 45 678 t pour le coke et 14 073 t pour les agglomérés.

Pendant l'année 1923, les chiffres totaux sont les suivants : houille et lignite, 2 361 170 t; coke, 496 398 t; agglomérés, 238 116 t.

Métallurgie LES EXPORTATIONS BRITANNIQUES D'ALUMINIUM PENDANT L'ANNÉE 1923. — L'Angleterre a exporté 6 140 tonnes longues d'aluminium en 1923, contre 6 617 tonnes en 1922. De tels résultats sont remarquables si on considère que ce pays n'a pas de bauxites et très peu de chutes d'eau. Mais il a du charbon et du bon anthracite qui sont les facteurs essentiels du prix de revient de l'alumine et des électrodes, et cela explique la prospérité d'une industrie qui, de prime abord, paraît un peu paradoxale dans ce pays.

LES EXPORTATIONS BRITANNIQUES DE FERRO-ALLIAGES PENDANT L'ANNÉE 1923. — Les statistiques anglaises indiquent le chiffre de 168 472 tonnes longues (de 1 016 kg) pour les exportations de ferro-alliages en 1923, contre 142 684 tonnes en 1922. Mais, par ferro-alliage, on entend surtout le ferro-manganèse, les exportations ou réexportations d'autres ferros proprement dits étant presque insignifiantes. Sur ce total, les Etats-Unis ont reçu 105 601 tonnes, la Belgique 21 456 tonnes et les autres pays 41 415 tonnes.

LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE AUX ETATS-UNIS EN JANVIER 1924. — La production de fonte aux Etats-Unis s'est relevée de 2 920 982 tonnes longues de 1 016 kg en décembre 1923 (31 jours) à 3 018 890 tonnes en janvier 1924 (31 jours). Ainsi, la moyenne journalière, qui n'avait pas cessé de décroître depuis juin 1923, enregistre un progrès de 3 159 tonnes, avec 97 384 tonnes produites par jour en janvier contre 94 225 le mois précédent ; en mai, mois où la production a touché son point culminant, cette moyenne ressortait à 124 764 tonnes.

On comptait, à la date du 1er février 1924, 248 hauts fourneaux à feu au lieu de 231 à la date du 1er janvier (301 1er juin 1923).

Economie industrielle et sociale. — NOTICE SUR L'ENREGISTREMENT INTERNATIONAL DES MARQUES DE FABRIQUE OU DE COMMERCE. — Le grand intérêt que présente, pour les industriels et les commerçants qui font des affaires hors de leur pays, la protection à l'étranger de leurs marques de fabrique ou de commerce, a engagé les gouvernements d'un certain nombre d'états, parmi lesquels figure la France, à créer un service d'enregistrement international de ces marques. Ce service, institué par un arrangement international conclu le 14 avril 1891, fonctionne à Berne, au Bureau international de l'Union pour la Protection de la Propriété industrielle. Il a pour but de permettre aux propriétaires de marques, protégés dans leur propre pays, d'obtenir dans tous les états contractants, par la voie la moins coûteuse et au moyen d'une demande unique, déposée auprès de leur administration locale, « la même protection que les nationaux et le même recours contre toute atteinte portée à leurs droits ».

Le Bureau international reçoit des administrations des différents pays les demandes d'enregistrement international, les inscrit sur un registre spécial, avise les états dans lesquels l'arrangement est en vigueur, et, dès lors, la protection est de droit dans chacun de ces états, l'enregistrement international y déployant les mêmes effets que si le dépôt y avait été effectué directement.

Moyennant l'accomplissement des formalités fixées dans le décret du 20 mai 1903, le déposant est protégé de plein droit dans les pays suivants : Autriche, Belgique, Brésil, Cuba, Espagne, France, Hongrie, Italie, Mexique, Pays-Bas, Portugal, Suisse, Tunisie. Cette protection s'étendra ipso

facto à tous les États qui adhéreront dans la suite à l'arrangement.

En résumé, l'enregistrement international des marques françaises coûte en tout 175 fr pour la première marque et 75 fr pour chacune des autres marques déposées en même temps par le même propriétaire. En effectuant les dépôts dans tous les états contractants autres que la France, conformément aux dispositions de la législation intérieure de chaque pays, on aurait à débourser, pour chaque marque déposée, une somme de 300 fr pour taxes officielles, non compris les frais accessoires pour requêtes, légalisations, traduction, etc. Cette simple constatation suffit à faire comprendre les grands avantages de l'enregistrement international, qui se résument ainsi : un seul dépôt dans le pays d'origine et une taxe unique et modérée.

Le Bureau international de la Propriété industrielle, à Berne, fournit, sans frais, les renseignements complémentaires qui lui sont demandés. Il publie les marques déposées dans un recueil spécial « Les marques internationales », supplément ajouté à son organe officiel « La Propriété industrielle ».

Sociétés. Groupements. — Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité industrielle de Paris. — Samedi dernier, 23 février, a eu lieu, sous la présidence effective de M. Raynald Legouëz, commandeur de la Légion d'honneur, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité, le banquet annuel de l'Association des anciens Élèves de l'École d'Électricité industrielle de Paris. Dans un des salons de la Taverne du Nègre, à Paris, de nombreux camarades avaient répondu avec empressement à l'invitation de leur président et le succès de ce banquet fut particulièrement brillant.

Au dessert, après un discours dans lequel M. J. Virolle, président de l'Association, remercia vivement les personnalités du monde des électriciens et, en particulier, M. Legouëz, d'avoir bien voulu honorer de leur présence cette fête amicale, M. Charliat, directeur de l'École et président d'honneur de l'Association, prit la parole. Puis, par une fable improvisée, intitulée « la Pile et l'Accumulateur », M. Chéneveau, ancien professeur de l'École, « humoriste et poète à ses heures » rappeler à l'assemblée que l'on a toujours besoin d'un plus petit que soi.

M. Legouëz leva ensuite son verre à la prospérité de l'Association, non sans avoir félicité M. Charliat et les collaborateurs qui ont permis au directeur de l'École de mener à bien une entreprise dans laquelle ce dernier avait si bien su réunir l'enseignement technique et l'enseignement pratique.

Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens. — Jeudi prochain, 6 mars, aura lieu sous la présidence de M. Gaston Vidal, sous-secrétaire d'État à l'Enseignement technique, dans les salons du Palais d'Orsay, à Paris, le banquet corporatif, suivi de bal, de la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens. Le prix du banquet est fixé à 50 fr et l'on peut se procurer des invitations pour le bal, en s'adressant au siège social, 3, rue de Lutèce, à Paris.

Concours. Récompenses. — Distribution des récompenses de la fondation Lakhosky aux amateurs de télégraphie sans fil. — Le Radio Club de France nous communique que le comité de la Fondation Lakhosky, qui s'est réuni le 5 janvier sous la présidence de M. le général Ferrié a décidé de récompenser les amateurs français de télégraphie sans fil qui se sont le plus distingués pendant l'année 1923 et, en particulier, pendant les essais transatlantiques où ont été réalisées des performances techniques remarquables.

La Commission a attribué à l'unanimité les récompenses suivantes : M. Léon Deloy (de Nice) : médaille d'or pour avoir réussi, pour la première fois, une communication bilatérale avec les amateurs américains en novembre 1923 sur 100 m de longueur d'onde et une puissance dans l'antenne d'environ 250 w ;

M. Pierre Louis (d'Orléans), médaille d'argent pour avoir réussi des transmissions avec les amateurs américains sur 110 m de longueur d'onde et un courant d'une intensité de un ampère environ dans son antenne ;

M. le docteur Corret (de Versailles) : médaille d'argent pour avoir organisé pour la France et les pays limitrophes des essais transatlantiques et avoir contribué par son travail, ses initiatives et ses qualités d'organisation à la réussite de ces essais qui ont montré ce dont étaient capables les amateurs français de télégraphie sans fil.

Nous rappelons que la fondation Lakhosky avait mis à la disposition du Radio-Club de France une somme de 10 000 fr pour aider les inventeurs français de télégraphie sans fil dans la réalisation de leurs inventions et pour récompenser annuellement les amateurs les plus méritants.

Congrès. Expositions. — Présentation d'appareils et d'accessoires de téléphonie sans fil en Espagne. — M. Dubois, directeur de l'Office commercial français, 18 et 20, Calle del Principe à Madrid, se propose d'organiser, à la fin du mois de février, ou au commencement du mois de mars, dans les locaux de l'Office commercial français, une présentation d'appareils et accessoires de téléphonie sans fil de fabrication française.

Les constructeurs français, désireux de participer à cette exposition, pourraient se mettre, dès maintenant, en relations avec M. Dubois qui leur adressera, en même temps qu'un bulletin d'adhésion, tous renseignements utiles sur les conditions requises pour pouvoir prendre part à cette manifestation française.

Dans le monde électrique. — Légion d'honneur. — Un décret du 21 janvier 1924, publié au « Journal officiel » du 17 février nomme chevalier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

Koechlin (René), citoyen suisse, ingénieur. Services très importants rendus aux intérêts français.

Ajoutons que M. René Koechlin, est directeur de la Société suisse d'Industrie électrique et administrateur délégué de la Société électrique d'Évian-Thonon-Annemasse. Depuis plus de vingt ans il s'est consacré à la solution du problème de l'utilisation de la force motrice du Rhin.

Fête en l'honneur de M. Henry Alabaster pour célébrer le cinquantenaire de sa collaboration au journal « The electrical Review ». — Notre confrère anglais « The Electrical Review » avait organisé, le 15 février dernier, un banquet en l'honneur de son président, M. Henry Alabaster qui, depuis cinquante ans, n'a cessé de s'occuper activement du développement de ce périodique.

C'est en 1874, que M. Alabaster devint propriétaire du « Télégraphic Journal and electrical Review ». Pendant les sept premières années de sa carrière de journaliste, M. Alabaster eut beaucoup de difficultés pour alimenter son journal, l'industrie électrique n'étant pas encore née à cette époque. C'est en 1882 que, s'étant adjoint M. R. Kempe, il fit de son journal une revue hebdomadaire, à laquelle il donna le nom

de « The electrical Review ». Depuis cette époque le développement de cette revue devint croissant et à l'heure actuelle 26 collaborateurs contribuent à assurer le bon fonctionnement de ses services.

Il y a lieu de noter que, parmi le personnel invité au banquet, dix-huit d'entre eux comptent plus de vingt années de collaboration. Onze parmi ceux-ci ont même une trentaine d'années de service.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitution. — Société des Aciéries électriques Cogne-Girod, à Aoste (Italie). — « La Journée industrielle » publie les renseignements suivants sur la désagrégation de la société italienne Gio. Ansaldo et Cie et la constitution de la Société des Aciéries électriques Cogne-Girod, à Aoste.

La société Gio. Ansaldo et Cie avait installé à Aoste, à la fin de la guerre, des établissements électrométallurgiques constituant un ensemble industriel important et complet. La base de cet établissement électrométallurgique est la mine de fer de Cogne, exploitée déjà avant l'occupation romaine de la vallée d'Aoste, et qui, jusqu'au milieu du siècle dernier, alimentait l'Italie en fer fin bien connu sous la dénomination de « fer d'Aoste ». Cette mine, située à l'altitude de 2500 m, est constituée par un gisement de magnétite très pure, dont la teneur moyenne en fer est supérieure à 60 pour 100. L'importance du gisement reconnu est de 10 000 000 t, représentant 6 000 000 t de fer correspondant à une exploitation de cinquante ans sur la base de 210000 t de minerai par an qui est prévue (d'autres gisements importants ont été reconnus). La mine est reliée aux établissements d'Aoste par un chemin de fer, en partie aérien, en partie à voie étroite (avec tunnel de 8 km) d'une longueur totale de 20 km, peuvent transporter 500 t par jour.

A Aoste sont les établissements électrométallurgiques proprement dits, comprenant des fours électriques, une usine pour la fabrication des alliages ferro-métalliques, une aciérie électrique comprenant notamment quatre fours de 20 t et plusieurs petits fours, la capacité de production de cette aciérie étant d'environ 50000 t par an.

Enfin, la société possède un ensemble très important de concessions de chutes hydrauliques, dont cinq déjà aménagées, alimentent en courant les établissements métallurgiques ainsi que partiellement les grands réseaux de transmission qui se dirigent sur Turin et Milan.

L'ensemble des dépenses faites par la société Gio, Ansaldo et Cie à Aoste s'élevait à environ 300 millions de lire. La crise industrielle d'après guerre, qui a sévi en Italie plus violemment encore qu'en France, a entraîné la désagrégation de l'énorme groupement d'affaires que représentait la société Gio. Ansaldo et Cie.

Les chantiers maritimes, ateliers mécaniques et aciéries de Gènes ont été repris par une nouvelle société Ansaldo.

Les usines d'aviation et de moteurs à combustion interne font aujourd'hui partie du consortium Fiat; l'usine d'automobiles Ansaldo a été reprise par une nouvelle société.

Le groupe d'Aoste qui représente pour l'Italie un intérêt industriel de premier ordre a été repris par une société dénommée Ansaldo-Cogne au capital de 180 millions de lires dont la moitié environ a été fournie par le gouvernement italien, l'autre moitié appartenant aux banques créancières de l'ancienne société Gio. Ansaldo et Cie, c'est-à-dire la Banca di Credito nazionale et la Banque d'Italie.

Le gouvernement italien, désireux d'arriver le plus rapidement possible à l'exploitation de l'aciérie électrique d'Aoste, a recherché le concours d'un spécialiste qui fût à même de tirer rapidement parti du magnifique gisement de Cogne et d'organiser méthodiquement la fabrication si difficile des aciers spéciaux et à outils. Il s'est adressé pour cela à M. Paul Girod, créateur des établissements Paul Girod à Ugine, qui, mine et fours primaires en moins, représentent sur le versant ouest du Mont-Blanc ce que le groupe Ansaldo a réalisé sur le côté est.

A la suite de l'accord technique et financier intervenu entre la Société Ansaldo-Cogne et M. Paul Girod, celui-ci a constitué un groupe financier dont font notamment partie la Société de Banque suisse, M. Jules Bloch et M. Paul Girod lui-même, avec le concours duquel s'est constituée une société anonyme dénommée : Aciéries électriques Cogne-Girod, qui reprend l'exploitation des aciéries électriques d'Aoste apportées par la Société Ansaldo-Cogne à la nouvelle société.

Le capital de la société est de 30 millions de lires, dont la moitié appartiennent à la Société Ansaldo-Cogne, l'autre moitié au groupe Girod. La direction générale de la société a été confiée à M. Paul Girod.

Les aciéries électriques d'Aoste sont conçues en vue d'un programme limité à la production de la tôle d'acier fin, mais on a commencé immédiatement les travaux d'aménagements complémentaires nécessaires pour arriver à la production des aciers laminés et forgés (qu'emploient l'industrie de l'automobile et l'aviation) dont le commencement des livraisons est prévu pour le printemps.

Augmentations de capital. — Société anonyme des Établissements industriels de E.-C. Grammont et de Alexandre Grammont. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 25 février 1924, p. 134, cette société dont le siège est à Paris, 10, rue d'Uzès, va procéder à l'augmentation du capital social de 40 millions à 50 millions de francs d'actions nouvelles de série B, soit de 100 000 actions. Ces 100000 actions sont émises au prix de 110 fr l'une, soit avec une prime de 10 fr par action et moyennant, en outre, le versement d'une somme de 4,50 fr permettant de faire bénéficier ces actions nouvelles de la totalité de l'intérêt ou premier dividende pour l'exercice 1923-1924, payable un quart de la valeur nominale et la totalité de la prime, soit 35 fr par action en souscrivant et le surplus, soit 79,50 fr sur les appels du conseil d'administration.

Ces 100000 actions sont réservées par préférence aux propriétaires des 400 000 actions représentant le capital actuel.

Les droits de souscription attachés aux actions anciennes sont négociables et cessibles.

Les 100 000 actions nouvelles sont créés jouissance du 1er avril 1923.

Sous la seule réserve du droit de vote sextuple appartenant aux actions de la catégorie A, elles seront complètement assimilées aux 400000 actions actuelles, à compter du 1er avril 1923 et elles seront comme ces dernières soumises à toutes les dispositions des statuts ainsi qu'à toutes les décisions des assemblées générales et du conseil d'administration.

Cette augmentation de capital a été décidée par délibérations de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires du 18 juin 1921 et du conseil d'administration en date du 10 janvier 1924.

Établissements Japy frères et Cie. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires »

du 25 février 1924, p. 139, cette société, dont le siège est à Beaucourt (Territoire de Belfort), va procéder à l'émission de 9 800 obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100, net de tous impôts présents et futurs qui sont ou pourront être retenus sur les coupons et sur les titres, à l'exception de la taxe de transmission sur les titres au porteur. Le droit de transfert pour les titres nominatifs, ainsi que le droit de conversion du nominatif au porteur seront, comme d'usage, à la charge des obligataires. Cet intérêt sera payable, par coupons semestriels, les 15 février et 15 août de chaque année. Ces obligations seront remboursables au pair, en dix années, comptées à partir du 15 février 1930, soit, au plus tard, le 15 février 1940.

La société se réserve de rembourser ces nouvelles obligations, en tout ou partie, par anticipation, à partir de 1931.

Société l'Air liquide. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 25 février 1924, p. 133, cette société, dont le siège est à Paris, 48, rue Saint-Lazare, va introduire sur le marché 75 000 actions d'apport, au capital nominal de 100 fr chacune, entièrement libérées, créées en représentations partielles des apports effectués à la Société l'Air liquide par les sociétés suivantes :

Société centrale des Industries de l'Air liquide et de l'Azote ; Société Acétylène dissous et Applications de l'Acétylène ; Société nord-africaine de Gaz comprimés; Société égyptienne de Gaz comprimés ; Société d'Oxygène et d'Acétylène du Japon.

Société l'Energie industrielle. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 25 février 1924, p. 134, cette société, dont le siège est à Paris, 94, rue Saint-Lazare, va procéder à l'émission de 125 000 actions d'une valeur nominale de 100 fr chacune, à libérer entièrement contre espèces.

Société d'Eclairage électrique de Cannes. — Cette société procède à l'émission à 480 fr de 2 400 bons de 500 fr chacun rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100.

Divers. — L'Energie industrielle (Union d'Entreprises d'Eclairage et de Transport de Force par l'Electricité). — Les actionnaires de cette société, réunis récemment en assemblée ordinaire, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice brut de 7 046 509,28 fr, contre 5 587 440,81 fr l'année précédente. Le bénéfice net après amortissements s'élève à 2 939 794,29 fr, compte tenu du report précédent de 120 371,30 fr. Le dividende a été fixé à 10 pour 100. Une somme de 159 934,27 fr a été reportée à nouveau.

Le rapport du Conseil passe en revue les réseaux d'exploitation qui, dans leur ensemble, présentent une notable progression des affaires sociales.

A Madagascar, la production de l'usine hydroélectrique d'Antelomita étant absorbée, le Conseil a envisagé l'aménagement d'une nouvelle chute.

En France, les secteurs de Bort et de Meymac ont été reliés à l'usine thermique des mines de Champagnac pour la fourniture de l'énergie complémentaire qui leur sera nécessaire pendant la période de sécheresse. L'usine hydroélectrique de Servières a été complétée par l'adjonction d'une nouvelle turbine de 500 ch.

Dans la Drôme, la société a racheté les secteurs de Nyons et de Vaison et installé à Montélimar une usine thermique avec moteur Diesel de 500 ch.

En Bretagne, une réorganisation des secteurs de Quiberon, Cancale et Carhaix est envisagée, notamment par la liaison de plusieurs d'entre eux à la Société l'Electrique de Bretagne.

L'absorption de la Compagnie électrique de Menton a été rendue définitive. L'usine de Menton a été complétée par l'adjonction d'un nouveau groupe de 1 200 kw et de deux chaudières nouvelles. La société dispose ainsi d'une puissance thermique de plus de 3 000 ch, à laquelle viendront s'ajouter ultérieurement les 7 500 ch représentant la puissance de chute dont la Société hydroélectrique du Sud Est, filiale de l'Energie industrielle, vient de commencer l'aménagement sur la Roya

En Orléanais, une augmentation importante des recettes a été constatée par l'exploitation des nouvelles concessions mises en service dans les derniers mois de l'exercice. La concession de Briare a été attribuée à la société; les travaux du réseau de distribution seront prochainement achevés.

Le Conseil poursuit l'extension du réseau dans les départements de l'Yonne et de Seine-et-Marne.

Dans les Landes et les Pyrénées, un certain nombre de concessions ont été rachetées. L'exécution de lignes à haute tension a été poursuivie en vue de la réunion des principaux centres de distribution.

Compagnie générale parisienne de Tramways. — Les produits de l'exercice 1923 s'élèvent à 6 035 976 fr et comprennent : l'annuité de rachat, soit 4 100 000 fr; celle du compte spécial de guerre s'élevant à 263 175 fr ; diverses rentrées provenant notamment de ventes d'immeubles, dont le total s'élève à 1 600 417 fr ; enfin le report de 1922, soit 72 383 fr. Le solde bénéficiaire ressort à 4 370 222 fr contre 3 124 632 fr. Il sera proposé à l'assemblée du 5 mars d'appliquer cette augmentation qui est de 1 245 590 fr à une augmentation du fonds d'amortissement des actions de priorité. Toutefois, le dividende sera relevé de 1 fr pour chaque action, de sorte que les actions de priorité recevront 16 fr, les actions ordinaires 13,50 fr et les actions de jouissance 3,50 fr.

BREVETS RÉCENTS

568 588. — Société dite : The Telephone Manufacturing Company Ltd; Perfectionnements aux appareils téléphoniques à communication automatique, 11 juillet 1923

568 589. — Société dite : The Telephone Manufacturing Company Ltd; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 11 juillet 1923

568 593. — Société industrielle des Téléphones (Constructions électriques, caoutchouc, câbles); Relais mécanique extra-rapide, 11 juillet 1923.

560 596. — Paul (F.); Lampe, 12 juillet 1923.

568 601. — Porsche (F.); Groupe de commande dynamoélectrique, 12 juillet 1923

568 613. — Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz; Perfectionnements aux compteurs à turbine, 12 juillet 1923.

568 634. — Pignoly (J.-B.-F.); Bougie d'allumage électrique à étincelle visible pour moteur à essence, 12 juillet 1923.

568 657. — Rousselot (F); Détecteur à galène, 13 juillet 1923.

568 675. — Perquer (B.-P.-E.); Perfectionnements aux bornes et boutons à l'usage de la téléphome, radiotéléphonie et radiotélégraphie, 16 juillet 1923.

568 686. — Unterberg (G.); Accouplement d'arbres pour génératrice de courant d'éclairage commandée simultanément avec une génératrice de courant d'allumage pour moteurs à explosions, 3 juillet 1923.

568 687. — De Bilbao Verdes (A.); Porte-balai pour dynamos et moteurs électriques, 4 juillet 1923.

568 695. — MARTY (A.-B.-L.); Support à double isolement pour ligne caténaire de traction électrique, 9 juillet 1923.

568 707. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif de calage élastique pour les enroulements de transformateurs, 16 juillet 1923.

568 721. — GARDNER (J.); Perfectionnements aux moteurs à vent, 16 juillet 1923.

568 722. — COLLINOT (L.); Fer à souder électrique, 16 juillet 1923.

568 725. — CHAMBON (E.); Perfectionnements aux bougies d'allumage, 16 juillet 1923.

568 741. — SMITH (J.-A.); Perfectionnements aux générateurs de courant électrique, 17 juillet 1923.

568 748. — Société dite : ROBERT BOSCH A. G.; Bougie d'allumage, 17 juillet 1923.

568 752. — Société dite : COMPAGNIE DES LAMPES; Méthodes et appareils pour amorcer et maintenir une décharge électrique dans les gaz ou vapeurs, 17 juillet 1923.

568 759. — Société dite : LE TÉLÉPHONE PRIVÉ NATIONAL; Sélecteur à fonctionnement rapide particulièrement applicable aux réseaux téléphoniques automatiques, 17 juillet 1923.

568 773. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Couplage pour moteurs de compresseurs montés sur des véhicules électriques, 18 juillet 1923.

568 775. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour améliorer la commutation de machines à courant continu lors de variations brusques de la charge, 18 juillet 1923.

568 777. — EDWARDS (W.-B.); Perfectionnements aux boîtes ou récipients agencés pour empêcher leur contenu de se répandre, du genre de ceux utilisés par les accumulateurs électriques ou appareils analogues, 18 juillet 1923.

568 794. — Société dite : SUBMARINE SIGNAL CORPORATION; Perfectionnements aux lignes de retardation de courants électriques, 18 juillet 1923.

568 795. — Société dite : SUBMARINE SIGNAL CORPORATION; Procédé et dispositif perfectionnés de signalisation par oscillations de fréquence, audible, 18 juillet 1923.

568 810. — METAYER (L.-L.); Marteau électropneumatique, 18 juillet 1923.

568 817. — CUNÉO D'ORNANO (N.-L.-F.-G.); Machine frigorifique à absorption à chauffage électrique et commande thermostatique, 19 juillet 1923.

26 964/547 531. — Société dite : LA MÉTALLURGIQUE ÉLECTRIQUE; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 23 mai 1921, pour sectionneur pour ligne à haute tension, 5 août 1922.

26 981/551 857. — MAHAUT (G.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 20 septembre 1921, pour dispositif perfectionné pour l'assemblage de corps de toutes natures, utilisable notamment pour l'armement de lignes électriques, 15 septembre 1922.

26 995/541 887. — RENAUDIN (A.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 3 octobre 1921, pour dispositif protecteur pour ligatures d'éléments isolants constitutifs d'une chaîne assurant en même temps l'entretoisement des éléments, 26 septembre 1922.

27 007/553 145. — Société : L'ÉLECTROMÉCANIQUE; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 22 juin 1922, pour moteur synchrone à mise en marche automatique applicable au redressement des courants alternatifs, 16 octobre 1922.

27 010/568 149. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 17 octobre 1922, pour système téléphonique automatique pour grand réseau, avec traducteur et dispositif de contrôle, 17 octobre 1922.

21 011/545 184. — BARTEL (W.), HAPPEL (O.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 17 décembre 1921, pour réfrigérant pour obvier à l'échauffement de l'air de refroidissement de machines électriques, applicable principalement aux turbo-génératrices, 18 octobre 1922.

27 028/551 395. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 15 mai 1922, pour dispositif de protection, 27 octobre 1922.

27 030/565 149. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 17 octobre 1922, pour système téléphonique automatique pour grand réseau avec traducteur et dispositif de contrôle, 30 octobre 1922.

20 031/568 149. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 17 octobre 1922, pour système téléphonique automatique pour grand réseau avec traducteur et dispositif de contrôle, 30 octobre 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française des Electriciens :

Samedi 1er mars 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. Communication sur *Les ondes ultra sonores et la piezo electricité*, par M. LANGEVIN (expériences).

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris :

Mardi 4 mars 1924, 21 heures. Café des Variétés, 7, boulevard Montmartre. — Réunion mensuelle.

Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens :

Jeudi 6 mars 1924, 19 h 30 et 21 heures, Palais d'Orsay, quai d'Orsay, Paris. — Banquet suivi de bal, présidé par M. Gaston Vidal, sous-secrétaire d'Etat à l'Enseignement technique (voir dans ce « Bulletin R. G. E. », p. 68 B).

Radio-Club de France :

Jeudi 6 mars 1924, 20 h 45. Amphithéâtre Descartes de la Sorbonne, 15, rue de la Sorbonne. — Conférence sur *La theorie de Maxwell, les ondes electromagnétiques et l'origine de la télégraphie sans fil*, par M. Stéphan CHRISTESCO, capitaine de l'armée roumaine, ingénieur de l'Ecole du Génie maritime.

Association amicale des Ingénieurs de l'Institut électrotechnique de Toulouse (Groupe parisien) ;

Jeudi 6 mars 1924, à 20 heures, restaurant Le Régent, 100, rue Saint-Lazare, dîner amical de l'Association. Le prix du dîner est de 20 fr. Aviser le secrétaire M. Auriol 8, rue Marmontel, XVe, Paris.

Société française de Physique :

Vendredi 7 mars 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications :

1° *Sur les anomalies de magnetisme terrestre et de gravité dans le gouvernement de Koursk* (projections), par M. LASAREFF;

2° *Presentation d'appareil. Un dosimètre absolu à lecture directe pour rayons Roentgen penetrants* (projections), par M. DAUVILLIER;

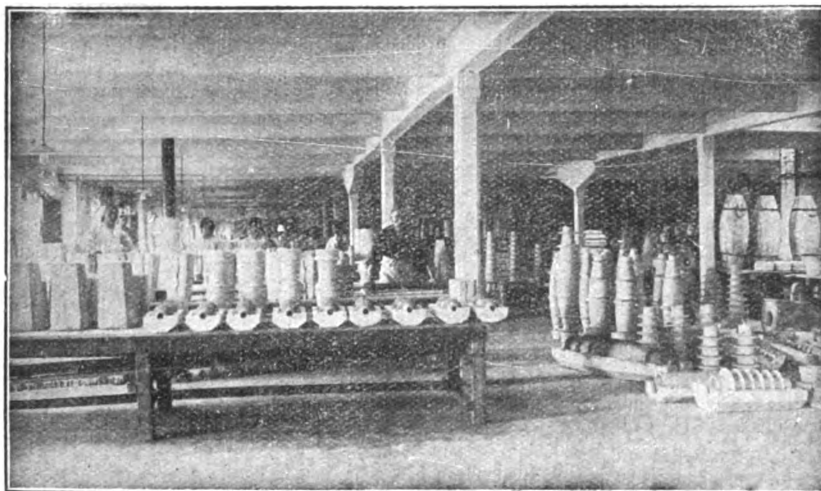
3° *Sur le spectre de bandes de l'ozone*, par M. LAMBREY.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 8 mars 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication : *Compte rendu des essais controles de vehicules electriques à accumulateurs, organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricite en octobre 1923*, par M. J. TRIBOT-LASPIÈRE, secrétaire général de l'Union (projections).

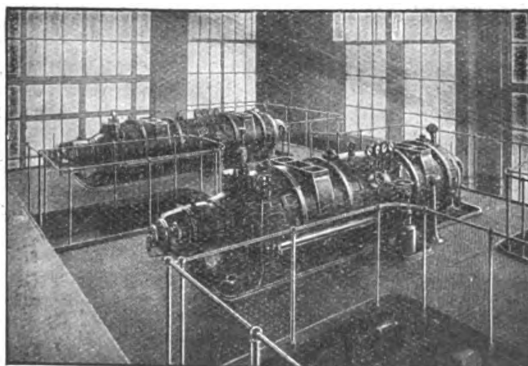
Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 9 mars 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Les aspects actuels du probleme de la houille et de sa constitution*, par M. KLING, directeur du Laboratoire municipal de Paris.





UNIS
FRANCE
1
18



INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX 10 février 1924	PRIX 25 février 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	120 fr	120 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	115	115	0
21 à 30	100 kg	120	120	0
16 à 20	100 kg	125	125	0
11 à 15	100 kg	130	130	0
8 à 10	100 kg	135	135	0
4 à 7	100 kg	140	140	0
3 à 3,5	100 kg	145	150	+ 5
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	850	850	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	14 d	13 7/8 d	— 1/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	946 fr	925 fr	— 21
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	655,50	720,50	+ 65
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	797,75	861,75	+ 64
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 075	1 115	+ 40
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 900	6 970	+ 70
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Email pour appareillage tôle blanc	100 kg	550	550	0
Email pour appareillage tôle noir	100 kg	1 540	1 540	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 683	2 915	+ 232
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	380-395	380-395	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	430	460	+ 30
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	316	328	+ 12
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Haute tension	100 kg	200	200	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine — Basse tension	105 kg	195	195	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	135	135	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	340	378	+ 38
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		5	5	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	375	385	+ 10
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	315	315	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	403	422	+ 19

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Etienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage, à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

Digitized by Google

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'électrification du Grand-Duché de Luxembourg. — Une loi, en date du 2 février 1924 et publiée dans le numéro du 7 février du « Mémorial du Grand-Duché de Luxembourg », a autorisé le gouvernement grand-ducal « à négocier l'octroi d'une concession ayant pour objet : 1° l'établissement et l'exploitation de tous ouvrages et canalisations destinés à la distribution de l'énergie électrique dans toute l'étendue du territoire du Grand-Duché; 2° le droit exclusif d'utiliser à ces fins le domaine public et le domaine privé, tant de l'État que des communes ».

En nous adressant l'avis de concours qui a paru dans notre dernier numéro, dans la rubrique « Petites annonces », le Bureau d'Études et de Constructions pour l'Électrification du Grand-Duché, nous envoyait, outre le cahier des charges concernant la concession mise au concours, divers documents relatifs à cette électrification en nous priant d'appeler l'attention des maisons françaises sur ce concours. Répondant à ce désir, nous résumons brièvement ci-dessous les renseignements donnés dans ces documents.

1. La première distribution d'énergie électrique dans le Grand-Duché de Luxembourg remonte à 1900 : c'est celle de Esch-sur-Alzette, ville de 20000 habitants située tout près de la frontière sud du Grand-Duché; elle est alimentée par l'usine de Terres-Rouges et consomme, annuellement, pour l'éclairage 367 341 kw-h qui sont vendus à raison de 1,20 fr le kilowatt-heure, et, pour la petite force motrice, 249500 kw-h vendus 0,80 fr le kilowatt-heure.

Ce ne fut que huit ans plus tard, en 1908, que la capitale du Grand-Duché, Luxembourg, fut pourvue d'une distribution d'énergie électrique. Celle-ci, qui est alimentée par l'usine de Dommeldange, dessert maintenant une population de 27000 habitants qui consomme, annuellement, 700000 kw-h pour l'éclairage (au prix de 1 fr) et 360000 kw-h pour la petite force motrice (au prix de 0,50 fr).

En 1914, le nombre des localités desservies n'était encore que de 44 et celui des usines qui les alimentaient, de 28. Pendant la guerre, le nombre des usines génératrices augmenta assez rapidement; en 1922, il atteignait 66, desservant 137 localités comprenant une population de 114555 habitants. Sur ces 66 usines, 54 sont spécialement affectées aux réseaux qu'elles alimentent; 15 de ces dernières sont à moteurs hydrauliques et leurs puissances s'échelonnent de 6 à 120 kw, la puissance de leur ensemble étant de 469 kw; 23, représentant une puissance totale de 627 kw, la puissance individuelle variant de 8 à 100 kw, possèdent, outre les moteurs hydrauliques, des machines à vapeur ou des moteurs à gaz; 12, disposent de moteurs à gaz ou à l'huile lourde et ont une puissance totale de 435 kw avec une puissance individuelle de 6 à 125 kw; 1 est actionnée par machines à vapeur d'une puissance totale de 250 kw; enfin, 3 sont équipées de machines à vapeur et de moteurs à gaz, leur puissance individuelle variant de 10 à 153 kw, la puissance globale étant de 173 kw.

Sur les 66 usines, 48 produisent du courant continu; 15, des courants triphasés et 3, du courant continu et du courant alternatif. Pour 23 d'entre elles, la tension de distribution est de 110 v; pour 41, cette tension est de 220 v; 2 ont adopté les deux tensions.

Le prix de vente du kilowatt-heure varie entre 0,625 fr et 3 fr pour l'éclairage et entre 0,30 fr et 3 fr pour la petite force motrice. Le nombre moyen de lampes par habitant desservi est de 1,62 pour les villes et de 1,15 pour les localités rurales; la consommation annuelle par lampe raccordée ressort à 15,2 kw-h dans les villes et à 8,7 kw-h à la campagne. La consommation annuelle par habitant serait, d'après ces nombres, respectivement de 24,6 et 10 kw-h; calculée d'après d'autres tableaux, elle serait de 20 kw-h pour les distributions urbaines et les localités industrielles et de 11,1 hw-h pour les distributions rurales. Si l'on cherche comment varie la consommation annuelle par habitant en fonction du prix de vente du kilowatt-heure, on trouve, ce qui était à prévoir, qu'elle diminue considérablement dès que le prix dépasse 1,50 fr.

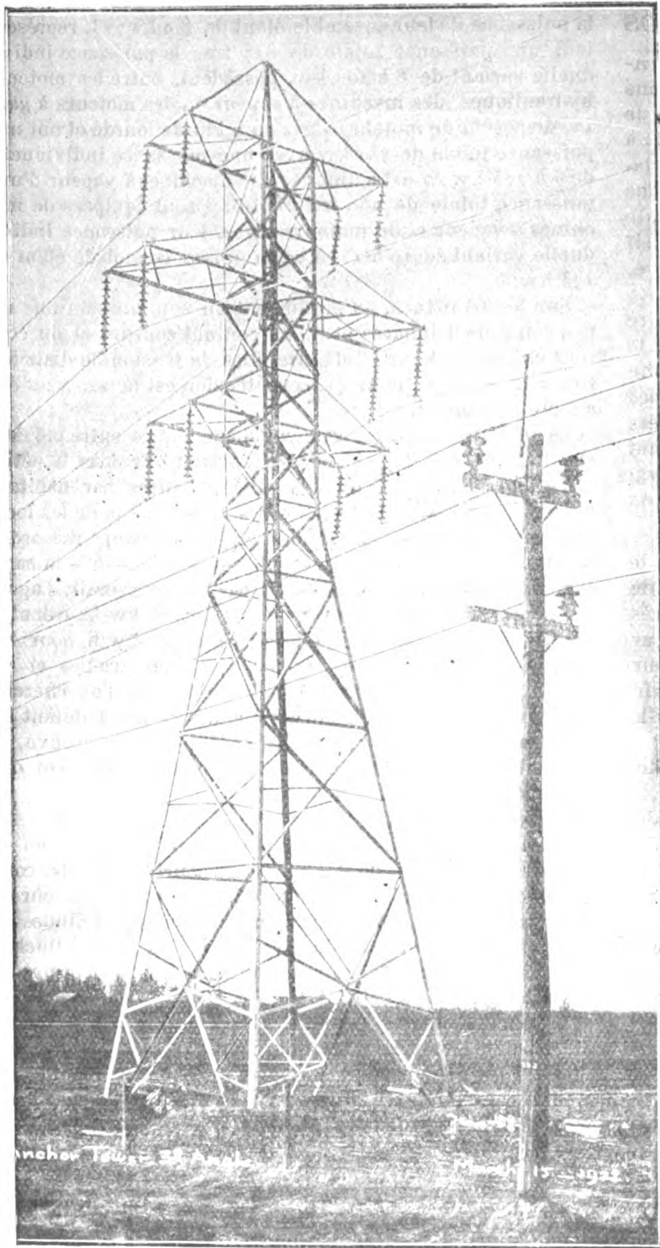
2. Notre intention n'est pas d'entrer dans le détail des clauses du cahier des charges, dont nos lecteurs pourront prendre connaissance dans nos bureaux ou qu'ils pourront se procurer, moyennant 25 fr, en s'adressant au Bureau d'Études et de Constructions pour l'Électrification du Grand-Duché, 3, avenue de la Liberté, Luxembourg. Nous nous bornerons à signaler les points suivants :

Le concessionnaire donnera à son entreprise la forme d'une société anonyme luxembourgeoise.

Toutes les communes, y compris les hameaux, indiquées sur une carte annexée au cahier des charges devront être raccordées au réseau de distribution.

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e) ❀ **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada) ; transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « CANADIAN » n° 2 860.

LES IMPORTANTES USINES

DU MAS-LOUBIER (Limoges)

FABRIQUENT

DES

ISOLATEURS HAUTE TENSION

D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS

DUS A LA

TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS AFFECTÉS A CETTE FABRICATION PRODUISENT CHAQUE JOUR :

3 000 ISOLATEURS COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION

DES

USINES HAVILAND

EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3 Rue Taitbout, Paris** - Téléph. : Central 55-30

Les droits des concessions régulièrement octroyées seront respectés. Mais un assez grand nombre des petits réseaux actuels sont exploités sans autorisation régulière ou en vertu d'autorisations révocables; ils seront cédés au concessionnaire dès que celui-ci sera à même de les alimenter. Les deux réseaux des villes de Luxembourg et d'Esch-sur-Alzette, qui sont exploités en régie, seront, ou bien cédés au concessionnaire, ou bien alimentés par celui-ci.

La concession prendra fin le 31 décembre 1950, mais sera renouvelable par tacite reconduction par termes de dix ans si l'intention de la résilier n'a pas été notifiée trois ans avant son expiration.

Le concessionnaire pourra, ou bien établir une usine génératrice, ou s'assurer la fourniture d'énergie électrique par des usines existantes; en tout cas, il devra établir le réseau de manière qu'il puisse être alimenté par plusieurs usines. Il devra disposer à partir du 1er juillet 1926 d'une puissance de 7 500 kw, dont 1 500 kw de réserve.

La distribution se fera par courants triphasés d'une fréquence de 50 p : s ; la tension sera de 15 000 v pour les lignes à haute tension ; les réseaux à basse tension fonctionneront avec une tension de 380 v entre phases et de 220 v entre phase et neutre, le neutre étant mis à la terre.

3. L'avant-projet qui a été dressé prévoit que le poste principal de distribution sera installé aux environs de Mersh, localité située au centre du territoire luxembourgeois et qui est un des nœuds des voies de communication du pays. Il abaissera à 15 000 v la tension des courants qui lui seront amenés des usines génératrices par des lignes à 35 000, 60 000 ou 100 000 v.

De ce poste partiront six canalisations principales s'étendant jusqu'aux frontières du Luxembourg. Ces canalisations radiales seront raccordées entre elles, en divers points, par six canalisations concentriques. Sur les canalisations radiales seront établis six postes de distribution situés à proximité des trois frontières du pays pour que l'on puisse établir facilement, en cas de besoin, des liaisons avec les usines génératrices de l'étranger.

Le devis estimatif a été établi d'après les prix de novembre 1923. Il comprend les dépenses nécessitées par l'installation du réseau à 15 000 v et des postes de transformation, mais non celles afférentes à l'installation des réseaux locaux ; il se monte à 37 000 000 fr.

Les dépenses afférentes aux réseaux locaux à construire ainsi qu'aux modifications à apporter aux réseaux existants devant être joints à la concession sont estimées à 13 000 000 fr environ ; elles ne comprennent pas celles concernant l'exécution des branchements destinés à amener le courant à l'intérieur des immeubles, ces branchements étant à la charge des consommateurs.

La dépense nécessitée par la reprise des réseaux existants, reprise prévue par la loi du 2 février 1924, est estimée à 20 000 000 fr, y compris les réseaux des villes de Luxembourg et de Esch-sur-Alzette dont la valeur de reprise est d'environ 10 000 000 fr.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — TURBINE HYDRAULIQUE A RÉACTION POUR CHUTE DE 275 M. — « Electrical Review » du 22 février 1924 signale, page 304, qu'il vient d'être construit, par la Pelton Waterwheel Co, une turbine hydraulique à réaction devant fonctionner sous une hauteur de chute de 275 m. Cette turbine entraînera, à une vitesse de rotation de 514 t : mn, un alternateur du type à axe vertical, d'une puissance de 25 000 kv-a.

Ce journal, qui reproduit une vue photographique de la turbine, ajoute que c'est la première fois que l'on adapte un dispositif à réaction pour une telle hauteur de chute.

DÉCRET CONCERNANT L'ÉLECTRIFICATION DE LA LIGNE DE CHEMIN DE FER DE CULOZ A MODANE. — Ce décret, en date du 22 février 1924 et publié au « Journal officiel » du 28 février, page 2 059, stipule :

« Sont déclarés urgents les travaux visés par la décision ministérielle du 7 février 1924 et concernant les lignes de transport d'énergie électrique à haute tension destinées à l'électrification de la ligne de Culoz à Modane. »

DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Alpes (Basses-)*. — La Société hydroélectrique du Verdon a sollicité une concession d'Etat, pour l'établissement d'une distribution d'énergie aux services publics de Castellane à Allos.

Yonne et Côte-d'Or. — La société Energie électrique de Seine et Yonne a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie aux services publics entre Montbard et Auxerre, avec embranchements sur Avallon, Tonnerre et Châblis.

Métallurgie. — LA SITUATION DE L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE EN SUÈDE, EN 1923. — Le dernier rapport de la Jernverksforeningen donne les renseignements officiels suivants sur la situation de la sidérurgie suédoise en 1923 :

Le travail dans les aciéries, interrompu pendant six mois par le conflit ouvrier, a pu être maintenu d'une façon relativement satisfaisante pendant les cinq derniers mois de l'année, dans la plupart des usines. Cependant, comme il fallait s'y attendre, la production de fer malléable pendant l'année entière est restée en dessous de celle de l'année précédente : au contraire, la production de fonte est légèrement supérieure.

Les chiffres de la production sont les suivants pour 1923 :

Fonte : 277 000 t, au lieu de 264 300 t en 1922 et 730 300 t en 1913 ;

Lingots et billettes : 298 600 t, au lieu de 350 700 t en 1922 et 749 400 t en 1913 ;

Produits laminés et forgés : 204 500 t, contre 219 000 t en 1922 et 465 300 t en 1913.

En comparaison avec l'année 1913, la production de 1923 n'a donc été que de 38 pour 100 pour les demi produits et 44 pour 100 pour les produits laminés.

Au 1er janvier 1924, le nombre des appareils allumés et en marche était, pour toute la Suède : hauts fourneaux, 63, au lieu de 111 en moyenne en 1913 ; fours Lancashire, 76, contre 211, chiffre moyen de 1913 ; convertisseurs Bessemer, 10, contre une moyenne de 18 en 1913 ; fours Martin, 38, au lieu de 61 en 1913.

L'exportation des produits sidérurgiques atteint, en 1923, un total de 232 000 t, soit environ 46 pour 100 du chiffre de 1913, 502 600 t. En comparaison avec l'année 1922, l'exportation de fonte accuse une augmentation importante, de même que celle des fers et aciers laminés et forgés, celle-ci cependant dans une moindre mesure. Toutefois, les prix ont baissé sensiblement pendant les derniers mois de l'année et la situation a été caractérisée par un ralentissement de la demande et une diminution sensible du nombre et de l'importance des commandes en carnet.

L'importation de produits sidérurgiques, favorisée par le

lock-out de la métallurgie suédoise, a augmenté très sensiblement, notamment pour la fonte de moulage le fer en barres et la tôle. Toute l'importation atteint 187 800 t en 1923, dont 135 800 t de fer laminé. La Suède n'a pas exporté plus de 87 000 t de laminés pendant la même période.

La production sidérurgique de la Grande-Bretagne en janvier 1924. — D'après le rapport de la National Federation of Iron and Steel Manufacturers, la production de janvier marque une amélioration sensible de la situation de l'industrie sidérurgique. Il a été produit 631 500 tonnes longues (de 1 016 kg) en janvier contre 626 900 en décembre; 690 100 tounes d'acier contre 653 300 tonnes.

Combustibles. — **Prix des charbons pour l'industrie électrique pour le quatrième trimestre 1923.** — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coefficients de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le quatrième trimestre 1923 (1) a été fixé comme il est indiqué ci-après pour les différentes régions de la France.

USINES	RAISON SOCIALE	DÉPARTEMENTS	PRIX HOMOLOGUÉ PAR TONNE
			Francs
Angers	Compagnie d'Electricité d'Angers et extensions	Maine-et-Loire	126,06
Beautor	Compagnie électrique du Nord	Aisne	100,71
Bourges	Production, Transport, Distribution	Cher	124,79
Brest	Compagnie d'Electricité de Brest	Finistère	140,30
Caen	Société d'Electricité de Caen	Calvados	144,92
Chantenay	Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Loire-Inférieure	123,15
Cherbourg	Société « Gaz et Eaux »	Manche	144,76
Dijon	Société dijonnaise d'Electricité	Côte-d'Or	107,13
Epernay	Société anonyme des Usines à Gaz du Nord et de l'Est	Marne	134,69
Faymoreau	Energie électrique de l'Ouest de France	Vendée	135,00
Garchizy	Compagnie continentale Edison	Nièvre	126,51
Havre-Yainville	Société havraise d'Energie électrique	Seine-Inférieure	124,57
Hirson	Electricité et Gaz du Nord	Aisne	93,71
Jeumont-Maubeuge	Electricité et Gaz du Nord	Nord	93,71
Limoges	Compagnie centrale d'Eclairage et de Force par l'Electricité	Haute-Vienne	135,20
Lomme	Electricité et Gaz du Nord	Nord	98,95
Le Mans	Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans	Sarthe	151,94
Marseille	Compagnie d'Electricité de Marseille	Bouches-du-Rhône	110,27
Mohon	Est-Electrique	Ardennes	143,51
Montluçon	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Allier	125,69
Mouche (La)	Compagnie du Gaz de Lyon	Rhône	117,60
Orléans	Société orléanaise pour l'Eclairage au Gaz	Loiret	128,51
Penhoet-Saint-Nazaire	Energie électrique de la Basse-Loire	Loire-Inférieure	142,79
Rai-Couterne	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Orne	153,84
Roanne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	117,28
Rouen-Quévilly	Compagnie centrale d'Energie électrique	Seine-Inférieure	120,00
Saint Dizier	Energie électrique de Meuse-et-Marne	Haute-Marne	113,33
Saint-Etienne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	1[illegible]2,35
Segré	Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	Maine-et-Loire	151,65
Troyes	La Champagne électrique	Aube	122,60
Tuilière-Floirac	Energie électrique du Sud-Ouest	Dordogne	136,83
Valenciennes	Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin	Nord	85,10
Vannes	Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans	Morbihan	143,74
Vierzon-St-Amand	Le Centre électrique	Cher	126,90
Vincey Nancy	Compagnie lorraine d'Electricité	Meurthe-et-Moselle	114,35
Usines de la Région Parisienne		Seine et Seine-et-Oise	142,836
		Seine-et-Marne	148,936

Economie industrielle et sociale. — **Un manifeste des syndicats patronaux allemands.** — Ce manifeste a été publié dans « Der Arbeitgeber » du 1er février 1924 et la traduction de ses passages principaux a été donnée dans le « Bulletin quotidien » du 26 février de la Société d'Etudes et d'Informations économiques.

Dans ce manifeste, le patronat allemand s'élève contre la politique sociale suivie par le gouvernement depuis 1918; il s'élève contre les contraintes que lui impose le bureaucratisme d'Etat et qui ont fait rompre les accords parus récemment avec les syndicats ouvriers concernant l'augmentation de la durée du travail; il réclame la liberté aussi bien pour les organisations patronales que pour les organisations ouvrières.

« Il ne s'agit pas, écrit-il, de blesser l'ouvrier isolé dans le sentiment du droit, ni de le léser dans ses droits personnels... Ce que nous réclamons, ce n'est pas une journée schématique de dix heures, mais le temps de travail qui est nécessaire pour que, dans l'intérêt de tous, on obtienne le maximum d'effet utile dans les diverses industries. Notre but n'est pas d'asservir la classe ouvrière aux ordres des patrons lorsque nous réclamons l'abolition de la contrainte bureaucratique dans les contrats des tarifs, mais d'assainir la vie économique. Ce que nous voulons, ce n'est pas réduire le salariat en esclavage, mais augmenter le pouvoir d'achat

(1) Les différentes publications des prix relatifs aux deuxième, troisième et quatrième trimestres 1921 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 27 mai 1922, t. XI, p. 165-B, et celles relatives aux quatre trimestres de l'année 1922 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 16 juin 1923, t. XIII, p. 190 B.

Les informations relatives aux premier, deuxième et troisième trimestres 1923 ont été publiées dans les « Bulletins R. G. E. » des 9 et 16 juin 1923, t. XIII, p. 184 B, 190 B, 15 septembre et 22 décembre 1923, t. XIV, p. 85 B et 200 B.

des masses en augmentant la production et la mettant à meilleur marché. Nous luttons pour la monnaie allemande et, par suite, pour la liberté du peuple allemand. Nous voulons une économie allemande libre, car elle ne peut se développer puissamment que si on laisse ses forces se déployer librement ».

Concours. Expositions — CONCOURS RELATIF A L'ÉLECTRIFICATION DU GRAND-DUCHÉ DU LUXEMBOURG. — L'avis concernant ce concours a été inséré dans notre numéro du 1er mars sous la rubrique « Petites nouvelles ». On trouvera, pages 73 B et 74 B du présent « Bulletin R. G. E. » quelques renseignements complémentaires sur les conditions du concours.

Rappelons que les offres des concurrents doivent parvenir, avant le 1er avril prochain, à M. Soisson, directeur général des Travaux publics du Grand-Duché de Luxembourg.

DEUXIÈME EXPOSITION DE LA DÉCORATION FRANÇAISE CONTEMPORAINE. — La Chambre syndicale des Fabricants de de Bronze et des Industries qui s'y rattachent s'est occupée, dans son assemblée du 22 février 1924, de la préparation de cette exposition qui doit avoir lieu du 30 avril à fin juin prochain, au Grand Palais, au Salon des Artistes français.

C'est à cette exposition que seront présentés et récompensés les projets admis au second degré du Concours du Luminaire électrique organisé par la Chambre syndicale des Fabricants de Bronze sous les auspices de l'Union des Syndicats de l'Electricité et de la Société d'Encouragement à l'Art et à l'Industrie.

Rappelons que le Concours du Luminaire électrique, dont nous avons parlé à plusieurs reprises dans ces colonnes (*R. G. E.*, 9 juin 1923, t. XIII, p. 915), est doté de 50000 fr de prix.

Associations. Groupements — ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE DE PARIS. — Le bal annuel de l'Association des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris aura lieu le samedi 15 mars 1923 dans les salons de la salle Hoche, 9, avenue Hoche.

Au cours de la fête, des accessoires de cotillon seront distribués, afin de donner une animation toute particulière à cette soirée.

On peut se procurer des invitations, dont le prix est fixé à 10 fr, au siège de l'Association, 139, rue du Mont Cenis à Paris, XVIIIe.

Dans le monde électrique. LÉGION D'HONNEUR. — Parmi les distinctions honorifiques décernées par le ministre de la Marine et publiées au « Journal officiel » du 25 février 1924, page 1885, nous relevons la suivante :

Brillouin (Léon-Nicolas), sous-directeur du Laboratoire de Physique expérimentale au Collège de France : 20 ans 4 mois de service.

Fils de M. Marcel Brillouin, professeur de physique mathématique au Collège de France, M. L. Brillouin est secrétaire général de « Le Journal de Physique et le Radium » depuis la fondation de ce journal, en 1920. Outre de nombreux travaux scientifiques, il a à son actif l'invention de divers dispositifs concernant la radiocommunication et la commande à distance au moyen des ondes électriques.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTION DES APPAREILS MÉNAGERS. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 mars 1924, p. 150, cette société en formation a pour objet la construction et la vente des machines à laver la vaisselle, des machines à stériliser, laver et essorer le linge, et tous autres appareils ménagers qui pourraient ultérieurement être mis au point.

La durée de la société est de 99 ans, à compter du 23 février 1924 et le siège social est à Paris, 31, rue de Bourgogne.

Il a été apporté à la société, lors de sa constitution, par M. J.-L. Breton :

La licence de tous les brevets français et étrangers pris par lui et relatifs à ses inventions de machines à laver la vaisselle, à stériliser, laver et essorer le linge, et de toutes autres machines à l'usage ménager ; trois types de machines de ménage à laver la vaisselle, dont plusieurs exemplaires sont construits et dont les plans de fabrication en grande série sont complètement établis ; deux autres types de machines à laver la vaisselle de restaurant à mouvement continu et grand débit, entièrement étudiés ; un chauffe-eau à gaz, à chauffage lent et accumulation ; un appareil à nettoyer les casseroles et autres ustensiles de ménage ; une machine à stériliser, laver et essorer le linge, en cours d'étude.

En rémunération de ses apport, il a été attribué à M. J.-L. Breton, 20 000 actions de 100 fr, entièrement libérées, sur les 40 000 composant le capital social et 8 000 parts bénéficiaires sur les 10 000 créées.

Le capital de la société est fixé à 4 millions de francs, divisé en 40 000 actions de 100 fr, dont 20 000 attribuées comme ci-dessus et 20 000 souscrites et libérées en numéraire.

10 000 parts bénéficiaires ont été créées, dont 8 000 attribuées pour rémunération des apports et 2 000 remises aux souscripteurs des actions de numéraire à raison d'une part par 10 actions souscrites.

Augmentations de capital. — SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DU HAUT-RHIN. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 mars 1924, p. 148, cette société, dont le siège est à Mulhouse, 2, avenue de Modenheim, va porter son capital de 54 557 000 fr à 75 000 000 fr par l'émission de 40 886 actions de 500 fr chacune, à souscrire en numéraire.

SOCIÉTÉ DE LA HAUTE-ISÈRE (ANCIENNEMENT SOCIÉTÉ ANONYME POUR LA CRÉATION ET L'UTILISATION DE FORCES MOTRICES). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 3 mars 1924, p. 160, cette société, dont le siège est à Lyon, 65, rue de la République (anciennement 63, rue de l'Hôtel-de-Ville) va procéder à la création et à l'émission de 24 000 obligations de 500 fr chacune, produisant intérêt au taux de 7 pour 100 par an, nettes d'impôts présents et futurs, à l'exception, toutefois, de l'impôt de transmission sur les titres au porteur.

Ces obligations seront remboursables à leur capital nominal de 500 fr, l'une, par voie de tirage au sort annuel, pendant une durée de 45 ans à partir de l'année 1929. Le premier remboursement aura lieu le 1er septembre 1929 et le dernier le 1er septembre 1973.

Tous les porteurs seront obligatoirement constitués en une société civile.

SOCIÉTÉ ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE L'AUXOIS. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 25 février 1924, p. 131, cette société, dont le siège est à Dijon, 8, boulevard Carnot, va augmenter son capital d'une somme de 200000 fr pour le porter à 500 000 fr, pa

l'émission au pair de 400 actions de 500 fr chacune, payables un quart en souscrivant et le surplus suivant les appels du Conseil d'administration.

Ces actions auront droit aux bénéfices de la société à compter du 1er janvier 1924.

Divers. — COMPAGNIE FRANÇAISE DES CABLES TÉLÉGRAPHIQUES. — Les actionnaires se sont réunis récemment en assemblée extraordinaire, sous la présidence de M. Ernest May, président du Conseil d'Administration, à l'effet de statuer sur l'autorisation à donner au Conseil d'administration d'aliéner une partie de l'actif social et sur la modification de la rédaction de l'article 2 des statuts relatif à l'objet social.

Le rapport explique que la partie de l'actif social qu'il s'agirait éventuellement d'aliéner comporte le réseau de câbles télégraphiques desservant les Antilles et divers pays de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud, et le câble télégraphique Australie-Nouvelle Calédonie.

Pour ce dernier câble, la subvention de 4000 livres accordée pour une durée de trente ans, expirée en octobre 1923, par deux États australiens, n'a pas été renouvelée. Le Gouvernement français désirant que l'exploitation de ce câble soit poursuivie par la compagnie, des pourparlers ont été engagés avec lui en vue de discuter les conditions du concours pécuniaire qui devrait être donné à la compagnie, l'exploitation de ce câble n'étant pas rémunératrice, surtout lorsqu'une rupture se produit, la réparation entraînant des dépenses extrêmement importantes.

En ce qui concerne l'autre groupe de câbles et lignes terrestres, le rapport rappelle que certaines des conventions passées avec les pays ou les colonies desservies sont déjà expirées ; les plus importantes d'entre elles expirent en 1924, 1927 et 1929. Le Conseil a été, en conséquence, appelé à décider si la compagnie chercherait à se maintenir dans les régions où se fait actuellement son exploitation en luttant contre la concurrence des compagnies américaines qui se sont considérablement accrues depuis quelques années dans le voisinage de la Compagnie des Câbles télégraphiques. Après examen de la situation, le Conseil a jugé préférable d'aliéner ces câbles et lignes à une compagnie américaine qui, en l'incorporant à son réseau existant, pourra en tirer un meilleur parti.

Des pourparlers ont été engagés avec la All America Cables, il y a quelques mois, et ont abouti à une entente provisoire, dont voici les points essentiels :

L'ensemble des câbles sous-marins, lignes terrestres, installations immobilières et mobilières, dans l'état où il se trouve, serait acquis par la All America Cables, à compter du 1er janvier 1924, moyennant un prix en dollars qui serait compris, suivant le cours du change, entre 2 235 000 et 2 735 000 dollars, plus les intérêts depuis le 1er janvier. Cette aliénation ne comprendrait pas le navire câblier « Pouyer Quertier », qui resterait propriété de la Compagnie française des Câbles télégraphiques.

D'autre part, jusqu'au 31 décembre 1940, la All America Cables s'engagerait, sous réserve que la qualité du service fût égale à celle des autres compagnies, à remettre à New-York, à la compagnie, pour être transmis par ses câbles transatlantiques, la totalité du trafic sans voie provenant du réseau aliéné là où elle était seule jusqu'ici, ou un trafic égal à celui qu'elle avait eu en 1923, là où elle était en concurrence avec d'autres compagnies.

Le Conseil indique dans son rapport que la Compagnie française des Câbles télégraphiques aurait à employer, de la façon suivante, la somme nette résultant de l'opération susvisée : en premier lieu, elle devrait apurer sa situation de trésorerie à l'étranger, en raison des ouvertures de crédits en livres et dollars qu'elle a été amenée à se faire ouvrir pour faire face à des dépenses d'achats de câbles, de locations de navires-câbliers, d'appareils divers, et pour se mettre à l'abri des fluctuations du change ; en second lieu, elle devrait mettre de côté la somme nécessaire pour assurer dans les délais prévus l'amortissement total des obligations à 3,5 pour 100 qui restent encore en circulation.

Le solde disponible serait versé à un fonds de réserve spécial destiné à faire face aux travaux d'amélioration et, si possible, d'extension des réseaux que la compagnie exploiterait à un titre quelconque, ceci à la demande du Gouvernement français qui en fait la condition expresse de son assentiment à l'opération de vente des câbles projetée par la compagnie.

Le rapport fait remarquer que la décision prise par le Conseil de concentrer ses efforts sur le réseau transatlantique n'ira pas sans entraîner des dépenses assez importantes pour réparer certains câbles ou améliorer l'installation générale du réseau, afin de contre-balancer la concurrence, tant des autres compagnies de câbles que de la télégraphie sans fil.

De plus, la compagnie est en pourparlers avec le Gouvernement français pour prendre la gérance du câble Dakar-Pernambouc, appartenant à la Compagnie des Câbles sud-américains, ainsi que d'autres câbles en relation avec celui-ci. La réorganisation de ces services et de ces lignes pourra également nécessiter des avances auxquelles la trésorerie sociale aurait à faire face à des conditions déterminées.

Le rapport explique enfin qu'il y a lieu de modifier l'article 2 des statuts qui indique l'objet de la société à son origine et ne répond plus à son activité présente.

Après que M. May eût répondu aux suggestions faites par un actionnaire, en ce qui concerne la vente du câble de Nouvelle-Calédonie, l'amortissement de la dette obligataire et le remboursement du capital, l'assemblée, à l'unanimité, a autorisé le Conseil d'administration à aliéner tout ou partie des câbles télégraphiques sous-marins et lignes terrestres dont la compagnie a actuellement la propriété ou le contrôle, autres que ceux faisant partie du réseau transatlantique, cette aliénation comprenant les concessions, le matériel et les installations accessoires mobilières ou immobilières. Elle a approuvé les négociations poursuivies à cet effet et donné tous pouvoirs au Conseil pour réaliser définitivement la susdite aliénation aux prix et conditions qu'il jugera convenables.

L'article 2 des statuts relatif à l'objet social a été modifié et mis en harmonie avec le but actuel de la compagnie.

ÉTABLISSEMENTS ÉDOUARD BELIN. — L'assemblée ordinaire de cette société au capital de 3 millions de francs, tenue récemment au siège social, 56, rue du Faubourg-Saint-Honoré, à Paris, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1922-1923, clos le 30 juin dernier, et ne comportant pas de compte de profits et pertes, la société étant encore en période de transition.

Rappelons que cette société exploite les procédés de M. Édouard Belin, pour l'application de la téléautographie (télégraphie des images).

Le rapport du Conseil signale que la société a signé, le 11 novembre 1923, un accord avec le journal américain « The World », pour une période de cinq années, prévoyant, notamment, la fourniture d'appareils. D'autre part, des pourparlers avec l'Administration des Postes et Télégraphes ont abouti à une convention avec l'État, qui a été signée par le sous-

secrétaire d'État des Postes, Télégraphes et Téléphones, le 17 mars 1923. Cette convention prévoit la mise en service de deux lignes : Paris-Lyon, Paris-Strasbourg et vice versa.

FORCES MOTRICES DE LA VALLÉE DE LA BIENNE. — Les comptes du dernier exercice, clos le 30 juin 1924, ont été approuvés par l'assemblée ordinaire. Ils accusent un bénéfice net de 45 052 fr. Le dividende a été fixé à 3,60 fr net par action.

BREVETS RÉCENTS

27 035 555 456. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme), 1er cert. d'add. au brevet pris, le 28 août 1922, pour perfectionnements apportés aux transmetteurs téléphoniques, 31 octobre 1922.

568 821. — ARENDT (M.), MORTON (W.-B.) : Voiture électrique à chargement automatique, 19 juillet 1923.

568 833. — COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES ; Système pour l'actionnement d'une aiguille de chemins de fer ou tramway électrique, 19 juillet 1923.

568 850. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MANUFACTURING Co ; Perfectionnements aux appareils de commande de circuits d'éclairages électriques, 19 juillet 1923.

568 856. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉLECTRICITÉ GANZ ; Moteur pour chemins de fer électriques, 19 juillet 1923.

568 867. — Société anonyme : BROWN BOVERI ET Cie ; Procédé pour le réglage de la vitesse d'un moteur d'induction au moyen d'une machine à collecteur montée en cascade, 20 juillet 1923.

568 873. — CHOSSON (J.) ; Voiture table chaude roulante électrique à l'usage des hôtels, restaurants, etc., 20 juillet 1923.

568 881. — GERSLÉ (A.) ; Meuble pour réception de télégraphie sans fil, 20 juillet 1923.

568 903. — LOMBROSO (C.) ; Installation hydro pneumatique pour l'utilisation de l'énergie ondulatrice des vagues, 21 juillet 1923.

568 924. — Société dite : SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE SÉCHERON ; Accouplement pour câbles à conducteurs de véhicules électriques, 21 juillet 1923.

568 944. — ARBEUX (H.-L.), MOUSSEAUX (E.) ; Convertisseur rotatif à courant continu pour la charge d'accumulateurs à faible tension, 23 juillet 1923.

568 958. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme) ; Perfectionnements aux systèmes téléphoniques pour bureaux centraux, 23 juillet 1923.

568 968. — SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS MAURICE LEBLANC-VICKERS, Robinet électrique pour la transformation de courants continus, 23 juillet 1923.

568 975. — BORNE (L.), THOMAS (A.), THOMAS (A.) ; Dispositif automatique d'ouverture et de fermeture d'un circuit électrique à heures déterminées, 13 juillet 1923.

568 981. — Société dite : ROBERT BOSCH A. G. ; Machine dynamo avec excitation par aimant permanent, notamment pour la production d'énergie sur les véhicules, 24 juillet 1923.

568 992. — BUCKINGHAM (E.-J.), DICKENS (S.-G.) ; Bougie d'allumage, 24 juillet 1923.

569 018. — Société dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE DE SIGNALISATION ; Appareillage électromécanique pour le contrôle à distance du fonctionnement des lampes électriques pour l'insertion automatique de lampe de secours en cas d'extinction, 25 juillet 1923.

569 019. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme) ; Perfectionnements aux systèmes de transmissions par ondes électriques, 25 juillet 1923.

569 020. — ZINK (J.-E.) ; Disque de retenue pour tube, 25 juillet 1923.

569 035. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON HOUSTON ; Système de montage et de suspension des moteurs électriques de traction, 25 juillet 1923.

569 036. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON ; Nouveau polyphone, 25 juillet 1923.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	1er mars	23 fév. (1)	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris	850		710	650	225
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	773		666	339,50	176
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	773		666	339,50	176
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	765		660	335,50	176
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Étain Banka, liv. Havre ou Paris	3 205		1 749	773	470,50
Étain Biliton, liv. Havre					
Étain Détroits, liv. Havre	3 160		1 768	773	470,50
Étain anglais de Cornouailles, liv. Paris	3 117		1 712	733	454,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen	413		254	115	57,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	420		259	125	58
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	349,50		311,50	134,50	59
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	453,50		330,30	153,50	59

(1) Les cours pour la semaine du 16 au 23 février n'ont pas été publiés.

569 061. — Besson (E.); Système de support métallique isolé, destiné aux pièces sous tension dans les coupe-circuits, distributeurs et autres appareils électriques, 26 juillet 1923.

569 069 — Warren (L.-F.); Perfectionnements aux procédés et aux appareils pour provoquer la condensation et la précipitation de l'humidité atmosphérique, 26 juillet 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 11 mars 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Première conférence : *Photoélectricité et potentiels d'ionisation et de résonance*, par M. L. Bloch, préparateur à la Faculté des Sciences.

La Houille blanche (Association des anciens Elèves de l'Institut electrotechnique de Grenoble) :

Mercredi 12 mars 1924, 19 h 30. Restaurant des Sociétés savantes, 8, rue Danton, Paris. — Diner mensuel de l'Association.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 14 mars 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche.

1° Communication sur *l'état actuel de la soudure autogène et du découpage des métaux* (avec projections), par M. R. Thomas;

2° Communication sur *la situation pétrolifère actuelle à Bakou* (avec projections), par M. P. Alderert.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris :

Samedi 15 mars 1924, 22 heures. Salle Hoche, 9, avenue Hoche, Paris. Bal annuel de l'Association (voir dans ce « Bulletin R. G. E. », p. 76 B).

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielle (Ecole Violet) :

Samedi 15 mars 1924, 20 heures. Salon de l'Hôtel Lutecia, 43, boulevard Raspail. — Banquet annuel sous la présidence de M. le général Ferrié.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 16 mars 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *L'industrie moderne des pêches maritimes*, par M. Perard, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, secrétaire général de la Société d'Enseignement professionnel des pêches maritimes.

INDEX ÉCONOMIQUE

RELATIF A LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR LE QUATRIÈME TRIMESTRE 1923 (1)

Transmis par le Ministère des Travaux publics.

DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION fr	BASSE TENSION fr
Ain	156	211	Finistère	177	231	Nord	127	182
Aisne	141	195	Gard	149	203	Oise	161	215
Allier	165	219	Garonne (Haute-)	159	213	Orne	192	246
Alpes (Basses-)	149	203	Gers	159	213	Pas de Calais	127	182
Alpes (Hautes-)	149	203	Gironde	173	227	Puy-de-Dôme	154	208
Alpes Maritimes	149	203	Herault	149	203	Pyrénées (Basses-)	173	227
Ardèche	149	203	Ille-et-Vilaine	177	231	Pyrenées (Hautes-)	159	213
Ardennes	182	237	Indre	165	219	Pyrenées Orientales	149	203
Ariège	159	213	Indre et Loire	177	232	Rhône	156	211
Aube	161	216	Isère	156	211	Saone (Haute-)	156	210
Aude	149	203	Jura	146	200	Saône-et-Loire	146	200
Aveyron	159	213	Landes	173	227	Sarthe	193	248
Belfort (Territoire de)	156	210	Loir-et-Cher	165	219	Savoie	156	211
Bouches-du-Rhône	149	203	Loire	154	208	Savoie (Haute-)	156	211
Calvados	180	234	Loire (Haute-)	154	208	Seine	181	235
Cantal	154	208	Loire Inférieure	171	225	Seine-Inférieure	163	218
Charente	178	232	Loiret	167	222	Seine-et-Marne	187	241
Charente-Inférieure	173	227	Lot	159	213	Seine-et-Oise	181	235
Cher	165	219	Lot-et-Garonne	178	232	Sèvres (Deux-)	174	228
Corrèze	174	228	Lozère	149	203	Somme	127	182
Corse			Maine-et-Loire	177	231	Tarn	159	213
Côte-d'Or	146	200	Manche	182	237	Tarn-et-Garonne	159	213
Côtes-du-Nord	177	231	Marne	174	228	Var	149	203
Creuse	174	228	Marne (Haute-)	152	206	Vaucluse	149	203
Dordogne	178	232	Mayenne	191	245	Vendée	174	228
Doubs	156	210	Meurthe-et-Moselle	153	207	Vienne	174	228
Drôme	149	203	Meuse	153	207	Vienne (Haute-)	174	228
Eure	178	232	Morbihan	178	232	Vosges	153	207
Eure-et-Loir	191	246	Nièvre	165	220	Yonne	165	220

(1) Les différentes publications relatives aux quatre trimestres de l'année 1921 sont rappelées dans la note (1) du « Bulletin R. G. E. » du 11 mars 1922, t. xi, p. 84 B et celles relatives aux quatre trimestres de l'année 1922, dans le « Bulletin R. G. E. » du 16 juin 1923, t. xiii, p. 195 B. L'index relatif au 1er trimestre 1923 a été publié dans le « Bulletin R. G. E. » du 16 juin 1923, t. xiii, p. 195 B et une rectification a été faite dans le « Bulletin R. G. E. » du 23 juin 1923, t. xiii, p. 203 B. Celui relatif au deuxième trimestre a été publié dans le « Bulletin R. G. E. » du 15 septembre 1923, t. xiv, p. 91 B et celui relatif au troisième trimestre dans le numéro du 5 janvier 1924, t. xv, p. 7 B.

Rappelons que les prix des charbons servant de base pour le calcul des coefficients sont publiés à la rubrique « combustibles » des informations (voir dans ce numéro p. 75 B) et que la manière d'utiliser ces nombres pour le calcul du prix maximum de vente de l'énergie électrique a été exposée en détail dans les circulaires du ministre des Travaux publics, du 24 novembre 1919, reproduites dans le numéro de la « R. G. E. », du 10 janvier 1920, t. vii, p. 70 et 71. Voir aussi la note explicative publiée à la page 2 du numéro de la « R. G. E. » du 2 juillet 1921, t. x.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX 25 février 1924	PRIX 1er mars 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	120 fr	120 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	115	115	0
21 à 30	100 kg	120	120	0
16 à 20	100 kg	125	125	0
11 à 15	100 kg	130	130	0
8 à 10	100 kg	135	135	0
4 à 7	100 kg	140	140	0
3 à 3,5	100 kg	150	150	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	850	850	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	13 7/8 d	13 3/4 d	— 1/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	915 fr	914 fr	— 1
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	720,50	765	+ 44,50
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	861,75	909	+ 47,25
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 115	1 165	+ 50
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 970	7 000	+ 30
*Ébonite, bonne qualité courante (prix moyen), liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Émail pour appareillage tôle — blanc	100 kg	550	605	+ 55
Émail pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 540	1 694	+ 154
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 915	3 055	+ 140
Fonte de moulage, type n° 3 Longwy, départ usine Est	tonne	380-395	390-410	+ 10 15
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	460	485	+ 25
*Huile pour transformateurs liv. Paris	100 kg	328	328	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Haute tension	100 kg	200	200	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Basse tension	100 kg	195	190	— 5
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	135	135	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	378	388	+ 10
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité tension 15 000 volts, dimension 150/150		5	5	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	385	375	+ 10
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	315	340	+ 25
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	422	430	+ 8

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Nouvelle extension de la loi britannique d'assurance contre le chômage — La crise de chômage qui, bien que s'atténuant peu à peu, sévit depuis plus de quatre ans dans l'industrie britannique a amené le gouvernement à apporter, à diverses reprises, des modifications au texte primitivement voté en 1920. Tout récemment, le gouvernement travailliste, sous la pression des circonstances, a fait voter par le Parlement une nouvelle modification qui donne aux chômeurs de nouveaux avantages. Ces amendements successifs ont complètement changé le caractère d'assurance qu'avait primitivement la loi, pour en faire une loi d'assistance publique dont les conséquences financières sont presque entièrement supportées par l'ensemble de la nation, alors qu'à l'origine il était entendu que la plus grande partie de ces charges seraient couvertes par des versements de ceux appelés éventuellement à bénéficier des allocations.

Dans son « Bulletin quotidien » du 5 mars 1924, la Société d'Études et d'Informations économiques a publié un historique des modifications qui ont été apportées successivement à la loi de 1920 ; nous en détachons les passages suivants :

La loi britannique d'assurance contre le chômage, sous la forme où le Parlement l'avait d'abord adoptée dans l'été de 1920, et où elle est entrée en application le 8 novembre de la même année, limitait à 15 semaines dans une seule et même année la période maximum pendant laquelle les assurés auraient droit à des prestations, le rapport des prestations aux versements hebdomadaires effectués ne devant pas dépasser celui de un à six et le nombre des versements effectués n'étant pas inférieur à douze.

Exceptionnellement, pendant la première année, il devait suffire de quatre versements. Les versements effectués par les bénéficiaires des lois antérieures, infiniment moins générales, comptaient pour un nombre égal de versements au nouveau régime.

Malgré ces deux dernières stipulations, l'ampleur de la crise économique qui éclata dès les derniers mois de l'année, avant même que le système eût commencé à fonctionner et à constituer des réserves, nécessitait, dès le début de 1921, de nouveaux accommodements.

Le taux des allocations était augmenté sans relèvement correspondant du taux des versements. Les allocations seraient payables 16 semaines au maximum dans la période du 3 mars au 2 novembre, puis dans celle du 3 novembre au 2 juillet 1922 ; après quoi, le maximum serait de 26 semaines par an, au lieu de 15.

En juin 1921 les allocations sont ramenées au taux de 1920, tandis que le taux des versements est relevé. En revanche, outre les deux périodes de 16 semaines chacune durant lesquelles les assurés avaient droit d'être secourus jusqu'au 2 juillet 1922, le ministre est autorisé, en cas de nécessité, à accorder ces secours pendant deux périodes supplémentaires ne dépassant pas 6 semaines chacune. Pour suffire à ces dépenses que ne contre-balance aucune recette, la caisse d'assurance est autorisée à emprunter jusqu'à concurrence de 20 millions de livres sterling.

C'est le régime de l' « uncovenanted benefit », c'est-à-dire des allocations non prévues par les conventions, et qui, en réalité, sortent du domaine de l'assurance pour rentrer dans celui de l'assistance publique, puisque les secours sont hors de toute proportion avec les versements effectués et se prélèvent désormais, non sur les cotisations accumulées, mais sur des emprunts ; qu'on peut tout au plus se flatter de rembourser dans des jours meilleurs au moyen de cotisations futures qu'un chômage moins intense n'absorbera plus, à peine versées.

En octobre, un système de versements supplémentaires assez modiques permettait d'étendre les secours aux personnes à la charge des assurés.

En avril 1922, autres remaniements : du milieu d'avril à la fin d'octobre, l'assuré aura droit à 15 semaines de prestations et, à 12, de novembre 1922 à juin 1923 ; dans chacune de ces périodes, il pourra être accordé 5 semaines de secours supplémentaires ; soit 20 sur 26 semaines et 17 sur 35 respectivement, et un total de 37 semaines en quinze mois.

C'est dire que le droit à l'allocation est subordonné aux conditions de versement les plus réduits. Le déficit pour ces quinze mois est évalué à 12 500 000 livres, qui, s'ajoutant à un déficit antérieur de 14 500 000 livres, donne une dette de 27 000 000 livres.

A l'approche du 17 avril, date fixée pour l'ouverture d'une nouvelle période, comme le chômage se prolongeait et qu'une foule de sans-travail demeuraient hors d'état d'acquitter le nombre de cotisations prévu par la loi de 1920, le ministre du Travail du Cabinet Bonar Law faisait adopter, il y a un an, de nouvelles dispositions, instituant une nou-

velle période indépendante de tout versement par l'intéressé : du 2 novembre 1922 au 17 octobre 1923, pourraient être touchées au total 44 semaines d'allocations, sous la seule réserve qu'au bout de 22 semaines, il y aurait un intervalle de 2 semaines pendant lesquelles il ne serait rien touché. Après quoi, l'année étant comptée de la mi-octobre à la mi-octobre, le nombre des semaines d'allocations pourrait s'élever à 26, moyennant versement de cotisations, ou même, si les circonstances l'exigeaient, sans aucun versement ; ces 26 semaines d'allocations pourraient être touchées d'affilée, s'il y avait eu versements ; s'il n'y avait pas eu versements, on ne pourrait toucher que douze semaines de suite, avec interruption de 3 semaines.

« Quiconque aura touché des allocations dans les conditions susdites pendant un total de 12 semaines, cessera d'avoir droit à l'allocation au cours de la même année avant l'expiration de 3 semaines à compter de la date à laquelle s'est terminée la dernière période d'allocation », disait une clause de la seconde section de la loi de 1923.

C'était un « trou » de 3 semaines (gap) durant lesquelles les bénéficiaires de 12 semaines d'allocations non couvertes par le nombre réglementaire de versements correspondant (uncovenanted benefit) devaient se passer de tous secours. Précaution empruntée à la plupart des règlements de trade unions qui cherchent ainsi à se défendre contre les abus.

Dans sa déclaration ministérielle du 12 février, M. Mac Donald annonçait l'intention d'abolir des restrictions aussi dénuées de fondement rationnel. Pendant les trois semaines où le sans-travail se trouve privé d'allocation, il faut pourtant bien qu'il vive. Comment ? en tombant à la charge de l'Assistance publique. Cet intervalle de 3 semaines n'a pour lui ni valeur morale ni valeur économique. Il est injuste, il est irritant, il ne saurait se défendre en saine raison. De même, il n'y a qu'arbitraire dans la décision qui accorde à celui-ci le bénéfice du secours extra-légal et qui la refuse à celui-là. L'un et l'autre expédients sont intolérables.

En conséquence, le 18 février, M. Tom Shaw, ministre du Travail, appuyé par le chancelier de l'Echiquier, le ministre de l'Hygiène, l'attorney general et par son adjointe Miss Bondfield, soumettait en deuxième lecture à la Chambre des Communes un projet de loi destiné à « boucher le trou », et devant entrer en vigueur dès le jeudi 21 février.

Dans son exposé le gouvernement considère le chômage au degré actuel, comme l'effet direct de la guerre, que le pays tout entier doit prendre à sa charge. Les clauses qui s'opposent à la continuité des secours réduisent à la misère, par centaines et par milliers, tous ceux qui sont trop fiers pour recourir à la charité publique. Quant à ceux qui y recourent, ils aggravent les charges locales des contribuables précisément dans les localités où la situation est déjà le plus critique. C'est pourquoi le projet de loi se propose d'abolir l'intervalle de 3 semaines entre deux périodes successives de secours, intervalle que rien ne justifie.

Le projet ayant été à l'unanimité adopté en seconde lecture, l'examen en comité et la troisième lecture ont eu lieu dès le lendemain. Le surlendemain, 21, c'était le tour de la Chambre des Lords.

Ainsi amendée pour la huitième fois depuis son origine, la loi d'assurance contre le chômage garantit donc la continuité des allocations, quel que soit le nombre des versements effectués. La persistance de la crise économique rendait sans doute la mesure indispensable et l'on comprend mal, après leurs déclarations, que les conservateurs et les libéraux n'en aient pas pris l'initiative lors de leur précédent passage au pouvoir ? Mais peut-on bien encore parler d'assurance, sinon par manière de traite sur l'avenir ?

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Un accident aux usines Schneider de Champagne-sur-Seine. — Les journaux ont mentionné le grave accident qui a coûté la vie à deux ouvriers et deux ingénieurs stagiaires de l'usine Schneider, à Champagne-sur-Seine.

Il s'est produit à la fin de l'équilibrage dynamique d'un rotor de turbo-alternateur de 5000 kw. à 3000 t : mn, au moment où cette opération, qui s'était effectuée sans difficulté, était considérée comme terminée.

La pièce tournait depuis quelques minutes à sa vitesse de régime d'une manière tout à fait satisfaisante quand l'explosion s'est produite brusquement.

La faible puissance de la machine et le caractère normal des opérations d'équilibrage ne permettaient nullement de prévoir cet accident.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Aisne.* — La Compagnie électrique du Nord, 60, rue de Prony, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de Bohain une ligne de transmission d'énergie à 15 000 v destinée à alimenter les établissements Loevenshon.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir, sur le territoire de la commune de Chauny, une ligne de transmission d'énergie à haute tension entre l'usine à gaz et la sous-station de la Navigation, en vue de l'alimentation de cette dernière.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Nord. — La Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin, 65, rue du Rempart, à Valenciennes, a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Crespin, une ligne à 16000 v destinée à l'alimentation du moulin François.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution d'énergie électrique aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

La Compagnie générale pour l'Eclairage et le Chauffage par le Gaz a obtenu l'autorisation d'installer immédiatement un branchement aérien électrique à haute tension sur le territoire de la commune de Carnières et destiné à alimenter le poste de transformation de la nouvelle ferme de Boistrancourt.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics pour l'obtention de laquelle la compagnie pétitionnaire a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

La Société Electricité et Gaz du Nord, 75, boulevard Haussmann, à Paris, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement un branchement électrique souterrain à haute tension (10 000 v), d'une longueur de 10 m sur le territoire de la commune d'Houplines et destiné à alimenter la briqueterie de la Société générale de Construction et de Reconstruction.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution d'énergie aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

La Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin, 65, rue du Rempart à Valenciennes, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une canalisation électrique souterraine à 10000 v. d'une longueur de 495 m. sur le territoire de la commune de Saint-Saulve et destinée à l'alimentation des Brasseries réunies

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution d'énergie aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction

La Compagnie générale pour l'Éclairage et le Chauffage par le Gaz a obtenu l'autorisation d'établir, dans les emprises de la voie ferrée de Busigny à Somain, une canalisation électrique, en partie souterraine et en partie aérienne, ainsi qu'un poste de raccordement pour alimenter le poste de transformation de la Société des Briqueteries cambrésiennes, à Cambrai

Cette canalisation fera partie du réseau de la concession d'État de distribution d'énergie électrique aux services publics pour l'obtention de laquelle ladite compagnie a déposé une demande actuellement en instance.

La Compagnie générale pour l'Éclairage et le Chauffage par le Gaz a obtenu l'autorisation d'installer deux canalisations électriques souterraines à haute tension (15 000 v), destinées à l'alimentation du poste de transformation de la commune de Maretz et de la sous-station de la gare de Busigny.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'État de distribution aux services publics demandée par cette compagnie et actuellement en cours d'instruction.

Nord et Pas-de-Calais. — La Société électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir immédiatement une canalisation électrique aérienne à haute tension (16000 v) sur les territoires des communes de Merville (Nord) et de Lestrem (Pas-de-Calais).

Cette canalisation sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Oise. — La Société artésienne de Force et Lumière agissant pour le compte de la Société électrique du Nord-Ouest, a obtenu l'autorisation provisoire de procéder à l'exécution d'une ligne à haute tension allant d'Amiens à Songeons, qui sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics, pour l'obtention de laquelle la Société électrique du Nord-Ouest a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

Rhin (Haut-). — La Société d'Electricité de Guebwiller, à Guebwiller (Haut-Rhin) a obtenu l'autorisation d'établir, entre Guebwiller et Soultz, une canalisation électrique à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution de cette dernière commune.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'État de distribution aux services publics que la société pétitionnaire s'est engagée à déposer pour l'ensemble de son réseau à haute tension.

Seine-et-Oise. — La Société Le Triphasé, dont le siège social est à Paris, 53, rue des Dames, a obtenu :

1° Des permissions de voirie pour l'établissement d'une ligne à haute tension destinée à alimenter le poste de transformation du réseau de la commune de Piscop ;

2° L'autorisation d'établir, sur le territoire des communes de Livillers et d'Ennery, une ligne à haute tension destinée à l'alimentation du réseau de cette dernière commune ;

3° L'autorisation d'établir, en dérivation de la ligne Puiseux-Meulan, une ligne à haute tension destinée à alimenter le poste de transformation de la distribution communale de Menucourt.

Ces lignes seront comprises dans la concession d'État de distribution d'énergie aux services publics pour l'obtention de laquelle la société a déposé une demande actuellement en cours d'instruction.

DÉCHÉANCES DE CONCESSIONNAIRES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — *Côte-d'Or.* — Un arrêté ministériel récent a déclaré M. C. industriel à Dijon, déchu de la concession de distribution publique d'énergie à tous usages qui lui avait été accordée par la commune de Gémeaux (Côte-d'Or).

Haute-Loire. — Par arrêté ministériel, MM. M. et T. ont été déclarés déchus de la concession de distribution publique d'énergie électrique à tous usages qui leur avait été accordée par la commune de Saint-Ilaon.

PROJETS D'ÉTABLISSEMENTS DE RÉSEAUX RURAUX. — *Puy-de-Dome.* — Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique et du Génie rural, au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique :

1° Dans les communes de la Région de Moissat.

2° Dans les communes de la Région de Reignat.

Seine-et-Oise. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique et du Génie rural, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Gif.

Seine-et-Marne. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'énergie électrique et l'ingénieur du Génie rural, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans le Syndicat de communes de la Région du Sud-Ouest Seine-et-Marnais.

Combustibles. — LA PRODUCTION DE HOUILLE ET DE LIGNITE EN FRANCE AU COURS DES CINQ DERNIÈRES ANNÉES. Cette production est indiquée dans le tableau suivant :

Années.	Houille. tonnes	Lignite. tonnes
1913	40 051 000	793 000
1919	21 567 000	909 757
1920	24 303 228	971 076
1921	28 240 887	735 608
1922	31 910 000	758 000
1923	37 714 304	861 [illegible]

On voit qu'elle n'a cessé de croître depuis 1919 et qu'elle ne tardera à égaler celle de 1913.

Ce résultat est dû à l'activité déployée dans la remise en état des houillères dévastées de la région du Nord, houillères dont la production est passée de 7 millions de tonnes en 1919 à 20.9 millions de tonnes en 1923.

On sait d'ailleurs que notre consommation de combustible est de beaucoup supérieure à notre production. En 1923, elle a été, pour la houille et le coke, de près de 65 millions de tonnes ; pour le coke, 4,081 millions de tonnes ont été fabriquées en France.

LA PRODUCTION ET L'IMPORTATION DES HUILES MINÉRALES EN FRANCE EN 1923. — La production française en huiles minérales est à peu près limitée à celle de l'entreprise de Pechelbronn ; en 1923 elle n'a été que de 56 946 t, alors qu'elle

avait atteint 63 377 t; la diminution provient de l'interruption de travail qui a eu lieu à Pechelbronn en mai et juin 1923.

Les importations, beaucoup plus considérables, se sont élevées à 1 416 078 t, en augmentation de 263 264 t par rapport à celles de l'année 1922; la valeur de ces importations dépasse 1 250 millions de francs, alors qu'elle n'était que de 844 millions de francs pour l'année précédente. Il a été réexporté 20 433 t en 1923, contre 34 440 t en 1922.

Ce sont les États-Unis qui nous fournissent la plus grande partie de nos importations; le Mexique vient au second rang, mais sa contribution est inférieure au vingtième de celle des États-Unis.

Métallurgie. — LA PRODUCTION MINIÈRE DE L'ALGÉRIE EN 1923. — L'industrie minière en Algérie, qui s'était brillamment relevée pendant l'année 1922, a poursuivi en 1923 sa progression. La production présente une sensible augmentation sur celle de 1922 et atteint, en poids, près du double de celle de 1921.

Le résultat de cette amélioration générale apparait dans les chiffres suivants des exportations de produits minéraux algériens pendant les trois dernières années, comparées à celles de 1913 et exprimées en tonnes.

	1923	1922	1921	1913
Minerais de fer	1 490 113	1 294 907	684 964	1 356 061
Minerais de cuivre	3 676	1 901	2 607	2 209
Minerais de plomb	20 220	14 118	11 491	30 510
Minerais de zinc	47 773	39 405	17 537	82 085
Minerais antimoine	1 440	1 645	346	
Minerais de manganèse	661		1 893	

Les stocks qui pesaient sur le marché en 1921 étant aujourd'hui écoulés, la comparaison des exportations donne une idée très exacte de la production de chaque année. On voit donc qu'il reste encore du chemin à parcourir pour revenir au niveau d'avant guerre, en ce qui concerne les minerais de plomb et de zinc. Par contre, la production des minerais de fer est aujourd'hui supérieure, grâce au développement des exploitations du département de Constantine, de l'Ouenza, notamment et de celles du département d'Oran (Mokta).

Pour les minerais de fer, 1 380 797 t ont été exportées dans les pays étrangers, notamment en Angleterre; 109 316 t ont été expédiées en France. Pour les minerais de plomb, l'exportation en France est de 10 006 t, le reste étant exporté en Tunisie et à l'étranger. Sur les 47 775 t de minerais de zinc exportés, 25 454 t ont été expédiées à l'étranger, pour la plus grande partie en Belgique.

LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE FRANÇAISE AU COURS DES CINQ DERNIÈRES ANNÉES. — Cette production est indiquée dans le tableau suivant, en milliers de tonnes.

Années.	Minerai de fer. Milliers de tonnes.	Fonte. Milliers de tonnes.	Acier. Milliers de tonnes
1913	21 918 (1)	5 311 (1)	4 635 (1)
1919	9 430	2 412	2 186
1920	13 871	3 434	3 050
1921	14 118	3 417	3 102
1922	20 832	5 229	4 471
1923	23 206	5 300	4 977

Les exportations de fonte, fer et acier, qui étaient de 1 million de tonnes en 1913 et étaient tombées à 367 000 t en 1919, se sont rapidement relevées à 2 866 000 t en 1922, pour fléchir à 2 530 000 t en 1923 par suite de la carence de l'Allemagne pour la fourniture du coke métallurgique.

(1) Non compris la production de la Lorraine désannexée.

Commerce. AUGMENTATION DE LA TAXE PERÇUE POUR L'ACCOMPLISSEMENT DES FORMALITÉS EN DOUANE ET LA REMISE A DOMICILE DES COLIS POSTAUX EN BELGIQUE. — Aux termes d'un communiqué du Ministère des Chemins de fer belges, la taxe, qui était jusqu'ici de 1,50 fr, pour l'accomplissement des formalités en douane et la remise à domicile des colis postaux de l'étranger est portée à 1,75 fr depuis le 15 février 1924.

Économie industrielle et sociale. — LE NOMBRE DES CONTRIBUABLES SOUMIS A L'IMPOT GÉNÉRAL SUR LE REVENU. — Pour 1922, ce nombre a été de 963 776, se répartissant comme il suit :

Catégories de revenus.		Nombre de contribuables.
De 6 000 à	10 000 fr	338 974
10 000 à	20 000	409 118
20 000 à	30 000	103 714
30 000 à	50 000	61 451
50 000 à	100 000	33 639
100 000 à	200 000	11 696
200 000 à	300 000	2 740
300 000 à	500 000	1 522
500 000 à	1 000 000	651
Au dessus de	1 000 000	181
Total		963 776

LE MOUVEMENT DES INDICES DES PRIX DE GROS FRANÇAIS EN JANVIER 1924. — L'indice général des prix de gros établi par les soins de la « Statistique générale de la France », accuse, à la fin de janvier, le chiffre de 505 contre 468 en décembre 1923 (base 100 en juillet 1914).

Cet indice général est établi sur le prix de 45 articles.

Cette augmentation est due à la hausse de l'indice des denrées alimentaires, qui est passé de 422 en décembre 1923 à 441 en janvier 1924, et à la hausse de l'indice des matières industrielles, passé de 509 en décembre à 560 en janvier.

Voici d'ailleurs le tableau communiqué par la Statistique générale de la France :

Nature et nombre des articles.		Indices. Fin décembre.	Indices. Fin janvier.
Indice général	(45)	468	505
Denrées alimentaires :			
Ensemble	(20)	422	441
Aliments végétaux	(8)	375	399
Aliments animaux	(8)	437	437
Sucre, café, cacao	(4)	493	550
Matières industrielles :			
Ensemble	(25)	509	560
Minéraux et métaux	(7)	477	525
Textiles	(6)	613	693
Divers	(12)	466	500

L'indice des prix de détail à Paris (base 100 en juillet 1914) est aussi en sensible augmentation puisqu'il est passé de 365 en décembre (355 en novembre) à 376 en janvier.

Congrès. Expositions. — XIXe CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'UNION INTERNATIONALE DE TRAMWAYS, DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL ET DE TRANSPORTS PUBLICS AUTOMOBILES. — Ce congrès se tiendra à Paris du mardi 17 juin au vendredi 20 juin inclus.

D'après le programme provisoire qui a été dressé, la séance d'ouverture aura lieu le mardi matin, à la Sorbonne,

sous la présidence d'honneur de M. le ministre des Travaux publics. Les séances ultérieures se tiendront dans l'hôtel des Ingénieurs civils le mardi après-midi, le jeudi matin et après-midi et le vendredi matin.

La journée du mercredi sera occupée par une excursion à Versailles, Saint-Germain et Saint-Cloud; dans l'après-midi du vendredi auront lieu des visites d'établissements ou d'usines.

A la suite du congrès, les congressistes se rendront à Nancy, puis à Strasbourg; la dislocation du congrès s'effectuera à Strasbourg le dimanche 22 juin au soir.

Un programme spécial est prévu pour les dames pendant leur séjour à Paris.

Les droits d'inscription sont fixés à 40 fr pour les hommes et à 20 fr pour les dames. Les bulletins d'inscription doivent être adressés au président de l'Union internationale, 15, avenue de la Toison-d'Or, à Bruxelles, avant le 31 mars.

Foire Exposition de Bourges de 1924. — La 5e Foire-Exposition se tiendra à Bourges, du 21 au 30 juin 1924.

Afin de préparer, dès maintenant, cette manifestation d'activité économique régionale, le Comité exécutif s'est réuni dernièrement à l'Hôtel de Ville.

M. Laudier, député-maire, donna lecture d'un long rapport constatant que le but poursuivi par le Comité est réalisé avec le plus grand succès.

Après un résumé rétrospectif de ce que furent les premières Foires-Expositions, le rapport fait ressortir les résultats obtenus par celle de 1923 et rappelle le succès des manifestations organisées à cette occasion : Exposition du livre, manuscrits, ouvrages anciens, cortège historique.

Les résultats recherchés matériels, et moraux, ont été acquis, les étrangers venant de plus en plus nombreux à l'occasion de ces manifestations.

La prochaine foire sera surtout agricole et des expériences de motoculture électrique seront faites aux environs de Bourges; il y aura également une exposition des « applications de l'électricité à l'enseignement ménager ».

Exposition de véhicules électriques à accumulateurs à New-York. — Une exposition de véhicules électriques à accumulateurs aura lieu du 19 au 26 avril 1924 à New-York. Il est intéressant de signaler, à ce sujet, que l'industrie des véhicules électriques à accumulateurs semble devoir prendre, en Amérique, une place importance parmi les applications de l'électricité. L'agence Reuter, de New-York, informe que, à Chicago, pendant la période du 1er au 24 janvier 1924, le nombre de véhicules électriques à accumulateurs achetés et mis en service, a été de 140 ; le nombre de commandes pour Chicago, passées durant cette période, et non satisfaites encore, s'élève à 77. D'autre part, une firme de Chicago pour la construction de véhicules électriques à accumulataurs, a vu son carnet de commandes s'augmenter de 116 demandes pour des régions autres que Chicago.

Dans le district de New-York, les résultats sont moins satisfaisants ; cependant, en raison des nombreuses commandes passées en décembre 1923, les usines se rapportant à cette industrie fonctionnent normalement.

Parmi les commandes faites depuis le 1er janvier 1924, notons : 10 véhicules pour la Westcott Express Co ; 2, pour la New-York Transfer Co ; 1, de deux tonnes, pour la Washburn Crosby Co ; 4, de 5 tonnes, pour la Iroquois Gas Co of Buffalo. La New-York Edison Co compte acheter 35 véhicules pendant l'année 1924.

Dans le monde électrique. — **Légion d'honneur.** — Par décret du 27 février 1924, publié au « Journal officiel » du 2 mars, page 2165), a été élevé à la dignité de grand-officier :

M. Bienvenüe (Fulgence-Marie-Auguste), inspecteur général de 1re classe des Ponts et Chaussées, détaché au service municipal de la Ville de Paris en qualité d'inspecteur général des Services techniques du Métropolitain et du Port de Paris. Commandeur du 16 octobre 1913. Fonctionnaire hors de pair, par sa haute valeur personnelle et professionnelle, sa culture intellectuelle étendue, son caractère d'une droiture éprouvée, sa rare compétence technique. A rendu à la Ville de Paris les plus éminents services dans l'œuvre remarquable de la construction du Métropolitain qu'il a dirigée avec une sûreté de vue, un esprit de suite et une volonté de réalisation qui lui font le plus grand honneur. A ainsi mené à bien une œuvre extrêmement complexe, à laquelle son nom restera indissolublement lié.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — **Compagnie française des Fours électriques.** — A la suite des expériences qui viennent d'avoir lieu avec le nouveau four électrique automatique à tremper (procédé breveté Wild-Barfield), un comité s'est formé dont le but est l'acquisition des brevets et la construction en France de ces appareils. M. Godet, mandataire agréé, représentant légal de la Société dite « Automatic And Electric Furnaces Ltd », de Londres, fait appel aux industriels désireux de s'associer à cettte entreprise.

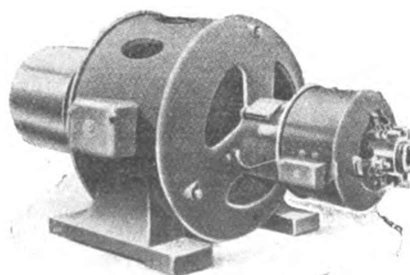
Ainsi que nous l'avons déjà annoncé dans notre « Bulletin R. G. E. » du 23 février 1924, p. 62 B, le capital de cette société française est fixé 600 000 fr, divisé en 600 actions de 1 000 fr chacune, à libérer de un quart en souscrivant. Il n'est créée aucune action d'apport. Le siège social est à Paris, 102, rue du Faubourg-Poissonnière.

Force et Lumière électrique de l'Est. — D'après la circulaire de la Société générale alsacienne de Banque, cette société anonyme est définitivement constituée.

Son objet est l'exploitation de l'établissement d'électricité et électromécanique, situé quai Kellermann et rue Saint-Pierre, à Strasbourg, qui lui a été apporté par la Société anonyme de Force et Lumière électrique de Paris.

Le capital a été fixé à 1 500 000 fr, divisé en 3 000 actions de 500 fr chacune, dont 1 600 de priorité et 1 400 ordinaires.

Société hydro-électrique de la Diège. — L'objet de cette société anonyme de constitution récente est l'exploitation d'une ou plusieurs chutes d'eau sur la rivière la Diège et ses affluents; la production, la distribution de l'énergie hydroélectrique ou thermoélectrique. Le siège est à Paris, 5, rue Jules-Lefebvre. Le capital est de 20 millions de francs en actions de 500 fr, dont 30 000 attribuées à la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, en rémunération d'apports. Ces derniers comprennent notamment : les droits aux terrains et constructions acquis de diverses personnes par la société apporteuse sur les territoires des communes de Roche-le-Peyroux, Sainte-Marie-la-Panouze, Saint-Étienne-la-Geneste, Chirac Mestes, Saint-Exupery, Saint-Victour, Margerides et Saint-Jullien, près Bort (Corrèze), le droit acquis par la Société des Hauts-Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson d'établir et maintenir à perpétuité, sous divers terrains, un tunnel destiné à la conduite des eaux de la Diège, du réservoir à l'usine génératrice.



Les travaux et ouvrages d'aménagement hydroélectrique de la rivière Diège, exécutés et établis dans le territoire de la commune de Roche-le-Peyroux.

De ces apports sont formellement exclus :

1° Des immeubles acquis par la société apporteuse dans les communes de Bort et Monestier Merlines (Corrèze) ;

2° Plusieurs terrains situés sur Roche-le-Peyroux et tous les travaux et constructions, notamment la station électrique à moteurs Diesel, qui y sont édifiés ;

3° Les lignes électriques à 10 000 et 5 000 v, établies sur les communes de Bort, Saint-Julien près Bort, Sarroux et Roche-le-Peyroux.

Augmentations de capital. — Société électrique du Toulois. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 mars 1924, p. 169, cette société, dont le siège est à Toul (Meurthe-et-Moselle), 18, rue du Général-Foy, va procéder à l'émission au pair de 1 500 actions nouvelles de 500 fr chacune, payables en espèces, un quart à la souscription et le surplus sur appels du Conseil d'administration, assimilées aux actions anciennes, participant au premier dividende de 5 pour 100 à partir du 1er avril 1924, et pour moitié au dividende supplémentaire de l'exercice 1923-1924, représentant une augmentation de 750 000 fr, décidée par l'assemblée générale extraordinaire du 1er février 1923.

Compagnie électrique de Franche-Comté. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 mars 1924, p. 169, cette société, dont le siège est à Saint-Vit (Doubs), va procéder à l'émission de 6 000 actions de 250 fr chacune, pour porter le capital social à 3 millions de francs. Ces actions porteront les nos 6 001 à 12 000.

Ces actions seront émises avec une prime de 25 fr, soit à 275 fr par titre. Elles auront, par rapport aux anciennes actions, pendant les cinq années, de 1924 à 1928 inclus, une priorité de dividende de 7 pour 100. Cette priorité sera portée sur les statuts de la société.

Un droit de préférence de souscription d'une action nouvelle contre une action ancienne sera réservé aux anciens actionnaires pendant un délai expirant le 15 mars 1924.

Le produit de cette augmentation est destiné à couvrir les dépenses à faire pour l'extension du réseau et le renforcement des forces hydroélectriques et des stations centrales.

Société des Forces motrices de la Vienne. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 10 mars 1924, p. 170, cette société, dont le siège est à Paris, 16, rue de la Pépinière, va porter son capital, de 15 millions à 22 millions de francs, par la création de 28 000 actions privilégiées nouvelles de 250 fr à émettre au taux de 300 fr. Ces 28 000 actions, qui porteront les numéros 60001 à 88000, auront droit : au premier dividende de 6 pour 100, à compter du 1er janvier 1924 pour les deux premiers quarts, à compter du jour fixé pour leur versement effectif pour les deux autres quarts ; au dividende complémentaire à partir de l'exercice commençant le 1er janvier 1925. Les anciens actionnaires, propriétaires d'actions ordinaires ou privilégiées, sans distinction, auront droit à titre irréductible à la souscription de 75 pour 100 des actions nouvelles, soit 21 000, c'est-à-dire à 7 actions nouvelles pour 20 actions anciennes ; les porteurs de parts auront droit à titre irréductible à la souscription des 25 pour 100 de surplus, soit 7 000 actions, c'est-à-dire à 35 actions nouvelles pour 12 parts possédées.

La moitié des titres disponibles, après exercice des droits irréductibles des anciens actionnaires et porteurs de parts, pourra être souscrite, à titre réductible, par les anciens actionnaires avec le même maximum de 7 actions nouvelles pour 20 actions anciennes, les attributions devant être faites pour les actions souscrites à titre réductible au prorata des titres demandés.

Secteur électrique du Nord de la Gironde, anciennement Société d'Énergie électrique de Coutras. — Cette société est autorisée à émettre 8 000 actions de 250 fr, au pair, en quatre tranches de 500 000 fr.

Divers. — Ateliers et Chantiers électriques de la Seine, Cuinier et Corbeil. — Cette société en nom collectif dont le siège est à Neuilly-sur-Seine (Seine), 15, boulevard Victor-Hugo, vient d'être dissoute. Chacun des anciens associés continuera dans sa partie les travaux en cours.

Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'Énergie. — Le bénéfice net de l'exercice 1923 ressort à 1 274 481 fr, déduction faite des charges financières. Le Conseil proposera à l'assemblée du 14 mars le maintien du dividende à 27,50 fr par action privilégiée, 25 fr par action ordinaire, et 12,50 fr par action de jouissance.

Société centrale pour l'Industrie électrique. — Les actionnaires, réunis en assemblée ordinaire, au siège social, 3, rue Moncey, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923. Le compte de profits et pertes fait ressortir, après déduction des frais généraux et charges diverses, un solde net de 2 439 195,27 fr contre 2 159 923,66 fr l'année précédente auquel s'ajoute le report antérieur de 516 341,50 fr. Le dividende a été fixé à 32,11 net au nominatif et 29,89 fr au porteur.

Au cours de l'exercice écoulé, la société a participé à l'augmentation de capital de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Elle s'est également intéressée à l'augmentation de capital des Compagnies réunies Gaz et Électricité de Lisbonne, de l'Union d'Électricité, de la Compagnie générale française de Tramways, de la Société algérienne d'Éclairage et de Force, de l'Énergie électrique du Sud-Ouest, de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, ainsi qu'au placement récent des obligations à 7 pour 100 de cette société.

Elle a continué son concours à différentes sociétés de distribution d'énergie et de construction de matériel électrique avec lesquelles elle est en relations suivies.

Les disponibilités de sa trésorerie lui ont permis d'augmenter certaines de ses participations. C'est ainsi qu'elle a développé ses intérêts dans les Compagnies réunies Gaz et Électricité de Lisbonne et obtenu des participations dans le capital de la Société Estoril et de la Société internationale d'Énergie hydroélectrique. Les diverses sociétés auxquelles la société était déjà intéressée au cours des exercices précédents ont conservé dans leur ensemble la situation favorable signalée l'an dernier.

D'accord avec les pouvoirs publics, la compagnie a mis à l'étude un vaste programme d'électrification des communes rurales situées dans la zone de ses réseaux de distribution.

BREVETS RÉCENTS

569 078. — Poisson (M.) : Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage destinées principalement aux moteurs sur comprimés, 26 juillet 1923.

569 081. — Société dite : Sachsenwerk Licht und Kraft Aktieng. ; Machine électrique asynchrone compensée, 26 juillet 1923.

569 088. — RABER (A.), BURKLAND (D.); Enrouleur automatique de câbles et fils électriques pour lampes portatives, fers à repasser, etc., 27 juillet 1923.

569 100. — COURTOT (P.-C.); Perfectionnements aux dynamos d'éclairage pour automobiles, 28 mars 1923.

569 102. — MORTTERHOLZ (J.-S.); Méthode pour équilibrer les self induction et les résistances effectives des câbles électriques à self-induction accrue artificiellement, 11 juin 1923.

569 105. — DUBROR (R.); Haut fourneau électrique, 27 juin 1923.

569 110. — Mme SABOURET, née A. EYBORD; Nouveau procédé de galvanoplastie sur matières plastiques, métal, etc., 9 juillet 1923.

569 115. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques pour bureau centraux, 24 juillet 1923.

569 141. — BOCKSPOUS (S.), VIFI (G.); Système de distribution de l'énergie électrique, 17 juillet 1923.

569 150. — ERNSTEIN (F.); Moteur asynchrone à plusieurs vitesses et son coupleur, 28 juillet 1923.

569 176. — SOCIÉTÉ DES PHARES DUCELLIER; Dispositif de montage des balais de machines électriques, 2 octobre 1922.

569 184. — SOCIÉTÉ FOURNIER ET Cie; Tube de gaz hélium à faible pression et muni d'une seule électrode pour applications électriques, 3 octobre 1922.

569 198. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE; Perfectionnements aux postes d'émission à lampes pour la téléphonie sans fil, 4 octobre 1922.

569 200. — Société anonyme dite : ÉTABLISSEMENTS GAIFFE, GALLOT ET PILON; Appareil à magasin pour prises de vues radiographiques, 9 octobre 1922.

569 211. — DESAILLE (R.-E.-C.); Perfectionnements aux appareils de réception de signaux de télégraphie ou téléphonie sans fil, 5 octobre 1922.

569 217. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Isolateur support pour installations et lignes électriques à haute tension, 6 octobre 1922.

569 221. — PERI (F.); Perfectionnements aux tubes à vide du genre « audion », 7 octobre 1922.

569 222. — PERI (F.); Tube à vide à trois électrodes, 7 octobre 1922.

569 226. — GRÉNIE (A.-C.-J.); Marteau électro pneumatique à électro-aimant pour river, perforer, etc., 7 octobre 1922.

569 229. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Procédé de réglage de la tension des dynamos destinées notamment à l'éclairage des trains, 9 octobre 1922.

569 230. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Perfectionnements aux interrupteurs ou disjoncteurs électriques à huile, 11 octobre 1922.

569 231. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE; Procédé de réglage de la vitesse d'un alternateur à haute fréquence pour télégraphie sans fil, 9 octobre 1922.

569 233. — Société anonyme dite : ÉTABLISSEMENTS GAIFFE, GALLOT ET PILON; Appareil à magasin pour prise de vues radiographiques, 9 octobre 1922.

569 235. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Perfectionnements aux interrupteurs à huile et autres appareils analogues, 10 octobre 1922.

569 260. — Société dénommée : S. I. T. I. SOCIÉTÉ INDUSTRIE TELEFONICH ITALIANE DOGLIO et M. DE COLLE (W.); Dispositif pour la génération et pour la réception d'oscillations électriques au moyen de valves ioniques, 30 juillet 1923.

569 261. — Société dite : NAAMLOOZE VENNOTSCHAP PHILIP'S GLOEILAMPENFABRIEKEN; Perfectionnements apportés aux installations électriques comportant un ou plusieurs redresseurs de courant à cathode incandescente, 30 juillet 1923.

569 263. — L'EPLATTENIER (O.); Transformateur d'intensité ou wattmétrique pour l'alimentation des dispositifs de déclenchement et des appareils de mesure utilisés avec les disjoncteurs à haute tension, 31 juillet 1923.

569 265. — Société dite : SIEMENS ET HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT; Procédé pour la suppression des perturbations inductives dans les lignes de Pupin, 31 juillet 1923.

569 273. — RAHM (E.); Dispositif permettant d'utiliser l'énergie engendrée par le mouvement des vagues de la mer, 31 juillet 1923.

569 276. — GUY (B.-A.); Conjoncteur-disjoncteur de courant électrique, 31 juillet 1923.

569 283. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif pour le démarrage et le réglage des moteurs asynchrones synchronisés, 1er août 1923.

569 299. — CHAUBEYRE (G.); Lampe à fixation magnétique, 1er août 1923.

569 300. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes télégraphiques, 1er août 1923.

569 301. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes télégraphiques avec conducteurs de signalisation pupinisés de manière continue, 1er août 1923.

569 324. — COLIN (R.); Modification aux magnétos d'allumage à haute tension, 2 août 1923.

569 329. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Système isolant pour lignes et installations électriques à haute tension, 13 octobre 1922.

569 335. — MAGNIN (J.-M.); Interrupteur pour bougies d'allumage, 14 octobre 1922.

569 340. — Société anonyme dite : FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT; Support isolant pour contacts mobiles d'interrupteurs électriques à huile, 16 octobre 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences rapports de documentation sur la physique :

Mardi 18 mars 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Deuxième conférence : *Photo-électricité et potentiels d'ionisation et de résonance*, par M. L. BLOCH, préparateur à la Faculté des Sciences.

Radio Club de France :

Jeudi 20 mars 1924, 20 h 45, Amphithéâtre Descartes de la Sorbonne, 15, rue de la Sorbonne. — Conférence sur *Les résistances en haute fréquence*, par M. le commandant MESNY, professeur d'hydrographie de la Marine.

Société française de Physique :

Vendredi 21 mars 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications sur :

1° *Les propriétés capillaires et photoélectriques du mercure* (projections), par M. J. POPESCO ;

2° *Le sondage optique de l'atmosphère; son intérêt au point de vue météorologique* (projections), par Mlle Eugénie BELLEMIN.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 22 mars 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Séance solennelle de distribution des récompenses décernées en 1923.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 23 mars 1924, 14 h 30, Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Les nécessités visuelles de l'aviateur*, par le docteur André CANTONNET, ophtalmologiste de l'hôpital Cochin et de l'Aéronautique.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 1er mars 1924	PRIX samedi 8 mars 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	120 fr	130 fr	+ 10
31 à 59 mm	100 kg	115	125	+ 10
21 à 30	100 kg	120	130	+ 10
16 à 20	100 kg	125	135	+ 10
11 à 15	100 kg	130	140	+ 10
8 à 10	100 kg	135	145	+ 10
4 à 7	100 kg	140	150	+ 10
3 à 3,5	100 kg	150	160	+ 10
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	850	850	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl	1 s 3 3/4 d	1 s 3 3/8 d	— 3/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	924 fr	974 fr	+ 50
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	765	902	+ 137
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	900	1 040	+ 140
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10 liv. Paris	100 kg	1 165	1 325	+ 160
Id 1 couche soie 10/100, liv. Paris	100 kg	7 010	8 250	+ 1 240
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Émail pour appareillage tôle blanc	100 kg	665	665	0
Émail pour appareillage tôle noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 050	3 450	+ 400
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	390-410	400-420	+ 10-10
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	485	non coté	
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	328	348	+ 20
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Haute tension	100 kg	200	220	+ 20
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Basse tension	100 kg	190	210	+ 20
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	135	137,50	+ 2,50
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	388	475	+ 87
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/50		5	6,35	+ 1,35
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	375	395	+ 20
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	340	non coté	
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	430	474	+ 44

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les conséquences de la politique financière de l'Allemagne. — Sous le titre « Les Réformes financières en Allemagne », la « Revue industrielle » de mars 1924 publie une longue et intéressante étude dans laquelle sont exposés successivement les points suivants : la situation financière de l'Allemagne en novembre 1923, les réformes en cours d'exécution pour tenter d'équilibrer le budget, l'évolution de la question monétaire durant ces derniers mois. De cette étude, l'auteur tire quelques conclusions que nous reproduisons ci-dessous.

L'Allemagne a touché le fond de la crise d'inflation qu'elle traverse depuis la fin de la guerre. Elle en sort libérée officiellement de toute dette intérieure, alors que les autres Etats belligérants sont écrasés par le poids de leurs engagements de guerre et de leurs charges de réparations, qui auraient dû être supportées par l'Allemagne. C'est là un premier fait dont il n'est pas inutile de souligner l'importance.

Si l'Allemagne était dégagée de l'exécution des clauses financières du Traité de Paix, elle se trouverait, dans un avenir plus ou moins proche, non seulement dans une situation financière privilégiée par rapport aux nations victorieuses, mais encore en mesure de préparer la revanche dans des conditions auxquelles aucune autre puissance européenne n'aurait le moyen de résister.

Nous n'avons pas d'illusions à nous faire sur les sentiments du peuple allemand. Ce serait un crime contre la patrie et contre les générations à venir que de croire, non pas aux intentions pacifiques, mais à l'existence même d'une démocratie allemande qui n'a pas été seulement capable de défendre son épargne. Trop de formules idéalistes n'ont servi avant la guerre qu'à couvrir le vide de la pensée ou la faiblesse de caractère de certains de nos dirigeants. Il ne faut pas recommencer les mêmes fautes. L'Allemagne doit être contrainte à payer tout ce qu'elle doit. La paix future en dépend. Et si nous tenons plus que jamais à la formule de l'emprunt international, autant qu'aux participations industrielles, c'est sans doute parce que nos finances y trouveraient un soulagement immédiat, c'est aussi parce que nous aurions ainsi le moyen de consolider nos alliances et notre crédit en payant nos propres dettes, mais c'est surtout parce que l'Allemagne, devenant débitrice du monde entier, ne pourrait pas se libérer trop vite de charges financières qui resteraient un obstacle à la reconstitution de sa puissance militaire.

De la coopération économique par les participations industrielles peut naître un apaisement basé sur l'intérêt réciproque. De l'emprunt international sortirait une garantie internationale. Hors de ces deux solutions, il n'y a que des chimères et des rêves, dont le réveil serait le même que l'aurore sanglante qui a dissipé les brumes pacifistes de l'avant guerre.

Est-ce à dire que l'Allemagne est réellement sur le point de sortir des embarras financiers? Non, mais il est certain que les réformes que nous venons d'énumérer engagent le problème dans une voie où il pourrait suffire de persévérer pour atteindre le succès. Ayant fait accepter la banqueroute intérieure au peuple allemand, avec une facilité qui est réellement stupéfiante, le gouvernement du Reich renonce aux impôts socialistes; il pose les bases, en matière d'impôts directs et d'impôts indirects, d'une perception fiscale effective; il rend aux états et aux communes une certaine autonomie financière; il semble préparer l'abandon des gestions d'Etat.

Dans tout cet ensemble de réformes, il y a une part de trompe-l'œil destinée à gagner du temps et à acquérir les sympathies de l'étranger, mais il y a aussi une partie solide. Les dirigeants des finances allemandes ne méconnaissent certainement pas l'insuffisance de la solution monétaire qu'ils ont adoptée par force. Mais en créant une monnaie d'Etat, ils permettent à la monnaie commerciale de se reconstituer sur des bases saines.

Selon toute vraisemblance, le rentenmark sombrera avant que soit rétabli l'édifice budgétaire, mais si les progrès réalisés par la monnaie commerciale à la faveur de cette accalmie sont suffisants, si le problème allemand devenait par hasard un simple problème de finances publiques, dégagé de tout rapport direct avec la situation économique, il ne paraît pas impossible que l'Allemagne trouve des crédits pour attendre que les perceptions fiscales deviennent normales et que la circulation monétaire commerciale puisse servir alimenter le mouvement de fonds du Trésor.

Sans doute, on se tromperait gravement en supposant que l'organisme économique allemand a pu supporter d'aussi

graves perturbations monétaires sans que des rouages essentiels ne soient détraqués. C'est évidemment là que se trouve une inconnue menaçante et l'avenir seul nous dira si la reconstitution du fonds de roulement de l'économie allemande ne présentera pas des difficultés presque insurmontables qui seront le juste châtiment de cette colossale escroquerie à la monnaie. Cette reconstitution, à laquelle est lié le sort des moyens de paiement commerciaux, demandera du reste assez longtemps et, de la crise économique, pourraient en surgir des facilités de transactions diplomatiques avec l'Allemagne.

A un point de vue plus immédiat, la difficulté qu'éprouvera le Trésor pour payer les fonctionnaires, une fois que l'expédient du rentenmark sera épuisé, pourra remettre en question tout le problème budgétaire, en paralysant le recouvrement, déjà plein de difficultés, des nouveaux impôts. Enfin il y a la question du ravitaillement. Nous avons vu que le rentenmark a été tout d'abord mobilisé pour acheter les récoltes. Mais tout le pouvoir d'émission de la Rentenbank ne suffirait pas pour régler les paiements à l'agriculture. De là les combinaisons de crédit pour acheter du blé en Amérique, bien que la récolte allemande soit suffisante. Le gouvernement se délivrerait ainsi du souci du ravitaillement, tandis que le blé allemand serait vendu par les agriculteurs aux pays qui peuvent le payer en devises fortes.

En définitive, l'effort financier actuel ne peut pas assurer un succès définitif, mais il peut permettre de gagner du temps et, mieux, de marquer un progrès réel, qu'une aide financière extérieure transformerait en une résurrection. C'est cette éventualité que l'on ne doit pas perdre de vue.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — CONCESSION SIMPLE D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS SUR LE PARCOURS DE BELLÊME A NOGENT-LE-ROTROU, ACCORDÉE A LA SOCIÉTÉ DU GAZ ET DE L'ÉLECTRICITÉ DE NOGENT-LE-ROTROU ET EXTENSIONS. — Le « Journal officiel » du 29 février 1924 publie, p. 2087-2091, la convention en date du 25 février 1924 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société du Gaz et de l'Électricité de Nogent-le-Rotrou, rue Gouverneur, n° 39, d'autre part, ladite société représentée par M. Lucien de Vaux, son administrateur, agissant en vertu des pouvoirs qui lui ont été conférés par délibération du Conseil d'administration en date du 4 juillet 1923, ainsi que le cahier des charges ayant trait à cette concession.

La concession a pour objet la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés en vue de la transmission en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Bellême (Orne) et Nogent-le-Rotrou, département d'Eure-et-Loir, en traversant les communes de Saint-Martin-du-Vieux-Bellême, Bellême, Serigny, Dame-Marie, Saint-Jean-de-la-Forêt, Saint-Aubin-des-Grois, Nocé, Préaux, Berd'huis dans le département de l'Orne, Nogent-le-Rotrou dans le département de l'Eure-et-Loir.

Le courant transmis sera du courant alternatif triphasé produit par une usine thermique appartenant à la Société de Distribution d'électricité de l'Ouest et Oise à Aube (Orne).

L'État aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

La tension du courant au départ des usines, en service normal, ne devra jamais dépasser 30 000 v.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 périodes par seconde.

Transports. Communications. — MODIFICATIONS AU RÉGIME DES COLIS POSTAUX. — En raison de nombreuses modifications survenues au régime des colis postaux, le « Moniteur officiel du Commerce et de l'Industrie » vient de publier une brochure de 27 pages dans laquelle sont indiqués, le poids des colis et la taxe d'affranchissement, suivant la voie d'acheminement pour tous les pays du monde. Cette brochure est vendue au prix de 1,50 fr.

VŒU DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS DEMANDANT LA CESSION DU SERVICE TÉLÉPHONIQUE A L'INDUSTRIE PRIVÉE. — A la suite de nombreuses plaintes dont elle a été saisie de la part de commerçants et d'industriels de la région parisienne au sujet de la mauvaise gestion du service des téléphones, la Chambre de Commerce a procédé à l'étude de la situation actuelle de ce service, ainsi que des moyens qu'il convient d'y apporter sans retard.

Elle a converti en délibération un rapport présenté par M. Sébastien et adopté une résolution se terminant par le vœu suivant :

« Que le gouvernement présente, de toute urgence, aux Chambres un projet de loi tendant à la cession du service téléphonique à des sociétés privées françaises. »

Économie industrielle et sociale. — AU SUJET DE LA BAISSE DU FRANC : OPINIONS ANGLAISES ET AMÉRICAINES. — Le journal « La Journée industrielle » publie les opinions suivantes extraites de journaux anglais et américains.

La « Weekly Dispatch » estime que la chute du franc est due principalement à ce que l'Allemagne ne remplit pas ses obligations et ajoute que la France jouit de la sympathie de la nation anglaise dans ses difficultés actuelles. Ce journal critique la réduction consentie par le gouvernement travailliste pour le prélèvement sur les importations allemandes et se demande quand M. Mac Donald se rendra compte que les Allemands ne comprennent que la force.

D'autre part, le rédacteur financier du « Sunday Express » dit que la chute du franc est due à la campagne des baissiers qui opèrent dans le monde entier. Ces opérations sont dirigées par des hommes qui ont fait des fortunes avec la chute du mark allemand ; ils vendent des millions de francs qu'ils ne possèdent pas, persuadés qu'ils pourront les racheter plus tard à un prix beaucoup plus bas.

De son côté, le rédacteur financier de « l'Observer » dit que le centre du mouvement contre le franc est en Hollande. Une maison hollandaise aurait, paraît-il, réalisé plus d'un million de livres sterling de bénéfices en opérant sur le franc depuis septembre dernier.

Dans la presse américaine, le « New-York Times » oppose l'attitude présente de la France, qui fait tous ses efforts pour enrayer la crise du franc, à celle de l'Allemagne qui aspira de toutes ses forces à une banqueroute profitable.

D'autres journaux avertissent les spéculateurs à la baisse qu'ils jouent un jeu dangereux.

REMPLACEMENT DE L'HEURE D'HIVER PAR L'HEURE D'ÉTÉ DANS LA NUIT DU 30 MARS. — Les délégués anglais, belges, hollandais et français se sont réunis la semaine dernière au Ministère des Travaux publics, en vue d'examiner les mesures à prendre pour réaliser la concordance des dates de changement des heures d'hiver et d'été dans leurs pays respectifs.

Pour l'année 1924, la date choisie a été, pour la France, la Belgique et la Hollande, la nuit du 29 au 30 mars, date d'ailleurs prévue par le premier paragraphe de l'article premier de la loi française du 24 mai 1923. Pour l'Angleterre, la date prévue est, par contre, la nuit du 12 au 13 avril, en

raison des termes de la loi anglaise. Il sera, d'ailleurs, suggéré par les experts au gouvernement britannique de signaler aux réseaux de chemins de fer l'intérêt qu'il y aurait à ajuster, pendant la période du 30 mars au 12 avril inclus, les heures des trains anglais qui sont normalement en corespondance avec les services continentaux.

D'autre part, en vue d'éviter toute discordance pour les années à venir et en tenant compte des conditions climatériques spéciales de l'Angleterre, les délégués ont convenu de suggérer à leurs gouvernements respectifs de prendre, à l'avenir, comme date d'application de l'heure d'été, la nuit du premier samedi au premier dimanche d'avril, et comme date du retour à l'heure d'hiver, la nuit du premier dimanche d'octobre étant entendu, toutefois, que le changement de l'heure serait avancé d'une semaine, si le premier samedi d'avril était la veille de Pâques.

A cet égard, il y a lieu de remarquer qu'aucune modification ne devra être apportée à la loi française du 24 mai 1923; cette loi donne, en effet, comme date d'application de l'heure d'été le dernier samedi de mars, à 23 heures, et comme date de retour à l'heure d'été le premier samedi d'octobre, à 24 heures, mais elle permet, en cas d'entente avec les nations alliées voisines — ce qui serait le cas — de reculer la première de ces dates jusqu'au troisième samedi d'avril.

Décret et arrêté relatifs au Comité technique de la Propriété industrielle. — Un décret, en date du 2 mars 1924 et publié au « Journal officiel » du 8 mars, page 2 310, fixe à 22 le nombre des membres du Comité technique de la Propriété industrielle (institué au Ministère du Commerce par décret du 6 février 1920) choisis parmi les jurisconsultes, magistrats, membres des chambres de commerce ou associations industrielles, etc.

La nomination de ces 22 membres fait l'objet de l'arrêté, daté du 6 mars. Parmi les personnalités nommées, nous relevons un des membres de notre Comité de Rédaction, M. A. Taillefer, secrétaire général de l'Association française pour la Protection de la Propriété industrielle et artistique.

Sociétés. Groupements. — **Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité industrielle de Paris (École Charliat).** — Le premier grand bal, organisé par l'Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité industrielle de Paris, au profit de la caisse de secours de cette association, a réuni samedi dernier, 15 mars, dans les salons de l'avenue Hoche, à Paris, une nombreuse et toute mondaine assistance.

Le président d'honneur, M. Charliat, directeur de l'École, s'était fait un plaisir de recevoir les invités.

Entraînés par un excellent orchestre, attaquant tour à tour et sans répit, fox-blues trépidants et tangos rythmés, les couples évoluèrent gracieusement jusqu'à l'aurore sous les flots de lumières et dans le décor charmant de cette salle gaie et spacieuse. L'animation devint plus grande encore lorsque président et commissaires eurent distribué de nombreux accessoires de cotillon, parmi lesquels les coiffures légères aux teintes vives rehaussaient d'un éclat tout particulier les charmants minois de toute cette jeunesse féminine.

La réunion a été fort goûtée de tous, grâce à son brillant prestige et sa cordialité. Ces précieuses qualités, ajoutées à l'entrain et à l'animation qui a régné pendant toute cette fête, sont les plus sûrs garants de leurs splendides réussites à l'avenir.

Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité et de Mécanique industrielles (École Violet). — Samedi dernier 15 mars a eu lieu, dans les salons de l'Hôtel Lutetia, sous la présidence de M. le général Ferrié, le banquet annuel organisé par l'Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité et de Mécanique industrielles.

A la table d'honneur on remarquait : M. Boucherot, président de l'Union des Syndicats d'Ingénieur français; M. le ministre de l'Afghanistan; M. Pomey, directeur de l'École supérieure des Postes, Télégraphes et Téléphones; M. le colonel Roche, directeur de l'École supérieure de l'Aéronautique; M. Blondin, directeur de la « R. G. E. »; MM. Cance, Robert, Larrieu, etc.

Citons, d'autre part, parmi les personnalités de l'École, MM. Guillaume, président du Conseil d'administration de l'École; Mesuret et Richard, administrateurs-directeurs de l'École; de Lamarcodie, directeur honoraire; Rey, sous-directeur actuel; MM. Body, Ambrun, Besse et Hucot, du Comité de Direction de l'Association.

Au dessert, des discours furent prononcés par MM. le docteur Guillaume, Body, le général Ferrié et Mesuret.

Nous exprimons ici nos vives félicitations aux organisateurs de cette fête, qui fut en tous points réussie.

Enseignement. Recherches. — **Création d'une école technique ambulante dans la Seine-Inférieure.** — Le Comité départemental de l'Enseignement technique de la Seine-Inférieure a envisagé, dans sa dernière réunion, la création d'une école technique ambulante, qu'il nous paraît intéressant de signaler ici, car elle peut contribuer au développement des applications agricoles de l'électricité.

Le but de cette école est, en effet, de mettre les habitants des campagnes en mesure d'effectuer eux-mêmes une série de petits travaux dits de « bricolage » qui leur permettraient d'aménager leur maison, de réparer leur matériel agricole, de fabriquer même certains objets agricoles et de tirer le meilleur parti de la vulgarisation de l'électricité dans les campagnes.

Cette école serait composée d'une ou plusieurs équipes qui comprendraient chacune : un maçon, un serrurier-forgeron, un menuisier-charpentier. Des spécialistes d'autres métiers pourraient y être adjoints. L'un de ces spécialistes serait désigné comme chef d'équipe et aurait la responsabilité de l'instruction.

Cette école serait dirigée administrativement par le directeur d'une école pratique de la région, ou par un directeur spécial. Elle fonctionnerait du 1er novembre au 1er avril et la durée du séjour d'une équipe dans une commune pourrait varier de deux à quatre semaines.

Pour éviter de créer une concurrence aux artisans établis dans la commune ou dans ses environs immédiats, il serait formellement interdit aux ouvriers instructeurs de travailler pour les particuliers, en dehors de l'école, pendant toute la durée de leur séjour.

Seraient à charge des communes desservies : 1° le soin de trouver un local convenable pour les cours; 2° l'éclairage et, s'il y a lieu, le chauffage; 3° la fourniture des matières premières indispensables.

Ajoutons qu'une école de ce genre est sur le point de fonctionner dans l'Isère.

Institut international du Froid. — D'après le « Journal officiel » du 10 mars 1924, p. 2362, le Japon a ratifié la conventioninternationale en date du 21 juin 1920 créant, à Paris, l'Institut international du Froid.

Cours de monteurs-installateurs de l'École pratique de Radioélectricité. — L'École pratique de Radioélectri-

cité, 57, rue de Vanves, Paris, ouvrira le 7 avril prochain la 3e session de son cours de monteurs-installateurs de postes radiotéléphoniques destiné à tous ceux qui désirent acquérir la pratique du montage et de l'installation des postes radiotéléphoniques privés. Ce cours est sanctionné par un diplôme et enseigné par des spécialistes.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions — ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE LA BASSE-ARIÈGE. — Par suite de la réalisation de la condition suspensive à laquelle elle était soumise, la constitution définitive de cette société vient d'être réalisée. L'Énergie électrique de la Basse-Ariège a pour objet l'exploitation de la concession de l'usine hydro-électrique de Pebernat (Ariège). Son siège est à Paris, 11, rue Saint Florentin. Le capital est de 500000 fr en actions de 500 fr, dont 100 attribuées en rémunération d'apports.

Augmentations de capital. — ÉLECTRO-EXPLOITATION. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars 1924, p. 405, cette société, dont le siège social est à Paris, 61, rue Caumartin, va procéder à l'émission, au taux de 495 fr de 2000 obligations nouvelles de 500 fr chacune, rapportant un intérêt de 7,5 pour 100, représentant un capital de 1000000 francs.

Lesdites obligations, auxquelles n'est attachée aucune garantie spéciale, sont payables entièrement à la souscription. Elles produisent un intérêt annuel de 37,50 fr (trente sept francs cinquante centimes), payable par semestre, les 20 mars et 20 septembre, à partir du 20 septembre 1924.

Elles seront remboursables au pair au plus tard le 1er janvier 1939.

La société se réservant le droit de procéder à des remboursements anticipés, soit pour la totalité, soit pour partie des obligations, mais seulement à partir du 1er janvier 1929.

Divers. — SOCIÉTÉ CENTRALE POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 3 mars, sous la présidence de M. Charles Laurent, président du Conseil d'administration.

Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se traduisant par un bénéfice net de 2439195 fr, non compris le solde bénéficiaire reporté du précédent exercice s'élevant à 515241 fr.

Sur la proposition du Conseil, l'assemblée a décidé la répartition ci-après du solde bénéficiaire : réserve légale, 121959 fr ; dividende de 5 pour 100 aux actions, 1 million 500000 fr ; tantièmes statutaires, 81723 fr ; dividende supplémentaire de 2 pour 100, 600000 fr ; report à nouveau, 651753 fr.

Le dividende brut est ainsi fixé à 35 fr.

Il sera mis en paiement à partir du 1er avril prochain, contre remise du coupon n° 12, à raison de 32,11 fr nets au nominatif, 29,80 fr au porteur.

Dans son rapport, le Conseil expose que les résultats satisfaisants de l'exercice permettent de porter de 6 à 7 pour 100 le dividende de l'exercice.

Pendant l'exercice écoulé, la société a participé à l'augmentation du capital de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Elle s'est également intéressée à l'augmentation des Compagnies réunies Gaz et Electricité de Lisbonne, de l'Union d'Electricité, de la Compagnie générale française de Tramways, de la Société algérienne d'Eclairage et de Force, de l'Énergie électrique du Sud-Ouest, de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, ainsi qu'au placement des obligations à 7 pour 100 de cette dernière société.

Une participation de la société a été prise en cours d'exercice dans la Société Estoril et la Société Internationale d'Energie hydroélectrique.

Le rapport indique ensuite que les diverses participations sociales ont conservé dans leur ensemble la situation favorable déjà signalée l'an dernier.

SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA VIENNE. — Dans notre précédent « Bulletin R. G. E. » du 15 mars 1924, p. 86 B, nous avions annoncé que cette société allait porter son capital de 15 à 25 millions de francs par l'émission de 40000 actions de 250 fr chacune. Voici quelques renseignements sur le but de cette augmentation de capital :

Les ressources nouvelles provenant de cette émission serviront à l'achèvement des travaux qui constituent la dernière partie du programme actuel de la société. Ces travaux comportent l'achèvement de l'usine hydraulique de Chardes, l'addition dans cette usine d'un groupe turbo-alternateur à vapeur de 2000 ch, le développement des réseaux à 60000 et 15000 v, tel qu'il va résulter des conventions que la société vient de conclure avec le Syndicat intercommunal du Département de la Vienne pour l'électrification complète de ce département et de celles en cours de négociations, pour l'électrification du département de la Charente Inférieure et d'une partie du département des Deux-Sèvres.

Ces travaux font abstraction, pour le moment, du doublement de l'artère à 60000 v reliant les usines hydrauliques de la Vienne à la Charente-Inférieure, bien que ce doublement soit à prévoir comme nécessaire dans un délai peu éloigné, en raison de l'extension des ventes d'énergie dans ce dernier département.

Les 12000 actions représentant le complément de l'augmentation du capital sont destinées à une opération spéciale devant placer sous le contrôle de la société une entreprise similaire. Elles seront émises à 300 fr et après aboutissement des négociations concernant l'objet auquel elles sont affectées.

Il résulte des renseignements qui ont été fournis à l'assemblée par le président que la marche des affaires sociales donne toute satisfaction. Les bénéfices de l'exercice 1923 atteindront 3000000 fr au lieu de 1444000 fr précédemment. Leur augmentation s'est surtout manifestée au cours du dernier trimestre de 1923 ; ils ont, en effet, atteint 1135000 fr contre 435000 fr pour la période correspondante de 1922. Le Conseil prévoit pour l'exercice 1924 un bénéfice de l'ordre de 5500000 francs.

Les assemblées spéciales des propriétaires d'actions ordinaires et des propriétaires d'actions privilégiées ont ensuite ratifié les décisions prises par l'assemblée de tous les actionnaires.

EST-ÉLECTRIQUE. — Les comptes de l'exercice 1923 qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 26 mars courant, font ressortir un solde créditeur de 1813795 fr, contre 1597944 fr pour l'exercice 1922.

Le Conseil proposera à l'assemblée la distribution d'un dividende de 8 pour 100 aux deux catégories d'actions, soit 20 fr.

Une assemblée extraordinaire est convoquée à la suite de l'assemblée ordinaire et a pour but d'autoriser le Conseil à porter le capital de 6 à 30 millions de francs, par tranches successives, dont la première sera de 9 millions de francs.

FORCES MOTRICES DE L'ARIÈGE. — Les comptes de l'exercice 1922-1923 clos le 30 septembre, qui seront présentés à l'assemblée ordinaire du 26 mars courant, font ressortir un bénéfice net de 530238 fr contre 505736 fr l'exercice précé-

dent. Il ne sera pas proposé de dividende; les bénéfices seront reportés à nouveau, comme pour l'exercice précédent.

Le bilan au 30 septembre 1923 se présente ainsi :

A l'actif : Immobilisations (amortissements déduits), 5 305 914 fr; frais de constitution (amortissements déduits), 150 576 fr; matières premières, 401 607 fr; compteurs en location, 262 554 fr; débiteurs, 1 069 841 fr; Société métallurgique de l'Ariège au 13 décembre 1921, 5 890 688 fr; S. M. A. (compte d'ordre), 2 millions de francs; caisses, banques, portefeuille, 575 498 fr.

Au passif : Capital, 12 millions de francs; fonds d'assurances, accidents, 64 776 fr; créditeurs, 526 959 fr; acceptations S. M. A. (compte d'ordre), 2 000 000 fr; résultats : exercices 1921 et 1922, 535 709 fr; bénéfices de l'exercice 1922-1923, 530 238 fr.

BREVETS RÉCENTS

569 351. — Société dite : L'Éclairage des Véhicules sur Rail; Dispositif permettant, dans une installation comportant une dynamo génératrice, une ou plusieurs batteries d'accumulateurs et des circuits d'utilisation (éclairage ou autres), en parallèle, d'effectuer automatiquement la limitation de la charge des batteries et la désulfatation quand celles-ci sont sulfatées, 18 octobre 1922.

569 357. — Corve (L.), Telgos (E.); Moulure à emboîtement pour canalisations électriques et autres applications, 18 octobre 1923.

569 367. — Société Ozon Technik A. G.; Procédé et dispositif pour la production de l'ozone par voie électrique, 2 août 1923.

569 373. — De Rode (J.); Régulateur automatique de tension, 3 août 1923.

569 376. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Interrupteur à huile avec résistances intercalées, 3 août 1923.

569 378. — Société anonyme pour l'Équipement électrique des Véhicules; Accouplement de dynamo ou de dynamomoteur pour moteurs à explosion avec allumage par bobine, 3 août 1923.

569 384. — Pisel (A.); Perfectionnements aux moteurs hydrauliques à engrenage, 3 août 1923.

569 393. — Société : L'Electro-Entreprise; Système de prise de courant aérienne mobile sur circuit à plusieurs conducteurs, 3 août 1923.

27 057 558 508. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add au brevet pris, le 10 novembre 1922, pour dispositif de mise hors circuit pour appareils polyphasés, 10 novembre 1922.

27 058 550 714. — Société : Societa Italiana Apparecchi Brevettati Elett (S. I. A. B. E.) et M. Salt (A.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 27 avril 1922, pour valve automatique de sûreté pour conduites électriques, 10 novembre 1922.

27 062 537 581. — Société dite : Dagobert Timar et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 17 mai 1921, pour dispositif pour chauffer des pièces de forge par chauffage électrique à résistance, 14 novembre 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 25 mars 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Troisième conférence : *Photo-électricité et potentiels d'ionisation et de résonance*, par M. L. Bloch, préparateur à la Faculté des Sciences.

Radio-Club de France :

Jeudi 27 mars 1924, 20 h 45. Amphithéâtre Descartes de la Sorbonne, 15, rue de la Sorbonne. — Conférence sur *l'Étude de la voix humaine et des sons musicaux au point de vue radiophonique*, par M. Reyssard-Boris, ingénieur de l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 28 mars 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche. — Communications : 1° *Sur la vapeur sèche et le moyen de la produire dans les générateurs à haute puissance vaporisante* (projections), par M. Bussac; 2° *Sur les fours à coke* (projections), par M. Ch. Berthelot.

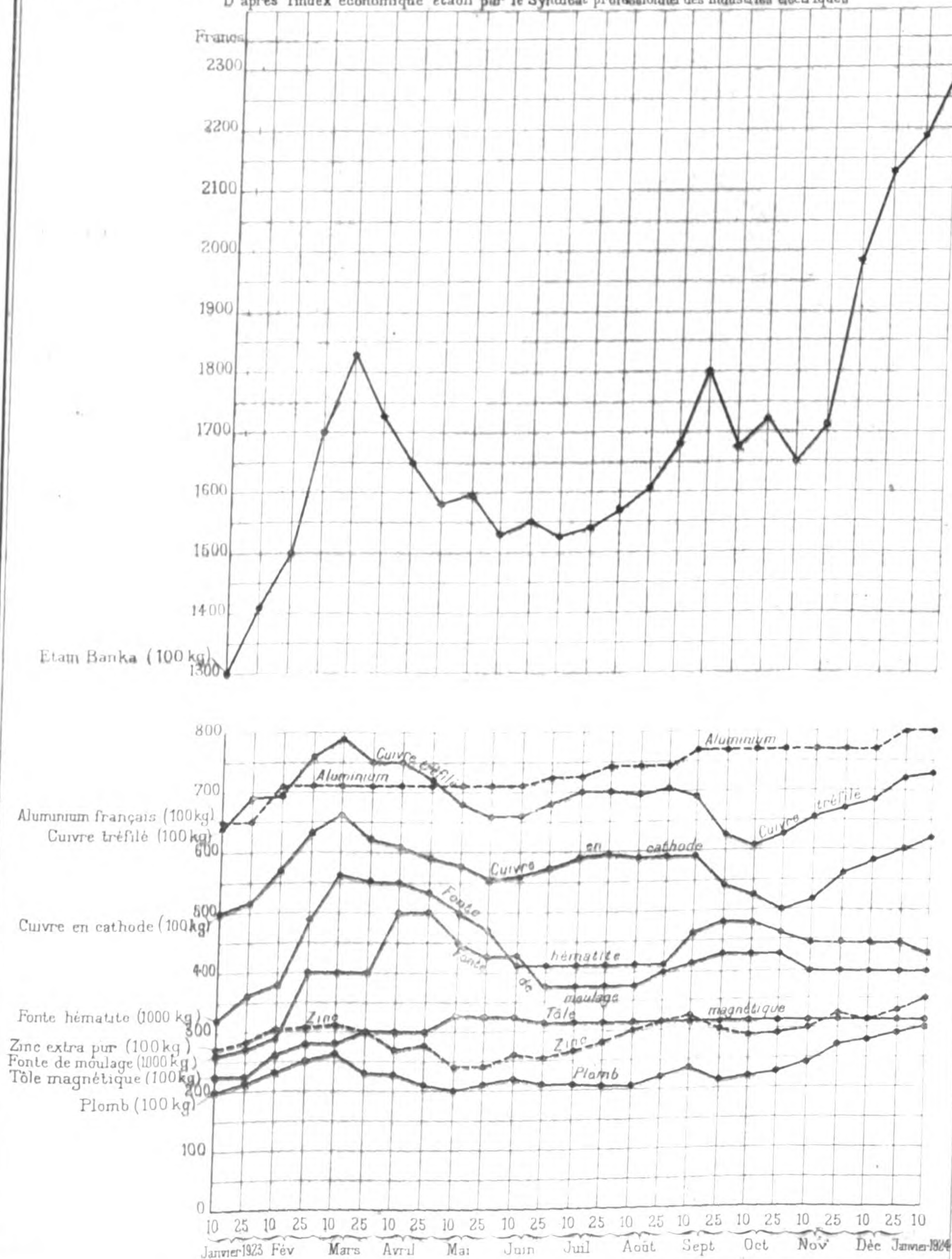
Conservatoire national des Arts et Métiers :

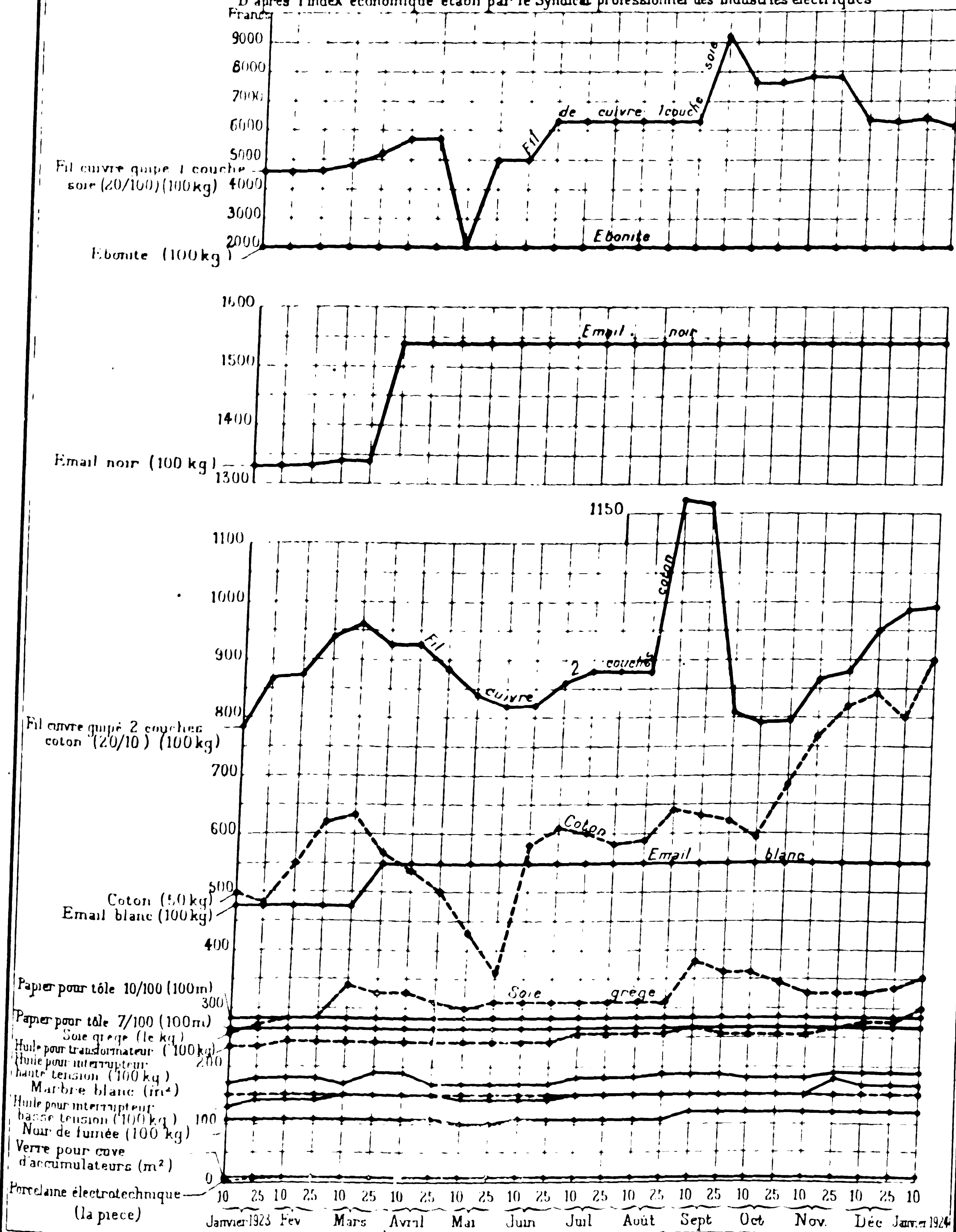
Dimanche 30 mars 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *L'évolution des turbines à vapeur*, par M. Monteil, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures.

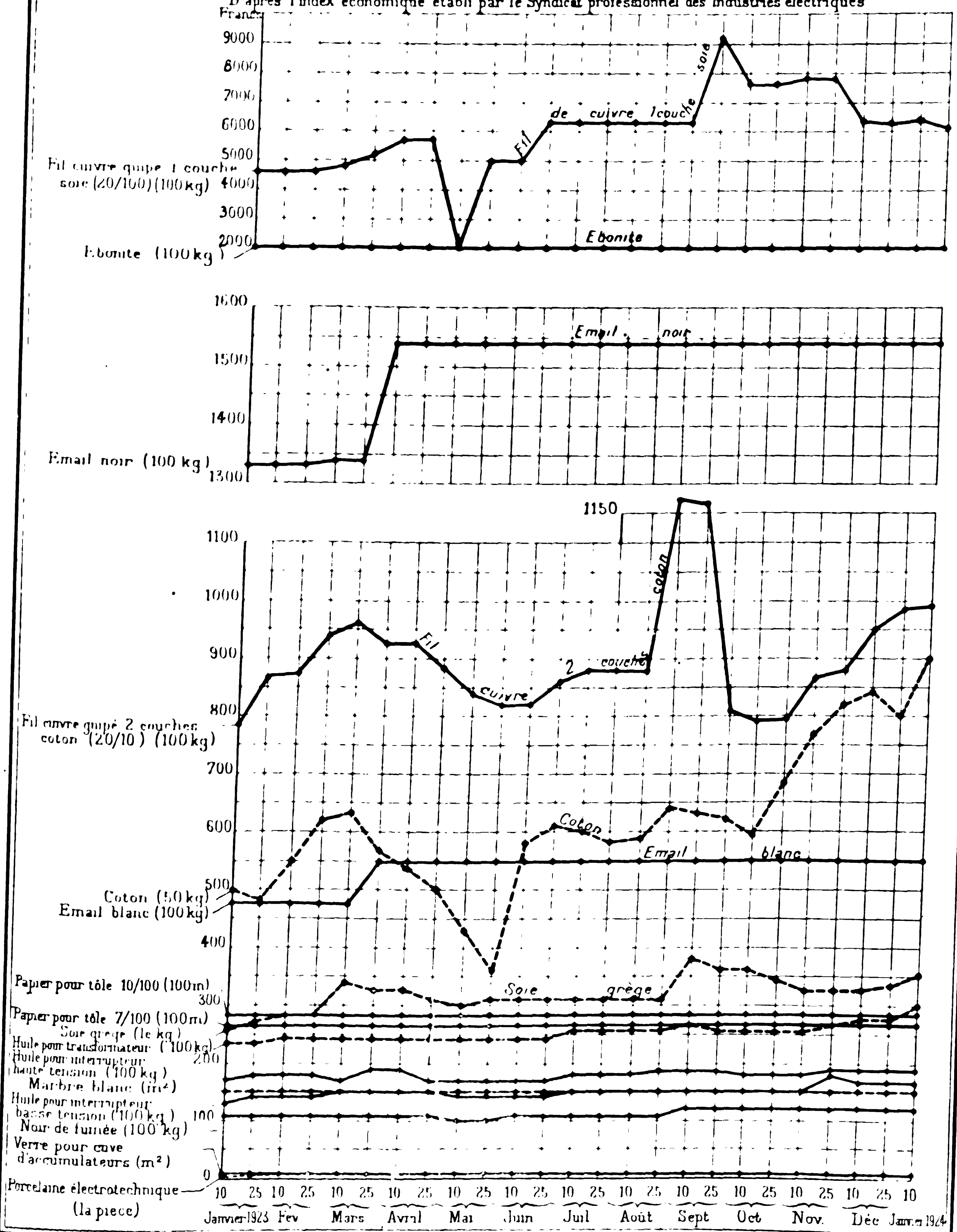
COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	15 mars	8 mars	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	950	850	710	650	225
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre....					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre....					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen....	701	911	650,75	353	171,75
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen....	701	911	650,75	353	171,75
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen....	694	902	645	347	171,75
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre....					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris....	2 802	3 657	1 885	754	477
Etain Biliton, liv. Havre....					
Etain Détroits, liv. Havre....	2 769	3 614	1 896	759	458
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris....	2 738	3 569	1 851	739	448,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	370	498	251,75	118	57,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris....	375	503	256,75	128	58,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris....	350	451	308	139	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris....	381	489	327	158	59,50


Variation, pour 1923, du cours des matières déterminantes entrant dans la construction du matériel électrique
D'après l'index économique établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques
Francs
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
Etain Banka (100 kg)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Aluminium français (100 kg)
Cuivre tréfilé (100 kg)
Cuivre en cathode (100 kg)
Fonte hématite (1000 kg)
Zinc extra pur (100 kg)
Fonte de moulage (1000 kg)
Tôle magnétique (100 kg)
Plomb (100 kg)
Cuivre tréfilé
Aluminium
Cuivre en cathode
Fonte hématite
Fonte de moulage
Tôle magnétique
Zinc
Plomb
10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10
Janvier 1923 Fév Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept Oct Nov Déc Janvier 1924


Variation, pour 1923, du cours des matières déterminantes entrant dans la construction du matériel électrique
D'après l'index économique établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques
Francs
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
Fil cuivre guipé 1 couche soie (20/100) (100 kg)
Ebonite (100 kg)
soie
Fil de cuivre 1 couche
Ebonite
1600
1500
1400
1300
Email noir
Email noir (100 kg)
1150
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
coton
Fil cuivre 2 couches
Fil cuivre guipé 2 couches coton (20/10) (100 kg)
Coton
Email blanc
Coton (50 kg)
Email blanc (100 kg)
Soie grège
Papier pour tôle 10/100 (100 m)
Papier pour tôle 7/100 (100 m)
Soie grège (le kg)
Huile pour transformateur (100 kg)
Huile pour interrupteur haute tension (100 kg)
Marbre blanc (m²)
Huile pour interrupteur basse tension (100 kg)
Noir de fumée (100 kg)
Verre pour cuve d'accumulateurs (m²)
Porcelaine électrotechnique (la pièce)
10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10
Janvier 1923 Fév Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept Oct Nov. Déc Janv. 1924


Variation, pour 1923, du cours des matières déterminantes entrant dans la construction du matériel électrique
D'après l'index économique établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques
Francs
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
Fil cuivre guipé 1 couche soie (20/100) (100 kg)
Ebonite (100 kg)
Fil de cuivre 1 couche soie
Ebonite
1600
1500
1400
1300
Email noir (100 kg)
Email noir
1150
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Fil cuivre guipé 2 couches coton (20/10) (100 kg)
Fil cuivre 2 couches coton
Coton (50 kg)
Email blanc (100 kg)
Coton
Email blanc
Soie grège
Papier pour tôle 10/100 (100 m)
Papier pour tôle 7/100 (100 m)
Soie grège (le kg)
Huile pour transformateur (100 kg)
Huile pour interrupteur haute tension (100 kg)
Marbre blanc (m²)
Huile pour interrupteur basse tension (100 kg)
Noir de fumée (100 kg)
Verre pour cuve d'accumulateurs (m²)
Porcelaine électrotechnique (la pièce)
10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10 25 10
Janvier 1923 Fev Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept Oct Nov. Déc Janvier 1924

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 8 mars 1924	PRIX samedi 15 mars 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	850	950	+ 100
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	1 s 3 3/8 d	1 s 3 1/4 d	— 1
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	974 fr	838 fr	— 136
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	902	694	— 208
Cuivre tréfilé 9/10, liv. Paris	100 kg	1 050	850,50	— 199,50
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 325	1 107,50	— 217,50
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	8 240	6 990	— 1 250
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Émail pour appareillage tôle — blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 094	1 094	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	3 455	2 802	— 653
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-420	410-430	+ 10
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	non coté	530	
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	348	318	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 110 D, wagon usine — Haute tension	100 kg	220	220	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 110 D, wagon usine — Basse tension	100 kg	210	210	0
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	475	370	— 105
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 110/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	le kg	395	355	— 40
Tôle magnétique extra-sup. 3/10, wagon départ	100 kg	non coté	470	
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	474	381	— 93

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le referendum suisse concernant la semaine de 48 heures de travail. — On sait que le 17 février dernier a eu lieu, en Suisse, un referendum concernant la durée légale de la semaine de travail.

Par la loi fédérale du 27 juin 1919, cette durée avait été fixée à 48 heures. Bien que cette loi admette la possibilité de nombreuses dérogations, la majorité des membres du Conseil national et du Conseil des Etats estima que cette loi était trop rigide pour le temps de crise économique que traverse la Suisse et l'Assemblée fédérale vota, en 1922, la disposition suivante :

« En temps de crise économique grave présentant un caractère général la durée du travail dans le service normal de jour peut, pour chaque ouvrier, être prolongée jusqu'à *54 heures par semaine*. La journée de travail ne doit toutefois pas dépasser 10 heures. Cette disposition ne sort ses effets que sur une décision du Conseil fédéral constatant l'existence de la crise et après consultation préalable des organisations centrales des patrons et des ouvriers. La décision du Conseil fédéral doit faire l'objet d'un rapport à l'Assemblée fédérale.

» En l'absence de pareille crise, quand et pour aussi longtemps que des motifs graves le justifient par ailleurs, le Conseil fédéral peut permettre pour des branches d'industrie ou pour des établissements déterminés, une prolongation de la durée hebdomadaire du travail pouvant, de même, aller jusqu'à 54 heures. »

Le principe de la semaine de 48 heures se trouvait donc maintenu ; de plus, un article prévoyait que si les dispositions de la nouvelle loi n'étaient pas remplacées dans les trois ans par une autre loi, l'ancienne loi de 1919 entrerait ipso facto en vigueur. La loi de 1922 n'était que temporaire.

Mais on sait que la constitution suisse prévoit qu'un texte législatif peut être soumis à un referendum si, dans certains délais, trente mille citoyens le demandent. C'est ce qui s'est produit pour la loi de 1922 : deux cent mille électeurs ont réclamé que le peuple fût appelé à se prononcer sur son principe et la date du referendum fut fixée au 17 février 1924.

Par 433 736 voix contre 316 894, soit à une majorité de plus de 116 000 voix, le peuple suisse a repoussé la loi de 1922. Seuls les cantons de Vaud, Valais, Fribourg, Lucerne, les deux cantons d'Unterwald, les deux cantons d'Appenzell, celui de Thurgovie et celui des Grisons, ont fourni une majorité en faveur de la loi ; la plupart des villes ont rejeté la loi à de fortes majorités.

Quelles sont les raisons de ce vote et quelles en seront les conséquences probables ? C'est ce que M. Max Turmann, économiste suisse, expose, dans « le Journal du Travail », supplément hebdomadaire de « la Journée industrielle » des 24-25 février 1924, dans les termes suivants :

« *Les raisons du vote.* — Il est une première cause dont l'action s'est fait certainement sentir dans le résultat du referendum de dimanche dernier : les partisans du maintien de la semaine de 48 heures nous ont paru avoir fait preuve, dans la campagne préparatoire, d'une activité plus grande que celle déployée par les promoteurs de la semaine de 54 heures : de part et d'autre, d'ailleurs, affiches illustrées, circulaires, tracts, cartes postales, rien n'a été épargné et l'électeur qui a voulu se renseigner a pu le faire amplement.

» Une seconde cause a fortement agi : deux des principaux partis politiques — le parti conservateur et le parti radical — dont les membres en majorité, étaient supposés devoir être favorables aux 54 heures, ne se sont pas prononcés catégoriquement et, dans la plupart des cantons, ont laissé à leurs adhérents la liberté du vote. Bien plus, plusieurs de leurs journaux ont publié concurremment des articles dans les deux sens.

» A cette hésitation provenant de l'indécision voulue des partis politiques est venue s'ajouter une hésitation résultant de la façon dont la question était posée.

» La loi de 1919, qui a institué en Suisse la semaine de 48 heures, permet de très nombreuses dérogations qui, moyennant certaines formalités, autorisent la semaine de 52 heures. Nombreux sont les chefs d'industrie qui ont mis à profit ces dérogations.

» En présence de ces possibilités d'augmenter la durée hebdomadaire du travail, beaucoup d'électeurs sont demeurés sceptiques lorsqu'ils entendaient affirmer que la semaine de 54 heures était indispensable pour sauver l'industrie suisse qui traverse une forte crise. Il ne leur a pas semblé qu'un accroissement de deux heures de labeur par semaine pût

avoir le résultat escompté. Par contre, ils ont, sans doute, estimé impolitique de faire, pour un si maigre résultat, un geste qui aurait pu apparaître comme le signal d'une réaction contre les mesures sociales votées et appliquées depuis la guerre mondiale.

» Ajoutons que, dans ce referendum, comme dans tous ceux qui l'ont précédé, il y a eu l'intervention de nombre de citoyens suisses, hostiles à tout ce qu'ils considèrent, à tort ou à raison, comme un progrès de la centralisation fédérale qui, obstinément, repoussent, suivant la formule, « tout ce qui vient de Berne ». Une fois de plus, ils ont déposé dans l'urne un non systématique.

» *Résultats probables.* — Au point de vue économique, la décision du peuple suisse n'améliorera point la situation de l'industrie helvétique. D'autre part, les salaires, loin de s'élever, risquent de baisser; une partie des industriels envisagent, en effet, la prolongation du travail comme un moyen de diminuer légèrement le taux horaire des salaires sans que l'ouvrier gagnât moins dans sa journée; une autre partie des industriels estimait que la simple prolongation du travail suffisait pour amener une diminution des frais généraux et ceux-là comptaient bien payer le salaire correspondant aux heures supplémentaires.

» Au point de vue politique, beaucoup de gens redoutent que le parti socialiste ne veuille exploiter un vote qu'il n'a pas été seul à obtenir et qu'il ne s'efforce de transformer en un triomphe révolutionnaire un scrutin qui est le résultat d'efforts de groupes sociaux, très divers, dont plusieurs sont nettement opposés aux doctrines collectivistes.

» Il est encore trop tôt pour se prononcer sur ces probabilités. En raison du calme même qui a marqué la campagne du referendum, on peut espérer que ces prévisions, plus ou moins pessimistes, ne se réaliseront pas pleinement. »

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT, SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Dordogne et Charente.* — La Société hydroélectrique de la Tardoire, dont le siège social est à Montbrun (Charente), a obtenu la concession d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur le territoire des départements de la Charente et de la Dordogne.

Doubs. — MM. Saglio, Gaston et Cie, industriels à Ougney-Douvot, ont sollicité une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne électrique à 115 v destinée à fournir l'éclairage à leurs logements ouvriers dans la localité, aucune distribution d'énergie électrique n'y existant.

Cette permission a été accordée sous certaines réserves.

Somme. — La Société d'Intérêt collectif agricole d'Electricité du Secteur de Roisel a sollicité la concession par l'Etat d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique sur le territoire des 10 communes suivantes du département de la Somme, constituant une extension du secteur susvisé, qui comprend déjà 36 communes : Tertry, Monchy-Lagache, Quivières, Ugny, Devise, Brie, St-Christ, Hesbécourt, Ytrès, Mesnes-en-Arrouaise.

DEMANDES DE PERMISSION DE VOIRIE POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES DE TRANSMISSION ET DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS. — *Ille-et-Vilaine.* — M. Sexer, électricien à Rennes, a présenté un projet d'exécution de deux branchements à basse tension destinés à permettre l'alimentation de l'Ecole d'Agriculture des Trois-Croix et de l'Ecole de Laiterie de Coëtlogon par la distribution d'énergie électrique de Rennes.

PROJETS D'ÉTABLISSEMENT DE RÉSEAUX RURAUX. — *Calvados.* — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du contrôle des Distributions d'énergie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Ouilly-le-Vicomte et dans les communes du Syndicat de Trévières.

Savoie. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Longefoy.

Combustibles. — LA PRODUCTION HOUILLÈRE FRANÇAISE EN JANVIER 1924. — La production des houillères françaises s'est élevée pendant le mois de janvier à 3 761 687 t pour 26 jours de travail, au lieu de 3 147 681 t en janvier 1923 pour 26 jours de travail également.

La production journalière est en progression marquée et ininterrompue, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

	Production journalière moyenne.
Année 1913	136 147 tonnes
Janvier 1923	121 064 id
Juillet 1923	128 590 id
Janvier 1924	144 680 id

Ainsi, depuis un an, la production journalière a progressé de 23 616 t.

L'accroissement est surtout dû au développement d'activité du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, dont l'extraction journalière est passée de 60 239 t en janvier 1923 à 80 108 t en janvier 1924, gagnant ainsi 19 869 t ou 33 pour 100 en douze mois.

Les houillères lorraines ont contribué pour 17 264 t dans le chiffre de production journalière.

Des progrès aussi importants nécessitent un accroissement considérable de main-d'œuvre. Les effectifs employés dans les houillères sont passés de 203 208 unités en 1913 à 242 566 en janvier 1923 et à 286 804 en janvier 1924, marquant ainsi une augmentation de 44 238 unités depuis un an.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères s'est élevée à 196 939 t en janvier 1924, contre 131 994 t en janvier 1923, en augmentation de 64 945 t dans l'année.

DÉCOUVERTE DE PÉTROLE DANS LE HANOVRE. — La « Vossische Zeitung » des 13 et 14 mars 1924 donne sur cette découverte les renseignements suivants.

C'est une filiale de la Deutsche Erdöl A. G., qui, au cours d'un forage pratiqué près de Celle, dans le Hanovre, a rencontré, à 750 m de profondeur, la nappe d'huile. Grâce à la pression des gaz, le forage a donné une source jaillissante dont on évalue le débit, au cours des deux premiers jours à 300 t par jour. Ce débit ne semble pas toutefois pouvoir se maintenir longtemps et on n'estime pas, généralement, que le gisement découvert puisse arriver à compenser pour l'Allemagne la perte des puits de Pechelbronn.

L'huile découverte est d'ailleurs, jusqu'ici, une huile lourde, contenant une faible proportion d'essence. Elle paraît surtout propre à la fabrication d'huiles de graissage.

ateliers J. Carpentier

Société anonyme au capital de six millions de francs

Siège social
20, rue Delambre, 20
Paris (XIV°)

Téléph. : Ségur 05-65
Adr. télégraphique
Ruhmkorff Paris

Conseil d'Administration : MM. Charles Laurent, Ambassadeur de France, Président
Louis Lumière, Membre de l'Institut, Vice Président, Jean Carpentier, Administrateur délégué
Membres : MM. Louis Joly, Lazare Lévi, Gustave Lyon, Louis Renault,
Étienne Siry, Léon Violet

R. C. : Seine; N° 207 238 B



Cie d'Entreprises Electro-Mécaniques

Société Anonyme au Capital de 2.000.000 de Francs.

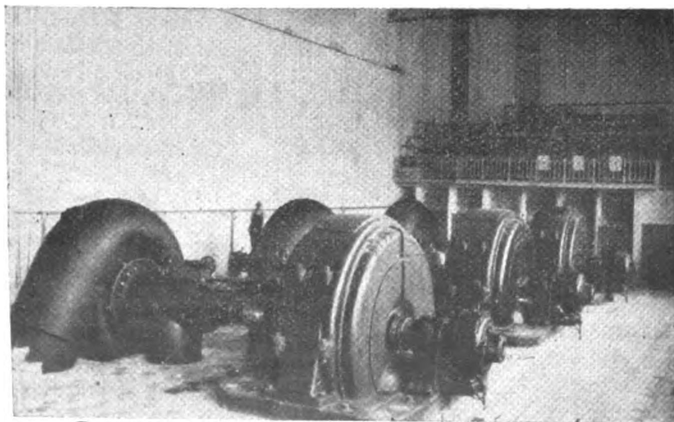
27, Rue de Courcelles, Paris (8e)

Adresse Télégraphique : ENTRANIC-PARIS Téléphone : ELYSÉES 57-01

PRODUCTION
DISTRIBUTION
UTILISATION
DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

Entreprise Générale en France et à l'Etranger

Stations Centrales
Postes de Transformation
Transports de Force
Réseaux de Distribution



CENTRALE DE LOS ALMADENES
3 Groupes Turbine - Alternateur de 4300 cv. 500 t. min.

(Registre du Commerce : Seine N° 90.114)

La production de houille et de lignite de la Pologne en 1923 — Le tableau suivant donne les nombres de tonnes extraites en 1923 et, pour comparaison, ceux se rapportant aux années 1922 et 1913 pour les mêmes bassins :

	1923 tonnes	1922 tonnes	1913 tonnes
Houille...............	36 097 997	34 832 105	40 727 478
Lignite......	171 035	219 883	197 488

La Pologne se classe aujourd'hui au quatrième rang des pays européens producteurs de houille, après la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la France.

Métallurgie. — **La production sidérurgique française en janvier 1924.** — D'après les statistiques du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er février 1924 s'élevait à 134 (contre 125 au 1er décembre 1923), celui des hauts fourneaux prêts à fonctionner à 42 et celui des hauts fourneaux en construction ou en réparation à 43. Dans l'ensemble, 9 hauts fourneaux ont été allumés au cours du mois de janvier, dont 2 dans l'Est, 5 en Alsace-Lorraine et 2 dans le Centre; l'effectif des appareils en activité apparaît ainsi de 13 unités supérieur au chiffre du 1er janvier 1923.

La production de fonte, en janvier dernier, a atteint 585 978 t, contre 564 655 t en décembre 1923. Cette production se décompose comme il suit : fonte d'affinage, 28 211 t; fonte de moulage, 96 236 t; fonte Bessemer, 4 565 t; fonte Thomas, 441 472 t; fontes spéciales, 15 484 t; soit, au total, des augmentations respectives de 21 323 t et 72 690 t par rapport au mois précédent et à décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport à décembre dernier, un progrès de 15 513 t et dépasse de 126 425 t celle de décembre 1922; elle s'est élevée, en janvier, à 541 022 t, dont 528 716 t de lingots et 12 306 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée dépasse considérablement, tant pour la fonte que pour l'acier, le niveau de décembre 1923. Elle a été de 227 911 t pour la fonte et de 187 810 t pour l'acier, contre respectivement 212 747 et et 172 977 t en décembre 1923.

Les résultats ci-dessus, les meilleurs depuis l'armistice, montrent que notre métallurgie, développant régulièrement son activité, a consolidé les résultats acquis les mois antérieurs et se trouve dans une situation supérieure à celle qu'elle avait avant l'occupation de la Ruhr et aussi à celle de 1913. Les moyennes mensuelles de la production de fonte et d'acier en 1913 (France, limites 1913), ressortaient respectivement à 434 000 et 390 000 t; si l'on déduit l'apport de la Lorraine désannexée, les chiffres de janvier sont, toutefois, encore inférieurs à ces moyennes de 76 000 t pour la fonte et 37 000 t pour l'acier.

Economie industrielle et sociale. — **Y a-t-il décroissance de l'alcoolisme dans la population ouvrière ?** — Il y a deux ans il semblait bien établi que l'alcoolisme avait sensiblement décru parmi la population ouvrière. L'enquête entreprise en 1922 par le ministre du Travail a donné à cet égard une éclatante confirmation. Mais les statistiques fiscales sur les quantités d'alcool contenues dans les spiritueux, les vins de liqueurs et les vermouths font ressortir une augmentation de la consommation pure : alors que, pendant les années 1911 à 1913, la consommation annuelle atteignait 1 651 399 hectolitres, elle tombait à 794 652 hectolitres en 1919, mais remontait à 889 850 en 1920 et à 953 671 en 1922; en même temps la consommation de vin et de bière augmentait et il en était de même du nombre des débits de boissons. On peut donc se demander si le mieux constaté persistera.

L'aménagement d'une cité industrielle modèle dans la banlieue nord-est de Paris. — Le département de la Seine a acquis à l'amiable, sur le territoire de la Courneuve, Dugny, Stains et le Bourget, 409 hectares de terrain. Par voie d'expropriation ou à l'amiable, le département entend acheter encore 300 hectares dans cette partie de la banlieue. C'est donc une surface totale de 760 hectares environ (en y comprenant la surface des voies et cours d'eau) qui se trouvera à aménager.

Le Conseil général désire créer dans cette partie de la banlieue parisienne, au lieu et place des affreuses agglomérations actuelles, une grande cité ouvrière et industrielle, analogue, mais en plus grand, aux cités du Nord. Le département construira des bâtiments publics, il fera la viabilité et lotira ensuite. Les lots auront au minimum 250 m² de superficie pour les habitations individuelles, et 500 m² pour les habitations collectives. Des espaces libres seront conservés pour la création de promenades et l'aménagement de terrains de jeux. Un moyen de transport rapide et à grand débit reliera la cité nouvelle à Paris.

Un concours, doté de trois prix de 20 000, 15 000 et 10 000 fr, a été ouvert pour établir le plan de cette cité modèle.

Proposition de loi belge tendant à introduire dans les cahiers des charges des entreprises de l'État une clause relative aux allocations familiales. — D'après cette proposition, l'État accorderait la préférence aux soumissionnaires qui justifieraient de leur affiliation à une caisse d'allocations familiales dont les statuts assurent une allocation mensuelle minimum de 10 fr par enfant âgé de moins de 14 ans. Pour la comparaison des offres, les prix des soumissions des non-affiliés seraient augmentés de 2 pour 100. Si l'adjudicataire n'était pas affilié à une caisse d'allocations familiales, il devrait payer à ses ouvriers et employés une indemnité familiale s'élevant à 0,50 fr par jour et par enfant de moins de quatorze ans.

Le droit d'association des fonctionnaires et le Conseil d'État du Grand-Duché de Luxembourg. — Le Conseil d'État vient de publier son avis, sur le projet de loi portant création de chambres professionnelles à base élective, tel qu'il avait été voté par la Chambre des Députés luxembourgeoise, en séance du 27 avril 1923. Le texte voté prévoit l'institution d'une chambre d'agriculture, d'une chambre des artisans, d'une chambre de commerce, d'une chambre des employés privés, d'une chambre des employés publics et d'une chambre de travail. En général, le Conseil d'État donne son adhésion au texte adopté par la Chambre. Cependant il persiste dans son opposition contre la création d'une chambre des employés publics. Les droits et les devoirs des employés publics lui paraissent déjà entourés des garanties les plus efficaces par la législation existante. D'un autre côté, la mission des chambres professionnelles a pour objet essentiel la sauvegarde des intérêts économiques des différents groupements professionnels qu'elles représentent, alors que les employés publics bénéficient de dispositions législatives établissant leur rémunération ainsi que la stabilité de celle-ci et de leur emploi.

Enseignement. — **Le prix de l'enseignement à l'École centrale des Arts et Manufactures.** — Par décret du 11 mars 1924, publié au « Journal officiel » du 16 mars, page 2 580, « le prix de l'enseignement, y compris

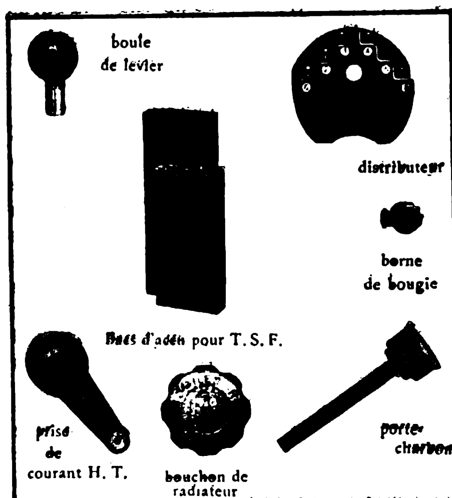
Manufacture d'Isolants
et
Objets Moulés

de la Cie Gle d'Électricité, Soc. anon. au Capital de 60 000 000 fr.

Reg. du Com. la Seine : N° anal. 21 516 — **54, Rue La Boétie,** PARIS — Téléphone : Elysées 48-01 et 48-02

BACS ET SÉPARATEURS
pour
accumulateurs

VERNIS ISOLANTS



PIÈCES ISOLANTES
pour :
Dynamos, magnétos, moteurs, appareillage, appareils de mesure, etc..
Lignes et matériel de traction électrique.
Télégraphie et Téléphonie.
Rayons X.

Demandez renseignements sur nos matières isolantes : GUMMITE, ROBURINES, CÉGÉITE, TERMITE, INFUSITE, ÉBONITE, AMBROÏNE

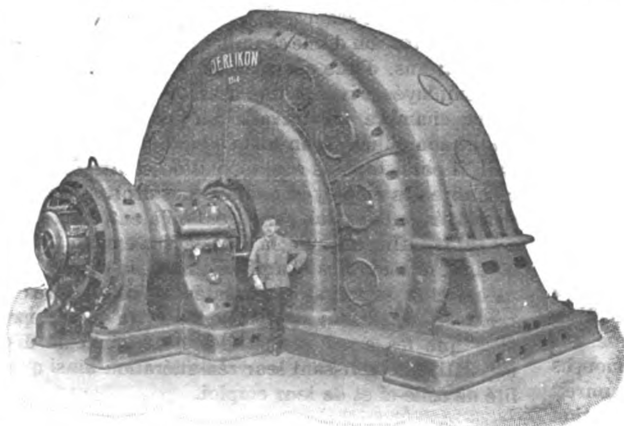
SOCIÉTÉ
OERLIKON

Bureaux à :

BRUXELLES	57 A, Bd Botanique
LILLE	1, Bd de la Liberté
LYON	2, Quai Rambaud
MARSEILLE	17, Rue Pavillon
METZ	6-7, Place de la Gare

Siège social : PARIS, 15, Rue de Milan
Registre du Commerce : Seine n° 140 839
Téléph. : Central 20-54 et 82-25
Télégr. : OERLIK

Usines à ORNANS (Doubs)



Générateur triphasé fermé, 17000 KV-A, 11000 volts, 250 t : mn.

Moteurs électriques
Spéciaux pour mines, filatures, tissages, etc.

Transformateurs
Alternateurs, Génératrices

Engins de Levage
Perceuses, Riveuses, Appareillage

Matériel de Traction
Installations de centrales

Turbines à vapeur
Turbo-compresseurs, Soufflantes

Chauffage électrique
industriel et domestique

DEVIS ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

les frais de manipulations, est uniformément fixé à 3 000 fr par an, pour chaque année d'études ». Cette somme est payable : 1 500 fr la veille de l'ouverture des cours, 750 fr le 1er février et 750 fr le 1er mai.

Expositions. Congrès. — CONGRÈS DE L'UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE (Lille, 12-14 juin 1924). — Les deux derniers Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France ont eu lieu à Mulhouse, en 1920, et à Rouen, en 1922; le prochain se tiendra à Lille les 12, 13 et 14 juin 1924; il coïncidera avec le cinquantième anniversaire de la fondation de la Société industrielle du Nord.

Le programme des travaux comprend cinq sections : génie civil, arts chimiques et agronomiques, industrie d'art, filature et tissage, commerce, banque et utilité publique. Les questions portées à l'ordre du jour de la première section sont : utilisation des combustibles; carburant national; production de l'énergie électrique sur les charbonnages, sa transmission et sa distribution dans les campagnes; aviation commerciale; radiocommunication. Parmi celles de la deuxième section se trouve la fabrication synthétique de l'ammoniaque. Dans le programme de la quatrième section est indiquée l'électrification des usines textiles. Quant aux questions portées à l'ordre du jour de la cinquième section, elles sont nombreuses et se rapportent aux questions ouvrières et sociales : salaires, assurances, retraites, durée et conditions du travail, hygiène industrielle, habitations ouvrières, développement intellectuel de l'ouvrier, enseignement ménager, enseignement professionnel et technique, apprentissage, propriété commerciale, etc.

La cotisation est de 30 fr; elle est réduite à 20 fr pour les femmes et enfants des congressistes. Pour s'inscrire, s'adresser à M. Ch. Charpentier, secrétaire général du Congrès, 116, rue de l'Hôpital Militaire, Lille.

Concours. — CONCOURS OUVERT ENTRE LES JEUNES INGÉNIEURS POUR UN MÉMOIRE SUR L'ACCUMULATION DE L'ÉNERGIE. — M. Vedovelli et la Société la « Métallurgie électrique », frappés de l'importance que présenterait pour les exploitants et pour les consommateurs l'accumulation, sous une forme quelconque, de l'énergie distribuée; désireux, d'autre part, de susciter entre les jeunes ingénieurs une féconde émulation, ont mis à la disposition de la Société française des Électriciens, une somme de 1000 fr qui devra être attribuée au meilleur mémoire rédigé sur ce sujet par un ingénieur français de moins de 30 ans.

Les ingénieurs qui penseraient avoir des titres à faire valoir pour l'obtention de cette récompense devront adresser à la Société française des Électriciens, avant le 31 juillet prochain, leur mémoire s'il est encore inédit ou dans le cas contraire le rappel du lieu et de la date de sa publication.

Dans le monde électrique. — LÉGION D'HONNEUR. Par décret présidentiel du 15 mars 1924, rendu sur la proposition du ministre du Commerce et de l'Industrie et publié au « Journal officiel » du 19 mars, page 2667, a été promu officier dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

M. Jung (Charles-Edouard), administrateur-délégué de la Société industrielle des Téléphones à Paris, président du Syndicat professionnel des Caoutchouc, Gutta percha, Tissus élastiques. Chevalier du 11 décembre 1920.

Par décret en date du 15 mars 1924, publié au « Journal officiel » du 19 mars, a été promu au grade de commandeur dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

M. Drouets (Eugène-Charles), directeur de la Propriété industrielle au Ministère du Commerce, officier du 1er février 1919.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — COMPAGNIE LORRAINE DE LAMPES ÉLECTRIQUES. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet l'industrie, le commerce des lampes de toutes espèces et notamment des lampes électriques. Le siège est à Paris, 56, rue du Faubourg-Saint-Honoré. Le capital est de 3 millions de francs, divisé en actions de 500 fr, dont 1 160 attribuées à la Compagnie lorraine de Charbons, Lampes et Appareillages électriques en rémunération de l'apport fait par elle de divers biens et droits constituant actuellement son organisation industrielle et commerciale en matière de fabrication et de vente des lampes électriques.

Augmentation de capital. — UNION D'ÉLECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars, p. 202 cette société, dont le siège social est à Paris, 57, rue Pierre-Charron, va procéder à l'émission de 120000 obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100, soit 35 fr, payable par moitié les 1er mars et 1er septembre de chaque année.

Le premier coupon sera payable le 1er septembre 1924.

Ces obligations seront amortissables au pair, en trente années, à dater du 1er mars 1929, par tirages au sort semestriels, conformément à un tableau d'amortissement qui sera imprimé au verso des titres. Ces tirages auront lieu en février et en août de chaque année et les titres désignés par le sort seront remboursés à la date d'échéance du premier coupon suivant le tirage. Les numéros des titres sortis aux tirages seront publiés dans un journal d'annonces légales de Paris.

Le premier tirage aura lieu en août 1929 et le dernier tirage aura lieu en février 1959 au plus tard.

La société se réserve la faculté d'anticiper les amortissements en tout ou partie, à dater du 1er mars 1929, soit par rachats en Bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon, soit par tirages supplémentaires, qui donneront lieu à un préavis de trois mois au moins dans un journal d'annonces légales de Paris. Tout amortissement anticipé portera sur les dernières années.

Le payement des coupons et le remboursement de ces titres seront effectués nets de tous impôts présents et futurs, exception faite de la taxe de transmission dont le montant sera déduit du payement des coupons des titres au porteur, comme le rend obligatoire l'article 19 de la loi de finances du 30 juin 1923.

Il sera créé une société civile dénommée « Société civile des porteurs d'obligations 7 pour 100 1924 de la société anonyme dite Union d'Électricité » entre les souscripteurs et propriétaires futurs de ces 120000 obligations.

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DE LA LOIRE ET DU CENTRE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars 1924, p. 188, cette société, dont le siège social est à Paris, 4, rue d'Aguesseau, va procéder à l'émission de 80000 actions de 250 fr à souscrire en espèces au prix de 275 fr, ces actions étant réservées aux actionnaires actuels à raison d'une action nouvelle pour trois anciennes, les actionnaires ayant le droit pour le surplus de souscrire à titre réductible.

Ces actions seront à libérer de 87,50 fr à la souscription, de 62,50 fr le 25 mai 1924 et de 125 fr le 15 juin 1924.

Elles seront créées jouissance au 1er juillet 1924 et n'auront, par suite, aucun droit aux bénéfices de l'exercice 1923-1924;

elles seront entièrement assimilées aux actions anciennes après détachement du coupon afférent audit exercice.

Société hydroélectrique de la Tardoire. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars 1924, p. 189, cette société, dont le siège social est à Montbron (Charente), va porter son capital à 800000 fr par l'émission de 3000 actions de 100 fr ordinaires, représentant un capital de 300000 fr, jouissance du jour de leur libération définitive, à souscrire en numéraire avec même répartition des bénéfices que les actions déjà émises.

Société électrique d'Ounans. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars 1924 p. 204, cette société, dont le siège social est à Ounans (Jura), va procéder à l'émission de 500 obligations de 500 fr, à 6 pour 100, au prix de 490 fr. Ces obligations sont payables en souscrivant et produisent un intérêt annuel de 30 fr nets d'impôt sur le revenu, payable par semestre le 30 juin et le 31 décembre, à partir du 31 décembre 1924. Elles sont remboursables au pair en trente années à partir de 1935, par voie de tirage au sort annuel, suivant un tableau d'amortissement.

La société se réserve le droit de faire des remboursements anticipés, mais seulement à partir du 31 décembre 1930.

Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de Fer et des Tramways électriques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 17 mars 1924, p. 192, cette société, dont le siège social est à Paris, 75, boulevard Haussmann, va procéder à une augmentation de capital de 15 millions de francs, par l'émission à 270 fr de 60000 actions de 250 fr, portant jouissance intégrale du 1er janvier 1924.

Les anciens actionnaires et les porteurs de parts bénéficiaires ont un droit de préférence à titre irréductible, sans attribution pour les fractions, pour la souscription des 60000 actions nouvelles. Ce droit s'exercera sur 30000 actions nouvelles par les propriétaires des actions anciennes, soit :

1 action nouvelle pour 7 anciennes ;

2 actions nouvelles pour 14 anciennes ;

3 actions nouvelles pour 20 anciennes, sans attribution pour les fractions,

Et sur 30000 actions nouvelles par les propriétaires des parts bénéficiaires, soit :

1 action nouvelle par part bénéficiaire.

Le droit de souscription s'exercera par la remise de coupons n° 16 pour les actions au porteur et de coupons n° 11 pour les parts et par l'estampillage des certificats pour les titres nominatifs.

Les souscripteurs devront verser le premier quart, plus la prime de 20 fr, soit 82,50 fr par action souscrite, à la souscription, et les trois autres quarts, soit 187,50 fr un mois après l'assemblée générale constitutive, qui rendra l'augmentation de capital définitive.

Le capital social sera, en conséquence, de cette augmentation, porté à 65000000 fr et divisé en 260000 actions de 250 fr entièrement libérées.

Compagnie électrique anversoise (Belgique). — Les actionnaires ont décidé de porter le capital social de 7 à 11 millions de francs par la création de 40000 actions de 100 fr privilégiées à 6 pour 100 récupérables.

Electricité de l'Escaut (Belgique). — Par décision de l'assemblée générale, le capital social est porté de 12,5 millions à 30 millions de francs par la création de 175000 actions nouvelles de 100 fr. Le capital nouveau a pour objet de développer la fourniture de l'éclairage et de l'énergie électrique dans la région anversoise. Le bilan de l'exercice 1923 accuse un bénéfice de 4255324,13 fr, chiffre qui diffère peu de celui obtenu en 1922. Bien que le bénéfice brut marque une plus-value de plus de 525000 fr, le solde net ne traduit qu'une plus-value d'une centaine de mille francs, les charges imputées au débit du compte de profits et pertes étant plus élevées pour 1923.

Divers. — Appareillage électrique Grivolas. — La situation au 28 février 1924, communiquée à l'assemblée des créanciers du 19 mars par le liquidateur judiciaire, accuse un déficit net de 4430194 fr après absorption du capital de 7500000 fr.

A l'actif, les immobilisations sont inscrites pour 6 millions 374537 fr, l'actif réalisable pour 2897025 fr et l'actif disponible pour 83153 fr. Le passif se totalise par 13784905 fr, dont 5268993 fr d'obligations, 1018128 fr de provisions pour impôts, 7138595 fr de dette en banque et 359000 fr de divers.

L'assemblée, pour l'affirmation des créances, devait avoir lieu le 27 mars.

Etablissements Trouvay, Cauvin et Del Pezo. — Les comptes de cette société, qui a son siège à Paris, 80, rue Taitbout, se soldent, pour l'exercice clos le 31 décembre dernier, par un solde créditeur de 309818,22 fr. Après déduction du solde débiteur de l'exercice 1922, qui s'élève à 60185,56 fr le bénéfice net ressort à 249632,66 fr.

Les grands Travaux électriques. — L'Assemblée ordinaire tenue le 20 mars, sous la présidence de M. Gastambide président du Conseil d'administration, a approuvé les rapports et les comptes du premier exercice social, clos le 31 décembre 1923, et décidé la répartition d'un dividende brut de 8 pour 100.

Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'Energie. — L'assemblée ordinaire tenue le 14 mars, sous la présidence de M. E. Siry, président du Conseil d'administration, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 1113203 fr (au lieu de 1274481 fr, comme nous l'avions annoncé dans notre « Bulletin R. G. E. » du 15 mars 1924, t. xv, p. 86 B), compte tenu du report bénéficiaire du précédent exercice s'élevant à 38722 fr.

Sur la proposition du Conseil, elle a décidé la répartition ci-après de ce solde bénéficiaire : réserve légale : 53724 fr ; dividende de 15 fr aux actions de priorité : 6900 fr ; remboursement de 34 actions de priorité : 8500 fr ; premier dividende de 12,50 fr aux actions ordinaires : 358350 fr ; fonds de réserve disponible : 75000 fr ; tantièmes statutaires : 57200 fr ; 5 pour 100 aux actions ordinaires, de priorité et de jouissance : 375000 fr ; remboursement de 182 actions ordinaires : 45500 fr ; fonds de prévoyance : 75000 fr ; report à nouveau : 58029 fr.

Le paiement des dividendes aura lieu à raison de 27,50 fr aux actions de priorité, contre remise du coupon n° 19 ; 25 fr aux actions ordinaires, contre remise du coupon n° 20 ; 12,50 fr aux actions de jouissance contre remise du coupon n° 14. Ce paiement est effectué, sous déduction des impôts, depuis le 15 mars écoulé.

Dans son rapport, le Conseil indique que les recettes d'exploitation des deux services, tramways et lumière, ont progressé d'un exercice à l'autre de 903991 fr, tandis que les

dépenses se trouvaient majorées seulement de 836 023 fr. Il en est résulté une augmentation de 57 968 fr du bénéfice d'exploitation.

Au cours de l'exercice, 1 072 720 kilomètres-voitures ont été parcourus, contre 1 016 810 en 1922.

Le nombre des voyageurs transportés s'est élevé à 5 634 783 contre 4 990 783.

En ce qui concerne les abonnés au réseau de distribution, leur nombre a passé de 10 170 à 11 776.

Compagnie générale française de Tramways. — Les rémunérations et allocations diverses reçues des autorités concédantes pour l'exercice 1923, compte tenu du remboursement de la charge des obligations, des intérêts et produits divers et déduction faite de tous amortissements, se montent à 7 241 941,80 fr. Le service des emprunts de toute nature ayant exigé 4 070 007,87 fr, il reste, comme bénéfices de l'exercice 1923, 3 171 934,01 fr.

Il sera distribué un dividende de 25 fr par action, ce qui absorbera 2 750 000 fr. Il sera reporté à nouveau à 300 722 fr.

A l'actif, les dépenses de premier établissement s'élèvent à 121 381 355,41 fr contre 116 236 019,44 fr au 31 décembre 1923. L'augmentation représente la valeur de diverses améliorations apportées tant au matériel roulant qu'à l'outillage et aux voies. Les approvisionnements se montent à 15 199 234,79 fr et le chapitre des fonds à recevoir à 16 millions 550 000 fr.

Au passif, les postes : Capital actions, emprunts en obligations, emprunts non amortis des autorités concédantes et créditeurs divers forment un total de 167 076 579 fr.

Tramways électriques de Boulogne-sur-Mer. — Le solde des profits et pertes s'élève à 130 708 fr pour l'exercice écoulé. Il sera proposé à l'assemblée du 10 avril un dividende égal au précédent, soit 6 fr par action.

Compagnie française des Tramways électriques et Omnibus de Bordeaux. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 20 mars 1924, sous la présidence de M. Renaud, président du Conseil d'administration.

Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 2 267 834 fr, compte tenu du report bénéficiaire du précédent exercice, s'élevant à 153 778 fr.

Sur la proposition du Conseil, l'assemblée a décidé la répartition ci-après des bénéfices : réserve légale : 105 703 fr ; amortissements : 250 513 fr ; 5 pour 100 au capital : 1 million 096 387 fr ; tantièmes statutaires : 65 246 fr ; dividende de 5 fr aux actions de capital et de jouissance : 462 875 fr ; report à nouveau : 278 119 fr.

Le dividende sera payable sous déduction des impôts, à raison de 17,50 fr pour les actions de capital en échange du coupon n° 37, et de 5 fr pour les actions de jouissance, en échange du coupon n° 5.

Le paiement en sera effectué à partir du 15 mai prochain.

Le remboursement à raison de 300 fr brut des 353 actions à amortir à charge de l'exercice écoulé aura lieu à la même date.

L'Assemblée a autorisé le Conseil à employer le montant du fonds d'amortissement supplémentaire du capital au rachat des actions de la compagnie, à un prix maximum de 300 fr.

Connaissance prise de l'avenant en date du 18 mai 1923 entre la ville de Bordeaux et la compagnie et du cahier des charges de la concession municipale du réseau urbain des tramways, établi conformément au décret du 20 novembre 1917, l'Assemblée a ratifié ces documents, donnant au Conseil pouvoir d'y apporter telles modifications de détail qui seraient demandées par les pouvoirs publics.

L'Assemblée a conféré au Conseil tous pouvoirs pour :

1° Faire les démarches nécessaires auprès des pouvoirs publics pour obtenir d'eux toutes autorisations utiles ; 2° fixer, de commun accord avec la municipalité de Bordeaux, le montant de l'emprunt obligataire dont il est question dans l'avenant du 18 mai 1923.

OUVRAGES RÉCENTS

Unités de mesure scientifiques et industrielles, par J.-M. Bosque, capitaine commandant d'artillerie, chargé du cours de physique et d'électricité à l'École militaire et R. Crombez, docteur ès sciences physiques et mathématiques, répétiteur du cours de physique générale à l'École militaire. Un volume, 20 cm × 14 cm, 47 pages. Prix : cartonné, 5 fr.

Le guide du consommateur d'énergie électrique à la ville et à la campagne, par Allais Launay. Un volume, 64 pages, illustré de dessins. Prix : 1,50 fr.

Moteurs et traction, par M. Strulovici, professeur à l'École d'Électricité industrielle de Paris. Un volume, 16 cm × 12 cm, 580 pages, 384 figures. Prix : 10 fr.

Notes et formules de l'ingénieur, par de Laharpe, 21e édition. Le prix est porté de 85 fr à 95 fr.

Précis de réglementation des communications radioélectriques, par J. Bays, rédacteur principal à la direction du Service de la Télégraphie sans fil aux Postes et Télégraphes, et Ch. Goraverc, contrôleur principal du Service radiotélégraphiques aux Postes et Télégraphes. Un volume, 25 cm × 16 cm. Prix : broché, 15 fr.

BREVETS RÉCENTS

27 066 560 010. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 15 novembre 1922, pour système de commande à distance, 15 novembre 1922.

27 077 501 171. — Schmitz (A.-L.) ; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 5 juillet 1919, au nom de M. E. Moret, et dont M. Schmitz est concessionnaire, pour bougie d'allumage, 20 novembre 1922.

27 083 556 177. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 13 décembre 1921, pour dispositifs de contacts auxiliaires pour contacteurs électriques, 21 novembre 1922.

27 084 527 186. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 11 décembre 1920, pour perfectionnements aux appareils à rayons X, 21 novembre 1922.

27 086 559 013. — Higgs (A.-H.), et la société dite : Ferranti Ltd ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 24 novembre 1922, pour perfectionnements aux dispositifs de protection pour mécanismes de commutation électriques, 25 novembre 1922.

27 097 491 657. — Biguet (J.) ; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 23 octobre 1915, par MM. Peri (M.), Biguet (J.), et dont M. Biguet est concessionnaire, pour dispositif de montage des éléments de tubes à vide, genre « Audion », 27 novembre 1922.

27 090 531 453. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme), 3e cert. d'add. au brevet pris, le 29 janvier 1921, pour perfectionnements apportés aux sélecteurs utilisés dans les bureaux centraux téléphoniques du genre automatique ou semi-automatique, 27 novembre 1922.

569 433. — Tournaire (C.), Interrupteur, 4 août 1923.

569 439. — Lévy-Grunwald (R.) ; Rhéostat à vernier pour chauffage de filament d'audion, 4 août 1923.

569 442. — Noel (J.) ; Nouvel appareil amovible pour le contrôle de l'étanchéité des bougies d'allumage en service, 4 août 1923.

569 444. — PFIFFNER (E.); Borne formant condensateur, 4 août 1923.

569 447. — Société anonyme dite : ÉTABLISSEMENTS B. R. C.; Perfectionnements aux vibreurs électriques pour toutes applications, 4 août 1923.

569 452. — Société anonyme : BROWN BOVERI ET Cie; Procédé pour l'excitation de redresseurs à vapeur de mercure marchant temporairement à vide, 6 août 1923.

569 464. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Contacteur à grande capacité à commande électropneumatique, 21 octobre 1923.

569 472. — KARAVODINE (V.); Procédé d'établissement des bougies bon marché en quartz opaque pour moteurs à explosions, 24 octobre 1923.

569 482. — HIRSCH (O.-K.); Compteur électrique automatique, 25 octobre 1922.

569 497. — LEVISON (C.-H.); Thermomètre actionnant une sonnerie électrique pour signaler un abaissement de température déterminé, 6 août 1923.

569 502. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Matière isolante au courant électrique, 6 août 1923.

569 508. — PFEFFER (D.); Perfectionnements aux batteries électriques, 6 août 1923.

569 530. — Société dite : COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE; Dispositif redresseur de courant formé d'un redresseur à coquilles combiné avec des soupapes électriques, 7 août 1923.

569 539. — BÉTHENOD (J.); Perfectionnements aux appareils téléphoniques récepteurs, 28 octobre 1922.

569 551. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO-ÉLECTRIQUE; Nouvelle inductance à grande marge de variation, 31 octobre 1922.

569 552. — Société anonyme : LE CARBONE; Pile sèche régénérable, 31 octobre 1922.

569 564. — Société dite : SANDYCROFT LTD et M. HUNT (J.); Perfectionnements aux machines dynamo-électriques à courant alternatif, 7 août 1923.

569 581. — ROBINSON (E.-Y.); Perfectionnements aux dispositifs thermioniques, 7 août 1923.

569 583. — Société anonyme dite : FRIED KRUPP AKTIENG; Dispositif de fixation électromagnétique, 7 août 1923.

569 592. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Interrupteur pour courant alternatif à haute tension, 8 août 1923.

569 593. — Société LANDIS ET GYR A. G.; Système propulsif pour compteurs d'électricité, 8 août 1923.

569 601. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux machines dynamo-électriques à collecteur, 8 août 1923.

569 602. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Système de réglage des moteurs électriques, 8 août 1923.

569 230. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux machines dynamo-électriques, 8 août 1923.

569 603. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux redresseurs de courants, 8 août 1923.

569 606. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE; Perfectionnements aux réseaux artificiels d'équilibre utilisés dans les lignes électriques de signalisation par courants à fréquences variables, 6 août 1913.

569 607. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE; Système téléphonique pour bureau central à commutateurs automatiques, 8 août 1923.

569 615. — SENEZ (C.); Turbo-moteur à combustion interne, 9 août 1923.

569 649. — LETORET (H.); Perfectionnements apportés dans l'établissement des diffuseurs acoustiques et produits nouveaux en résultant, 9 août 1923.

569 658. — DUMONT (G.); Interrupteur électrique à relais, 10 août 1923.

569 690. — ISLER (F.); Dispositif ou horloge principale, influencé par des ondes électriques, pour la commande d'horloges électriques secondaires, 11 août 1923.

569 712. — VIALET-CHABRAND (L.); Perfectionnements aux appareils servant à la transmission des ordres, 13 août 1923.

569 726. — Société dite : JOSEPH CROSFIELD AND SONS LTD; Batterie électrique perfectionnée, 13 août 1923.

569 730. — SOCIÉTÉ DE LOYE ET TOUZOT; Séparateur pour accumulateurs électriques, 13 août 1923.

569 731. — SOCIÉTÉ DE LOYE ET TOUZOT; Dispositif de séparateur pour accumulateurs électriques, 13 août 1923.

569 733. — SCIVET (D.); Procédé de soudure électrique par résistance et appareil pour appliquer ce procédé, 13 août 1923.

569 739. — HICKEL (W.), PERTSCHER (O.), JUNIOR; Fusible empêchant automatiquement le surchauffage de machines ou appareils électriques, 14 août 1923.

569 741. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux circuits des commutateurs automatiques, 14 août 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Grenoble (Groupe parisien) :

Jeudi 3 avril 1924, 20 h 30. Café Sorgeot, 30, rue de Châteaudun, Paris. — Réunion mensuelle.

Radio-Club de France :

Jeudi 3 avril 1924, 20 h 45. Amphithéâtre Descartes de la Sorbonne, 15, rue de la Sorbonne. — Conférence sur *Les ondemètres, leur théorie, leur construction, leur emploi*, par M. J. QUINET, Ingénieur E. S. E., secrétaire général du Radio-Club de France.

Société française de Physique :

Vendredi 4 avril 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. Communications :

I. *La lumière du ciel nocturne : éclat intrinsèque et composition spectrale* (projections), par M. J. DUFAY ;

II. *a) Sur un objectif multiple à parallaxe stéréoscopique réduite ;*

b) Sur les appareils de mesure thermique des courants alternatifs de faible intensité, par M. J. THOVERT.

Société française des Electriciens :

Samedi 5 avril 1924, 16 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Assemblée générale. Rapport de la Commission des comptes; rapport du Comité; rapport sur le Laboratoire central de l'Ecole supérieure d'Electricité; modifications au règlement intérieur. Communications : 1° *De l'application du cinématographe à l'étude et à la reproduction des phénomènes micro-biologiques*, par M. le Dr COMANDON (projections cinématographiques). — 2° *Discussion de la communication de M. Roth sur les « pertes supplémentaires dans les machines »*.

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 6 avril 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *Les économies de combustible et le Congrès du Chauffage industriel*, par M. WALCKENAER, inspecteur général des Mines.

Association amicale des anciens Elèves de l'Ecole d'Electricité industrielle de Paris :

Mardi 8 avril 1924, 21 heures. Café des Variétés, 7, boulevard Montmartre. — Réunion mensuelle.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 15 mars 1924	PRIX samedi 22 mars 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	950	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	12 3/8 d	11 7/8 d	— 4/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	838 fr	746 fr	— 92
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	694	615	— 79
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	849,50	777	— 72,50
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 107,50	1 060	— 47,50
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 990	6 755	— 235
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Email pour appareillage tôle — blanc	100 kg	605	605	0
Email pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 802	2 602	— 200
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	410-420	410-420	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	520	520	0
*Huile pour transformateurs liv. Paris	100 kg	318	297	— 21
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Haute tension	100 kg	220	220	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — Basse tension	100 kg	210	210	0
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 5/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	370	335	— 35
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 14/16, Lyon	le kg	355	330	— 25
Tôle magnétique extra sup. 3/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	240	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	381	358,50	— 22,50

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage [1]

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont Ferrand	25 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

[1] En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci dessus

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

A propos de la découverte du carbure de calcium. — Sous ce titre, notre confrère, « Journal du Four électrique et des Industries électrochimiques », publie dans son numéro du 15 février 1924, un fort intéressant article, qu'il nous paraît utile de reproduire ici. Il met, en effet, une fois de plus en évidence le peu d'intérêt que présentent les polémiques soulevées en vue d'attribuer à telle ou telle personne une part prépondérante dans la découverte d'un produit ou l'invention d'un dispositif ayant donné lieu ultérieurement à une industrie importante.

On y verra que dans le cas du carbure de calcium, quatre personnes au moins peuvent revendiquer des titres à sa découverte, Moissan, Bullier, Wilson et Chaplet, sans compter toutes celles qui ont fabriqué du carbure de calcium sans le savoir.

En fait, c'est toute une série d'observations, d'expériences, de raisonnements qui ont conduit à la fabrication industrielle du carbure de calcium ; la découverte de ce corps était « dans l'air » en 1892-1893 et chacun des savants et ingénieurs que nous venons de citer a contribué à la préciser et la faire connaître selon les facteurs dont il disposait : notoriété scientifique, connaissances professionnelles, relations industrielles, activité personnelle, etc...

Voici d'ailleurs ce qu'écrit notre confrère à ce sujet.

Les comptes rendus sommaires du VIIIe Congrès international de l'Acétylène mentionnent que, dans la séance du 15 décembre, M. Chaplet, l'électrométallurgiste éminent dont tout le monde connaît les beaux travaux, « demande la parole pour lire une courte note résumant quelques données historiques sur la fabrication du carbure de calcium. M. Gall apporta, de son côté, quelques précisions à l'occasion de divers points traités par M. Chaplet. Celui-ci répondit à son tour, et ce court débat fut clos par M. le Président, après une intervention de M. Tofani, déclarant en conclusion qu'on ne pouvait que rendre hommage à la science française à laquelle était due l'invention du carbure de calcium ».

Nous n'avons pas l'intention de soulever ici des polémiques qui ont bien perdu de leur intérêt depuis l'époque déjà lointaine où j'entrepris moi-même un historique de la découverte du carbure de calcium, lors du IIIe Congrès de l'Acétylène, tenu à Paris en 1900. A ce moment, on était en pleine effervescence, l'industrie du carbure débutait très péniblement, les brevets Bullier l'entravaient et chacun cherchait à leur opposer des antériorités qui apparaissaient alors à beaucoup comme parfaitement exactes.

Après des joutes oratoires mémorables qui mirent aux prises les plus fameux avocats de l'époque, les tribunaux se prononcèrent. Ils ne furent, du reste, pas toujours d'accord, surtout d'un pays à un autre. Puis l'apaisement se fit et les brevets tombèrent dans le domaine public, car ils dataient de 1894.

Aussi n'est-ce pas pour réveiller cette polémique ancienne que M. Chaplet fit sa communication au VIIIe Congrès. C'est sur la demande, qui lui en fut faite avec insistance, qu'il se décida à narrer cette histoire vieille de trente ans, au premier Congrès du carbure auquel il a été invité.

Nous connaissons d'ailleurs déjà cette origine en France du carbure de calcium et de l'acétylène comme la plupart des électrométallurgistes qui ont dépassé la cinquantaine et se sont trouvés mêlés aux discussions auxquelles nous avons fait allusion. Elle me fut contée pour la première fois par par M. Henry Marbeau, l'ancien président de la Néo-Métallurgie et du Ferro Nickel.

En 1893, M. Chaplet effectuait dans l'usine de la Néo-Métallurgie, à Rochefort (Mayenne), des recherches sur l'obtention de certains métaux au four électrique, recherches dont les brillants résultats ont illustré son nom et créé pour ainsi dire l'électrométallurgie des métaux spéciaux. Il collaborait alors avec Moissan, et ayant eu à fabriquer pour celui-ci quelques kilogrammes de chrome, il obtint comme résidu un corps noirâtre à reflets métalliques. Ces débris incandescents, jetés par hasard dans un baquet plein d'eau, donnèrent lieu à des bulles de gaz qu'un tison enflammait.

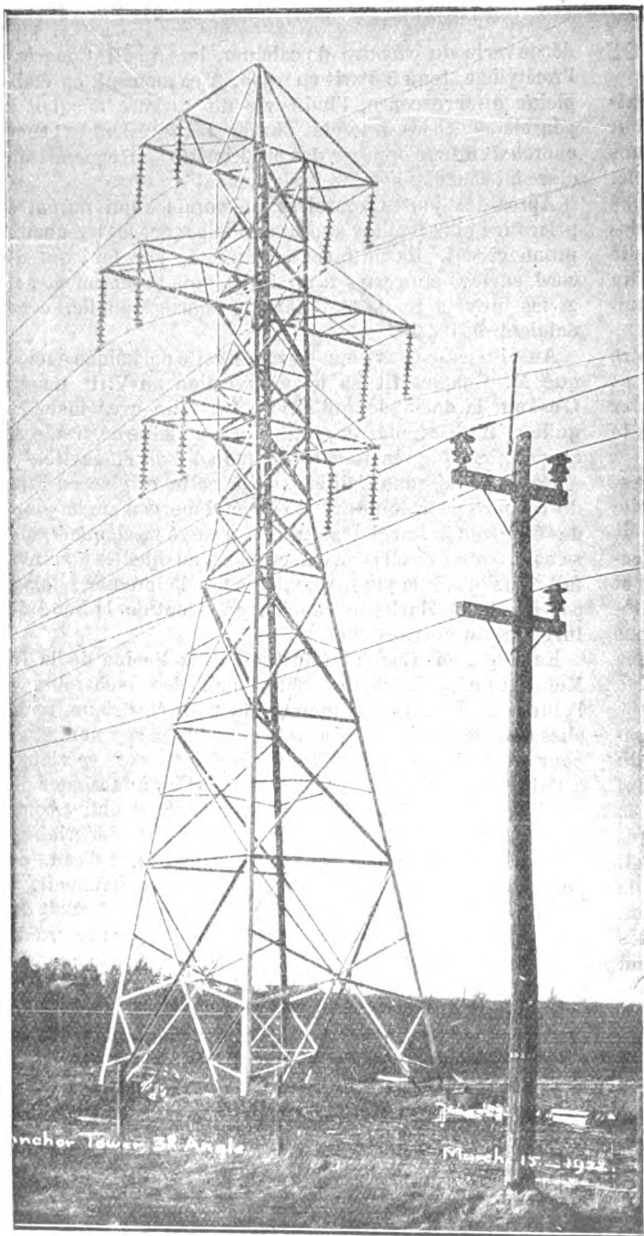
Prévenu de ce phénomène d'une « pierre qui brûlait dans l'eau », M. Chaplet crut pouvoir l'expliquer par une production accidentelle de calcium, qui décomposant l'eau aurait produit un dégagement d'hydrogène.

En répétant l'expérience, il fut toutefois surpris d'apercevoir au lieu de la flamme caractéristique de l'hydrogène, une flamme carburée, fuligineuse, qu'il ne put classer.

Il envoya alors quelques échantillons de ces résidus à

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e)  **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada); transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « Canadian » n° 2 860.

LES IMPORTANTES USINES

DU **MAS-LOUBIER (Limoges)**

FABRIQUENT

DES

ISOLATEURS HAUTE TENSION

D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS

DUS A LA

TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :

3000 ISOLATEURS COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION

DES

USINES HAVILAND

EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND,** 3 Rue Taitbout, **Paris** - Téléph. : Central 55-30

Paris, à Bullier, qui les analysa au laboratoire de Moissan. Quelques jours plus tard Bullier lui écrivait que le produit reçu était du carbure de calcium, et le gaz dégagé de l'acétylène.

C'est ainsi, termina M. Chaplet, que le carbure fut découvert en France. Peu après, M. Bullier prenait les brevets qui ont tant fait parler d'eux et donnèrent lieu à de retentissants procès.

Cela démontre une fois de plus qu'il y a des degrés dans la découverte d'un produit comme dans les propriétés technique, scientifique ou industrielle de ce produit.

Tous ceux qui utilisaient le four électrique après l'exposition de Londres en 1881, où l'on vit pour la première fois fonctionner un four pratique, ont dû, *sans le savoir*, fabriquer un peu de carbure de calcium, parce qu'il y avait de la chaux et du charbon dans le creuset. Le carbure de calcium est venu tout naturellement au monde, lorsque les progrès réalisés dans la conception des appareils destinés à produire de hautes températures ont permis d'atteindre celles de 2 000 à 3000°C.

Mais fabriquer un produit *sans le savoir*, ce n'est pas le découvrir. Pour cela il faut avoir l'esprit d'observation et d'analyse; c'est précisément le mérite de M. Chaplet, d'avoir voulu se renseigner sur le corps noirâtre qu'il avait obtenu, de même que Wilson, aux États-Unis, à la même époque, voulut se rendre compte pourquoi les scories d'un four à aluminium dégageaient un gaz inflammable, lorsqu'elles étaient projetées dans l'eau. Lui aussi découvrit le carbure de calcium.

Cependant en France, dès la fin de 1892, Moissan avait clairement exposé, dans sa communication à l'Académie des Sciences, le processus théorique de la fabrication du carbure de calcium. Il est donc bien le père scientifique de ce produit, d'autant que plus tard, le 5 mars 1894, il fit à la même Académie des Sciences une communication mémorable sur la fabrication et les qualités physiques et chimiques du carbure. Ce grand chimiste attacha ainsi définitivement son nom au carbure aux yeux du monde savant de tous les pays.

Mais quelques jours auparavant, le 5 février 1894, Bullier avait déposé son fameux brevet qui, en laissant la gloire à Moissan, lui donnait à lui la propriété industrielle du carbure.

On voit donc qu'en somme, chacun a sa part dans la découverte de ce produit. M. Chaplet, ce pionnier du four électrique industriel, a eu son attention attirée sur un corps trouvé par hasard dans une réduction du minerai de chrome, et qui se trouvait être du carbure de calcium. Moissan, avait déjà obtenu ce produit dans son four ou tout au moins pressenti la réaction qu'il précisa en 1894, de façon définitive. Entre temps, Bullier fut le réalisateur pratique de l'idée, l'animateur de l'industrie du carbure parce qu'il en pressentit l'importance pour l'avenir. Son rôle d'animateur dura du reste très peu, on sait qu'il s'occupa plutôt de becs à acétylène, et qu'en réalité le développement de l'industrie du carbure de calcium en France est dû plutôt aux Gall, Sautter, Barut, Keller, Lacroix, Bertolus et autres pionniers de cette indusrie.

M. Tofani, dont nous avons cité la conclusion plus haut, aurait donc pu rendre hommage non seulement à la science française, mais encore à l'industrie française auxquelles sont dues à la fois l'invention et la technique du carbure de calcium. — R. P.

INFORMATIONS

Industrie électrique — L'ÉLECTRIFICATION DES LIGNES DE PARIS A ORLÉANS ET DE BRÉTIGNY A DOURDAN. — Par décret en date du 13 mars 1924, publié au « Journal officiel » du 25 mars, p. 1018, sont « déclarés urgents les travaux approuvés par les décisions ministérielles des 22 mai 1922 et 7 mars 1924 et relatifs à l'aménagement électrique de la voie et à l'emplacement et l'étendue des sous-stations de transformation de Paris-Ivry, Ablon, Saint-Michel-sur-Orge, Etrechy, Monnerville, Château-Gaillard, les Aubrais, et Saint-Chéron sur les lignes de Paris à Orléans et de Brétigny à Dourdan ».

Combustibles. — L'IMPORTATION DES CHARBONS ANGLAIS EN ALLEMAGNE, PENDANT L'ANNÉE 1923. — La statistique suivante de l'importation, reproduite dans le « Borgwerkszeitung » du 2 février 1924 fournit les données suivantes sur l'importation des charbons anglais en Allemagne, au cours de l'année 1923 et, pour comparaison, celles relatives aux années 1922, 1921 et 1913.

	Poids en tonnes anglaises	Valeur en livres sterling	Valeur en marks-or	Prix moyen par tonne anglaise
1923 .	14 736 784	18 547 369	356 293 074	25 sh 2 d
1922 . .	8 345 606	8 491 500	158 700 660	20 sh 4 d
1921 . .	817 877	965 460	15 691 750	23 sh 7 d
1913 . .	8 952 328	5 327 733	108 845 583	11 sh 11 d

Les sommes mensuelles indiquées en livres ont été converties en marks-or sur la base du cours du dollar par rapport au mark-papier.

La valeur totale de l'importation du charbon anglais en Allemagne a donc été de 356,3 millions de marks-or en 1923, contre 158,7 millions en 1922, et 109 millions en 1913. Ce sont là les prix payés pour le charbon anglais rendu au port d'embarquement : il importe d'y ajouter le fret du port anglais au port allemand. En calculant ce dernier à 5 sh 6 d, soit 5,50 marks-or par tonne anglaise de 1 016 kg pour toute l'année 1923, on arrive à une dépense totale de 81 millions de marks-or, pour une quantité de 14 736 784 tonnes. Cette dépense est à ajouter à celle des 356,3 millions indiquée ci-dessus. Par conséquent, l'importation du charbon anglais a coûté à 5 sh 6 d, soit 5,50 marks-or en 1923, 437,3 millions de marks-or à l'Allemagne.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE MONDIALE EN 1923. — Voici, d'après les estimations de « Iron Age », la production sidérurgique des cinq grands pays producteurs, exprimée en milliers de tonnes anglaises, de 1016 kg, en 1913, 1922 et 1923.

Production de fonte.

	1913	1922	1923
États Unis	30 966	27 220	40 250
Grande Bretagne	10 260	4 899	7 408
Allemagne	16 476	6 200	4 750
France	5 124	5 146	5 151
Belgique	2 445	1 578	2 121
Totaux	65 271	45 043	59 680

Production d'acier.

	1913	1922	1923
États Unis	31 300	35 603	44 650
Grande-Bretagne	7 688	5 880	8 585
Allemagne	17 340	8 750	5 500
France	4 620	4 464	4 822
Belgique	2 427	1 538	2 210
Totaux	63 375	56 235	65 767

Exportations de fonte et d'acier.

	1913	1922	1923
États-Unis	2 891	1 986	1 995
Grande-Bretagne	4 969	3 401	4 407
Allemagne	6 202	1 827	1 366
France	578	1 936	2 315
Belgique	1 545	2 110	2 300
Totaux	16 186	11 260	12 413

On voit que la production d'acier de 1923 a dépassé celle d'avant guerre; par contre, pour la fonte, la production est encore inférieure à ce qu'elle était en 1913.

En tenant compte des pays petits protecteurs de fonte et d'acier, l'Iron Age dresse les tableaux suivants de la production sidérurgique mondiale en milliers de tonnes anglaises.

Production de fonte.

	1913	1920	1921	1923
Grands producteurs (5 pays)	65 271	55 011	29 620	59 681
Petits producteurs (12 pays)	12 015	4 030	3 659	4 840
Totaux	77 196	59 051	33 279	64 521

Production d'acier.

	1913	1920	1921	1923
Grands producteurs (5 pays)	63 376	62 042	35 943	65 767
Petits producteurs (12 pays)	11 545	4 681	2 039	5 240
Totaux	74 921	66 723	37 982	71 007

Pour la fonte, et encore plus pour l'acier, la production, en 1923, des pays petits producteurs (Canada, Luxembourg, Suède, Espagne, Autriche, Hongrie, Russie, Japon, Tchécoslovaquie, Italie, Indes et Australie) apparaît toujours très éloignée de celle de 1913; dans aucun de ces pays, la production ne s'est relevée, depuis l'armistice, au niveau d'avant guerre. Aussi les résultats relatifs à tous les producteurs (17 pays) demeurent-ils encore, en dépit de l'énorme contingent d'acier fourni par les cinq gros producteurs en 1923, au-dessous des chiffres de 1913, avec un déficit de 12 millions 775000 tonnes de fonte et de 3914000 tonnes d'acier.

Transports et Communications. — LES NOUVELLES TAXES DES POSTES, DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES. — Bien que ces nouvelles taxes aient déjà été publiées par la presse quotidienne, nous estimons utile de les indiquer ci-dessous d'après les articles 78, 80, 82, 83, 84 et 86 de la loi du 22 mai 1924, insérée au « Journal officiel » du 24 mars p. 2754 à 2761.

Lettres et paquets clos. — Jusqu'à 20 grammes : 25 centimes; de 20 à 50 grammes : 45 centimes; de 50 à 100 grammes : 60 centimes; au-dessus de 100 grammes, 20 centimes par 100 grammes ou fraction de 100 grammes.

Papiers de commerce et d'affaires. — Sont admis au tarif de 20 centimes jusqu'à 20 grammes : les factures, relevés de comptes ou de factures, bordereaux d'expéditions et notes d'honoraires, expédiés sous bandes, sous enveloppe ouverte ou sur carte à découvert et ne comportant pas d'indications manuscrites autres que celles afférentes à la date, au nom et à l'adresse du débiteur et du créancier, au numéro de la facture, à la date et au numéro de la commande et du bon de livraison, à la nature des marchandises, à leur quantité, à leur prix, au mode d'expédition, à la nature et au montant des honoraires, à la date, au lieu et mode de payement

Cartes postales illustrées. — Tarif de 0,15 fr réduit à 0,10 fr quand elles ne porteront que la date, la signature de l'expéditeur et cinq mots au plus de correspondance.

Imprimés non périodiques. — 1° Jusqu'au poids de 20 grammes, 5 centimes. Les imprimés dit « urgents » (prix courants, mercuriales, cotes de bourse ou d'office de publicité et de vente, lettres de convocation et d'invitation, avis de passage des voyageurs de commerce, avis de naissance, de mariage et de décès, affiches, épreuves d'imprimerie et copies destinées à l'impression dans les journaux) supporteront, en outre, une taxe additionnelle de 5 centimes par objet ; 2° cartes de visite contenant les indications manuscrites ou imprimées ci-après : nom, prénoms, qualité ou profession et adresse de l'expéditeur; jours et heures de consultation ou de réception, 5 centimes ; cartes de visite portant toutes indications imprimées ou manuscrites autres que celles indiquées indiquées ci-dessus : jusqu'à 5 mots, 15 centimes; au-dessus de 5 mots, 25 centimes.

Droit fixe de recommandation. — Lettres, paquets clos et cartes postales ordinaires, 60 centimes ; objets affranchis à prix réduit, 40 centimes ; enveloppes de valeur à recouvrer, 40 centimes.

Droit d'assurance des lettres et des boîtes de valeur déclarée. — Jusqu'à 1 000 fr, 40 centimes ; par 1 000 fr ou fraction de 1 000 fr excédant 25 centimes.

Taxe des objets non ou insuffisamment affranchis. — Taxe double du montant de l'affranchissement manquant, sans que cette taxe puisse être inférieure à 5 centimes pour les journaux et publications périodiques ou à 20 centimes pour les autres objets.

Mandats et chèques. — Les mandats émis en représentation de chèques d'assignation et les chèques au porteur sont soumis au droit proportionnel ci-après : 25 centimes jusqu'à 5 fr; 30 centimes de 5,01 fr à 10 fr; 35 centimes de 10,01 fr à 15 fr; 40 centimes de 15,01 fr à 20 fr; 50 centimes de 20,01 fr à 50 fr ; 75 centimes de 50,01 fr à 100 fr; 1 fr de 100,01 fr à 300 fr; 1,25 fr de 300,01 fr à 500 fr; au-dessus de 500 fr, 1,25 fr pour les premiers 500 fr et 40 centimes par 500 fr ou fraction de 500 fr excédant.

Télégrammes. — Taxe de 15 centimes par mot jusqu'à 10 mots, 20 centimes par mot à partir du 11e mot. Le minimum de perception est de 1,50 fr.

Pneumatiques. — Jusqu'à 7 grammes : 75 centimes; au-dessus de 7 grammes et jusqu'à 15 grammes, 1,25 fr; au-dessus de 15 grammes et jusqu'à 30 grammes : 2 fr.

Téléphones. — Les abonnements au service téléphonique sont concédés sous le régime des conversations taxées au fur et à mesure de l'équipement approprié des bureaux. Aucun abonnement forfaitaire ne sera consenti, ni maintenu, dans les réseaux soumis au régime des conversations taxées.

Le taux annuel des abonnements principaux à conversations taxées est fixé ainsi qu'il suit : 360 fr, réseaux de plus de 20 000 abonnés ; 240 fr, réseaux de 2 001 à 20000 abonnés; 150 fr, réseaux ayant au plus 2000 abonnés.

La taxe unitaire des conversations locales de jour et de nuit sera abaissée à 15 centimes pour les conversations échangées à partir des postes d'abonnés.

La taxe unitaire des conversations de jour entre réseaux appartenant à un même département est, en règle générale, fixée à 1,20 fr

La taxe des conversations de jour entre réseaux appartenant à des départements différents est calculée d'après la distance, mesurée à vol d'oiseau, de chef-lieu de département à chef-lieu de département, à raison, en règle générale, de 75 centimes par 50 kilomètres ou fraction de 50 kilomètres sans pouvoir être inférieure à 1,50 fr.

Les taxes unitaires sont réduites à 30 centimes pour les communications suburbaines. Les relations qui bénéficieront de cette taxe seront désignées par décret.

Pour l'application des taxes interurbaines, les départements de la Seine et de Seine-et-Oise sont considérés comme formant un seul département.

Economie industrielle et sociale. — LES NOUVEAUX DROITS DE TIMBRE DES CHÈQUES, EFFETS DE COMMERCE, ETC. — Voici quels sont ces nouveaux droits d'après les articles 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16 et 21 de la loi du 22 mars 1924.

Affiches. — Le tarif du droit de timbre des affiches sur papier ordinaire, imprimées ou manuscrites, subit une majoration proportionnelle à leur dimension.

Chèques. — Le taux du droit de timbre afférent aux chèques et aux ordres de virement en banque est fixé uniformément à 0,20 fr. Toutefois, les chèques tirés sur toute autre personne qu'un banquier, un agent de change, le caissier-payeur central du Trésor public, les trésoriers-payeurs généraux, ou les receveurs particuliers des finances seront, en outre, soumis au droit du timbre de quittance.

Effets et mandats. — Est fixé à 0,10 fr par 100 francs ou fraction de 100 francs, sans décimes, le tarif du droit proportionnel de timbre applicable : 1° aux lettres de change, billets à ordre ou au porteur et tous effets négociables ou de commerce ; 2° aux billets et obligations non négociables ; 3° aux délégations et tous mandats non négociables, quelles que soient leur forme et leur dénomination, servant à procurer une remise de fonds de place à place.

Passeports. — Le droit de visa des passeports est porté à 5 francs.

Colis postaux. — Le droit de timbre des bulletins d'expédition des colis postaux est porté à 0,15 fr et 0,25 fr.

Bagages. — Le droit de timbre des bulletins de bagages est porté à 0,25 fr.

Opérations de Bourse. — Le droit de timbre auquel sont assujettis l'achat et la vente de valeurs mobilières est porté à 0,50 fr par 1 000 francs ou fraction de 1 000 francs.

Marchandises à terme ou à livrer. — Le tarif établi par l'article 9 de la loi du 27 février 1912 est doublé.

Quittances et expéditions. — Le prix des timbres apposés sur les quittances et expéditions est uniformément fixé à 0,25 fr. Le droit de 0,40 fr par expédition est porté à 0,50 fr.

L'AUGMENTATION DE LA DURÉE DU TRAVAIL EN ALLEMAGNE. — La revue officielle « Wirschaft und Statistik » vient de publier un tableau de la durée journalière ou hebdomadaire du travail telle qu'elle était fixée au début de l'année 1924 dans quelques industries par contrat de tarif ou arrêt d'arbitrage et, pour comparaison, la durée du travail en 1913. La comparaison montre que, sauf pour les travaux du jour dans les mines, la durée du travail au début de 1924 était égale et parfois supérieure à celle de 1913.

Syndicats. Groupements. — SYNDICAT GÉNÉRAL DES INSTALLATEURS ÉLECTRICIENS FRANÇAIS. — Nous venons d'être informés de la création toute récente du Syndicat général des Installateurs électriciens français, qui s'est constitué le 6 mars dernier. Il a pour objets principaux : 1° de créer entre ses membres un lien de confraternité et de défendre leurs intérêts professionnels; 2° de fournir à ses adhérents tous les renseignements ou conseils techniques qu'ils voudront bien lui demander et de coopérer activement au progrès des installations électriques françaises et au développement des applications de l'électricité ; 3° d'étudier la réglementation de la profession d'installateur électricien et la formation des apprentis ; 4° de représenter les installateurs électriciens dans toutes les discussions intéressant leur profession.

Le Syndicat comprend à la fois des syndicats régionaux ou locaux et des adhérents individuels.

Il a été créé sur l'initiative des syndicats d'installateurs des villes suivantes : Paris, Reims, Nancy, Marseille, Rennes Toulouse, Strasbourg, Metz, Mulhouse.

Son bureau a été constitué comme il suit :

Président : M. Cance (Paris).

Vice-présidents : MM. Galey (Paris), Prax (Marseille), Sexer (Rennes), Wetzel (Moselle).

Trésorier : M. Bret (Paris).

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — Le Syndicat professionnel des Industries électriques a tenu, le 28 mars, deux assemblées générales, ordinaire et extraordinaire, au siège de la Fédération de la Mécanique, 94, rue d'Amsterdam.

Au cours de la première assemblée, lecture a été donnée d'un rapport très complet du Comité de direction où celui-ci expose ses travaux pendant l'année écoulée. Le trésorier a présenté le bilan et le compte profits et pertes pour l'exercice 1923.

Dans la deuxième réunion, des modifications à plusieurs articles des statuts ont été approuvées.

A l'issue des assemblées générales, le Comité de direction s'est réuni pour procéder à l'élection des membres du bureau pour l'exercice nouveau.

Ont été nommés, conformément à l'article 17 des statuts.

Président : M. Jean Rey ;

Vice-présidents : MM. H. André, L. Bonvoisin, M. Koch, M. Saurel (rééligibles pendant six années consécutives).

Ont été également nommés :

Vice-présidents : les présidents des sections professionnelles MM. M. Aufrère, J. Brandt, H. Harlé, Ch. Jung, Ch. Mildé, F. Petrier, M. de la Ville le Roulx.

(Les fonctions de vice-président exercées par les présidents de sections cessent avec la présidence de leur section.)

Trésorier : M. E. Minvielle ; secrétaires : MM. A. Herlicq, J. de Traz ; délégué général : M. C. Zetter.

SOCIÉTÉ AMICALE DES INGÉNIEURS DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — Le banquet annuel de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité, aura lieu sous la présidence de M. le Général Ferrié, membre de l'Institut, commandant supérieur des Troupes et Services de Transmission, président d'honneur de la Société française des Électriciens, le samedi 12 avril 1924 à 20 h, dans les salons de l'Hôtel Lutétia, 49, boulevard Raspail (Paris). Le prix du banquet est de 40 fr (35 fr pour les cinq dernières promotions).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DU BAS-ARMAGNAC. — D'après une insertion au « Bulletin des annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 214, cette société en formation a pour objet la construction, l'établissement et l'exploitation de réseaux électriques ; la recherche, l'obtention et l'exploitation de concessions municipales, départementales ou autres, pour distribution d'énergie électrique sous toutes ses formes.

La durée est de trente années à dater du jour de la constitution définitive.

Le siège social est à Cazaubon (Gers), rue de Gelle.

Le capital social est fixé à 200 000 fr, divisé en 2 000 actions de 100 fr, à souscrire et à libérer, un quart à la souscription et le surplus suivant les appels du conseil d'Administration.

Décors et signes lumineux Ryam. — Cette société anonyme en formation a pour objet l'exploitation de brevets relatifs à des procédés nouveaux pour l'obtention de signes lumineux. Ces procédés très simples peuvent être utilisés pour la publicité, la signalisation et la décoration ; ils permettent la reproduction de tous dessins en toutes couleurs et toutes dimensions.

Le capital est de 1 million de francs, divisé en 2000 actions de 500 fr chacune, dont 1000 actions d'apport. Le siège social provisoire est 7, rue Parmentier, à Neuilly-sur-Seine.

Hewitt. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet la construction, le commerce de matériel mécanique ou électrique et, en particulier, d'appareils à vapeur de mercure. Le siège est Suresnes (Seine), 11, rue du Pont. Le capital est de 500 000 fr en actions de 500 fr dont 450 attribuées à la société anglaise l'Hewittic Electric Co Ltd en représentation d'apports.

Société d'Études électrothermiques. — Cette société en formation a pour objet la mise au point et l'exploitation des fours à induction à haute fréquence.

Le capital de cette société est de 160 000 fr; son siège social est à Paris, 8, rue de la Bienfaisance et M. Fourment en est le gérant statutaire.

Une station d'essai est en cours d'équipement à Paris, elle permettra d'effectuer des essais de fusions et de traitements métallurgiques auxquels seront conviés les nombreux industriels intéressés par la question.

Augmentations de capital. — **Compagnie régionale de Distribution d'Électricité.** — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 224, cette société, dont le siège social est à Paris, 97, rue Saint-Lazare, va procéder aux émissions suivantes :

1° Aux taux de 475 fr l'une, de 5 000 obligations de 500 fr à 6 pour 100, dites 3e série, [cette émission étant effectuée dans les mêmes conditions que précédemment ;

2° Au taux de 475 fr l'une, de 3 600 obligations de 500 fr à 6 pour 100, dites série D, formant le solde de l'emprunt obligataire autorisé. Lesdites obligations auxquelles n'est attachée aucune garantie spéciale, payables à la souscription, produisent un intérêt annuel de 30 fr avec coupons semestriels les 1er février et 1er août de chaque année. Elles sont remboursables au pair dans un délai de trente années, par voie de tirages au sort annuels, suivant un tableau d'amortissement.

La société s'est réservé le droit de remboursement anticipé, total ou partiel, à toute époque, par tirages ou rachats.

Divers. — **Société française des Électrodes.** — Cette société anonyme, au capital de 4 800 000 fr, dont le siège social est à Vénissieux (Rhône), a tenu, le 24 mars dernier, à Lyon, son assemblée ordinaire, sous la présidence de M. Godinet. Dans le bilan qui a été approuvé par les actionnaires, les immobilisations figurent à l'actif pour une somme de 3 325 980,05 fr et les valeurs de roulement pour 4 612 940,15 fr. Au passif : capital, 4 800 000 fr ; réserve légale, 205 414,64 fr ; compte de provision pour éventualité, 553 516 fr ; dû aux tiers, 887 013,49 fr ; profits et pertes, report de l'exercice 1922, 420 506,71 fr ; bénéfice de l'exercice 1923, 1 072 469,37 fr. Le bilan se totalise par 7 millions 938 920,21 fr.

Toutes les résolutions présentées par le conseil ont été approuvées, notamment la fixation du dividende à 40 fr par action, payable à partir du 1er juillet prochain.

Le rapport du conseil signale que la question de la réparation des dommages causés à l'usine par l'explosion de l'atelier de chargement de Vénissieux survenue en octobre 1918, n'a pas encore reçu sa solution complète, c'est-à-dire le versement de l'indemnité due à la société.

Est-Électrique. — Les actionnaires de cette société, dont le siège est à Paris, 94, rue Saint-Lazare, réunis récemment en assemblée ordinaire ont approuvé les comptes de l'exercice 1923 qui font ressortir un solde créditeur de 1 813 795 fr en augmentation sur l'exercice précédent. Il s'y ajoute le report antérieur de 26 452 fr.

Le dividende brut a été fixé à 17,60 fr pour les actions nominatives de priorité ou ordinaires, à 17,18 fr pour les actions au porteur ordinaires et les actions au porteur de priorité et à 40,67 fr pour les parts bénéficiaires.

Une assemblée extraordinaire a eu lieu ensuite. Elle a autorisé le conseil d'administration à augmenter le capital social actuellement de 6 millions de francs, sur simple décision de sa part, en une ou plusieurs fois, en totalité ou en partie jusqu'à concurrence de 24 millions de francs, et de le porter ainsi à 30 millions de francs, par l'émission de 96 000 actions de priorité nouvelles ou éventuellement d'actions ordinaires au nominal de 250 fr toutes à souscrire en numéraire.

Une première tranche de 9 millions de francs sera émise immédiatement.

Les assemblées spéciales des porteurs d'actions privilégiées et des porteurs d'actions ordinaires ont ratifié les décisions prises par l'assemblée générale extraordinaire de toutes les catégories d'actions.

Énergie électrique suburbaine de Nancy. — La circulaire de la Société nancéienne annonce que l'exercice 1923 a laissé un bénéfice net de 466 660 fr, contre 256 931 fr précédemment. Il sera proposé à l'assemblée ordinaire du 7 avril 1924 de répartir un dividende de 8 pour 100 brut.

Une assemblée extraordinaire convoquée le même jour aura à se prononcer sur une augmentation du capital de 900 000 fr, en vue de le porter à 2 500 000 fr.

Forces motrices de l'Ariège. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 5, rue Blanche, tenue récemment sous la présidence de M. Rolland, a approuvé les comptes de l'exercice 1922-1923.

Elle a décidé de reporter à nouveau les bénéfices nets de cet exercice, s'élevant à 530 238,38 fr, et auxquels viennent s'ajouter les résultats des exercices antérieurs, soit un report total de 1 065 947,02 fr.

Au cours de cet exercice, la société a poursuivi la réalisation graduelle du programme qu'elle s'est imposé et qui consiste à augmenter la puissance de ses chutes actuellement équipées, en complétant les aménagements et en améliorant certaines parties.

La société a pu ainsi augmenter ses ventes de courant à la ville de Pamiers et à la Société métallurgique de l'Ariège, en même temps que la production de carbure de calcium s'est trouvée augmentée à son usine de Castelet.

Compagnies réunies de Gaz et d'Électricité. — L'assemblée ordinaire tenue le 26 mars a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 et voté la répartition d'un dividende de 10 fr brut par action payable à partir du 15 juin prochain.

Société lyonnaise de Lumière et de Force. — Cette société anonyme au capital de 1 800 000 fr, dont le siège est à Lyon, 12, rue du Plat, a tenu une assemblée extraordinaire le 14 mars dernier. Les actionnaires ont ratifié le traité de fusion intervenu avec la société dite Compagnie d'Éclairage par le Gaz de la Ville de Carpentras. L'assemblée a voté une augmentation de capital par la création d'actions entièrement libérées à attribuer à cette compagnie en représentation de ses apports. Différentes modifications ont été apportées aux statuts.

Société havraise d'Énergie électrique. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront présentés à la prochaine assemblée ordinaire, font ressortir un bénéfice brut de 2 162 188 fr contre 1 510 708 fr pour l'exercice précédent.

Le bénéfice net ressort à 478 230 fr après affectation d'une somme de 750 000 fr à l'amortissement du capital et 467 203 fr à l'amortissement des canalisations.

Le Conseil proposera la distribution d'un dividende de 37,50 fr par action de capital et de 17,50 fr par action de jouissance, contre respectivement 27,50 fr et 17,50 fr l'an dernier.

L'Électrique d'Anjou. — L'assemblée ordinaire, tenue récemment 19, rue Louis le Grand, au siège social, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, comportant six mois d'exploitation et se soldant par un bénéfice net de 17 094,79 fr, venant en déduction du solde débiteur du compte de profits et pertes des exercices antérieurs, s'élevant à 1 400 523 fr.

L'assemblée a constaté que la dissolution de la société est devenue définitive en date du 13 février 1924 et que les liquidateurs, MM. Legouez et Dooms, sont entrés en fonction à la même date.

Elle a donné quitus aux membres du Conseil d'administration pour tous les actes de la gestion jusqu'au 31 décembre 1923.

La Houve. — L'assemblée ordinaire tenue le 21 mars a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 4 213 131,60 fr. Elle a fixé le dividende à 20 pour 100, soit 250 fr par action.

La production houillère, pour l'exercice 1923, s'est élevée à 597 351 t.

Le débit annuel de l'usine génératrice d'électricité, affectée en même temps que la production houillère par les deux mois de grève du début de l'année, a atteint le chiffre de 65 467 915 kw-h.

Indépendamment des fournitures d'énergie faites à sa clientèle des départements de la Moselle, de Meurthe-et-Moselle et du Bas-Rhin, la société a livré, au cours de l'exercice 1923, ses premières fournitures dans la moyenne Alsace (région de Sélestat). Elle a également passé un important contrat pour la vente de son énergie dans la région des Ardennes, étendant ainsi la zone d'action de sa centrale de Creutzwald.

Tramways de l'Est parisien. — L'assemblée ordinaire de cette compagnie, qui a eu lieu le 22 mars 1924, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se traduisant par un bénéfice net de 3 181 931 fr dont elle a décidé la répartition suivante :

Réserve légale, 158 105 fr ; intérêt de 4 fr aux actions non amorties, 1 296 000 fr ; tantièmes statutaires, 170 800 fr ; à la réserve pour amortissement des actions, 500 000 fr ; dividende supplémentaire de 3 fr aux actions non amorties, 972 000 fr ; dividende de 3 fr aux actions de jouissance, 36 000 fr ; report à nouveau, 49 025 fr.

Le paiement du dividende brut sera effectué à partir du 22 mars à raison de 7 fr par action non amortie, contre remise du coupon n° 15 pour les actions de priorité, du coupon n° 10 pour les actions ordinaires, et de 3 fr pour les actions de jouissance, contre remise du coupon n° 2.

Une somme de 600 000 fr a été affectée à l'amortissement de 6 000 actions de priorité, cette somme étant prélevée sur sur la « réserve pour amortissements des actions ». Le remboursement de ces actions sera effectué à partir du 31 mai prochain.

Compagnie télégraphique des Antilles. — L'assemblée extraordinaire tenue récemment au siège, 53, rue Vivienne, à Paris, sous la présidence de M. Focqué, a autorisé le Conseil à aliéner le réseau de la société à la compagnie américaine All America Cables. Cette aliénation comprend la concession, le matériel et les installations accessoires mobilières ou immobilières.

Tous pouvoirs ont été donnés au Conseil pour réaliser définitivement la susdite aliénation, sous réserve que le prix de vente sera au moins égal à 40 000 dollars.

Le rapport fait remarquer que cette opération est plus avantageuse pour les intérêts des actionnaires que la continuation du contrat de fermage actuellement en vigueur, car si la vente s'effectuait dans ces conditions, il n'y aurait plus qu'à prononcer la dissolution de la société, et le produit net de la vente permettrait certainement de répartir à chaque action une somme supérieure à son montant nominal de 500 fr, somme à laquelle s'ajouterait celle provenant de la répartition des réserves.

Société métallurgique de l'Ariège. — Les actionnaires de cette société se sont réunis le 26 mars 1924 et ont approuvé les comptes de l'exercice clos le 30 septembre 1923. Après déduction des frais généraux et affectation d'une somme de 1 million de francs à l'amortissement des immobilisations, le solde bénéficiaire net ressort à 1 044 805,07 fr qui vient en déduction des pertes antérieures.

Au cours de cet exercice, les chiffres de production et de vente se sont élevés : pour les houillères à 52 660 t, pour les hauts fourneaux à 37 521 t, les quantités livrées par l'usine de Pamiers à 15 874 t. En dehors de la production des houillères, ces totaux sont en notable augmentation sur ceux de l'exercice antérieur. Le chiffre d'affaires s'est élevé à 30 442 812,76 fr, contre 19 133 784,96 fr en 1921-1922.

En ce qui concerne l'exercice en cours, depuis le 1er octobre jusqu'au 29 février dernier, le chiffre d'affaires a été de 16 [illegible] 000 fr. Pour le premier semestre il dépassera 20 millions de francs.

Le rapport signale que tout l'exercice s'est écoulé sans que le règlement transactionnel ait été homologué. Le jugement d'homologation n'a été rendu que le 8 février dernier. Le rapport résume les principales clauses du règlement.

BREVETS RÉCENTS

27 136 555 485. — Bosies (F.-A.-L.) ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 29 août 1922, pour utilisation continue des forces hydrauliques de la marée, 11 décembre 1922.

27 143 551 832. — Trive (M.) ; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 22 mai 1922, pour dispositif d'assemblage des divers éléments d'isolateurs pour supports de barre et sectionneurs de lignes électriques à haute tension, 12 décembre 1922.

27 144 554 314. — Knott (R.-J.-E.) ; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 24 juin 1922, pour perfectionnements aux récepteurs téléphoniques, 13 décembre 1922.

569 742. — Société dite : COMPAGNIE LORRAINE DE CHARBONS, LAMPES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES ; Électrodes pour dispositifs de protection à gaz rares, 14 août 1923.

569 751. — CRÉPIAT (H. M.) ; Condensateur variable à vernier, 14 août 1923.

569 760. — LEDASSOIS (J.-F.) : Bougie pour moteur à explosions, 14 août 1923.

569 769. — GIRAUD (G.-J.) ; Commutateurs pour commande multiple de deux appareils électriques, 14 août 1923.

569 770. — POGNON (M.) ; Système de refroidissement pour bougies d'allumage destinées principalement aux moteurs surcomprimés, 14 août 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc

Voyage technique en Hollande

L'Association des Directeurs des Entreprises d'Électricité des Pays-Bas a fait savoir à l'Union des Syndicats de l'Électricité qu'elle serait heureuse de recevoir des ingénieurs électriciens français et de leur faire accomplir un voyage à la fois technique et pittoresque aux Pays-Bas.

Le programme de ce voyage est le suivant :

11 mai : Départ de Paris le matin. Arrivée à Maestricht à 5 heures. Réception par le gouverneur de Limbourg. Coucher à Maestricht.

12 mai : Visite de la sous-station en plein air de Hoensbroek et des installations extérieures des mines d'État de Heerlen. Départ pour Eindhoven où l'on couchera.

13 mai : Visite de la fabrique des lampes à incandescence Philips. Visite d'un poste à 50 000 v. Visite de Nimègue. Coucher à Hengelo.

14 mai : Visite de la centrale de Twente et de l'usine de turbines Stork.

15 mai : Visite de la station de télégraphie sans fil de Kootwijk. Visite de la station à 50000 v d'Apeldoorn. Coucher à Amsterdam.

16 mai : Visite des installations électriques d'Amsterdam et des câbles souterrains monophasés à 50000 v. Excursion en bateau et en auto. Coucher à Amsterdam.

17 mai : Visite des installations électriques de La Haye et de l'École polytechnique de Delft. Visite des travaux d'électrification du chemin de fer Amsterdam-Rotterdam. Dîner de clôture.

Les déjeuners et dîners étant partout offerts gracieusement, le coût du voyage, compté du départ de Paris au retour dans cette ville, sera d'environ 700 fr. dépense de chemin de fer comprise. Le nombre des voyageurs est limité à 15. les inscriptions doivent être faites avant le 10 avril. Il est prévu que si les membres de la députation le désirent, les dames pourront les rejoindre à La Haye le 17 mai et qu'un voyage d'agrément de quelques jours sera organisé pour elles dans la partie la plus pittoresque de la Hollande.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 8 avril 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Première conférence : *Des rayons X à la lumière*, par M. HOLWECK, chef de Travaux à la Faculté des Sciences.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 11 avril 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche. — Communications : 1° *Sur les cheminées industrielles*, par M. E. LAFON ; 2° *Sur le programme des grands travaux du port du Havre* (projections), par M. Michel SCHMIDT.

Société amicale des anciens Élèves de l'École supérieure d'Électricité :

Samedi 12 avril 1924, 20 heures, Hôtel Lutetia, 49, boulevard Raspail. — Banquet annuel (voir dans ce « Bulletin R. G. E. », p. 108 B).

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 12 avril 1924, 17 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications : 1° *Contrôleur-enregistreur pour usages industriels et pour automobiles*, par M. Pierre RAYMOND, directeur de la Société industrielle de Mécanique de Paris (présentation de l'appareil) ; 2° *La stéréotopométrie. Obtention de plans cotés ou à courbes de niveau par restitution de photographies stéréoscopiques. Description et usage du stéréotopomètre*, par M. J. PREDHUMEAU, ingénieur des Ponts et Chaussées (projections).

Conservatoire national des Arts et Métiers :

Dimanche 13 avril 1924, 14 h 30. Amphithéâtre du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin. — Conférence publique sur *La téléphonie automatique*, par M. REYNAUD-BONIN, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, professeur à l'École supérieure des Postes et Télégraphes.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

À L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	29 mars	22 mars	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..			710	650	300
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen........	586	621,50	615	336,50	176,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen........	586	621,50	615	336,50	176,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen........	579,50	615	609,75	329	176,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris........	2 211	2 434	1 681	739	475,50
Etain Biliton, liv. Havre........					
Etain Détroits, liv. Havre........	2 191	2 434	1 684	749	462,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris........	2 166	2 404	1 614	732	452,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	309		228	131	55,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris........	314		233	131	56
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris........	284,50	305,50	275,50	137,75	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris........	313	335	294,50	157	59,50

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 22 mars 1924	samedi 29 mars 1924	différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	11 7 8d	12 1 8 d	+ 2 8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	746 fr	630 fr	— 116
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	615	579,50	— 35,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	777	730	— 47
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 060	1 113	+ 53
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 755	6 870	+ 115
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 500	+ 325
Émail pour appareillage tôle { blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle { noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 602	2 234	— 368
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	410-420	400-410	— 10-0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	520	510	— 10
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	297	297	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine { pour haute tension	100 kg	220	185	— 35
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine { pour basse tension	105 kg	210	160	— 50
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 { 7/100	le mètre	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 { 10/100	linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	335	manque	
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	le kg	330	315	— 15
Tôle magnétique extra sup. 3/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		240	195	— 45
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	358,50	316,75	— 41,75

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'industrie sidérurgique au Japon. — D'une étude de M. Kothny, publiée dans un récent numéro de « Stahl und Eisen », nous extrayons les renseignements suivants :

Les ressources du Japon en minerais de fer sont relativement faibles (30 millions de tonnes de métal reconnues pour les Iles et la Corée), mais les industries japonaises se sont assuré des importations de minerais en prenant des participations dans les très riches exploitations de Chine (ce pays comporte des réserves s'élevant à 100 millions de tonnes de minerai, tenant de 52 à 63 pour 100 de fer, et peut exporter 600 000 t par an); d'autre part, les firmes japonaises traitent sur place les minerais de Mandchourie dont les gisements voisinent avec des mines de houille.

Les ressources du Japon en combustible sont au contraire importantes et l'approvisionnement actuel peut être continué pendant 150 ans environ : il existerait même dans les Iles, en Corée et en Mandchourie, un total probable de près de 10 milliards de tonnes de houille, anthracite et lignite. Par contre, ces houilles étant impropres à la fabrication du coke, presque tout ce dernier combustible est obtenu en partant de houilles de Chine.

La puissance hydraulique disponible au Japon est d'environ 5 millions de chevaux; celle actuellement aménagée dépasse un peu plus de 1 million de chevaux; mais les chutes de ce pays ont l'inconvénient d'avoir des débits très variables, ce qui ne laisse pas espérer un gros développement des forces hydrauliques pour la sidérurgie.

Au point de vue fonte et acier, la consommation du Japon est suffisante pour servir de base à une industrie nationale; elle était, en fonte, de 880 000 t en 1921, pour une production de 660 000 t, et en acier de 1 190 000 t pour une production de 600 000 t.

Le nombre des fours métallurgiques au Japon et en Corée était, en 1921, de :

58 hauts fourneaux, représentant une capacité totale de 1 250 000 t;

107 fours Martin, avec une capacité de 1 500 000 t;

18 cornues Bessemer;

51 fours à creuset;

144 fours électriques.

La sidérurgie japonaise, après avoir, pendant la guerre, connu une période de prospérité inouïe (certaines usines firent des bénéfices atteignant 100 pour 100, et même plus, de leur capital social), traverse actuellement une crise aiguë qui a rendu nécessaire le licenciement d'une grande partie des ouvriers.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — CONCESSION D'UNE LIGNE DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DE GENELARD A TOULON-SUR-ARROUX (SAÔNE-ET-LOIRE) ET LUZY (NIÈVRE). — Le « Journal officiel » du 20 février 1924, publie page 1757-1762 la convention en date du 10 février 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part et, M. André Belleville, à Toulon-sur-Arroux, d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à ce dernier pour la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Génelard et Toulon-sur-Arroux-Luzy (Nièvre), département de Saône-et-Loire et de la Nièvre, en traversant les communes de Perrecy-les-Forges, Saint-Romain-sous-Versigny, Sainte-Radegonde, Montmort et Cuzy, dans le département de Saône-et-Loire, et la commune de Luzy, dans le département de la Nièvre.

L'énergie sera fournie par le réseau de la Compagnie électrique de la Grosne à Génelard (Saône-et-Loire).

L'État aura le droit, à toute époque, de faire mettre à la disposition du concessionnaire de l'énergie réservée aux bornes d'une usine hydraulique concédée.

L'énergie est fournie au concessionnaire sous forme de courant alternatif triphasé à 50 p : s. La tension du courant, au départ des usines, en service normal ne doit jamais dépasser 11 000 v.

SOUMISSION POUR LA CONSTRUCTION D'UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Dans sa séance du 3 avril 1924, le Conseil municipal de Parthenay a adopté le projet de construction du réseau de distribution d'énergie électrique, dressé par l'Administration des Ponts et Chaussées, et dont le montant total s'élève à la somme de 130 000 fr.

Il a décidé, en outre, de provoquer des propositions de la part des constructeurs éventuels (sociétés ou particuliers), lesquels devront remettre ces propositions à la mairie de Parthenay, le 30 avril 1924, au plus tard.

BREVETS D'INVENTION

ASSOCIATION FRANÇAISE DES
INGÉNIEURS - CONSEILS
En matière de Propriété industrielle
FONDÉE en 1884

EXTRAITS DES STATUTS

ART. 2. L'Association a pour but : 1° De grouper les Ingénieurs-Conseils en matière de propriété industrielle qui réunissent les qualités requises d'honorabilité, de moralité et de capacité ; 2° de veiller au maintien de la considération et de la dignité de la profession d'Ingénieur-Conseil en matière de propriété industrielle.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES

ARMENGAUD Aîné * & Ch. DONY	Ingénieur Civil des Mines, licencié en Droit Ingénieur des Arts et Manufactures Licencié en Droit	21, boulevard Poissonnière Paris
ARMENGAUD Jeune	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Fédérale (Zurich)	23, boulevard de Strasbourg Paris
E. BERT & G. de KERAVENANT +	Ingénieur des Arts et Manufactures Docteur en Droit Ingénieur des Arts et Manufactures	7, boulevard Saint-Denis Paris
C. BLETRY O. *	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Licencié en Droit	2, boulevard de Strasbourg Paris
G. BOUJU +	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité	8, boulevard Saint-Martin Paris
R. BRANDON, H. BRANDON, G. SIMONNOT & L. RINUY	Ingénieur des Arts et Métiers Dipl. du Conserv. Nat des Arts et Métiers	59, rue de Provence, Paris
A. de CARSALADE * + & P. REGIMBEAU +	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur Civil des Ponts-et-Chaussées Licencié en Droit	22, rue Cambon, Paris
CASALONGA * +	Licencié en Droit	15, rue des Halles, Paris
CHASSEVENT & H. CLERC	Docteur en Droit Ancien Elève de l'Ecole Centrale	11, boulevard de Magenta Paris
P. COULOMB	Ingénieur des Arts et Manufactures Licencié en Droit	48, rue de Malte, Paris
C. DANZER	Ancien Elève de l'Université de Leeds	20, rue Vignon, Paris
Henri ELLUIN	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité Licencié en Droit	42, boul. Bonne-Nouvelle Paris
G. FAUGE		118, boul. Voltaire, Paris
J. FAYOLLET & P. LOYER * +	Ingénieurs des Arts et Manufactures Licenciés en Droit	18, rue de Mogador, Paris
GERMAIN		31, rue de l'Hotel-de-Ville Lyon (Rhone)
F. HARLE & G. BRUNETON * +	Ingénieur des Arts et Manufactures Ingénieur des Arts et Manufactures	21, rue La Rochefoucauld Paris
H. JOSSE * & L. JOSSE +	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique	17, boul. de la Madeleine Paris
A. LAVOIX * & L. MOSES	Ingénieur des Arts et Métiers Ancien Elève de l'Ecole Centrale Ingénieur des Arts et Manufactures	2, rue Blanche, Paris
A. MONTEILHET * +	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique	90, boul. Richard-Lenoir Paris
G. PROTTE +	Ingénieur des Arts et Manufactures	58, boul. de Strasbourg Paris
Ch. WEISMANN *	Ingénieur des Arts et Manufactures	84, rue d'Amsterdam, Paris

L'Association ne se chargeant d'aucun travail, prière de s'adresser directement à ses Membres.

MARQUES — MODÈLES

Les propositions devront indiquer deux prix :

1° Construction du réseau seulement ;

2° Construction du réseau avec concession pour la distribution de l'énergie électrique.

En outre, les intéressés devront remettre un cahier des charges s'appliquant soit à la construction seule, soit à la construction et à la concession.

La production des documents ou propositions demandés n'entraînera aucun frais ni engagement pour la Ville.

Les propositions et cahier des charges devront être remis sous plis cachetés qui seront ouverts au cours d'une séance du Conseil municipal.

Le projet dressé par le service des Ponts et Chaussées est à la disposition des intéressés à la mairie de Parthenay, tous les jours non fériés, de 9 heures à midi et de 14 heures à 17 heures.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Gironde.* — La Société d'Electricité Balloin, Favereau et Cie, à Langon (Gironde) a obtenu l'autorisation de construire immédiatement dans les communes de Cadillac et de Loupiac une ligne de 13 500 v pour remplacer une ligne existante à 3 200 v et divers embranchements à 13 500 v dans les communes de Cadillac, Loupiac et Saint-Maixant.

Nord. — La Société Electricité et Gaz du Nord, 75, boulevard Haussmann à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir, sur le territoire de la commune d'Houplines, une canalisation souterraine à haute tension, destinée à alimenter la briqueterie de la Société générale de Construction et de Reconstruction.

Rhin (Bas-) — La Société d'Electricité de Strasbourg a obtenu l'autorisation de remplacer et modifier, en raison de son mauvais état, la ligne établie entre Wolfisheim et Handschuhheim, pour l'alimentation des réseaux des communes d'Oberschaeffolsheim, Achenheim, Breuschwickersheim et Ittenheim.

La Société alsacienne et lorraine d'Electricité, dont le siège social est à Sélestat (Bas-Rhin), 8 avenue de la Liberté, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1° Une ligne aérienne à 12 000 v de Dambach à Itterswiller avec branchements sur Bienschwiller et Nothalten ;

2° Une ligne aérienne à 12 000 v d'Itterswiller à Reichsfeld avec branchement sur Bernhardswiller.

Les lignes projetées sont destinées à l'alimentation en énergie des concessions communales de Bienschwiller, Nothalten, Itterswiller, Reichsfeld et Bernhardswiller que ces cinq communes viennent d'accorder à la société pétitionnaire.

Pas-de-Calais. — La Société électrique du Nord-Ouest, 53, avenue de Châteaudun, à Paris, a obtenu l'autorisation :

1° D'établir entre Labuissière, Chocques et Béthune, une ligne d'énergie à haute tension destinée notamment à fournir un appoint d'énergie à la ville de Béthune.

2° De construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique à 90 000 v de Bully à Lozinghem avec raccordement de Verquigneul à Beuvry, destinée à relier entre eux les postes de transformation annexés aux centrales minières alimentant un réseau de distribution aux services publics et à permettre la distribution de l'énergie à la tension de 90 000 v dans la direction de Saint-Omer.

3° De construire immédiatement des lignes de transmission d'énergie à 15 000 v :

a De Siracourt à Croix, d'une part, à Œuf et Linzeux, d'autre part, raccordées à la ligne existante Wawans-Saint-Pol et destinées à l'alimentation des réseaux à basse tension des communes de Croix, Œuf et Linzeux.

b De Tincques à Thieuloye et branchements raccordés à la ligne existante Rollecourt-Tincques et destinée à alimenter les réseaux à basse tension de Béthencourt (hameau de Tincques), Chelers, Monchy-Breton et La Thieuloye.

4° A établir entre Audruick et Tournehem, une ligne de transmission d'énergie électrique à haute tension destinée à alimenter les communes de Zutkerque, Nordausques, Rocques, Louches, Tonalques et Tournehem.

Seine-et-Oise. — La Compagnie l'Union des Gaz, dont le siège social est à Rueil, 9 bis, avenue de Paris, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement des canalisations aéro-souterraines, destinées à assurer l'alimentation des postes de transformation des concessions communales de Cormeilles-en-Parisis, La Frette, Montigny-les-Cormeilles, Herblay, Franconville et Le Plessis-Bouchard.

La Société Ouest-Lumière a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne aérienne de transmission d'énergie pour une tension de 15 000 v, pour courant triphasé 50 p : s, de Mareil-sur-Mauldre à Aulnay et destinée à alimenter le poste de transformation communal d'Aulnay.

Yonne. — MM. Camus frères, industriels à Tonnerre, ont obtenu l'autorisation d'établir entre Ancy-le-Libre et Ancy-le-Franc une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation de cette dernière commune.

Combustibles. — **La production des mines de la Sarre, en janvier 1924.** — La production nette de houille dans les mines du territoire de la Sarre s'est élevée, en janvier 1924, à 1 167 904 t contre 956 298 t le mois précédent. L'extraction moyenne par jour de travail a été de 48 083 t, soit une production légèrement supérieure à celle du mois de décembre, 47 046 t.

La consommation des mines a absorbé 89 103 t ; les fournitures gratuites aux ouvriers ont atteint 22 594 t et les livraisons aux fours à coke des mines 19 554 t. Les expéditions des charbons vendus se sont élevées à 1 161 016 t.

Quant à la production du coke dans les usines annexes des mines, elle a été de 15 048 t. En fin de mois les stocks ont atteint 237 550 t de charbon et 1 809 t de coke.

Métallurgie. — **La production sidérurgique française en février 1924.** — D'après les statistiques du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er mars 1924 apparaissait le même qu'un mois auparavant. Février n'a pas apporté de changements dans la répartition des appareils en activité (134), prêts à fonctionner (40), en construction ou en réparation (45).

La production en février a atteint 590 340 t se décomposant comme il suit (en tonnes) :

Fonte d'affinage	29 135
Fonte de moulage	107 628
Fonte Bessemer	2 378
Fonte Thomas	434 876
Fontes spéciales	26 323

soit, au total, des augmentations respectives de 4 360 et 77 052 t par rapport au mois précédent et à décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport au mois de janvier dernier un progrès de 13 610 t et dépasse de 140 035 t celle de décembre 1922 ; elle s'est élevée en février à 554 632 t, dont 542 165 t de lingots et 12 467 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée est indiquée ci-après : elle accentue encore, tant pour la fonte que pour l'acier, son avance par rapport au chiffre de décembre 1922.

	Février 1924	Janvier 1924	Décembre 1923
Fonte	230 779	227 911	219 137
Acier	193 307	187 810	147 914

Ainsi, malgré la brièveté du mois de février, notre sidérurgie a atteint une production jamais obtenue depuis l'armistice. Indiquons d'après le supplément au journal l'« Usine » du 29 mars que, pour obtenir ce résultat, on a préféré pousser la production plutôt que d'allumer d'autres hauts fourneaux, dans l'incertitude des événements qui pourront se passer lors du renouvellement des accords avec la Mission interalliée de Contrôle des Usines et des Mines (M. I. C. U. M.).

La production sidérurgique de la Sarre en 1923. — Les valeurs officielles de la production sidérurgique de la Sarre (fonte et acier) s'établissent comme il suit pour l'année 1923, en comparaison avec celles de 1922 et les moyennes mensuelles de 1913 et 1912.

	Fonte Thomas	Acier Thomas	Acier Martin	Acier au four électrique
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
1912 : Moyenne mensuelle	92 200	111 500	13 300	
1913 : Moyenne mensuelle	101 917	143 260	18 500	
1922 : Moyenne mensuelle	96 226	81 771	22 856	535
1923 Janvier	105 500	88 090	23 132	658
Février	51 188	37 019	9 416	708
Mars	25 969	14 984	2 585	135
Avril	33 661	24 105	6 644	509
Mai	32 111	25 683	11 001	750
Juin	75 168	65 477	21 521	758
Juillet	91 064	78 799	25 688	656
Août	90 343	85 557	25 782	959
Septembre	97 959	82 656	24 916	964
Octobre	98 517	87 744	28 912	668
Novembre	106 360	83 451	25 470	406
Décembre	109 804	85 757	24 111	605
1923 : Année entière	929 363	759 373	249 431	8 016
1922 : Année entière	1 154 638	981 336	274 278	6 424

La sidérurgie sarroise a été doublement éprouvée en 1923 : d'abord, par la cessation des livraisons allemandes de coke, consécutive à l'occupation de la Ruhr ; ensuite, par la grève générale des mineurs, qui s'est prolongée de février à mai. Après un résultat très satisfaisant en janvier 1923, la production sidérurgique est tombée, en mars, à un chiffre très faible : à partir de ce moment, le redressement a été constant. La fabrication annuelle d'acier au four électrique montre un excédent (1 592 t) en 1923 par rapport à 1922, avec, sauf en mars et novembre, des résultats mensuels toujours supérieurs à la moyenne de 1922.

Transports et Communications. — **Les nouvelles taxes postales concernant les expéditions a l'étranger.** — Dans le précédent numéro nous avons publié, page 107 B, les nouvelles taxes postales, télégraphiques et téléphoniques fixées par la loi du 22 mars 1924. Depuis, trois décrets, en date du 27 mars, concernant les correspondances, les mandats-poste et les recouvrements à destination de l'étranger, ont été publiés au « Journal officiel » du 29 mars, pages 2 999 à 3 001. Voici quelques-unes des dispositions de ces décrets.

Lettres. — De 0 à 20 grammes : 0,75 fr ; au-dessus de 20 grammes : 0,40 fr par 20 g ou fraction de 20 g. Poids maximum : 2 kg. Dimensions maxima : 45 cm × 45 cm × 45 cm, ou sous forme de rouleaux de 75 cm de longueur sur 10 cm de diamètre.

Cartes postales. — Pour la carte simple et pour chaque partie de la carte avec réponse payée : 0,45 fr. Dimensions maxima : 10,5 à 14 cm de longueur et 7 à 9 cm de largeur.

Papiers d'affaires. — Par 50 grammes ou fraction de 50 grammes : 0,15 fr, avec minimum de 0,75 fr. Poids et dimensions maxima : comme pour les lettres.

Imprimés. — Comme pour les papiers d'affaires, sauf que le poids maximum est porté à 3 kg pour les volumes imprimés envoyés isolément. En outre, le tarif ancien est maintenu jusqu'au 30 juin 1924 pour les journaux et imprimés périodiques envoyés par les éditeurs.

Echantillons. — Par 50 grammes et fraction de 50 grammes : 0,15 fr, avec minimum de 0,30 fr. Poids maximum : 500 g. Dimensions maxima : 30 cm × 30 cm × 10 cm, ou sous forme de rouleaux de 30 cm de long sur 15 cm de diamètre.

Recommandation. — Droit fixe : 0,75 fr.

Mandats-poste. — Taxe d'avis de paiement : 0,75 fr si la demande est présentée au moment de l'émission ; 1,50 fr si la demande est formulée postérieurement au dépôt.

Recouvrements. — Il est perçu sur le montant de chaque valeur recouvrée un droit d'encaissement de 0,45 fr ; toute valeur demeurée impayée après avoir été présentée à l'encaissement est passible d'une taxe de présentation de 0,30 fr.

Economie industrielle et sociale. — **Le chomage en Grande-Bretagne.** — Bien que le nombre de chômeurs ait diminué d'environ 130 000 au cours des mois de janvier et février, il est encore d'environ 1 120 000. Les déclarations faites au Parlement, notamment par M. Macnamara, semblent bien indiquer que le chômage n'est pas dû à une diminution de l'activité de l'industrie britannique car le nombre des ouvriers qu'elle emploie actuellement est sensiblement le même que celui des ouvriers employés en 1914 ; il serait dû à ce que, malgré les pertes causées par la guerre, la population a augmenté de plus d'un million de personnes au cours de ces dix dernières années, cet excédent de population n'ayant pas été absorbé par l'émigration, ainsi que cela avait lieu avant la guerre. Ce surpeuplement de la Grande-Bretagne paraît d'ailleurs devoir s'amplifier, car si l'on constate une diminution de la natalité dans les classes moyennes en raison du coût élevé de la vie, on observe une augmentation dans la classe ouvrière qui, par suite de la législation sociale, se trouve dans une situation économique meilleure. Il a été, en outre, déclaré que la majorité des chômeurs actuels sont des jeunes gens sans profession et des ouvriers non qualifiés qu'il serait difficile d'employer, même au cas où l'industrie se développerait. De son côté, M. Baldwin, l'ancien premier ministre, a exprimé la crainte que, dans l'avenir, le chômage ne devienne permanent, les charges fiscales que supporte l'industrie britannique lui rendant difficile la lutte contre la concurrence étrangère ; l'amélioration de ces derniers mois tient surtout aux travaux anticipés qui ont été décidés et particulièrement, aux importantes commandes faites à la métallurgie par les compagnies de chemins de fer ; mais ces dernières ont dû se résigner, pour que ces commandes fussent effectuées en Grande-Bretagne, à payer la tonne d'acier 2 livres sterling de plus qu'elles ne l'eussent payée en Belgique.

Le cout de la vie en Grande-Bretagne en février 1924. — Les index-numbers publiés mensuellement par le Ministère du Travail britannique, touchant le coût d'existence d'une famille ouvrière type de cinq personnes, accusent en février une baisse de un point par rapport à janvier. L'augmentation du prix de la vie par rapport à 1914 était évaluée en effet à 78 pour 100 au 1er mars contre 79 pour 100 au 1er février.

En ce qui concerne les denrées alimentaires seules, l'augmentation moyenne par rapport à 1914 a passé de 77 pour 100 au 1er février à 76 pour 100 au 1er mars. Les œufs, le poisson, le beurre et le bacon ont nettement baissé de prix au cours du mois de février ; par contre, le prix du sucre a continué de monter (1/4 penny par livre de 454 g). On a constaté également une légère hausse du prix des pommes de terre, de la farine, du pain et de la viande de boucherie (importation).

Expositions. Congrès — CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ÉNERGIE. — La première Conférence mondiale de l'Énergie aura lieu à Londres, du 30 juin au 12 juillet 1924, pendant la durée de l'Exposition de l'Empire britannique. Toutes les puissances du monde peuvent être représentées à cette conférence. Jusqu'à présent, les puissances ayant adhéré à la Conférence mondiale de l'Énergie sont les suivantes : Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Grande-Bretagne, Grèce, Hollande, Indes, Italie, Japon, Norvège, Pologne, Roumanie, Russie, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie.

En ce qui concerne la France, les représentants officiellement désignés sont les suivants :

M. Guillaume, conseiller d'État, directeur des Mines au Ministère des Travaux publics ;

M. Arbelot, directeur des Forces hydrauliques et des Distributions d'Énergie électrique au Ministère des Travaux publics ;

M. Pineau, directeur des Essences et Pétroles ;

M. de la Brosse, inspecteur général des Ponts et Chaussées ;

M. Bès de Berc, inspecteur général des Mines ;

M. Domergue, inspecteur général des Ponts et Chaussées ;

M. Dumanois, ingénieur en chef du Génie maritime, chef des Services techniques de la Direction des Essences et Pétroles ;

M. Génissieu, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ingénieur en chef du Service central des Forces hydrauliques et des Distributions d'Énergie électrique ;

M. Brunschweig, ingénieur au Corps des Mines ;

M. Lautier, chef de bureau à la Direction des Essences et Pétroles.

Les mémoires présentés à la Conférence seront divisés en cinq grandes classes comprenant chacune une ou plusieurs sections, comme il est indiqué ci-après.

I. RESSOURCES D'ÉNERGIE. — *Section A*. Ressources d'énergie hydraulique, pétrole, charbon, etc.....

II. PRODUCTION DE L'ÉNERGIE. — *Section B*. Production de l'énergie hydraulique. — *Section C*. Préparation des combustibles. — *Section D_1*. Générateurs de vapeur. — *Section D_2*. Turbines à vapeur. — *Section E_1*. Machines à combustion interne, mazout. — *Section E_2*. Machines à combustion interne, gaz, huile lourde et essence.

III. TRANSMISSION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE. — *Section G_1*. Transmission et distribution à courant alternatif. — *Section G_2*. Transmission, distribution et génération de courant continu à très haute tension.

IV. UTILISATION DE L'ÉNERGIE. — *Section H*. Emploi de l'énergie dans l'industrie et pour usage domestique. — *Section J*. Électrochimie et électrométallurgie. — *Section K_1*. Énergie pour les transports par voie terrestre. — *Section K_2*. Énergie pour les transports par voie d'eau. — *Section K_3*. Énergie pour les transports par voie aérienne. — *Section L*. Éclairage.

V. DIVERS. — *Section M*. Considérations économiques, financières et législatives de l'énergie. — *Section N_2*. Normalisation. — *Section N_3*. Éducation. — *Section N_4*. Hygiène. — *Section N_5*. Publicité. — *Section N_6*. Ressources de l'Empire britannique.

Les frais d'inscription comme membre de la Conférence mondiale de l'énergie sont de 2 livres sterling.

La carte de membre de la Conférence donne droit à l'entrée gratuite de l'Exposition de l'Empire britannique et à des réductions sur le tarif des chemins de fer en Grande-Bretagne.

A l'issue de la Conférence aura lieu un voyage d'études comprenant des visites d'usines en Grande-Bretagne, en Suède, en Norvège, en France, en Italie et en Suisse.

Tous renseignements et droits d'inscription doivent être adressés à : The Secretary World Power Conference, 36, Kingsway, London, W. C. 2.

Enseignement. — CHAIRES VACANTES AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — Sont déclarées vacantes au Conservatoire national des Arts et Métiers, la chaire de « Physique générale dans ses rapports avec l'industrie » et celle de « Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments, céramique et verrerie ; application du chauffage industriel à ces industries ».

Les candidats peuvent se faire inscrire jusqu'au 26 avril courant, dernier délai.

Dans le monde technique. — LÉGION D'HONNEUR. — Parmi les nominations faites sur la proposition du ministre des Travaux par décret du 19 mars 1924, publié au « Journal officiel » du 31 mars, p. 3068, nous relevons les suivantes :

Neyret (Jean), président du Conseil d'administration des Houillères de Saint-Étienne et de la Société des Aciéries et Forges de Firminy ; 38 ans de services militaires et de pratique professionnelle.

Michoud (Paul-Georges), président du Syndicat d'initiative de Grenoble et du Dauphiné, Membre de la Chambre de Commerce de Grenoble ; 33 ans de pratique professionnelle.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — MANUFACTURE D'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE DE PUY-L'ÉVÊQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 mars 1924, p. 250, cette société en formation a pour objet la fabrication de tout appareillage électrique et mécanique ainsi que la fabrication de la porcelaine nécessaire à cet usage, le traitement et l'exploitation de tous sous-produits et déchets ainsi que toutes opérations financières, industrielles ou commerciales s'y rattachant.

La durée est de quatre-vingt-dix années à dater de sa constitution définitive.

Le capital est de six cent cinquante mille francs divisés en mille trois cents actions de cinq cents francs.

Le siège social est à Puy-l'Évêque (Lot).

Augmentations de capital. — LES EXPLOITATIONS ÉLECTRIQUES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 mars 1924, p. 236, cette société, dont le siège social est à Paris, 19, rue Louis-le-Grand, va procéder à une augmentation de capital de 7 millions de francs à réaliser au moyen de l'émission de 25000 actions actions nouvelles de 250 fr chacune, suivant la décision du Conseil d'administration du 6 février 1924 et approbation de l'assemblée générale extraordinaire du 19 mars 1924.

Secteur électrique de la Ville d'Asnières. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires », du 24 mars 1924, p. 225, cette société, dont le siège social est à Paris, 10, rue de Monceau, va procéder à l'émission de 5 000 actions de 100 fr à souscrire en numéraire et à libérer du quart à la souscription avec une prime de 10 fr par action. Les trois quarts restants pourront être appelés ultérieurement par simple décision du Conseil d'administration.

Secteur électrique de Grandvilliers et de la Celle. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 224, cette société, dont le siège social est à Grandvilliers (Oise), 34 rue de Beauvais, va procéder à l'émission, de 1 000 obligations de 500 fr à 7 pour 100, remboursables en quarante années par voie de tirage au sort à partir du 1er avril 1929; ces obligations sont garanties par une hypothèque en deuxième rang sur les lignes et postes de transformation constituant le réseau de la société et les concessions.

Compagnie lorraine d'Électricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 225, cette société, dont le siège social est à Nancy, 64, rue du Faubourg-Stanislas, va procéder à l'émission de 200 000 actions de numéraire nouvelles d'une valeur nominale de 100 fr chacune, réservées aux actionnaires de la société à raison d'une action nouvelle pour une action ancienne et destinées à porter le capital à 40 millions de francs. Ces 200 000 actions seront émises jouissance du 1er janviers 1924, au taux de 105 fr et payables, savoir : 30 fr au moment de la souscription, le surplus suivant les appels du Conseil d'administration.

Société anonyme du Gaz et de l'Électricité (Éclairage et chauffage) de Nice. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 225, cette société, dont le siège social est à Nice, 24, avenue Notre-Dame, va procéder à l'émission de 4000 obligations de 500 fr chacune formant une deuxième et dernière tranche de 2 millions sur les 5 millions de francs autorisés par l'assemblée générale du 30 avril 1922.

Ces obligations seront productives d'intérêts à raison de 7,5 pour 100 l'an brut, la société ne conservant à sa charge que l'impôt du timbre, elles seront remboursables au pair par tirage au sort en 35 ans à partir du 1er avril 1925, avec faculté pour la société de procéder au rachat ou au remboursement anticipé à partir du 1er avril 1934.

Ces obligations seront entièrement assimilées aux obligations existantes au point de vue de la garantie dont elles bénéficieront.

Électricité et Gaz des Pyrénées. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 24 mars 1924, p. 223, cette société, dont le siège social est à Bagnères de Luchon, va procéder à l'émission de 4 000 actions de 250 fr chacune, à émettre contre numéraire au taux de 725 fr, dont 250 fr représentant le capital nominal et 475 fr une prime versée au profit de la société.

Société anonyme L'Omnite. — Les actionnaires de cette société, dont le siège est à Paris, 5, rue Jean-Baudin, réunis en assemblée extraordinaire, sous la présidence de M. Meilhan, président du Conseil d'administration, ont annulé la résolution de l'assemblée générale du 27 décembre 1922, autorisant l'augmentation du capital de la société de 724000 fr à 1 000 000 fr. Ils ont ensuite décidé l'augmentation du capital de 724 000 fr à 1 724 000 fr, par la création de 10 000 actions ordinaires nouvelles de 100 fr à émettre contre espèces. L'article 7 des statuts a été modifié en conséquence.

Le Matélec. — Le capital vient d'être porté de 100 000 fr à 200 000 fr par l'émission au pair de 100 actions de 1 000 fr. En outre, il a été créé 1 000 parts bénéficiaires.

Divers. — Banque Renauld. — L'assemblée générale des actionnaires de la banque Renauld s'est tenue le samedi 5 avril 1924 à Nancy.

L'exercice 1923 se solde par un bénéfice net de 3 066 861,68 fr en augmentation de 74 162,94 fr sur celui de l'exercice précédent.

Le dividende a été fixé à 7,77 pour 100 brut. Un acompte de 16,666 fr brut ayant été payé le 31 octobre dernier, le solde du dividende est payable, dès à présent, contre remise du coupon n° 21.

Toutes les résolutions présentées par le conseil d'administration ont été votées à l'unanimité.

L'assemblée a réélu comme administrateurs MM. Antonin Daum et Charles Marchal, pour une nouvelle période de six ans et a ratifié la nomination de M. José Aries, ancien inspecteur des Finances, aux fonctions d'administrateur.

MM. Léon Greff, ancien banquier à Nancy, et Henri Bellieni, ancien président du Tribunal de Commerce de Nancy, ont été nommés commissaires des comptes pour l'exercice 1924.

Appareillage électrique Eugène Busson. — Une assemblée extraordinaire des actionnaires, tenue récemment au siège, à Paris, 15, rue de Buffon, a régularisé l'augmentation du capital social, porté de 400 000 à 550 000 fr par l'émission de 300 actions nouvelles de numéraire de 500 fr.

L'assemblée ordinaire, tenue le 11 mars 1924, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice net de 52 109,60 fr, après tous amortissements, cette somme étant passée entièrement à la réserve spéciale.

Les ventes effectuées durant l'exercice écoulé se sont élevées à 1 075 870,21 fr, laissant un bénéfice brut de 405 330,46 fr. Les frais généraux et divers amortissements ont atteint 353 220,86 fr.

Société alsacienne de Constructions mécaniques. — L'assemblée générale ordinaire tenue le 24 mars, à Mulhouse, a approuvé les comptes de l'exercice au 30 septembre 1923 faisant ressortir le bénéfice à 18 547 000 fr. Le dividende a été fixé à 150 fr brut par action ancienne et 75 fr net par action nouvelle, ce dernier étant prélevé sur la prime d'émission.

La situation, telle qu'elle ressort de l'examen du bilan arrêté à fin d'exercice, apparaît comme particulièrement solide. L'actif liquide ou réalisable se totalise à 268 millions de francs en chiffres ronds, en regard de 184 millions de francs d'exigibilités plus ou moins immédiates.

Les immobilisations, s'élevant à 140 460 000 fr sont amorties à concurrence de 55 483 000 fr et il existe un total de réserves de 16 719 000 fr, sans compter 14 153 000 fr de primes sur actions nouvelles.

Société industrielle de Produits électrochimiques Bozel-Lamotte. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 27 mars, sous la présidence de M. Richemond, président du conseil d'administration.

Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se traduisant par un bénéfiee net de 3 673 013 fr au-

quel il convient d'ajouter le reliquat bénéficiaire du précédent exercice, soit 193 819 fr.

Le dividende brut, fixé à 20 fr, est payable depuis le 27 mars, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 18.

Gaz et Électricité de Roubaix. — Les actionnaires réunis récemment à Bruxelles, en assemblée ordinaire, ont approuvé le bilan au 31 janvier 1924. Le dividende a été fixé à 7,30 fr brut par action de capital, 1,95 fr par action ordinaire et 0,75 fr par part de fondateur.

Lebon et Cie. Compagnie centrale d'Éclairage et de Chauffage par le Gaz. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 26, rue de Londres, tenue le 29 mars dernier, a approuvé les comptes de l'exercice 1923.

Les bénéfices nets de cet exercice se sont élevés à 10 814 141,70 fr. Le dividende a été fixé à 15 fr par action de capital et à 10 fr par action de jouissance.

Le rapport signale que la société a vendu, en mai 1923, à la Société catalane du Gaz de Barcelone, ses usines à gaz de Barcelone, et en décembre 1923, à la Compagnie générale d'Électricité de Grenade, sa station électrique de Grenade.

La société a aussi cédé son usine à gaz et sa station électrique d'Alméria à la Société Fuersas Motrices del Valle de Lecrin, mais pour prendre effet du 1er janvier 1924.

Enfin, elle a apporté les autres usines à gaz et stations électriques qu'elle possédait en Espagne à une société anonyme espagnole qui fonctionne depuis le 1er janvier 1924.

La société est devenue propriétaire de l'usine à gaz de Doudeville (Seine Inférieure). Elle assurera dans cette commune les services du gaz, de l'eau et de l'électricité.

Elle n'a pu arriver à des ententes définitives avec Alger, Blida, Morlaix et Quimper.

Les ventes brutes de gaz et d'Électricité se sont élevées à 65 455 357,14 fr contre 58 750,82 fr.

Société biterroise de Force et de Lumière. — Les comptes de 1923, qui seront présentés à l'assemblée du 15 avril, font ressortir un bénéfice net distribuable de 319 568 fr contre 276 557 fr en 1922. Ce bénéfice est établi après 1 034 000 fr d'amortissements, contre 831 500 fr pour le précédent exercice.

Le conseil proposera de porter le dividende de 8 pour 100 à 9 pour 100, soit 45 fr, sous déduction des impôts, contre 40 fr. Les parts recevront 133,33 fr, sous déduction des impôts, contre 100 fr.

Société pyrénéenne d'Énergie électrique. — Les comptes de 1923, qui seront présentés à l'assemblée du 15 avril, font ressortir un bénéfice net distribuable de 2 millions 578 000 fr contre 1 244 000 fr en 1922. Ce bénéfice est établi après 2 710 500 fr d'amortissement contre 2 660 000 fr pour le précédent exercice.

Le conseil proposera le maintien du dividende à 8 pour 100, soit 40 fr, sous déduction des impôts. Les parts recevront 62,50 fr, sous déduction des impôts, contre 31,25 fr.

Ce résultat a été obtenu avec un capital qui a été porté de 12 500 000 fr à 25 millions de francs en mars 1923.

Énergie électrique de la Basse-Loire. — Les actionnaires, réunis le 31 mars 1924, en assemblée ordinaire au siège social, 94, rue Saint-Lazare, ont approuvé les comptes de l'exercice 1923 qui s'est soldé par un bénéfice net de 890 454,85 fr, après 100 000 fr d'amortissements pour frais généraux et de mise en train et 225 000 fr pour amortissement d'un compte d'ordre. Ce solde bénéficiaire vient en déduction des pertes antérieures.

Les recettes de vente de courant se sont élevées à 5 millions 927 591,71 fr pour les réseaux alimentés par l'usine centrale de Penhoët et à 315 150,42 fr pour les réseaux isolés.

Les travaux de réfection et de mise au point de la centrale de Penhoët viennent d'être terminés. La mise en route d'une nouvelle turbine de 5000 kW a permis la diminution de la consommation de charbon.

L'usine hydroélectrique de Ploërmel a été agrandie. Un groupe de secours de 200 ch a été installé. L'usine a été reliée par une ligne à haute tension au secteur voisin de Josselin dont l'usine locale a pu être arrêtée.

Des accords ont été passés avec la Société nantaise d'Éclairage et de Force et la Société de Distribution de l'Ouest pour l'électrification du département de Loir-et-Cher.

Ces accords vont permettre d'obtenir des concessions de l'État dans la région concédée à la société.

Les accords passés avec la ville de Saint-Nazaire étant arrivés à expiration, de nouvelles conventions ont été passées avec elle pour une durée de quarante années.

Au cours de l'été, les travaux d'alimentation des nouvelles concessions de Batz et du Croisic ont été achevés. La distribution le long de la côte entre Pornichet et la Baule a été développée. L'accroissement de consommation de ce réseau a d'ailleurs amené la société à porter à 20 000 V une des lignes reliant l'usine de Penhoët à la Baule.

Les pourparlers en vue d'obtenir la concession d'électricité de Redon seront terminés très prochainement.

La ligne de Ponchâteau à Redon, destinée à amener le courant dans cette dernière ville, est déjà construite. Le Conseil général du Morbihan a accordé une subvention de 350 000 fr pour permettre de prolonger la ligne jusqu'à Ploermel où elle se reliera à l'usine hydroélectrique de cette dernière ville.

L'Électrique d'Anjou. — La condition suspensive à laquelle était soumise sa dissolution ayant été réalisée, l'Électrique d'Anjou se trouve définitivement dissoute. Les liquidateurs sont MM. Legouez et Dooms, 19, rue Louis-le-Grand, à Paris.

Société algérienne d'Éclairage et de Force. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 6 mai prochain, font ressortir un bénéfice net de 2 005 067 fr, contre 1 430 732 fr pour l'exercice 1922. Le Conseil proposera à l'assemblée la distribution d'un dividende de 10 pour 100, ou 25 fr, égal au précédent, mais s'appliquant à la totalité du capital social porté de 12 à 20 millions de francs au cours de l'exercice écoulé.

Le bilan, au 31 décembre 1923, se présente ainsi :

A l'actif : immobilisations, 8 812 751 fr ; débiteurs, 2 millions 440 008 fr ; espèces en caisse et en banque et portefeuille, 3 105 064 fr ;

Au passif : créditeurs divers, 2 342 376 fr ; et 613 992 fr représentant la prime d'émission des actions nouvelles.

Compagnie des Tramways électriques de Lille et de sa banlieue. — Les actionnaires de cette société, réunis le 1er avril 1924 en assemblée ordinaire, au siège administratif, 50, rue de Lisbonne, à Paris, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice clos le 31 décembre 1923, présentant un solde bénéficiaire de 1 791 618,06 fr.

Après dotation de la réserve légale et affectation d'une somme de 522 000 fr à l'amortissement des actions de capital le dividende a été fixé à 25 fr par action. Le reliquat disponible, après répartition, soit 39 452, 92 fr, a été reporté à nouveau.

OUVRAGES RÉCENTS

Le moteur électrique vulgarisé; choix d'un moteur, théorie élémentaire, fonctionnement, installation, entretien, réparation, par R. Chardet, ingénieur-mécanicien. Un volume, 19 cm × 12 cm, 160 pages. Prix: broché, 5 fr.

Petits poèmes électriques et scientifiques, par Henri Allorge; préface de M. Edouard Schuré. Un volume. Prix : 10 fr. Exemplaire tiré sur papier d'Arches. Prix : 20 fr.

Le système de télégraphie Baudot et ses applications, par P. Mercy, ingénieur des Télégraphes. 3e édition, revue, corrigée, augmentée. Un volume, 21 cm × 14 cm, 586 pages, 236 figures. Prix : relié, 31,50 fr; broché, 28 fr.

La télégraphie sans fil et l'éther, par le général Chapel. Conférence du 7 novembre 1923 au Musée social. Une brochure, 40 pages. Prix : 3 fr.

Le problème de la gravitation, par Fr. Girault, ingénieur des Manufactures de l'État. Une brochure, 20 pages. Prix : 3,50 fr.

BREVETS RÉCENTS

27 109/547 201. — Société dite : Compagnie des Lampes; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 14 février 1922, pour procédés de fabrication des fils destinés à être scellés dans le verre, 29 novembre 1922.

27 115/531 894. — Société Vedovelli, Priestley et Cie; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 4 juillet 1911, pour système de connexion électrique pour rails, 30 novembre 1922.

27 116/492 657. — Biguet (J.); 3e cert. d'add. au brevet pris, le 23 octobre 1915, pour dispositif de montage des éléments des tubes à vide genre audion, 1er décembre 1922.

27 119/539 003. — Pfeffer (E.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 août 1921, pour bobine de réactance de mise à la terre ou transformateur de tension pour hautes tensions, 4 décembre 1922.

27 135/554 055. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 24 juin 1922, pour perfectionnements aux récepteurs téléphoniques, 13 décembre 1922.

569 771. — Dubois (R.); Oscillographe permettant l'observation directe de l'enregistrement des courants variables de faible intensité, 14 août 1923.

569 772. — Dubois (R.); Dispositif nouveau de contacts pour électroaimants, leur permettant de couper périodiquement eux-mêmes le courant d'alimentation pour engendrer un mouvement alternatif avec le rendement maximum, 14 août 1923.

569 780. — Ternant (M.-A.); Utilisation du collodion pour la confection (collage, vernissage et isolement des fils électriques), des bobines de self-induction employées en télégraphie sans fil et pour l'isolement et le vernissage de tous fils électriques ou bobinages avec ces fils, 16 août 1923.

569 785. — Winkelmann (L.); Méthode et appareil à vide de productions d'émanations électriques curatives, 16 août 1923.

569 786. — Société de Constructions électriques; Système de régulation pour régulateurs d'intensité et de tension pour groupe génératrice-accumulateurs, 16 août 1923.

569 799. — Firme : Walter-Ritscher; Procédé et dispositif pour la production d'oscillations électriques non amorties, 17 août 1923.

569 805. — Société Landis et Gyr A. G.; Système propulsif pour compteurs d'électricité, 17 août 1923.

569 814. — Caparros (R.); Culot multiple pour l'allumage d'un ou plusieurs filaments métalliques réunis ensemble ou indépendants à l'intérieur d'une ampoule électrique, 17 août 1923.

569 820. — Natale-Marzi (P.); Support avec joint de cardan pour appareils radioscopiques, 17 août 1923.

569 822. — Société anonyme des Engrenages Citroën; Dispositif d'attaque de laminoirs ou de transmissions mécaniques par moteurs électriques, 17 août 1923.

569 824. — Svensson (J.-V.); Interrupteur thermostatique, 17 août 1923.

569 843. — Brossut (L.); Jeu forain; chariot ou glisseur indicateur électrique, 18 août 1923.

569 848. — De Cosinck (M.); Perfectionnements aux convertisseurs rhéostatiques, 18 août 1923.

569 849. — Dauvillier (A.); Perfectionnements apportés aux modes de génération des rayons X, 18 juillet 1918.

569 863. — Poirault de la Porte (A.-G.-P.-M.); Système de connexion automatique pour appareillage électrique, 16 mai 1923.

569 872. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; Fourrure en plomb soudée dans le couvercle d'un bac pour accumulateurs électriques au plomb, 12 juillet 1923.

569 876. — Rey (C.), Garbez (J.); Dispositifs électriques pour le forage des puits pétrolifères, 18 juillet 1923.

569 890. — Fontan (P.); Moyen de placer un nombre indéterminé de postes téléphoniques sur un même circuit, 8 août 1923.

569 897. — De Bony (F.-V.); Porte-fer électrique à interrupteur, 14 août 1923.

569 901. — Toulet (M.); Multiplicateur de fréquence par lampes à vapeur de mercure, 18 août 1923.

569 908. — Branger (M.-L.); Procédé et dispositifs d'auto-électro-chrono-photographies des arrivées de courses, 18 août 1923.

569 932. — Fellows (H. E.); Perfectionnements aux systèmes d'allumage pour moteurs à combustion interne, 9 juillet 1923.

569 938. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements apportés aux systèmes de radio-communications, 13 août 1923.

569 940. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philip's Gloeilampenfabrieken; Installation électrique destinée à modifier les résistances de deux circuits parallèles, 17 août 1923.

569 945. — De Rochefort-Luçay (O.); Perfectionnements aux dispositifs de réception des ondes radio-électriques, 20 août 1923.

569 948. — Pinon (R.-R.); Bougie d'allumage, 20 août 1923.

569 949. — Société d'Études et de Constructions métallurgiques; Four électrique à résistance, 20 août 1923.

569 961. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philip's Gloeilampenfabrieken; Tube à vide à cathode incandescente, plus particulièrement destiné à être utilisé comme redresseur de courant, 20 août 1923.

569 968. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Montage pour installations de redresseurs dont les cylindres fonctionnent en parallèle, 21 août 1923.

569 975. — Leroy (M.-R.-L.); Dispositif de réception à une lampe de télégraphie sans fil à réaction très poussée pour petites et grandes longueurs d'ondes, 21 août 1923.

569 999. — Drodato (E.); Perfectionnements aux fers à repasser électriques, 22 août 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 15 avril 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Deuxième conférence : *Des rayons X à la lumière*, par M. Holweck, chef de Travaux à la Faculté des Sciences.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 29 mars 1924	PRIX samedi 5 avril 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl	1 s 1/8 d	1 s 5/8 d	+ 4/8
Coton brut liv. Le Havre	50 kg	630 fr	624 fr	— 6
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	579,50	555	— 24,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	730	695	— 35
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 113	978	— 135
Id. 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 870	6 835	— 35
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Email pour appareillage tôle blanc	100 kg	605	605	0
Email pour appareillage tôle noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 334	2 172	— 162
Fonte de moulage, type n° 3 Longwy, départ usine Est	tonne	400-420	400-420	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	510	510	0
*Huile pour transformateurs liv. Paris	100 kg	297	285	— 12
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — pour haute tension	100 kg	185	185	0
— pour basse tension	105 kg	160	160	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 — 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	manque	302,75	
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité tension 15 000 volts, dimension 130/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	le kg	315	290	— 25
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	316,75	294,25	— 22,50

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 1er octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage [1]

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id.
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id.

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

[1] En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La télégraphie sans fil en Yougoslavie. — Le service de télégraphie sans fil est en voie de développement dans le royaume des Serbes, Croates et Slovènes. Il n'y a actuellement en fonctions que deux stations radiotélégraphiques importantes, celles de Belgrade (Bagnitsa) et Sarajevo. Les deux installations ne répondent plus aux nécessités actuelles du service malgré les transformations et adaptations de fortune faites au poste de Bagnitsa.

La station de Bagnitsa a une puissance de 20 kw, et celle de Sarajevo une puissance de 10 kw. Les deux postes assurent le service international et transmettent les communications pour Paris, Lyon, Cracovie, Prague et Rome.

Chaque jour à 8 heures du matin, un radiogramme d'informations politiques et économiques rédigé par l'Agence Avala est lancé aux postes européens par la station de Bagnitsa.

Les deux stations reçoivent les messages de tous les postes européens. Dans l'état présent des choses, les stations de Bagnitsa et de Sarajevo ne peuvent assurer la transmission à tous les postes; la majeure partie du temps disponible est accaparée par la réception des communiqués de presse. Il n'existe, en effet, ni poste spécial pour la transmission ni poste spécial pour la réception. La station de Sarajevo peut transmettre des communications aux postes de Vienne, Cracovie, Berlin, Londres et Prague.

Il existe encore deux petites stations à Kotor (Cattaro) et à Skoplje ; elles sont réservées au service de l'État.

Pour remédier aux insuffisances de cet état de choses, le ministère des Postes et Télégraphes a commandé en Allemagne, au titre des réparations, des installations pour six stations complètes qui seront érigées à Ljubljana, Zagreb, Split, Podgoritsa ou Cettigné, Novi-Sad et Skoplje. L'Administration des Postes disposera alors, avec les deux postes existants, d'un réseau qui sera complété au fur et à mesure des disponibilités financières.

Les six stations commandées en Allemagne seront fournies par les établissements « Telefunken » et « Lorenz et Cie ». La plus grande des stations commandées à la Société Lorenz et Cie sera installée à Ljubljana, les deux autres étant destinées à Zagreb et Skoplje. Le poste de Ljubljana aura une puissance, dans l'antenne, de 20 kw ; ceux de Zagreb et de Skoplje, une puissance de 2 kw. La station de Ljubljana pourra communiquer avec tous les grands postes européens, celles de Zagreb et de Skoplje seront réservées aux communications avec les postes des pays voisins.

Les trois postes auront un système d'antennes dit en parasol ; le pylône central métallique, de 120 m de hauteur, sera complété par huit petits mâts de 25 m.

La station de Ljubljana disposera d'une machine à haute fréquence système Charles Schmidt, d'une puissance de 40 kw avec une fréquence de 8 000 p : s. Les longueurs d'ondes émises seront de 4 150, 5 350, 7 500 et 12 000 m. L'énergie sera fournie par deux moteurs Diesel de 120 ch, actionnant une dynamo de 80 kw sous une tension de 440 v. La station disposera, en outre, d'une petite dynamo de 8 kw à 220 et 330 v.

Les deux autres stations fournies par la Société Lorenz et Cie seront munies d'un générateur à arc émettant des ondes d'une longueur variant entre 3 000 et 8 000 m. Des installations radiotéléphoniques seront également montées dans les deux postes avec une longueur d'ondes de 3 500 à 4 500 m. L'énergie sera fournie par un groupe Diesel de 30 ch actionnant des dynamos de 30 kw à 800 v.

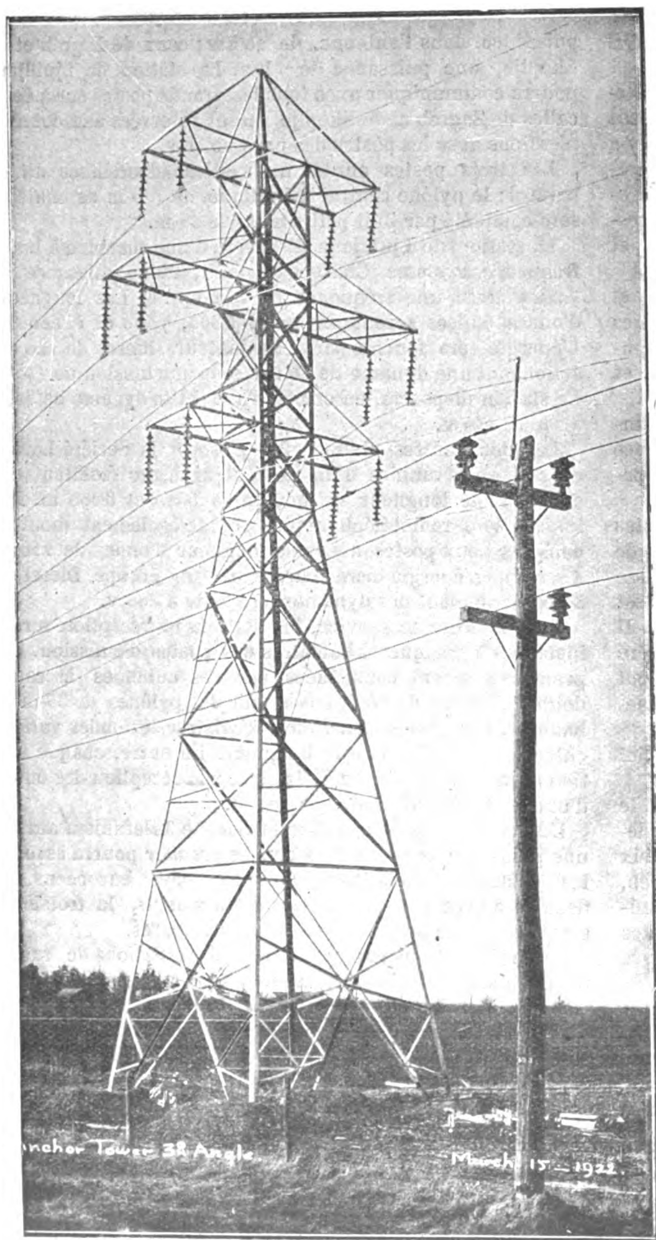
Pour faciliter le service, les stations de réception seront installées à quelques kilomètres des postes d'émission. Les premières seront constituées par des antennes à cadre double de 20 m de côté, posées sur des pylônes de 35 m de hauteur. Ces postes pourront enregistrer les ondes variant entre 2 500 et 25 000 m de longueur. En outre, chaque station aura une antenne en T destinée à la réception des ondes d'une longueur inférieure à 2 500 m.

Les trois postes fournis par la Société Telefunken auront une puissance de 20, 10, et 5 kw. Le premier pourra assurer les communications avec tous les pays européens, le deuxième avec les stations des États voisins, le troisième sera réservé aux communications intérieures.

Les trois stations seront munies d'installations de radiotéléphonie. Ce service sera assuré par des antennes dites de surface, de trois mâts chacune. La troisième station disposera d'un moteur Diesel de 25 ch et de deux générateurs pour courant alternatif, le premier de 10 kw à 220 v et le deuxième de 2 kw. Ces générateurs pourront émettre des ondes entretenues d'une longueur de 1 700 à 5 000 m.

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e) ✻ **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada); transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « CANADIAN » n° 2860.

LES IMPORTANTES USINES
DU MAS-LOUBIER (Limoges)
FABRIQUENT
DES

ISOLATEURS HAUTE TENSION

D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS
DUS A LA
TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :

3000 ISOLATEURS COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION
DES
USINES HAVILAND
EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND, 3 Rue Taitbout, Paris** - Téléph. : Central 55-30

Mais le poste le plus important sera celui qui est actuellement en voie d'achèvement à Rakovitsa, près de Belgrade. Cette station est construite par la Société française de Télégraphie sans fil. Cinq grands pylônes pour antennes et les bâtiments du poste sont construits sur le plateau qui domine le village de Rakovitsa. La station de réception est installée à l'est du nouveau cimetière, sur la crête, à proximité du lieu dit « Tranchée de Laudon ». Le terrain réservé aux installations de Rakovitsa couvre une superficie de 120 000 m² et celui qui se trouve près de la tranchée de Laudon, pour le poste récepteur, 6 000 m². Une station de relais sera installée à Belgrade-ville, dans l'immeuble de la première Banque Croate, rue du Prince-Michel.

Les appareils générateurs sont montés à Rakovitsa. La station sera munie d'une antenne établie sur trois pylônes métalliques du type télégraphie sans fil, d'une hauteur de 150 m ; de deux groupes d'alternateurs de 50 kw, commandés par des claviers automatiques et pouvant transmettre 100 mots par minute.

La station de la tranchée de Laudon possédera des appareils de réception, des appareils pour la sélection des ondes, plusieurs appareils duplex et toutes les installations qui permettent la réception des radiogrammes sans gêner la transmission. Les appareils dont disposera la station de Belgrade-ville permettront la réception et la transmission de communications à la vitesse de 100 mots à la minute.

La station de Rakovitsa est destinée à assurer les communications par télégraphie sans fil avec tous les postes de l'étranger, sur la base d'accords qui interviendront entre le Ministère des Postes d'une part et les Compagnies étrangères ou les gouvernements exploitant eux-mêmes leurs stations de télégraphie sans fil.

Aux termes du contrat conclu entre le Gouvernement serbe-croate-slovène et la Société française de Télégraphie sans Fil, toutes les installations, l'achat du terrain et la construction des immeubles sont à la charge de la Société, qui s'est engagée à utiliser, tant pour la construction des immeubles que pour la mise en place des installations proprement dites, le matériel provenant du pays. Seuls, les appareils spéciaux ont été achetés en France.

La société est également tenue d'ériger une station de radiotéléphonie pour la réception des nouvelles de presse et financières.

Cette station de radiotéléphonie pourra transmettre les messages à 600 km. Des concerts seront organisés et les abonnés pourront recevoir tous les jours, à heures fixes, les informations économiques et politiques transmises par le poste émetteur. Une taxe de 300 dinars sera seulement exigée des abonnés, sans qu'il soit apporté, tout au moins provisoirement, de restrictions en ce qui touche la longueur d'ondes.

L'installation complète du poste et l'achat du terrain absorberont environ 40 millions de dinars.

Dès que la construction de la station sera achevée, le poste sera mis à la disposition de l'État et deviendra le poste central pour la télégraphie sans fil. Le directeur et tout le personnel employé seront fonctionnaires de l'État. La société s'est simplement réservé le droit de maintenir en fonctions un ingénieur qui sera considéré comme un expert technique.

Toutefois, pendant la première année de fonctionnement, il sera fait exception à cette règle et il est probable qu'une partie du personnel sera fourni par la société. Cependant le ministre des Postes et Télégraphes a depuis longtemps pris des dispositions afin d'être en mesure d'assurer le service de la station au moins au cours de la deuxième année. De jeunes ingénieurs et des mécaniciens ont été envoyés dans ce dessein en France et en Allemagne pour se familiariser avec les nouvelles méthodes. A l'expiration de leur stage, ils seront dirigés sur la nouvelle station pour compléter les cadres.

La station de Rakovitsa, dont le fonctionnement est prévu pour le début du mois d'avril, assurera la transmission des télégrammes déposés par les particuliers dans tous les bureaux de poste du territoire de l'ancien Royaume de Serbie et portant mention « voie télégraphie sans fil » ou « voie radio ». Le poste sera en mesure de recevoir les messages venant de l'étranger et destinés à toutes les stations secondaires érigées sur tout le territoire du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, ainsi que les messages en transit.

La taxe prévue pour l'expédition ou la réception des radiogrammes sera celle qui est fixée par les accords internationaux en vigueur ou celle qui sera établi par le Ministère des Postes et Télégraphes conformément à des accords spéciaux intervenus avec les différents États intéressés. Les 12 pour 100 des recettes brutes sont réservés au Trésor ; les 88 pour 100 restants seront absorbés par le traitement du personnel et les frais d'exploitation de la station. Les 20 pour 100 des bénéfices nets sont réservés à l'État.

La station, avec tous les immeubles et le terrain, fera retour à l'État dans un délai de trente ans à compter du jour de l'ouverture du trafic, sans que la société puisse réclamer une indemnité. En outre, l'État se réserve le droit de rachat après onze années de fonctionnement.

Le Ministère des Postes et Télégraphes espère qu'avant la fin de l'année en cours il aura organisé, grâce aux postes que l'Allemagne doit livrer, les communications régulières avec tous les postes européens. Il convient de souligner que la station de Rakovitsa servira surtout aux communications avec la France, et, par là, avec l'Amérique. Cette station constituera en outre un relais pour les messages expédiés par les postes français, anglais et américains, vers l'Asie.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — CONCOURS POUR L'ÉLECTRIFICATION DE 91 COMMUNES DE LA RÉGION AVALONNAISE. — Le Syndicat intercommunal pour l'Électrification de la région avalonnaise informe qu'il va ouvrir un concours pour l'électrification de 91 communes de la région.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. le président du Syndicat, à la Sous-préfecture d'Avallon (Yonne).

Métallurgie. — LA PRODUCTION DE MINERAIS DE LA TUNISIE EN 1923. — La Tunisie, pays minier particulièrement riche, a vu l'exploitation de ses mines et de ses carrières prendre une grande importance à partir de la signature du Traité du Bardo (1881). Alors qu'à cette date, il n'existait que deux exploitations à Djebel Ressas et Djebba, de 1884 à 1921 l'on compta 11 000 demandes de permis de recherches, et en 1923, il existait en Tunisie 120 concessions ou permis d'exploitation.

La statistique suivante donne les chiffres globaux de la production de minerais de la Tunisie en 1923, comparée à celle de 1922 :

	1923 tonnes	1922 tonnes
Minerai de fer	845 000	553 000
Minerai de plomb	36 375	29 010
Minerai de zinc	12 000	6 640
Minerai de cuivre	353	50

La progression est donc générale.

Tous ces produits minéraux sont exportés, hormis le minerai de plomb qui est traité, pour sa plus grande part, sur place, dans les deux usines de Mégrine et de Djebel

Hallouf, qui ont produit respectivement 12 380 et 1 770 t de métal en 1923.

Voici, d'autre part, le détail de la production pour 1923 de toutes les exploitations minières de la Tunisie ; à l'exception des phosphates :

Mines de fer.

	tonnes
Djebel Djerisa	514 000
Douaria	267 000
Djebel Slata et Hamaima	64 000
Total	845 000

Mines de plomb, zinc et cuivre.

	Plomb.	Zinc.	Cuivre.	Totaux.
			tonnes	
Djebel Ressas	1 706	3 941		5 647
Sidi Amor Ben Selem	5 535			5 535
Djebel Trozza	3 810	744		4 554
Bou Jaber	3 578			3 578
Djebel Hallouf	3 310			3 310
Bazina	3 213			3 213
Compagnie Royale Asturienne	1 384	1 531		2 915
Sidi Bou Aouane	2 408			2 408
Ain Allega	2 204			2 204
Djebel Kebouch	728	1 008	353	2 089
Sakiet Sidi Jousset	2 004	75		2 079
Koudia el Hamra	1 646			1 646
Djebel Sekarna	255	1 088		1 343
Djebel Lorbeux	63	1 116		1 179
Fedj el Adoum	594	534		1 128
Ain Nouba	150	880		1 030
Zaghouan	100	927		1 027
Khanguet Keftout	975			975
Djebel Fourla	553			553
Guenba	466			466
Bel Houaria	403			403
Djebba (Vieille Montagne)	368			368
Sidi et Taia	275			275
Djebel Abeid	166			166
Djebel Serdj		156		156
Oudiba	11			11
Divers	410			410
Totaux	36 375	12 000	353	48 728

Cette dernière statistique fait apparaître immédiatement l'importance prise par l'industrie tunisienne, si l'on rappelle que l'exploitation des mines de plomb et de zinc a débuté en 1892, avec une production de 175 t de minerais de plomb et 2 300 t de minerais de zinc (respectivement 36 365 t et 12 000 en 1923) que celles des phosphates de Gafsa remonte seulement à l'année 1899 avec une production initiale de 70 000 t (2 357 000 t en 1923) et que celle des mines de fer a commencé en 1908 avec 97 500 t (845 000 t en 1923).

Transports et Communications. — PROJET D'EXTENSION DES LIGNES DE TRAMWAYS DE LA RÉGION PARISIENNE. — Un décret, en date du 14 janvier 1922, a autorisé le Département de la Seine à émettre, sur les places de Londres et de New-York, un emprunt de 400 millions de francs, destiné à la remise en état de ses réseaux de transport en commun. Dans le « Journal officiel » du 4 avril 1924, p. 3193, est publié un autre décret, en date du 27 mars 1924, autorisant le prélèvement sur cet emprunt d'une somme de 48 473 000 fr pour être affectée à certains travaux d'extension et d'amélioration de ces réseaux. Sur cette somme 14 493 000 fr seront utilisés pour la construction de diverses lignes (dans Montreuil, dans Montrouge, entre Asnières et Gennevilliers, Pantin et Drancy, etc.) ; 28 980 000 fr, au matériel roulant (dont 23 100 000 fr pour 225 voitures motrices à 102 660 fr l'une) ; 5 000 000 fr, pour agrandissement et construction d'un atelier et de dépôts.

RÉGLEMENTATION DE L'USAGE DES MACHINES A AFFRANCHIR LES CORRESPONDANCES. — Signalons aux intéressés la publication dans le « Journal officiel » du 8 avril 1924, p. 3265, d'un arrêté, daté du 13 décembre 1923, indiquant les conditions dans lesquelles pourront être employées par les particuliers les machines à affranchir les correspondances.

Parmi ces conditions nous relevons les suivantes : 1° employer une somme moyenne de 25 fr par jour ouvrable s'appliquant exclusivement à l'affranchissement des lettres ; 2° les correspondances sont déposées exclusivement au guichet du bureau d'attache de la machine ; 3° les correspondances doivent être classées par catégories d'objets (lettres, imprimés, etc.), et par directions ; chaque jour l'usager devra fournir au bureau d'attache de la machine lors du dernier dépôt une fiche, détachée d'un carnet spécial, indiquant la valeur de l'empreinte imprimée par la machine, la date de dépôt, le nombre d'objets déposés dans la journée, le chiffre marqué par le compteur à la fin de la journée, etc.

Les usagers bénéficieront d'une remise de 0,75 pour 100 sur le montant des affranchissements effectués au moyen de machines à affranchir ; mais, d'autre part, ils devront payer au concessionnaire autorisé à louer les machines une taxe de location, laquelle n'est pas indiquée dans l'arrêté.

Economie industrielle et sociale. — LES GRÈVES ET LOCK-OUT EN BELGIQUE PENDANT L'ANNÉE 1923. — D'après la « Revue du Travail » du Ministère du Travail de Belgique (février 1924), le nombre de grèves terminées en 1923 a été de 164 (169 en 1922). Le nombre d'ouvriers impliqués a été de 111 220 (contre 110 015 en 1922) dont 104 980 comme grévistes (85 002) et 6 240 comme chômeurs forcés (25 013). Il y a eu 4 lock-out intéressant 21 298 ouvriers, alors qu'en 1922 il y en avait eu 3, intéressant 603 ouvriers. Il en résulte que 133 518 ouvriers furent impliqués dans les 168 conflits dont l'année 1923 a vu la fin (172 conflits impliquant 110 618 ouvriers en 1922).

Les 165 grèves ont atteint 1 026 entreprises (613 en 1922) et les 4 lock-out 355 entreprises (31 en 1922), soit un total de 1 381 entreprises (634). Les industries les plus atteintes par les grèves ont été : les mines avec 5 grèves dans 42 établissements, impliquant 46 540 grévistes et 531 chômeurs forcés ; les transports avec 9 grèves dans 57 établissements, impliquant 20 513 grévistes et 5 chômeurs forcés ; l'industrie textile avec 30 grèves, dans 271 établissements impliquant 14 383 grévistes et 5 394 chômeurs forcés. Le principal lock-out a eu lieu dans l'industrie textile, avec 150 établissements et 16 000 personnes.

Sur les 164 grèves, 122, intéressant 97 063 grévistes, ont pour cause une demande d'augmentation de salaires et 12, comportant 3 645 grévistes, une opposition à la réduction des salaires.

Les 4 lock-out ont eu pour cause un refus d'augmenter les salaires.

46 grèves avec 9 767 grévistes se sont terminées en faveur des ouvriers et 51 grèves avec 22 861 grévistes en faveur des patrons, 67, avec 72 352 grévistes, se sont terminées par une transaction.

Par suite, sur 1 000 grévistes, 93 ont été impliqués dans des grèves terminées en leur faveur, 218 dans des grèves

terminées en faveur des patrons, et 689 dans des grèves terminées par une transaction.

Un lock-out avec 16000 ouvriers (dans l'industre textile) fut un succès pour les patrons. Les 3 autres se terminèrent par une transaction.

La proportion a été à peu près la même qu'en 1922, où 46 grèves avec 7001 grévistes s'étaient terminées en faveur des ouvriers, 53 avec 25325 grévistes en faveur des patrons et 70 avec 52586 grévistes par une transaction. Sur 1000 grévistes, 83 avaient été impliqués dans des grèves terminées en leur faveur, 298 dans des grèves terminées en faveur des patrons, 619 dans des grèves terminées par une transaction. Un lock-out avec 32 ouvriers avait été un succès patronal, les deux autres s'étaient terminés par une transaction.

Syndicats. Groupements. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INGÉNIEURS-ÉLECTRICIENS FRANÇAIS. — La Section parisienne de ce syndicat vient de publier une brochure intitulée « la Carrière d'ingénieur » dans laquelle elle a rassemblé divers renseignements et conseils destinés aux jeunes gens qui se proposent d'entrer dans la carrière d'ingénieur. Dans une première note il est fait observer que si la carrière d'ingénieur « élève l'esprit et porte en soi de profondes satisfactions », elle n'offre pas les situations matérielles que beaucoup de jeunes gens croient pouvoir y trouver. Une seconde note fait ressortir les difficultés que présentent les études que doit faire un ingénieur vraiment digne de ce titre et une troisième montre que la situation matérielle obtenue n'est généralement pas en rapport avec les frais et les efforts qu'ont nécessité ces études. Dans une quatrième note est présentée une statistique du nombre des ingénieurs-électriciens formés annuellement dans les dix écoles actuellement affiliées au syndicat ; on y constate que ce nombre, qui n'était encore que de 98 en 1900, époque à laquelle l'industrie électrique n'avait encore que des cadres très incomplets, atteignait 496 en 1914, tombait à 115 environ pendant les années de guerre, puis s'élevait à 549, 801 et 934 pendant les années 1920, 1921 et 1922, accusant ainsi une progression beaucoup plus rapide que celle qu'exigerait le développement de l'industrie électrique.

De cet exposé découle la conclusion que les jeunes gens qui ne se sentent pas une vocation nettement marquée, qui n'ont pas les aptitudes nécessaires pour des études longues et difficiles, ont intérêt à s'orienter dans une autre voie ; que ceux qui possèdent ces qualités doivent faire des études sérieuses et ne pas se contenter de diplômes faciles. A l'appui de cette conclusion, la brochure cite l'opinion de M. André Blondel : « Les non-valeurs, dit celui-ci, réduisent la considération accordée au titre, encombrent la carrière, abaissent la rémunération moyenne de l'ingénieur et il faudra bientôt, pour se faire ingénieur, avoir assez de fortune personnelle pour ne pas être dépendant du seul salaire ; ces résultats sont plus antidémocratiques qu'une sélection plus sévère ».

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE (DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES). — Dans sa séance solennelle du 22 mars 1924, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a procédé à la distribution des prix et médailles dont elle dispose.

Parmi ces récompenses nous signalerons les suivantes, qui se rapportent à des travaux du domaine de l'électricité ou de la mécanique :

Grand Prix du Marquis d'Argenteuil (12000 fr), à Mlle et Mme Curie pour leurs travaux sur la *radioactivité* ;

Médailles d'or à :

M. Luc Denis, pour ses *articulations pour tuyauteries de vapeur à haute pression ;*

M. François Gueugnon, pour son *appareil enregistreur ;*

M. Paul Dumanois, pour ses travaux sur les *moteurs à combustion interne ;*

M. Augustin Séguin, pour son *indicateur de vitesse de rotation* et sa *machine automatique à multiplier ;*

M. Edouard Belin, pour sa *télégraphie des dessins, textes et photographies.*

Médailles de vermeil à :

M. C.-E. Brazier, pour ses *recherches expérimentales sur les moulinets anémométriques ;*

M. Alfred Guy, pour son *disjoncteur automatique pour appareil de chauffage.*

Médailles d'argent à :

M. G. de Coulons, pour ses *dispositifs destinés à protéger les ouvriers contre l'inhalation des poussières de plomb ;*

M. E. Masson, pour son *goniostadigraphe.*

Ajoutons qu'au cours de l'année 1923, la Société d'Encouragement a distribué une somme de près de 30000 fr en encouragements, prix et allocations diverses.

SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE (ANCIENNEMENT GROUPE COMMERCIAL DE L'ÉLECTRICITÉ). — Au cours de l'Assemblée qui a eu lieu le 25 mars 1924, les membres adhérents au Groupe commercial de l'Electricité ont décidé de se constituer en syndicat sous le titre Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique.

Le Comité de Direction a été composé comme il suit :

Président : M. L. Bonvoisin.

Vice-président : M. E. Régnier (Compagnie générale d'Electricité).

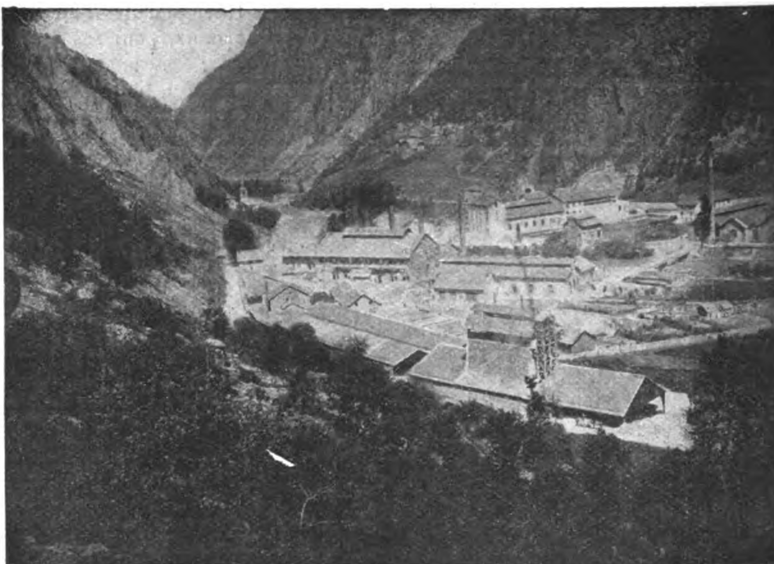
Membre du Comité de Direction : MM. L. Brenot (Brenot frères), Hinstin (Electro-Matériel), Isselin (Etablissements Grammont), Devay (Pétrier Tissot et Raybaud), Desnos (Constructions Electriques de Lyon-Dauphiné), Roche-Grandjean, Delamarre (Etablissements Soulé), Varet (Berline Varet et Cie), Clin (Clin et Cie), Plantier (Maison Poulain), Masse (Compagnie Française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston).

VISITE FAITE PAR LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIENS A LA SALLE D'EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ « AP-EL ». — Le 29 mars 1924 la Société pour le Développement des Applications de l'Electricité (AP-EL) a fait les honneurs de sa salle d'Exposition située 41 rue Lafayette, à un certain nombre des membres de la Société française des Electriciens qui s'intéressent à l'œuvre de sélection et de propagande entreprise par l'AP-EL, en faveur des appareils électriques d'applications domestiques.

Le directeur de la Société, aidé de ses collaborateurs, leur a successivement présenté les différents types d'appareils exposés, en indiquant pour chacun d'eux, quelles en étaient les caractéristiques, et à quels points de vue il avaient fait l'objet d'un examen au laboratoire avant d'être autorisés à se réclamer de l'estampille de la Société : bouilloires et fers à repasser robustes et bien équipés, dont la sécurité de marche sera prochainement augmentée par l'adjonction d'un ingénieux dispositif ; réchauds et chauffe-plats de forme élégante et pratique ; radiateurs de toutes formes et de toute puissance ; producteurs d'air chaud, vibro-masseurs, fers à onduler, etc., accessoires indispensables du cabinet de toilette moderne ; tapis et tissus chauffants protégés contre une élévation anormale de température, par un fusible spé-

Société des Électrodes de Savoie

Usines à NOTRE-DAME-DE-BRIANÇON (Savoie)



ÉLECTRODES HAUTE CONDUCTIBILITÉ — CHARBONS GRAPHITÉS POUR TOUS USAGES

Produits extra-réfractaires en carbone, carborundum, alumine fondue.

Isolateur N° 1170



20000 Isolateurs de ce modèle sont en service à 60000 volts dont plusieurs milliers depuis 10 ans



Télégr : ISOREX-REIMS

Téléphone 21

CHARBONNEAUX & CIE

VERRERIES DE REIMS

Fournisseurs des Postes et Télégraphes

ISOLATEURS EN VERRE

Pour Basses et Hautes Tensions

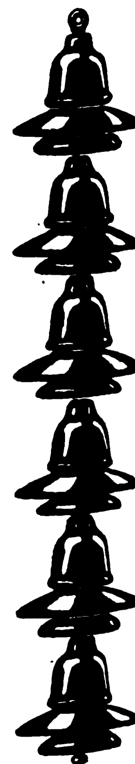
PRODUCTION JOURNALIÈRE
17000 PIÈCES

Agents à Paris
MM. H. PARADIS & RABBY

115, Rue du Faubourg-Poissonnière

Téléphone : Trud. { 57-71 / 22-96
Inter. : 65

Envoi du Catalogue sur demande



Cette chaîne composée de 6 éléments 2201 supporte sous pluie 310 000 volts

Registre du Commerce. REIMS. N° 1883.

cial; aspirateurs à sac ou à réservoir, cireuse électrique.

Quelques visiteurs prirent plaisir à la dégustation d'un café-filtre obtenu avec une machine à électrodes donnant une infusion instantanée, tandis que d'autres, descendus dans la salle du sous-sol assistaient à l'ouverture d'un four de pâtisserie, d'où furent retirées d'appétissantes brioches dorées à souhait.

Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité. — Le bal annuel de la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité aura lieu le samedi 3 mai 1924, à 21 h 30, salle Hoche, 9, avenue Hoche. Les cartes d'invitation sont délivrées au siège social, 116, avenue d'Orléans, à Paris, au prix de 15 fr.

Samedi dernier, 12 avril 1924 a eu lieu à l'Hôtel Lutétia, sous la présidence de M. le général Ferrié, le banquet annuel de la Société. Après le dîner auquel assistaient les personnalités les plus marquantes du monde de l'Électricité et de l'Industrie française, M. Péridier, président, prit la parole pour remercier les représentants de l'Industrie et de la Technique d'avoir répondu avec tant d'empressement à l'appel de la Société ; M. Delloye, président de la Société des Ingénieurs civils de France et M. Eschwège, président de la Société française des Électriciens prirent ensuite la parole. Enfin, M. le général Ferrié rappela le dévouement et la compétence qu'il a toujours trouvés auprès des ingénieurs E. S. E. qui ont collaboré avec lui pendant la guerre, et fit l'éloge de l'école et de sa section de Radiotélégraphie dont l'enseignement est si recherché non seulement par les Français mais encore par les étrangers. Il termina en levant sa coupe à l'École supérieure d'Électricité qui contribue au développement et à l'extension de la science et de la pensée française.

Le dimanche 13 avril la Société amicale s'est réunie pour son assemblée générale annuelle ; elle procéda au renouvellement partiel des membres de son Comité et modifia le règlement de la caisse de crédit d'études de façon à augmenter les effets de cette œuvre de solidarité.

Congrès. Expositions. — Congrès international de mathématiques (Toronto), 11 au 16 août 1924. — Ce congrès est organisé sous les auspices de l'Université de Toronto et de l'Institut royal du Canada ; sa réunion suivra celle de l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences laquelle aura lieu cette année à Toronto du 6 au 13 août.

Le Congrès international comprend six sections : I. Algèbre, théorie du nombre ; analyse ; II. Géométrie ; III. Mécanique et physique mathématique, Astronomie et géodésie ; IV. Art de l'ingénieur (électricité, mécanique, génie civil, mines), aéronautique, construction navale, balistique, radiotélégraphie ; V. Statistique, sciences économiques ; VI. Histoire, philosophie, didactique.

Les applications des mathématiques aux diverses branches de l'art de l'ingénieur et de la physique tiendront donc une large place dans les travaux du congrès.

Les communications doivent être envoyées le plus tôt possible au secrétaire du Comité d'Organisation, au Royal Canadian Institute, 198, College Street, Toronto, Canada, qui se tient à la disposition des intéressés pour tout renseignement complémentaire.

Exposition artisanale, industrielle et commerciale de Bischwiller (Bas-Rhin). — La grande manifestation artisanale, industrielle et commerciale qui chaque année attire dans une autre région de l'Alsace des milliers de visiteurs, va avoir lieu à Bichwiller du 24 mai au 22 août 1924.

Dans des halls spacieux et confortablement aménagés, les visiteurs pourront admirer les richesses et les productions de nos industries alsaciennes si prospères.

Pour tous renseignements s'adresser à M. le président de l'Exposition à Bischwiller (Bas-Rhin).

Enseignement. — École supérieure d'Électricité. — A la deuxième séance du 5 avril 1924 de la Chambre des Députés, le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts et le ministre des Finances ont déposé un projet de loi portant ouverture au ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts d'un crédit de 1 500 000 fr sur l'exercice 1924 à valoir sur la subvention de 4 000 000 fr accordée à l'École supérieure d'Électricité par la loi du 18 janvier 1924.

Cours de télégraphie et de téléphonie sans fil. — Le cours de télégraphie et de téléphonie sans fil organisé au Conservatoire national des Arts et Métiers commencera cette année le mercredi 30 avril 1924 à 20 heures (Amphithéâtre C) et se poursuivra jusqu'au mois de juillet. Ce cours est public et gratuit.

Les travaux pratiques commenceront à la même date. Le nombre des élèves pouvant y être admis est fixé à 200. Le registre d'inscription, ouvert à la Direction du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, sera clos le 20 avril 1924.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — La Société argentataise d'Électricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 avril 1924, p. 262, cette société, en formation, a pour objet l'exploitation d'une installation électrique sise au lieu de la Veyssière, commune d'Argentat.

Il est apporté à la société une prorogation de concession de dix-huit années, par la commune d'Argentat.

En rémunération de cet apport, il est attribué à ladite commune 50 actions de 100 fr chacune, entièrement libérées.

Le capital est de 200 000 fr divisé en 2 000 actions de 100 fr chacune dont 50 actions d'apport réservées à la commune d'Argentat.

Le siège social est à Argentat, maison Dubois-Arboucau.

La durée est de trente-cinq années à compter du jour de sa constitution définitive prévue pour le 30 avril 1924.

Augmentations de capital. — Compagnie d'Entreprises électromécaniques. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 avril 1924, p. 261, cette société, dont le siège social est à Paris, 12, rue Portalis, va procéder à l'émission de 16 000 actions afin de porter le capital de la société de 2 à 10 millions de francs. Ces actions seront émises au prix de 500 fr. Elles seront libérées de la façon suivante : un quart au moment de la souscription ; les trois autres quarts sur appel du conseil d'administration. Créées avec jouissance au 1er mai 1924, elles participeront aux résultats de l'exercice en cours et seront rémunérées conformément à l'article 37 des statuts.

Un droit de souscription à titre irréductible sera réservé aux porteurs des actions anciennes à raison de deux actions nouvelles pour une ancienne.

Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques (Alais, Froges et Camargue). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 mars 1924, p. 240, cette société, dont le siège

social est à Lyon, 9, rue Grolée, va procéder à l'émission des quatre-vingt mille actions nouvelles, à souscrire contre espèces. Cette émission a été autorisée par l'assemblée générale extraordinaire du 18 février 1924.

La libération des actions nouvelles s'effectuera comme il suit :

Le premier quart et la prime d'émission feront l'objet du premier versement. Les trois autres quarts seront versés le 15 décembre 1924. Le premier versement sera payable intégralement à la souscription pour les actions à titre irréductible, et dans les proportions de cent vingt-cinq francs à la souscription et du montant de la prime à la répartition pour les actions souscrites à titre réductible.

La compagnie autorise les libérations anticipées à condition qu'elles soient totales et faites à la souscription pour les actions souscrites à titre irréductible et à la répartition pour les actions souscrites à titre réductible. Les versements pour libération totale et anticipée seront faits sous escompte de l'intérêt calculé à 5 pour 100 l'an, aussi bien pour les actions irréductibles que pour les actions réductibles.

A partir du 15 décembre 1924, les quatre-vingt mille actions nouvelles seront assimilées, à tous égards, aux trois cent vingt mille actions anciennes.

Compagnie française de Tramways et d'Eclairage électrique de Shang-Hai. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 31 mars 1924, p. 237, cette société, dont le siège social est à Paris, 5, rue Chauchat, va procéder à une augmentation de capital de 5 millions de francs, par l'émission de 20000 actions nouvelles de 250 fr. nominal, émises jouissance à partir du 1er janvier 1924, au prix de 260 fr. sur lesquels il sera versé, en souscrivant, le premier quart et la prime de 10 fr. soit au total, 72,50 fr.

Les propriétaires des actions actuelles auront le droit de souscrire une action nouvelle pour trois anciennes, sans que, pour l'exercice de ce droit, il soit tenu compte des fractions.

Le capital serait ainsi porté à 20 millions de francs divisé en 80000 actions de 250 fr chacune, dont 60000 entièrement libérées.

Divers. — Etablissements Paul Gadot. — Une assemblée extraordinaire de cette société, dont le siège est à Levallois-Perret, s'est tenue récemment à Paris, au siège de la Banque mutuelle d'Etudes, 108, boulevard Haussmann. Les actionnaires, après avoir entendu la lecture des rapports de M. Georges Normand, commissaire désigné par l'assemblée extraordinaire du 14 janvier dernier, pour évaluer les apports en nature des sociétés Innovation et l'Etincelle, en ont approuvé définitivement les conclusions ainsi que les conventions passées avec ces sociétés, le 18 et le 21 janvier dernier.

Par suite, le capital social se trouve actuellement fixé à 2250000 fr et les modifications apportées aux articles 6 et 7 des statuts ont été rendues définitives.

Manufacture parisienne d'Appareillage électrique. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 14, rue Commines, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 153736,26, y compris le report antérieur de 86981,01 fr. Elle a fixé le dividende total à 125 fr par action.

Etablissements Singrun. — L'assemblée ordinaire tenue récemment a approuvé le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice de 210657 fr. Le dividende a été fixé à 7 pour 100.

Société française d'Incandescence par le Gaz (Système Auer). — La récente assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 21, rue Saint-Fargeau, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, présentant un solde créditeur de 4805923,50 fr. Elle a décidé de fixer le dividende à 55 fr par action.

Le rapport signale que la société s'est assuré la licence de fabrication et de vente d'une pile électrique dont les applications sont fort nombreuses et pour laquelle elle pense obtenir des résultats intéressants.

M. Armand de Carnières a été réélu administrateur.

Compagnie centrale d'Energie électrique. — Les comptes de l'exercice 1923, soumis à l'assemblée ordinaire du 6 mai 1924, font ressortir un bénéfice net de 2 050 541 fr, contre 1 677 141 fr pour l'exercice 1922.

Le dividende proposé est de 7 pour 100, soit 35 fr, égal au précédent.

Le bilan se présente de la façon suivante :

A l'actif : immobilisations, 62 847 232 fr; approvisionnements, 3 085 348 fr; portefeuille, 5 508 000 fr; avances sur combustibles, 254 150 fr; débiteurs divers, 3 951 081 fr; espèces en caisse, 3 145 107 fr; poste de guerre, 522 983 fr;

Au passif : créditeurs divers, 4 782 500 fr; coupons à payer, 148 637 fr; banquiers, créditeurs, 3 589 520 fr.

Société savoisienne d'Electricité. — L'assemblée ordinaire, tenue le 31 mars, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 30 juin 1923 se soldant par un déficit de 169 333 fr résultant des charges de la période de mise en route de l'exploitation.

Malgré le résultat négatif de l'exercice, les actions privilégiées touchent l'intérêt de 6 pour 100 prévu par les statuts.

Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille. — Une assemblée extraordinaire de cette société, au capital de 31 500 000 fr, tenue hier, au siège, 20, rue de l'Arcade, à Paris, a décidé la suppression de l'amortissement des actions par voie de tirage au sort et autorisé le Conseil à émettre pour 7 millions de francs de bons.

Compagnie du Bourbonnais. — Cette société a tenu, le 27 mars 1924, son assemblée ordinaire. Le bilan pour l'exercice 1923, qui a été approuvé par les actionnaires, est le suivant :

Actif : immobilisations gaz, 25 865 872,92 fr; immobilisations électricité, 28 058 007,13 fr; agrandissements et mobilier du siège social, 1 fr; valeurs en portefeuille, 4 359 666,93 fr; caisses, banques et débiteurs, siège social, 2 631 487,50 fr; fonds de roulement des usines, 8 802 161,68 fr;

Passif : capital social, 17 500 000 fr; emprunt par obligations, 17 129 000 fr; réserves et amortissements, 28 millions 689 511,78 fr; créanciers du siège social, 1 242 173,43 fr; profits et pertes courants généraux, 5 156 513,45 fr. Le bilan se totalise par 69 717 197,16 fr.

Le dividende a été fixé à 18 fr par action, payable depuis le 1er avril.

Société hydroélectrique des Dranses. — Les comptes de l'exercice 1923 qui seront soumis à la prochaine assemblée ordinaire font ressortir un bénéfice net de 190 953 fr.

Le conseil proposera la distribution d'un dividende de 6 pour 100.

SOCIÉTÉ GRENOBLOISE DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES. — L'assemblée ordinaire du 27 mars 1924 a fixé le dividende pour l'exercice 1923 à 30 fr pour les actions de capital et à 10 fr pour les actions de jouissance.

BREVETS RÉCENTS

570 001. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux systèmes de commande de moteurs électriques, 22 août 1923.

570 016. — CASANOVA (J.-C.); Perfectionnements aux isolateurs pour lignes électriques aériennes, 22 août 1923.

570 021. — BOUCOS (A.), et la SOCIÉTÉ CONTINENTALE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET AUTRES APPAREILS; Dispositif permettant de réaliser le paiement préalable dans les compteurs électriques et autres compteurs, 22 août 1923.

570 028. — Firme dite : Dr. W. SCHAUFFELBERGER ET Cie; Dispositif de sécurité empêchant le surchauffage de chauffoirs actionnés électriquement, 23 août 1923.

570 031. — NARF (G.); Borne de jonction pour fil électrique, 23 août 1923.

570 052. — LAUKES (B.-C.-B.), Accumulateur électrique, 23 août 1923.

570 055 — Raison sociale : EVR NOIZET ET Cie; Coupleur centrifuge pour le démarrage des moteurs alternatifs asynchrones, 24 août 1923.

570 062. — BOUTON (F.); Perfectionnements aux dispositifs d'allumage pour moteurs à combustion interne, 24 août 1923.

570 063. — MAUBANS (G.); Casque porte-écouteurs, 24 août 1923.

570 064. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif d'allumage pour la soudure à l'arc électrique, 24 août 1923.

570 075. — FRIEMANN (I.); Sécheur d'encre électrique, 24 août 1923.

570 080. — SOCIÉTÉ G. GMUR ET Cie; Procédé et appareil pour l'observation et la représentation de la distribution dans le temps de courants de tension électrique et de champ magnétique en coordonnées linéaires, 24 août 1923.

570 083. — LORRY (H.); Écouteur réglable, 24 août 1923.

570 101. — LATOUR (M.); Mode d'attaque des lignes de transmission dans le système de téléphonie à haute fréquence, 4 novembre 1922.

570 107. — Société dite : LES ÉTABLISSEMENTS ÉDOUARD BELIN; Récepteurs optiques et perfectionnements aux machines télétypes ou tachy-télégraphes, 4 novembre 1922.

570 112. — SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES; Perfectionnement apporté aux installations électriques comportant une batterie d'accumulateurs associée à une dynamo, 7 novembre 1922.

570 113. — JOHNSON (G.-L.); Projecteur de lumière électrique, 7 novembre 1923.

507 115. — SOCIÉTÉ SCHNEIDER ET Cie; Appareils électriques servant à la transmission des ondes à distance, 7 novembre 1922.

570 017. — LANHOVRY (G.); Membrane vibrante pour appareils téléphoniques, 7 novembre 1922.

570 126. — AGUDO (J.-M.); Générateur hydroélectrique flottant, commandé depuis le rivage et y transmettant l'énergie électrique produite, 9 novembre 1922.

570 132. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC AND MFG Cy; Perfectionnements aux parafoudres à disques, 24 août 1923.

570 133. — SOCIÉTÉ RADIA, SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTIONS D'APPAREILS RADIOÉLECTRIQUES; Perfectionnements aux haut-parleurs téléphoniques, 25 août 1923.

570 134. — SOCIÉTÉ RADIA, SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTIONS D'APPAREILS RADIOÉLECTRIQUES; Perfectionnements aux haut-parleurs téléphoniques, 25 août 1923.

570 141. — FAIRHURST (E.), HOARE (C.-B.); Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion interne, 25 août 1923.

570 145. — SOCIÉTÉ SIGNAL G. m. b. H.; Téléphone à condensateur, 25 août 1923.

570 146. — Société dite : CHAMBERLAIN ET HOOKHAM LTD; Perfectionnements apportés aux compteurs d'électricité, 25 août 1923.

570 152. — LANZA (E.); Perfectionnements aux dispositifs de sûreté pour circuits et appareils électriques, 25 août 1923.

570 164. — DEBRIENNE (P.); Lampe pour la visite des fours de boulangeries, 27 août 1923.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	12 avril	5 avril	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 %, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..			710	650	350
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen........	540.50	561	598	338	178
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen........	540.50	561	598	338	178
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen........	534.50	555	592,75	334	178
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris........	1 899	2 122	1 642	769	459
Etain Billiton, liv. Havre........					
Etain Détroits, liv. Havre........	1 907	2 122	1 634	774	447
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris........	1 895	2 103	1 581	751	437
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	263	285	214.50	122,50	53,25
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris........	268	290	219.50	131.50	53,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris........	255	273.50	265	143.50	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris........	284	302	284	164	59.50

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 5 avril 1924	PRIX samedi 12 avril 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	12 5 8d	12 1 [illegible]d	— 1 8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	6[illegible] fr	659 fr	+ 35
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	555	534,50	— 20,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	695	674	— 21
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	978	932	— 46
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 835	6 815	— 20
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle, blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle, noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	2 172	1 975	— 197
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-420	400-430	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	510	510	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	285	282	— 3
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	185	185	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	160	160	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75, 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 × 75, 10/100	le mètre linéaire	2,95	2,95	
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	302,75	269	— 33,75
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	1 kg	290	285	— 5
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	370	370	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	294,25	278	— 16,25

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le centre radioélectrique de Saïgon. — Le 17 janvier 1924 a eu lieu l'inauguration du centre radioélectrique de Saïgon qui assurera désormais les communications radiotélégraphiques directes entre l'Indochine et la France.

La presse métropolitaine a relaté la réception qui a eu lieu à cette occasion, dans les salons de l'Agence économique et au cours de laquelle M. Albert Sarraut, ministre des Colonies, a pu adresser à M. le gouverneur général Merlin un message de 180 mots et recevoir une réponse de 220 mots, la transmission dans les deux sens n'ayant nécessité au total que trente-cinq minutes. Cet échange de télégrammes a fait ressortir l'importance politique, militaire et économique du nouveau poste qui contribuera puissamment à l'expansion de l'influence française en Extrême-Orient.

La presse indochinoise a consacré, de son côté, de longs articles à la réunion qui a eu lieu, le même jour, au Bureau central radioélectrique de Saïgon, sous la présidence du gouverneur de la Cochinchine et donne le texte des deux discours prononcés l'un par le délégué de la Compagnie générale de Télégraphie sans fil, l'autre par le directeur de l'exploitation.

L'idée première du projet revient à M. Albert Sarraut qui, dès 1912, alors qu'il était gouverneur général de l'Indochine, prit les mesures nécessaires à sa réalisation. Le matériel, un poste à étincelles de 150 kw, allait être expédié à Saïgon, lorsque survint la guerre de 1914; l'autorité militaire procéda immédiatement à sa réquisition et l'installa près de Lyon, où il rendit, pendant les hostilités, de précieux services.

En 1919, M. Albert Sarraut, devenu ministre des Colonies, reprit l'exécution de son plan si tragiquement interrompu, mais les circonstances avaient changé; la technique, au cours des quatre années de guerre, s'était entièrement transformée; les appareils d'émission, devenus plus puissants et plus coûteux, les appareils de réception plus délicats et plus complets nécessitaient pour leur mise en œuvre des techniciens de jour en jour plus avertis. C'est ce qui amena M. Sarraut à faire appel à l'industrie privée et à confier, d'accord avec le regretté gouverneur général Maurice Long, à la Compagnie générale de Télégraphie sans fil, la fourniture, le montage et l'équipement complet et moderne du Centre radioélectrique de Saïgon.

Une première étape dans l'établissement des communications par télégraphie sans fil entre la France et l'Indochine fut réalisée le 7 août 1922, par l'ouverture du service unilatéral Bordeaux-Saïgon; une seconde et dernière étape vient d'être franchie par l'ouverture du service bilatéral, qui donne aux liaisons une sécurité nouvelle, augmente leur rendement et abaisse les tarifs jusqu'ici en vigueur.

La grande station transcontinentale de Saïgon est le premier maillon de la chaîne qui constituera le réseau intercolonial radiotélégraphique français.

Elle est d'ailleurs la plus puissante et la plus importante des stations coloniales prévues jusqu'à présent. Sa mise en service devance celle des stations de Tananarive, Brazzaville et Bamako, qui seront toutefois en fonctionnement à bref délai.

Son organisation est en tous points analogue à celle du centre radioélectrique de Paris (Sainte-Assise). Elle comprend trois organes distincts : la station d'émission de Phu-Tho; le groupe des postes récepteurs actuellement placés à Saïgon même; le bureau central radioélectrique qui commande et coordonne les deux premiers.

La station d'émission de Phu-Tho comporte une antenne occupant un terrain de 1 500 m de long sur 500 m de large, composée de 20 fils parallèles de 1 500 m de longueur supportés par huit pylônes métalliques de 250 m de hauteur. Le contre-poids est constitué par plus de 90 km de fils et bandes de cuivre enfouis dans le sol à faible profondeur. Quant aux machines génératrices, elles consistent en trois alternateurs à haute fréquence, l'un de 200 kw, les deux autres de 500 kw. Le cadre des postes récepteurs a 4 m de largeur. Enfin l'outillage du bureau central est étudié spécialement en vue de rendre très rapides les opérations d'expédition ou de réception des messages, grâce à l'emploi de transmetteurs et d'enregistreurs automatiques qui permettent de réaliser des débits considérables.

La voie radiotélégraphique dans le sens Indochine-France est ouverte au public depuis le 18 janvier dernier. Sont acceptés les télégrammes privés, les télégrammes de presse et les radiolettres.

La taxe des télégrammes privés est fixée à 2,80 francs-or par mot; celle des télégrammes de presse à 1,40 franc-or par mot. La taxe des radiolettres est fixée à 1,40 franc-or par mot, plus la taxe postale intérieure de 4 centièmes de piastre ou une taxe télégraphique intérieure 2 centièmes de piastre par mot, sui-

vant le mode d'acheminement jusqu'à Saïgon choisi par l'expéditeur.

La perception de ces taxes se fait avec l'application de l'équivalent mensuel du franc-or.

INFORMATIONS

Industrie électrique — Projet pour l'établissement d'un réseau de distribution d'énergie électrique dans le département du Nord. — Il a été projeté d'électrifier, dans la région d'Avesnes, les 24 communes suivantes : Dompierre, Saint-Hilaire, Saint-Rémy, Monceau-Saint-Vaast, Leval, Taisnières, Noyelles, Marbaix, Sassegnies, Maroilles, Prisches, Beaurepaire, Grand Fayt, Petit Fayt, Cartignies, Boulogne, Etrœungt, Rainsars, Flaumont Waudrechies, Semousies, Douriers, Floursies, Saint-Aubin.

On prévoit, comme travaux, la construction d'un poste de coupure et comptage qui serait situé au lieu dit « La Lobrette », sur le territoire de Dompierre; la construction d'une ligne à haute tension, 15000 v (ou 5000 v) sur poteaux en bois (supportant en même temps, lorsque ce sera possible, les lignes à basse tension) dont la longueur, y compris la ligne en projet allant de Rainsars à Cartignies et les lignes desservant les postes secondaires des communes, est évaluée à 70 km; le montage de 36 postes de transformation à 15000 v (ou 5000) 380 v du type en cabine ou sur pylône suivant la puissance; la construction d'un réseau à basse tension sur poteaux en bois ou consoles, 4 fils, éclairage communal dans les bourgs d'une longueur totale prévue, 112 km.

La puissance totale des postes sera d'environ 800 kv A. Le montant des dépenses est évalué à environ 4 500 000 fr.

Pour renseignements et consultation des dossiers, s'adresser à l'ingénieur du Génie rural, 99, rue d'Esquermes, à Lille.

Décret autorisant les travaux à entreprendre dans le département des Basses-Pyrénées en vue de l'aménagement d'une chute obtenue au moyen du barrage des usines d'Orthez. — Le « Journal officiel » du 13 mars 1924, publie page 2457-2454 le décret en date du 3 mars 1924, approuvant la Convention en date du 17 août 1923 passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et MM. Pouganne et Lamieussens, administrateurs délégués de la Société des usines d'Orthez (Basses-Pyrénées), d'autre part, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour l'aménagement et l'exploitation d'un barrage et d'un canal d'amenée existants ainsi que l'établissement et l'exploitation d'une usine génératrice destinée à l'utilisation de la chute de 4,80 m environ, en eaux moyennes, existant sur le Gave de Pau, entre le barrage de la Société anonyme des Usines d'Orthez, situé à Orthez, au droit de la gare de la ligne de Toulouse à Bayonne (Compagnie du Chemin de fer du Midi) et le Pont-Neuf-d'Orthez, commune d'Orthez, département des Basses-Pyrénées.

La puissance maximum brute de la chute concédée sur la rive droite est évaluée à 2 450 kw, sur lesquels 2 120 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond, compte tenu du rendement normal des appareils d'utilisation, à une puissance disponible de 1 512 kw, dont 1 289 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

La puissance normale brute est évaluée à 2 260 kw, sur lesquels 1 930 kw représentent la puissance supplémentaire procurée par les travaux nouveaux, ce qui correspond de même à une puissance normale disponible de 1 394 kw, dont 1 171 kw correspondent à l'augmentation de puissance.

L'entreprise a pour objet principal la fourniture d'énergie électrique soit à des usines existantes ou à créer dans le département des Basses-Pyrénées, appartenant à la société concessionnaire, soit à des services publics, sociétés ou particuliers, l'utilisant dans le département des Basses-Pyrénées ou en dehors de ce département.

Le barrage de retenue qui a fait l'objet d'une vente de biens nationaux est maintenu sur son emplacement actuel.

Le niveau normal de la retenue est fixé à la cote 54,17 m, niveau géographique français, c'est-à-dire à 50 cm au dessus de l'ancien niveau légal.

Le débit maximum emprunté sera de 48 m³ : p s dont 41 m³ : s correspondent à l'augmentation de puissance.

Les eaux seront restituées immédiatement au-dessous de l'usine, située elle-même à 120 m environ en amont du pont d'Orthez.

Le barrage fixe en maçonnerie de moëllons ordinaires établi sensiblement normalement au cours du Gave, comporte un seuil de déversement de 35 m environ de longueur, surmonté de hausses mobiles, avec passerelle d'accès s'il y a lieu.

Il est complété sur la rive droite par un long déversoir de 140 m environ de longueur, sensiblement parallèle au fil de l'eau, qui présente lui-même un seuil de 35 m environ spécialement aménagé pour le déversement et muni également de hausses mobiles.

La prise d'eau sera établie sur la rive droite; elle comprendra un avant-canal de 130 m environ de longueur et d'une largeur variant entre 12 et 35 m environ formant chambre de décantation, communiquant librement avec le cours d'eau; deux vannes de chasse des galets situées à l'extrémité aval de la chambre de décantation et des vannages de prise d'eau au nombre de trois, avec grille à barreaux fixes. Le canal d'amenée à l'usine aura une longueur approximative de 175 m et une section variant de 19,80 m² à 40,6 m², il sera revêtu par un enduit de mortier de ciment. Il comportera lui-même une vanne de chasse des galets en un point bas, situé au milieu de son parcours, et une autre vanne de chasse située immédiatement en amont des grilles précédant les chambres des turbines.

Ce canal passe sous les bâtiments d'exploitation dénommés « la Minoterie » et « l'Ancien moulin à tan », qui ne font pas partie de la concession.

L'usine aura 18 m de longueur sur 12,80 m de largeur, son plancher sera arasé à la côte 61 m.

L'équipement de l'usine comprendra 2 turbines à axe vertical d'une puissance de 840 kw chacune.

Des vannes permettront l'adduction de l'eau dans les chambres des turbines.

Le canal de fuite débouchera dans le Gave immédiatement à l'aval de l'usine.

Combustibles. La production charbonnière de la Belgique en 1923. — Au cours de l'année 1923, la production charbonnière de la Belgique a été de 22916070 t de houille, 4256700 t de coke et 1931050 t d'agglomérés contre 21 208 500, 28 9884 et 2497350 t respectivement en 1922. Ainsi, réalisant des progrès considérables sur l'année précédente, la production de houille a retrouvé son niveau d'avant-guerre (22841520 t extraites en 1913), en même temps que celle de coke dépassait de 734000 t le résultat de 1913 (3524000 t); celle d'agglomérés, en revanche, par suite des hauts prix des brais anglais, est passée de 220620 à 148930 t de janvier à décembre et apparaît de 675000 t inférieure au chiffre de 1913 (2606340 t).

L'activité industrielle qui a régné toute l'année sur le

marché belge a maintenu les stocks très bas; ceux-ci ont presque constamment diminué, sauf au mois de mai, où ils se sont accrus à cause d'une grève des cheminots, et pendant le quatrième trimestre qui a vu se développer fortement la production. Au 31 décembre 1922, les stocks se chiffraient à 265 170 t et à 935 890 t au 31 décembre 1923.

Le nombre d'ouvriers employés dans les houillères a beaucoup augmenté durant l'année : il est passé de 151 908 (fond et surface) en janvier, à 175 910 en décembre 1923 et de 22 411 à 24 036, en ce qui concerne les ouvriers à veine seuls. Parallèlement, la production moyenne par coupe (fond et surface) marque un sérieux progrès avec 179 kg par homme et par jour en 1923, contre 161 l'année précédente.

Le commerce extérieur des charbons s'établit ainsi qu'il suit pour l'année écoulée. Nous donnons en regard les résultats relatifs à 1922, mais sans faire à l'importation de comparaison entre les deux années, car les statistiques de 1923 s'appliquent dans leur ensemble à la Belgique et au Luxembourg réunis, tandis que celles de 1922 ne tiennent compte du Luxembourg qu'à partir du mois de mai.

	1923		1922	
	Importations tonnes	Exportations tonnes	Importations tonnes	Exportations tonnes
Houille	7 800 034	2 486 915	5 915 753	3 175 658
Coke	1 081 154	612 975	1 718 035	889 870
Agglomérés ..	115 913	476 989	51 798	451 838

Le Luxembourg ne produisant pas de houille, nous pouvons comparer, à l'exportation, les sorties de 1923 à celles de 1922 : on voit que les envois d'agglomérés se sont légèrement développés, mais que ceux de houille et de coke, par contre, ont enregistré des régressions considérables sous l'influence du régime des licences institué le 20 août dernier ; ce régime a été supprimé en fait le 1er décembre. Bien que la constitution de l'Union douanière belgo-luxembourgeoise ait été opérée le 1er mai 1922 seulement, l'année 1923 se solde par un fort déficit des entrées de coke, résultant de la cessation des livraisons allemandes.

Commerce. — FACILITÉS OFFERTES AUX INDUSTRIELS ET COMMERÇANTS FRANÇAIS SÉJOURNANT AUX ETATS-UNIS. — L'Office national du Commerce extérieur nous communique l'information suivante :

Notre attaché commercial à New York vient d'aménager un bureau qu'il met gratuitement à la disposition des industriels et commerçants français se rendant aux Etats-Unis pour affaires.

A ce bureau est rattachée une secrétaire sténodactylographe qui pourra écrire en anglais les lettres dictées en français, et traduire en français les réponses reçues.

Il est préférable que les industriels et commerçants utilisant ce bureau emportent avec eux leur propre papier à lettres avec en-tête, dont ils se serviront pour éviter toute confusion.

L'adresse télégraphique « Franceusa New-York » de l'attaché commercial est également à leur disposition. Au cas où les usagers du bureau verraient un inconvénient à ce que leurs télégrammes fussent ouverts par l'attaché, ils auraient à faire précéder le mot « Franceusa » de leur nom, par exemple : Dupont Franceusa New-York.

Enfin, un téléphone est installé, reliant le bureau avec la ville. Le numéro est : Madison Square 1929.

Avant donc de quitter la France, nos compatriotes pourront prier leurs correspondants américains de prendre rendez-vous avec eux par téléphone à la date qu'ils leur indiqueront.

Au cas où les demandes d'utilisation de ce bureau seraient trop nombreuses et provoqueraient un surcroît de travail appréciable pour le service dactylographique, l'attaché commercial se réserve de faire payer aux intéressés une modeste redevance pour rétribuer une employée supplémentaire.

Les bureaux de l'attaché commercial sont ouverts tous les jours sans interruption de 8 h 30 à 18 heures, sauf le samedi où ils ferment à 13 h 30.

Economie industrielle et sociale. — LOI CONCERNANT L'IMPÔT SUR LE CHIFFRE D'AFFAIRES. — Cette loi, en date du 16 avril 1924 et portant le titre « Loi modifiant le régime fiscal applicable au petit commerce et à la petite industrie », a été publiée au « Journal officiel » du 17 avril, p. 3551-3552. Elle admet au régime forfaitaire « les contribuables dont le chiffre d'affaires annuel ne dépasse pas 200 000 fr. s'il s'agit de redevables dont le commerce principal est de vendre des marchandises, denrées, fournitures et objets à emporter ou à consommer sur place, ou de fournir le logement, et 40 000 fr. s'il s'agit d'autres redevables ; il est fixé un coefficient unique pour chaque nature de profession ou chaque catégorie déterminée conformément à l'alinéa premier de l'article 7 de la loi du 31 juillet 1917. »

Signalons que le texte de cette loi est tiré en fascicule spécial, vendu 0,15 fr aux bureaux du « Journal officiel », 31, quai Voltaire.

DÉCRET RELATIF AUX MAJORATIONS DES DROITS DE TIMBRE. — Ce décret, pris en conformité de la loi du 24 mars 1924 relative à la perception du double décime, daté du 15 avril 1924, a été inséré au « Journal officiel » du 17 avril, p. 3566-3567. Il comprend trente articles dont le contenu ne peut guère être résumé. Nous ne faisons dès lors que le signaler aux intéressés qui pourront d'ailleurs s'en procurer le texte dans un fascicule séparé vendu 0,15 fr aux bureaux du « Journal officiel ».

LA VALEUR DES SALAIRES EN ALLEMAGNE EN JANVIER 1924. — Les statistiques publiées par le Reich indiquent que le taux nominal horaire des salaires a légèrement baissé de décembre 1923 à janvier 1924. Toutefois, comme la durée du travail a augmenté dans de nombreuses industries, le salaire journalier ou hebdomadaire a néanmoins augmenté. D'après les tarif en vigueur dans les principaux centres industriels, les salaires hebdomadaires, allocations familiales comprises, étaient en moyenne, en janvier, de 25,76 marks-or pour les ouvriers qualifiés et de 21,39 marks-or pour les ouvriers non qualifiés, alors qu'en décembre ils n'étaient respectivement que de 24,53 et 20,66 marks-or.

Si l'on compare le pouvoir d'achat des salaires actuels à celui des salaires de 1914 en tenant compte des variations du coût de la vie, on trouve que le rapport de ces pouvoirs d'achat étaient, en janvier, de 0,736 pour les ouvriers qualifiés et de 0,88 pour les ouvriers non qualifiés ; en décembre ce rapport était de 0,701 pour les premiers ouvriers et 0,85 pour les seconds. La main-d'œuvre non qualifiée continue donc donc à être relativement mieux payée que la main-d'œuvre qualifiée.

Expositions. Congrès. — CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ENERGIE. — Aux renseignements sur la Conférence mondiale de l'Energie publiés dans notre numéro du 12 avril 1924, t. xv, p. 116 B, d'après les documents qui nous avaient été envoyés de Londres, il convient d'ajouter les suivants qui nous sont adressés par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Sur la demande de l'Executive Committee de Londres,

l'Union des Syndicats de l'Électricité a été chargée de l'organisation de la participation de la France aux travaux de la Conférence mondiale de l'Énergie. A cet effet, il a été institué un Comité français qui comprend, outre les délégués officiels des administrations publiques cités dans notre dernière note, des représentants des groupements industriels intéressés aux questions traitées. Ce Comité est constitué comme il suit :

Président : M. Legouez, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Vice-présidents : MM. Guillaume, conseiller d'État, directeur des Mines au Ministère des Travaux publics ;

Arbelot, directeur des Forces hydrauliques et des Distributions d'Énergie électrique au Ministère des Travaux publics.

Secrétaire général : M. Tribot Laspière, secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Membres : MM. Pineau, directeur des Essences et Pétroles ;

De La Brosse, inspecteur général des Ponts et Chaussées ;

Bes de Berc, inspecteur général des Mines ;

Domergue, inspecteur général des Ponts et Chaussées ;

Dumanois, ingénieur en chef du Génie maritime, chef des Services techniques de la Direction des Essences et Pétroles ;

Genissieu, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ingénieur en chef du Service central des Forces hydrauliques et des Distributions d'Énergie électrique ;

Brunschweig, ingénieur au Corps des Mines ;

Lautier, chef de bureau à la Direction des Essences et Pétroles ;

Marlio, président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ;

Tochon, secrétaire de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ;

Darcy, président du Comité des Houillères de France ;

De Peyerimhoff, délégué général du Comité des Houillères de France ;

Pinot, vice-président du Comité des Forges de France ;

Desportes de la Fosse, secrétaire général du Comité des Forges de France ;

Baux, président de l'Union des Syndicats de Produits chimiques ;

Gounod, secrétaire général de l'Union des Syndicats de Produits chimiques ;

Perouse, président du Comité central des Armateurs de France ;

Rousiers, secrétaire général du Comité central des Armateurs de France.

Pour tous renseignements et inscriptions, s'adresser à M. Tribot-Laspière, 25, boulevard Malesherbes, Paris VIIIe.

Exposition nationale de la cuisine, du chauffage et du confort au foyer par l'électricité. — Une exposition, consacrée au chauffage et à la cuisson par l'électricité, va avoir lieu à Sélestat, en Alsace, du 26 avril au 11 mai 1924.

Cette exposition est divisée en quatre groupes :

1er groupe : Appareils destinés à la cuisson, tels que réchauds, fours, etc. Appareils de chauffe-eau par accumulation, régulateurs de température, compteurs spéciaux, etc.

2e groupe : Appareils destinés au chauffage des appartements et des salles de réunion (églises, théâtres, etc.) : radiateurs, poêles d'accumulation, chaudières électriques.

3e groupe : Tous les petits appareils utilisés dans une maison et facilitant le travail ménager.

4e groupe : La batterie de cuisine appropriée.

L'organisation de cette exposition est faite par un comité présidé par le maire de la ville de Sélestat et dont le délégué est le directeur de la Division des Forces électriques alsaciennes de la Société alsacienne et lorraine d'Électricité (S. A. L. E. C.).

Depuis plus d'un an, le Secteur des Forces électriques alsaciennes a, en effet, développé d'une façon considérable dans la ville de Sélestat tous les appareils de chauffage électrique, la ville de Sélestat ne possédant pas de distribution de gaz. C'est ainsi qu'une centaine de réchauds à deux plaques, de nombreux potagers avec fours, beaucoup de chauffe-eau par accumulation ont été installés et fonctionnent à la satisfaction de tous.

Cette exposition est destinée à développer encore plus l'utilisation de tous ces appareils, en montrant les perfectionnements qui leur ont été apportés ces dernières années, en particulier au point de vue de la diminution de la consommation d'énergie électrique et de la facilité d'emploi permettant de mettre ces appareils entre les mains de tout le monde.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Sattler, délégué du Comité directeur de l'Exposition à Sélestat (Bas-Rhin).

Récompenses. — Distribution du prix Jean Barès. — Rappelons que M. Jean Barès a institué, en faveur de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, une rente annuelle de 13 000 fr destinée à être répartie chaque année entre quatre inventeurs français pères d'au moins trois enfants.

Dans sa dernière séance, la conférence des présidents des Comités Techniques et des chefs de service de l'Office, réunie sous la présidence du directeur, M. J.-L. Breton, membre de l'Institut, a désigné les quatre lauréats des prix Barès pour l'année 1923.

Le premier prix (10 000 fr) a été attribué à M. Joly, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, auteur de toute une série de travaux remarquables, créateur de nombreux appareils de mesure qui rendent à la science et à l'industrie les services les plus précieux. Il convient de signaler tout particulièrement ses appareils type électrodynamomètre fonctionnant sur shunts, qui sont actuellement en usage dans de nombreux laboratoires. Pendant la guerre, M. Joly s'est occupé de l'étude de divers matériels de télémétrie et de repérage par le son. On lui doit également un chronomètre pour la mesure des vitesses initiales adopté par les services de l'armée, à la fin de la guerre.

Ajoutons que M. Joly, étant père de dix enfants, remplit, et au-delà, les conditions de famille imposées par le donateur.

C'est également à un père de dix enfants, M. Gourdon, qu'a été décerné le second prix (2 500 fr). Les inventions de M. Gourdon ont trait à de nouvelles applications de l'électro-aimant que l'inventeur a notamment utilisé pour les sonneries de cloches. Il a également conçu un appareil — l'électro-tisseur — qui, apportant aux métiers à tisser une simplification très heureuse, rendra sans doute des services considérables à l'industrie française.

M. Berger, professeur à l'Institut de jeunes Aveugles, aveugle lui-même, père de trois enfants, a obtenu le troisième prix (1 500 fr) pour sa machine à écrire le Braille, la première de ce genre construite en France. Le caractère de l'invention, sa réalisation remarquable, la sympathie qui entoure ceux dans l'intérêt de qui elle a été conçue, justifient amplement la récompense accordée à M. Berger.

Enfin, le quatrième prix (1 000 fr) a été attribué à M. Gautreau, père de sept enfants, créateur d'une série d'ap-

pareils ménagers, révélant l'esprit le plus ingénieux, et créateur d'une machine à agrafer le fil de fer susceptible de simplifier et de rendre moins coûteuse la construction des ustensiles de ménage.

Ajoutons que les inventeurs désireux de poser leur candidature aux prix Barès doivent adresser leurs dossiers à l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et Inventions, 1, avenue Galliéni, à Bellevue (Seine-et-Oise).

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — MANUFACTURE D'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE DE PUY-L'ÉVÊQUE (ANCIENS ÉTABLISSEMENTS P. AGUZOU DE CAHORS). — Sous cette dénomination, une société anonyme est actuellement en formation pour la fabrication de tout appareillage électrique et mécanique, ainsi que celle de la porcelaine nécessaire à cette fabrication. Le siège est à Puy-l'Évêque (Lot). Le capital est de 650 000 fr en actions de 500 fr, dont 180 attribuées en rémunération d'apports au fondateur M. Pierre Aguzou, industriel, rue du Président-Wilson, à Cahors (Lot).

Augmentations de capital. — EXPLOITATIONS ÉLECTRIQUES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 avril 1924, p. 284, cette société, dont le siège social est à Paris, 19, rue Louis-le-Grand, va procéder à une augmentation de capital de 7 millions de francs à réaliser au moyen de l'émission de 28 000 actions nouvelles de numéraire de 250 fr chacune à libérer entièrement lors de la souscription, suivant décision du Conseil d'administration du 6 février 1924 et approbation de l'assemblée générale extraordinaire du 19 mars 1924.

EST-ÉLECTRIQUE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 avril 1924, p. 261, cette société, dont le siège social est à Paris, 94, rue Saint-Lazare, va procéder à l'émission de 36 000 actions de priorité nouvelles jouissant des mêmes droits et avantages que les actions de priorité déjà existantes.

Ces 36 000 actions sont émises au taux de 275 fr, dont 250 fr représentent le capital nominal et 25 fr une prime destinée à égaliser la jouissance avec les actions de priorité anciennes à compter du commencement de l'exercice en cours ; elles seront libérées du quart du montant nominal et de la totalité de la prime à la souscription.

SOCIÉTÉ DE DISTRIBUTION DE GAZ ET D'ÉLECTRICITÉ DE SAINT-ANDRÉ ET EXTENSIONS (DAMOY ET Cie). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 avril 1924, p. 271, cette société, dont le siège social est à Saint-André (Eure), va procéder à la création de 400 actions nouvelles de 500 fr, dont 50 actions en représentation d'apports en nature et 350 actions émises au pair, et payables un quart en souscrivant, et le surplus suivant les besoins de la société, sur appel du gérant, après avis du conseil de surveillance.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE BELMONT (LOIRE). — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 7 avril 1924, p. 262, cette société, dont le siège social est à Belmont (Loire), va procéder à la création de 550 actions de 500 fr chacune.

Divers. — BANQUE NATIONALE DE CRÉDIT. — L'assemblée générale ordinaire des actionnaires s'est tenue le 11 avril 1924, sous la présidence de M. René Boudon.

Le rapport du Conseil fait ressortir l'importance de l'opération réalisée depuis le 1er octobre dernier et relative à l'unification des titres de la Banque qui dispose ainsi d'un capital entièrement versé de 250 millions de francs.

Les chiffres du bilan témoignent de l'activité générale de tous les services. Bien que le capital social ne figure plus sur le bilan que pour 250 millions de francs, ce dernier se totalise cependant en augmentation nouvelle par 3 238 551 206 fr au 31 décembre 1923, au lieu de 3 182 747 453.86 fr au 31 décembre 1922.

Le développement du réseau de succursales et agences s'est poursuivi dans le cours de l'année écoulée et de nouveaux sièges ont été ouverts en province à Bernay, Castelnaudary, Gien, Le Puy, Nevers, Nogent-le-Rotrou, Pithiviers et Rambervillers.

Les comptes courants et de dépôts sont en vive progression ; ils s'élevaient au 31 décembre dernier à 2 705 271 573,91 fr, en augmentation de plus de 265 millions de francs sur ceux de l'an dernier.

Les bénéfices nets de l'exercice 1923 s'élèvent à 31 millions 223 931,62 fr.

A la date du 1er octobre dernier, la Banque nationale de Crédit a mis en paiement les acomptes de 22,50 fr aux actions anciennes entièrement libérées, et de 5,625 fr aux actions anciennes libérées d'un quart.

Aujourd'hui, les actions nouvelles étant toutes libérées, il revient à chacune d'elles le même solde de dividende, soit 20 fr, et les parts de fondateur recevront le maximum de 11 fr prévu par les statuts.

Ces diverses sommes sont mises immédiatement en paiement aux caisses de la Banque, sous déduction des impôts, à raison de :

17,60 fr pour les actions nominatives ;
16,20 fr pour les actions au porteur ;
9,68 fr pour les parts de fondateur nominatives ;
8,88 pour les parts de fondateur au porteur.

Avant de passer au vote des résolutions, le président a donné, dans une allocution chaleureusement applaudie, des précisions sur la situation générale et la progression des affaires de la Banque nationale de Crédit.

MM. Paul Leroy, Pierre Richemond et André Vincent, administrateurs sortants, ont été réélus pour une durée de six années.

MM. Henry Lederlin, Edmond Odier et Jules Siegfried ont été nommés commissaires des comptes.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE EN FRANCE. — Dans son rapport du 10 avril 1924, aux actionnaires, le Conseil d'Administration de la Société générale constate le développement de l'activité commerciale et industrielle au cours de l'année 1923, et le redressement progressif de la situation du pays, lequel travaille, produit, exporte et voit sa balance commerciale s'améliorer constamment ; il signale l'effort accompli pour la restauration des provinces dévastées, qui contribuent déjà largement à la renaissance économique de la France et au rendement des impôts ; cette œuvre de reconstruction intensive en voie d'achèvement, a grevé de lourdes charges le trésor public et lui imposera une politique de rigoureuse économie et d'assainissement financier.

La Société générale a prêté au commerce et à l'industrie les concours élargis rendus nécessaires par le développement des affaires ; les opérations d'escompte se présentent en augmentation importante.

Le département « étranger » s'est efforcé de procurer au commerce toutes les facilités légitimes en matière de change et les services rendus dans ce domaine ont été particulièrement appréciés. Diverses améliorations ont été encore

apportées au siège central dans l'organisation des services en contact avec la clientèle.

La Société a également donné son large concours habituel aux opérations d'émission de l'État, des Régions dévastées, des grandes entreprises nationales et des sociétés locales et régionales.

Le produit net de l'exercice, après une évaluation prudente des divers postes de l'actif, s'élève à 28 482 402,55 fr sur lesquels le Conseil a proposé de payer un dividende brut de 25 fr par action, en augmentation de 2,50 fr sur le dividende de l'exercice précédent, répartition qui laissera un solde disponible de 5 828 111,20 fr, reporté à nouveau. Un acompte de 6,25 fr ayant été payé le 2 janvier, le solde de 15,875 fr nets sera mis en paiement le 1er juillet.

Le Conseil a proposé la réélection de MM. Guernaut, Dupuis et de Villèle, comme administrateurs, et le Comité de censure la nomination de M. Bartolomé, comme censeur.

Toutes les résolutions présentées par le Conseil ont été adoptées par l'assemblée.

Comptoir national d'Escompte de Paris. — L'assemblée générale, tenue, le 15 avril, sous la présidence de M. Paul Boyer, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, qui se soldent par un bénéfice net de 34 339 576,88 fr et a décidé la répartition d'un dividende de 55 fr par action et de 15,293 fr par part de fondateur. Après report à nouveau de 3 198 877,68 fr, le compte des actionnaires s'élève à 13 millions 279 074,04 fr.

M. Paul Boyer, administrateur, et M. Thirion, membre de la Commission de contrôle, ont été réélus.

L'assemblée générale a nommé commissaire des comptes M. Alexandre de Lavergne, en remplacement de M. G. Lambert, décédé, et renouvelé le mandat de MM. Dieterlen et Thirion.

Société biterroise de Force et Lumière. — L'assemblée ordinaire s'est tenue le 15 avril, sous la présidence de M. le baron Amédée Reille, président du Conseil d'administration. Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, laissant apparaître, après 1 034 000 fr d'amortissements divers, un bénéfice net de 319 568 fr.

L'assemblée a décidé la répartition à partir du 15 mai prochain, d'un dividende brut de 45 fr par action et de 133,33 fr par part. Ce dividende sera mis en paiement à raison de net : pour les actions, contre remise du coupon n° 15, 39,60 fr au nominatif, 36,70 fr au porteur; pour les parts contre remise du coupon n° 7, à raison de 116,23 fr.

Le Centre électrique. — L'assemblée tenue le 7 avril 1924 a approuvé les comptes de l'exercice 1923 et voté le maintien du dividende à 10 pour 100, malgré l'élévation des bénéfices nets de 917 804 fr à 1 408 592 fr dont la majeure partie a servi à doter les comptes d'amortissements.

Les recettes d'exploitation en 1923 ont atteint 3 884 705 fr en augmentation de 619 279 fr par rapport à 1922. Les recettes totales s'étant élevées à 3 885 447 fr et les dépenses à 1 875 742 fr, le bénéfice d'exploitation ressort à 2 millions 009 705 fr sur lequel les frais généraux ont absorbé 601 113 fr.

Le capital de 4 millions de francs et la dette obligataire qui avoisine 8 millions de francs sont représentés à l'actif par près de 12 millions de francs d'immobilisations. Or, d'après le rapport, l'actif net doit être estimé à quelque 30 millions de francs.

Les créditeurs divers portés pour 1 349 140,55 sont garantis par 1 020 793,12 fr d'espèces et 931 624,05 fr de débiteurs divers.

Au cours de l'exercice écoulé, la société a réglé à l'amiable la quasi-totalité de ses litiges relatif aux charges extra-contractuelles; de plus, ses concessions sont renouvelées pour une durée de quarante années.

Les travaux d'agrandissement des usines et réseaux de distribution ont été poursuivis. Les secteurs de Saint-Amand et de Vierzon ont été réorganisés : l'usine d'Argenton est en cours d'agrandissement et pourra produire vers la fin de 1924 une moyenne de 12 millions de kilowatts-heure.

Le nombre des abonnés est en progression constante, d'où accroissement des recettes : la plus-value de celles-ci en janvier et février s'établit par comparaison avec la période correspondante de 1923 à 170 000 fr.

Société havraise d'Énergie électrique. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 9 avril 1924, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923, se traduisant par un bénéfice net de 4 718 229 fr, non compris le reliquat bénéficiaire du précédent exercice, de 937 946 fr.

Sur la proposition du conseil, le dividende brut a été fixé à 37,50 fr par action de capital et 27,50 fr par action de jouissance. Le paiement de ce dividende aura lieu à partir du 1er juillet prochain, sous déduction des impôts, contre remise du coupon n° 30 pour les actions de capital, du coupon 28 pour les actions de jouissance. Le report à nouveau s'élève à 514 586 fr.

Dans son rapport, le Conseil enregistre avec satisfaction la grande extension des affaires sociales.

Le nombre d'abonnés pour les trois secteurs, qui était de 21 376 en 1922, est passé à 25 464 fin décembre 1923. La production d'énergie a passé de 43 558 360 kw-h en 1922 à 52 755 342 kw-h en 1923. La longueur totale des canalisations souterraines et aériennes est actuellement de 568 km contre 513 km en 1922.

Un nouveau groupe turbo-alternateur de 10 000 kv-a est actuellement en cours d'installation à l'usine du Havre. Sa mise en marche pourra s'effectuer à la fin de cette année. Deux nouvelles chaudières viennent d'être commandées et seront mises en service en 1924 et 1925.

L'amélioration de la surchauffe à l'usine de Yainville a donné d'excellents résultats. En résumé, les frais de premier établissement pour l'exercice 1923 ont porté sur plus de 2 600 000 fr.

Tramways électriques de Boulogne-sur-Mer. — Les actionnaires, réunis au siège administratif, à Paris, 50, rue de Lisbonne, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un solde créditeur de 136 708,10 fr. Le dividende a été fixé à 3 fr par action de capital, payable sous déduction des impôts. Une somme de 37 033,60 fr a été affectée au fonds d'amortissement et une somme de 14 721,30 fr aux amortissements en retard.

BREVETS RÉCENTS

570 174. — Société anonyme dite : L'Éclairage des Véhicules sur Rail : Dispositif permettant, dans une installation comportant une dynamo génératrice, une ou plusieurs batteries d'accumulateurs et des circuits d'utilisation (éclairage ou autres) en parallèle, d'effectuer automatiquement la limitation de la charge des batteries et de la désulfatation desdites batteries, quand elles sont sulfatées, 9 novembre 1922.

570 179. — Hardy (J.-A.); Magnéto pour l'éclairage des cycles, motocycles et autres, 9 novembre 1922.

570 186. — Société française Radio-Électrique; Compteur donnant directement l'indication du prix à payer pour l'utilisation d'un appareil de radiophonie, 10 novembre 1922.

570 193. — Société dite : ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JACQUET FRÈRES ; Génératrice dynamo électrique à régime de marche variable, 9 novembre 1922.

570 194. — BRUSTER (E.); Dispositif redresseur de courant alternatif, 13 novembre 1922.

570 195. — AMELINE (L.-A. M.); Douille, 13 novembre 1922.

570 200. — SOCIÉTÉ FRANÇAISE RADIO ÉLECTRIQUE; Détecteur à contact indéréglable, 14 novembre 1922.

570 201. — BETHENOD (J.); Perfectionnements aux dispositifs amplificateurs, applicables notamment à la téléphonie avec ou sans fil, 14 novembre 1922.

570 210. — Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC ET MANUFACTURING Cy; Perfectionnements aux contrôleurs électriques, 27 août 1923.

570 235. — SOUPIZE (M.); Lyre électrique démontable, 28 août 1923.

507 243. — SABATIER (J.), DIGOUT (J.-B.-H.); Dispositif d'allumage pour les moteurs à explosions, 28 août 1923.

507 249. — Société dite : ATELIERS OTIS-PIFRE; Perfectionnements aux rotors pour moteurs électriques à courant alternatif à cage d'écureuil, 29 août 1923.

570 251. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements aux condensateurs électriques, 29 août 1923.

570 267. — VIET (P.), SCHNEEBELI (H.); Bougie d'allumage permettant l'introduction dans les cylindres des moteurs à explosions du fluide gazeux d'un appareil de démarrage quelconque, 18 novembre 1922.

570 274. — COLOMBEL (L. P.-A.); Isolateur, 20 novembre 1922.

570 281. — Société anonyme dite : L'ÉCLAIRAGE DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES; Régulateur de tension et de débit des dynamos à vitesse et à charge variables, 21 novembre 1922.

570 286. — REBOISSON (L.-G.); Conservateur électromagnétique terrestre, 22 novembre 1922.

570 290. — LINDET (P.); Robinet à commande électrique et son application en automobilisme au contrôle de l'arrivée d'essence au carburateur du moteur à explosions, 22 novembre 1922.

570 291. — METGE (A.-M.-A.); Perfectionnement à la préparation d'un électrolyte de sulfate de zinc, 22 novembre 1922.

570 295. — SCHERER (B.); Douille à verrouillage automatique pour lampes électriques à incandescence, 22 novembre 1922.

570 303. — Société en nom collectif : CAILLARD ET HEUZEY; Dispositif séparateur pour plaques d'accumulateurs, 24 novembre 1922.

570 321. — PELLETIER (G.); Perfectionnements à la fabrication des résistances électriques de grande valeur et de faible encombrement et mode de montage de celles-ci en vue de la réalisation d'ensembles résistance-capacité, 28 novembre 1922.

570 322. — BENOIST (A.-G.-F.); Obturateur magnétique de sécurité pour tous fluides, applicable notamment sur les canalisations de gaz, 28 novembre 1922.

570 357. — ACHARD (J.); Application du thermo-siphon pour le refroidissement des machines électriques à souder ou chauffer, 30 août 1923.

570 359. — Société dite : ÉTABLISSEMENTS P. COLOMBIER FILS; Régulateur automatique pour installation frigorifique à moteur électrique et circulation d'eau, 30 août 1923.

570 360. — SOCIÉTÉ SIGNAL G. m. b. H.; Microphone à oscillation, 30 août 1923.

570 367. — BOISSELOT (C.-J.); Bougie d'allumage pour moteurs à explosion, 30 août 1923.

570 368. — IGLESIS (S.), SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS L. BLÉRIOT; Perfectionnements apportés aux dynamos à trois balais, 30 août 1923.

570 380. — ROBINSON (E.-Y.); Perfectionnements aux lampes à vide, 30 août 1923.

570 391. — BONTET (F.); Bougie d'allumage, 31 août 1923.

570 394. — KOSSMANN (H.); Perfectionnements aux arcs lumineux à vapeur de mercure en vue de l'établissement d'un relais pour courants intenses, 31 août 1923.

570 396. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); Perfectionnements dans les systèmes électriques de transmission des ondes sonores, 31 août 1923.

570 397. — CHÉRON (H.-J.); Chariot de prise de courant pour véhicules électriques alimentés par une ligne aérienne, 31 août 1923.

570 406. — Société dite : MAISON BRÉGUET; Moteur asynchrone à deux ou plusieurs vitesses, 31 août 1923.

570 413. — ROBINSON (E.-Y.); Perfectionnements aux dispositifs thermoioniques, 31 août 1923.

570 415. — JAUBERT (G.-F.); Électrode creuse servant de prise de gaz, 8 février 1917.

570 416. — JAUBERT (G.-F.); Joint amovible isolant pour tout appareil électrique à dégagement gazeux, 8 février 1917.

570 419. — Société dite : FELTEN ET GUILLAUME CARLSWERK ACTIENGES; Procédé pour égaliser les paires de bobines de self-induction destinées à charger les lignes téléphoniques quadruples, 16 novembre 1921.

570 424. — GRESVOIS (A.-A.); Dispositif d'allumage automatique des fours de boulangers, pâtissiers et similaires, 3 mars 1923.

570 427. — PAOLI (Z.); Moteur hydraulique, 8 mai 1923.

570 434. — SOCIETE AKTIENBOLAGET VAPORACKUMULATOR; Turbine à vapeur à collecteur de vapeur, 28 juin 1923.

570 439. — Société anonyme dite : COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ; Fixation de la borne de départ aux couvercles d'accumulateurs électriques, 12 juillet 1923.

570 440. — PRICE (S.-L.); Perfectionnements apportés aux lampes électriques à incandescence, 16 juillet 1923.

570 441. — CONTELL (F.); Machine électrique synchrone, 25 juillet 1923.

570 456. — LIVON (F.); Bac d'accumulateur électrique, 3 août 1923.

570 468. — PERCY (A.-E.-M.); Cadre universel d'accord pour télégraphie et téléphonie sans fil, 1er septembre 1923.

570 471. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON HOUSTON; Prise de courant pour appareils de chauffage, 1er septembre 1923.

570 481. — WITTRIS (T.); Isolateur avec bague d'égouttage, 1er septembre 1923.

570 491. — SOCIÉTÉ SIGNAL G. m. b. H.; Amplification de son mécano électrique, 3 septembre 1923.

570 497. — Société anonyme : BROWN, BOVERI ET Cie; Dispositif d'allumage automatique pour grands redresseurs à vapeur de mercure, 3 septembre 1923.

27 153/501 841. — SOCIÉTÉ ANONYME DES BREVETS COUPIN; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 8 juin 1918, pour siège à bourrelet élastique, 31 janvier 1922.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française de Physique :

Vendredi 2 mai 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. Communications :

I. *Propriétés électriques des gelées*, par M. F. MICHAUD ;

II. *a) Des forces qui portent les aéroplanes et leur relation avec les actions hydrodynamiques à distance* (expériences) ;

b) Du problème des cyclones (projections), par M. V. BJERKNES

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 12 avril 1924	PRIX vendredi 18 avril 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	12 1 9d	12 1 9d	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	659 fr	615 fr	— 44
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	534,50	516	— 18,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	674	655	— 19
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	932	913	— 19
Id. 1 couche soie 50/100, liv. Paris	100 kg	6 815	6 435	— 380
*Ébonite, bonne qualité courante (prix moyen), liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle { blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle { noir	100 kg	1 094	1 094	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 975	1 846	— 129
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-420	400-415	0 5
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	510	500	— 10
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	282	282	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 110 D, wagon usine { pour haute tension	100 kg	185	185	0
{ pour basse tension	100 kg	160	160	0
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	137,50	0
*Papier pour tôle, 70 × 75 { 7/100	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
{ 10/100		2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord., liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	269	246	— 23
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 100/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 12/10, Lyon	1 kg	985	975	— 10
Tôle magnétique extra sup. 3/10, wagon départ	100 kg	370	350	— 20
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	278	269,75	— 8,25

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (¹)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(¹) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

MACHINES et APPAREILS

Purgeur automatique d'eau de condensation. — Le principe de fonctionnement de ce purgeur automatique d'eau de condensation, construit par les Ateliers Zeyen, à Jemeppe-lez-Liége, est basé sur l'équilibre des pressions exercées sur les deux faces d'un diaphragme. Ces pressions sont dues à deux colonnes d'eau. L'arrivée d'eau de condensation dans l'une des deux colonnes détruit cet équilibre, ce qui provoque l'ouverture de la soupape d'évacuation.

L'appareil, dont une coupe schématique est représentée sur la figure 1, se compose d'un carter dans lequel un diaphragme G, pincé entre des collets K, divise le purgeur en deux compartiments étanches.

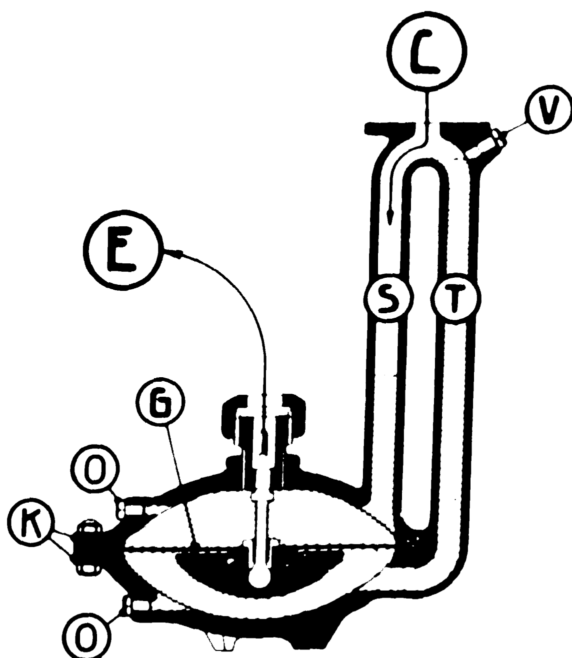


Fig. 1. — Coupe schématique d'un purgeur automatique d'eau de condensation (Ateliers Zeyen, à Jemeppe lez Liége, Belgique).

Le compartiment inférieur communique avec une colonne T. La pression exercée par l'eau de cette colonne sur la face inférieure du diaphragme provoque la fermeture, au moyen d'un pointeau, de l'orifice d'évacuation.

Le compartiment supérieur, qui communique avec une colonne S, reçoit l'eau de condensation par l'orifice C. Dès que la pression exercée sur la face supérieure du diaphragme par la colonne d'eau S équilibre celle exercée par la colonne T sur la face inférieure, le diaphragme reprend sa position primitive, réglée de manière à provoquer l'ouverture du pointeau, ce qui a pour effet d'évacuer l'eau de condensation.

Dès que la pression de l'eau sur la colonne S n'équilibre plus celle exercée par celle de la colonne T, il y a de nouveau obturation de l'orifice d'évacuation.

Comme on peut s'en rendre compte aisément, le fonctionnement de cet appareil est absolument indépendant de la pression qui peut être exercée en C au-dessus des deux colonnes S et T. Il a, de plus, l'avantage de ne comporter ni flotteur, ni réservoir, ni mécanisme de transmission, qui nécessitent d'être entretenus et surveillés. Il fonctionne comme un purgeur à évacuation continue et immédiate, refoulant l'eau de condensation proportionnellement à la pression de la vapeur. De plus, n'étant jamais en communication directe avec la vapeur, les fuites sont rendues absolument impossibles.

NOUVELLES et ÉCHOS

La diminution du chômage en Grande-Bretagne. D'une étude publiée dans le « Bulletin quotidien » du 17 avril 1924 de la Société d'Études et d'Informations économiques et financières, nous extrayons ce qui suit :

La diminution du chômage, qu'on peut observer depuis mars 1923, se poursuit avec régularité, et les journaux anglais signalent que les chiffres de décembre étaient déjà les plus bas qui aient été enregistrés depuis 18 mois. La grève des mécaniciens de chemins de fer a élevé temporairement le nombre des chômeurs en janvier, mais, dès février, le mouvement de baisse a repris rapidement.

Le nombre total des chômeurs en mars 1924 reste encore au-dessus du million ; les progrès sont réguliers, mais il faut convenir que la réabsorption des ouvriers par l'industrie a été faible, si on considère le nombre considérable des ouvriers qui sont sans emploi actuellement.

Le point culminant de la crise de chômage au cours des dernières années a été atteint en juin 1921, pendant la grève des mineurs. On comptait alors 1 459 600 chômeurs. En janvier 1922 le nombre de chômeurs avait quelque peu diminué (1 104 000) et il continua à diminuer au cours de l'été pour atteindre 1 085 000 en septembre 1922 : en fin 1922 il avait un peu remonté : 1 165 000. En 1923, la baisse a été assez

régulière, à part une interruption, au début de l'automne, largement compensée par une amélioration très sensible du marché du travail en novembre et décembre 1923. Depuis la fin de la grève des transports de janvier 1924 qui avait provoqué une recrudescence du chômage dans certaines industries, le nombre des chômeurs a baissé régulièrement. Au 31 mars il était de 1058300. D'après le « Times » il semble qu'à un état d'activité normal en Grande-Bretagne, c'est-à-dire éloigné également de l'état de dépression et de l'état de « boom » industriel, doive correspondre un nombre de chômeurs de 500000 environ. Ce chiffre est beaucoup plus élevé que la moyenne de chômage d'avant-guerre, mais il ne faut pas oublier que les statistiques d'avant-guerre étaient moins précises qu'elles ne le sont aujourd'hui, et qu'on n'a, relativement au nombre des chômeurs d'avant-guerre, que des données tout à fait vagues, qui rendent la comparaison difficile

L'amélioration, d'ailleurs, peut être constatée dans presque toutes les branches principales de l'industrie. Les statistiques de chômage de février 1924 attestent que seules quelques sections peu importantes de la métallurgie, les fabriques de papier de tenture, la marine, signalaient une augmentation du chômage.

C'est dans les chantiers maritimes que les progrès sont les plus sensibles ; le chômage y sévissait d'ailleurs avec une telle intensité que c'est encore là qu'on peut constater le pourcentage le plus élevé de chômeurs actuellement, en dépit des progrès réalisés. Sur 268 500 ouvriers assurés que compte l'industrie des constructions maritimes, 86 556 étaient sans emploi le 25 février, contre 119 500 en août 1923, en diminution, par conséquent, de 30 000 environ. L'amélioration a surtout été sensible en Écosse (de 40 700 en août à 19 330 en février et sur la côte Nord-Est (de 31 000 à 27 500). Dans la région Nord-Ouest, qui comprend les chantiers de la Mersey et de Barrow, le nombre des chômeurs n'a diminué que de 3000 environ (14 800 à 11 800).

En ce qui concerne l'industrie mécanique, sur 635 000 ouvriers assurés, 114 000 étaient sans emploi en février, contre 136 000 en août. La réduction du nombre des chômeurs n'est ici que de 22000, soit un peu moins de 4 pour 100. Cette réduction du nombre des chômeurs, si légère qu'elle soit, ne se répartit pas également entre les différents centres. A Londres, par exemple, le pourcentage de chômeurs dans l'industrie mécanique est de 12,4 pour 100; dans les Midlands, 14,2 pour 100 ; dans les régions du Nord-Est, 17,6 pour 100; en Écosse, 22 pour 100 ; et dans les centres du Nord-Ouest, 22,9 pour 100. Entre août 1923 et février 1924, le nombre des chômeurs a diminué à Londres de 2680, ; dans les Midlands, de 4 390 ; dans les centres du Nord-Est, de 7 460, en Écosse, de 2 340. Dans le Lancashire et quelques centres du Nord-Ouest le nombre des chômeurs s'est accru de 250.

Dans l'industrie cotonnière, la situation du marché du travail a subi de violentes fluctuations au cours des derniers mois. Pendant les trois mois, juin-juillet-août 1923, on comptait 42000 hommes et 81 000 femmes sans emploi dans l'industrie cotonnière ; en décembre, le nombre des chômeurs avait diminué de 21 000 hommes et 33 000 femmes ; en janvier et février la situation de l'industrie ayant plutôt empiré, le nombre des sans-emploi atteignait 30 700 hommes et 59600 femmes, en augmentation sur décembre de quelque 21000, mais en régression sur l'été 1923 de 33000. Dans ces chiffres sont compris les jeunes ouvriers et ouvrières de moins de dix-huit ans.

En ce qui concerne l'industrie de la laine, qui emploie moins d'ouvriers que l'industrie cotonnière (273000 contre 576000), le nombre des chômeurs atteignait, en novembre 1923, 14000 hommes et 16000 femmes. Ici encore l'amélioration a été très sensible, puisque le nombre de chômeurs a été ramené en février à 8 500 hommes et 9709 femmes

Dans l'industrie du lin, qui emploie 82000 ouvriers, on comptait en février 3400 hommes et 4600 femmes sans emploi, contre 5100 hommes et 10900 femmes sans emploi en octobre 1923. Dans la bonneterie, sur un nombre total de 91400 travailleurs, on comptait 1 300 hommes et 5900 femmes sans emploi en février, contre 2000 hommes et 7300 femmes sans emploi en octobre 1923. Dans les blanchisseries, teintureries, imprimeries pour le textile, etc., sur un total de 117000 ouvriers, le nombre des sans-emploi a passé de 13000 hommes et 4600 femmes en novembre 1923 à 11 300 hommes et 3 500 femmes en février 1924.

Cette diminution graduelle du chômage n'a pas manqué de réagir fort heureusement sur le fonds d'assurance. En fin mars 1923, le fonds d'assurance était en déficit de 17 millions de livres sterling, auxquels il avait été pourvu par des emprunts; à la fin de juin, la dette du fonds avait été ramenée à 15600000 livres sterling, en septembre de la même année à 13 700000 livres sterling et en fin mars aux environs de 10000000 livres sterling. Si l'amélioration du marché du travail se continue, et même s'accentue au cours des semaines qui viennent, et si les allocations restent ce qu'elles sont, on peut prévoir que, d'ici un peu plus d'un an, la dette du fonds d'assurance aura été entièrement remboursée.

Cette éventualité d'ailleurs pourrait être indéfiniment retardée si le projet de loi touchant le relèvement général des allocations, et déposé devant la Chambre des Communes était voté. Les allocations seraient relevées de 20 pour 100 en ce qui concerne les hommes et de 25 pour 100 en ce qui concerne les femmes. Quant aux allocations supplémentaires pour charges de famille, elles seraient doublées. En ce cas, un regain d'activité industrielle pourrait seul empêcher la dette d'augmenter à nouveau.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — LOI CONCERNANT L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE EN ALGÉRIE. — Le « Journal officiel » du 24 avril 1924 publie, page 3705, une loi, en date du 18 avril 1924, déterminant les conditions d'application en Algérie des dispositions de la loi du 16 octobre 1919, relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique.

La puissance normale de 50000 kW, visée à l'article 3 de cette loi, est remplacée, pour l'Algérie, par celle de 10 000 kW.

Le texte complet de cette loi sera reproduit dans la section de législation d'un de nos prochains numéros.

DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Eure.* — La Société andelysienne d'Électricité, concessionnaire d'une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements de l'Eure et de Seine-Inférieure a sollicité son extension sur le parcours de Cocherel à Pacy-sur-Eure.

Somme. — La Société béthunoise d'Éclairage et d'Energie, dont le siège social est à Bruay a sollicité la concession d'une distribution d'énergie électrique dans 11 communes du département de la Savoie, savoir :

Barly, Bouquemaison, Brevillers, Frohen-le-Grand, Frohen-le-Petit, Hem-Hardinval, Mezerolles, Neuvillette, Occochos, Outrebois et Remaisnil.

Métallurgie. — La production métallurgique de la Belgique en 1923. — En dépit de la « résistance passive », le développement constant de la fabrication nationale de coke a permis à la sidérurgie belge de n'être à aucun moment sérieusement affectée par la pénurie de combustible. Bien au contraire.

A la fin de l'année, il y avait 40 hauts fourneaux à feu, soit 6 de plus qu'au début de l'année et 14 de moins que le 31 décembre 1913. Au début de l'année 1922, on ne comptait que 14 hauts fourneaux à feu ; il a donc été réparé ou reconstruit, puis mis en marche, 26 unités en deux ans, la réduction de l'effectif en activité par rapport à 1913 se trouvant compensée par le perfectionnement et la plus grande capacité des appareils.

La production annuelle en 1923, 1922 et 1913 a été la suivante :

	1923 tonnes	1922 tonnes	1913 tonnes
Fonte	2 188 130	1 605 620	2 484 606
Acier brut	2 216 650	1 497 610	2 404 056
Moulages de 1re fusion	69 260	66 030	61 8,8
Aciers finis	1 943 300	1 509 000	1 850 064
Fers finis	207 740	180 252	304 344

On constate, par rapport à 1922, des progrès considérables à toutes les rubriques. La production annuelle de moulages de première fusion et d'aciers finis dépasse les résultats obtenus en 1913. Pour les autres produits, le niveau de 1913 n'est pas encore retrouvé : il convient toutefois de remarquer que la production de fonte a dépassé, en décembre, la moyenne mensuelle de 1913 (207 058 t) et que celle d'acier brut a été supérieure au taux mensuel d'avant-guerre (200 338 t) en août et pendant tout le quatrième trimestre 1923 ; seule la fabrication de fers finis est restée constamment au-dessous de la moyenne de 1913 (25 362 t). Indiquons que, pour les moulages de première fusion et les aciers finis, les moyennes de 1913 s'inscrivaient à 5 154 et 154 92? t ; en 1923, les résultats mensuels se sont maintenus presque toujours au-dessus de celles-ci.

Du fait que les statistiques de 1923 s'appliquent dans leur ensemble à la Belgique et au Luxembourg réunis, tandis que celles de 1922 ne tiennent compte du Luxembourg qu'à partir du mois de mai, nous n'établirons pas de parallèle entre le commerce extérieur des produits sidérurgiques en 1922 et 1923. L'an passé, il a été le suivant pour la Belgique et le Luxembourg réunis :

	Importations.	Exportations.
Fonte brute	330 459	81 275
Fonte ouvrée	5 321	23 597
Acier fondu brut	3 605	10 195
Acier fondu dégrossi (brames et blooms)	76 196	80 430
Acier fondu dégrossi (billettes et largets)	17 265	343 049
Poutrelles de fer ou d'acier	5 869	198 223
Rails de fer ou d'acier	11 609	203 785
Tôles de fer ou d'acier	14 356	200 022
Fils de fer ou d'acier	21 256	75 728
Tubes et tuyaux	10 585	12 937
Fer étamé (fer-blanc), cuivré, nickelé, etc.	14 548	15
Laminés non dénommés	19 540	1 129 335
Totaux	530 609	2 358 584
Minerai de fer	6 512 110	726 300

L'activité de la sidérurgie a déterminé l'importance des entrées de minerai de fer (dont 5 959 637 t de provenance française) et de fonte brute. D'autre part, le ralentissement de la production allemande et la baisse de la devise belge ont grandement favorisé l'essor des exportations métallurgiques, et spécialement celles de produits semi-ouvrés et finis.

D'autre part, la production de zinc en 1923 a été de 148 080 t au total, contre 113 137 t en 1922 ; pourtant, malgré cette amélioration sérieuse, on est encore loin du résultat de 1913 (204 156 t).

Il a été importé, en 1923, 511 736 t de minerai de zinc et exporté 68 010 t de zinc brut, 44 637 t de zinc étiré ou laminé et 141 t de zinc ouvré.

La production sidérurgique en Grande-Bretagne en mars 1924. — D'après le rapport de la National Federation of Iron and Steel Manufacturers la production de fonte en Grande-Bretagne est passée de 612 700 tonnes longues en février à 608 600 tonnes en mars.

La production journalière moyenne a progressé de 430 tonnes environ.

Le résultat global du mois dernier se décompose ainsi (tonnes longues de 1 016 kg).

Fonte hématite	214 800
id basique	235 100
id de moulage	150 200
id de puddlage	36 500

En mars 1923 il avait été élaboré 633 600 tonnes de fonte.

La fabrication de l'acier a dépassé le niveau du mois de mai 1923, mois de production record (821 000 tonnes) avec 843 200 tonnes de lingots et moulages produits en mars contre 767 000 tonnes en février.

Or pareils résultats n'avaient été réalisés qu'au cours du mois de mai 1923, mois pendant lequel le boom de l'industrie sidérurgique consécutif à l'occupation de la Ruhr, a touché son maximum.

Cependant il semble qu'on note une tendance à réduire la production de fonte. Le nombre des hauts fourneaux à feu en effet, est tombé à 194 au 31 mars contre 202 au 29 février et 204 au 1er janvier.

Economie industrielle et sociale. — Le coût de la vie en Grande-Bretagne en mars 1924. — Les index-numbers du coût de la vie pour une famille ouvrière type, tels qu'ils sont établis mensuellement par le Ministère du Travail britannique, accusent en mars une baisse de 5 points ; la hausse du prix de la vie par rapport à 1914, qui était en effet de 78 pour 100 au 1er mars, n'est plus que de 73 pour 100 au 1er avril.

La baisse du coût de la vie est due en grande partie à une baisse saisonnière du prix de certaines denrées alimentaires. C'est ainsi que les œufs, qui valaient 2 1/2 pence la pièce au 1er mars et 3 3/4 pence au 1er février, ne valaient plus que 1 1/2 pence au 1er avril. Le lait a baissé également de 1 et 2 pence par « quart » (1,135 litre) dans plusieurs villes ; le beurre a baissé de 2 1/2 pence par livre (de 454 g) et le fromage de 1 penny par livre.

Pour l'ensemble des denrées alimentaires, les index-numbers sont passés de 73 pour 100 à 67 pour 100 au-dessus de 1914.

On évalue l'augmentation des loyers par rapport à 1914, toutes charges comprises, à 47 pour 100.

Pour ce qui est des vêtements, la comparaison entre le prix des vêtements d'hommes en 1917 et en mars 1924 fait ressortir l'augmentation à 125 pour 100 environ.

Enfin, pour ce qui est du groupe lumière et combustible l'augmentation du prix du charbon atteint 105 pour 100 par



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

Bethenod (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, *sous presse.*

Blondel (A.) et Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Dufour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1[illegible] pages, 3 fr.

Duval (C.) et Bouskpoun (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Goujneau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Maynard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Nouguier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Pellion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.) — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Retval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

rapport à juillet 1914, le prix du charbon a été légèrement relevé en mars ; les prix moyens du gaz et du pétrole n'ont guère varié au cours de mars, ils se tiennent à 50 et 55 pour 100 respectivement au-dessus de juillet 1914. Pour l'ensemble du groupe lumière et combustible on évalue l'augmentation, par rapport à 1914, à 90 pour 100 environ.

Expositions. Congrès. — EXPOSITION INTERNATIONALE DE LA HOUILLE BLANCHE ET DU TOURISME (GRENOBLE 1925).

Le « Journal officiel » du 24 avril 1924 a publié, p. 3704-3705, une loi aux termes de laquelle il est ouvert au ministre des Travaux publics, sur l'exercice 1924, un crédit supplémentaire de 3 millions de francs en vue de la participation de l'État à l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme, qui doit se tenir à Grenoble en 1925.

La même loi approuve la convention passée entre le commissaire général de l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme, d'une part ; la Banque de France, le Crédit lyonnais, la Société générale, le Comptoir national d'Escompte, la Banque nationale de Crédit, la banque Charpenay, la Banque privée, la Banque du Dauphiné, la Banque de l'Isère, d'autre part, ladite convention ayant pour objet l'émission de 560 000 bons de 25 francs, donnant droit chacun à divers avantages spécifiés dans la convention.

Ces bons seront exempts de droits de timbre et de transmission. Ils ne sont pas remboursables, mais participeront à trois tirages comprenant ensemble 1 686 lots de 2 millions 900 000 fr. Les lots comprendront notamment : 1 lot de 1 million de francs ; 1 lot de 500 000 fr ; 1 lot de 250 000 fr ; 2 lots de 100 000 fr et 4 lots de 50 000 fr.

Le porteur d'un bon aura droit à un ticket d'entrée à l'Exposition d'une valeur de 2,50 fr. Il aura droit également à une réduction de 20 pour 100 sur le prix de deux excursions au moins, en autocar, dans la région des Alpes, pendant la durée de l'Exposition. Il bénéficiera, enfin, de quatre tickets donnant droit chacun à une réduction de 25 pour 100 sur le prix d'une entrée dans les attractions situées à l'intérieur de l'Exposition.

CONGRÈS DE L'UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE (LILLE, 12-14 juin 1924). — Le programme détaillé de ce congrès, que nous avons signalé dans notre numéro du 29 mars 1924, t. XV, p. 100 B, vient d'être publié ; en voici le résumé :

Jeudi 12 juin : le matin, séance d'ouverture ; l'après-midi, séances des groupes et des comités ; le soir, banquet.

Vendredi : visite des mines de Lens ; en même temps, visites industrielles à Lille pour les personnes ne participant pas à l'excursion (Établissements Kuhlmann et Ateliers de Fives-Lille) ; visite du Palais de la Bourse ; soirée de gala offerte par la Société industrielle du Nord à l'occasion de son cinquantenaire.

Samedi : le matin, visites industrielles à Roubaix, à Tourcoing et à Lille ; à midi, banquet ; l'après-midi, visites des établissements d'enseignement ; séance de clôture.

Dimanche : visite à Dunkerque.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Ch. Charpentier, secrétaire général du Congrès, 116, rue de l'Hôpital-Militaire, Lille.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — SOCIÉTÉ POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DU HAUT ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTROTECHNIQUE EN FRANCE (ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ). — Cette société anonyme nouvelle a pour objet de contribuer à l'organisation matérielle, en France, dans ses colonies et pays de protectorat, du haut enseignement scientifique et technique de l'électricité et plus spécialement d'apporter un appui financier et administratif à la Société française des Électriciens, pour le développement de l'École supérieure de l'Électricité et du Laboratoire central d'Électricité, qui dépendent de cette société. Le siège est à Paris, 14, rue de Staël. Le capital est de 5 millions de francs en actions de 1 000 fr, toutes souscrites en numéraire. Les premiers administrateurs sont : la Société d'Électricité de Paris, la Compagnie Électro-Mécanique, la Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité à Paris, la Société Union d'Électricité, la Compagnie générale d'Électricité, la Compagnie parisienne de Distribution de l'Électricité, la Société alsacienne de Constructions mécaniques, les Forces motrices du Haut-Rhin, les Tréfileries et Laminoirs du Havre, la Société industrielle des Téléphones, la Compagnie des Lampes, la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, l'Énergie électrique du Littoral Méditerranéen ; les Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont, la Société anonyme Geoffroy et Delore, la Société Anciens Établissements Sautter-Harlé, l'Est Électrique, la Compagnie continentale Edison, la Compagnie générale de Télégraphie sans fil, la Société française des Électriciens, la Société Revue générale de l'Électricité, MM. André Hillairet, Paul Janet, Marie-Joseph Grosselin, Charles Gauthier-Lathuille.

Augmentations de capital. — L'ÉLECTRIFICATION. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 avril 1924, p. 308, cette société, dont le siège social est à Paris, 15, rue Championnet, va porter son capital à 2 millions de francs, par l'émission de 2 000 actions nouvelles de 250 fr chacune, au prix de 300 fr et de créer 400 parts bénéficiaires nouvelles, dont 200 à distribuer aux souscripteurs des 2 000 actions nouvelles à raison d'une part par 10 actions souscrites, les 200 parts de surplus devant être attribuées à M. Guillot, gérant.

SOCIÉTÉ DES PORCELAINES ET APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES GRAMMONT. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 avril 1924, p. 290, cette société, dont le siège social est à Paris, 10, rue d'Uzès, a décidé : d'abord, la réduction du capital social, de 5 millions à 3 millions de francs, au moyen de l'échange des actions, à raison de 5 actions anciennes contre 3 nouvelles, puis ensuite, l'augmentation de 3 millions de francs, à 6 250 000 fr, par suite de l'absorption par fusion, de la Société industrielle de Céramique et de Produits accessoires pour l'Électricité, au moyen de la remise à la société cédante de 32 500 actions nouvelles de 100 fr l'une, entièrement libérée, en rémunération de ses apports.

COMPAGNIE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE DE NOYON ET EXTENSIONS. — D'après une insertion au « Bulletin des Annales légales obligatoires » du 14 avril 1924, p. 293, cette société, dont le siège social est à Paris, 37, rue Saint-Marc, va procéder à la création de 400 actions de priorité de 250 fr chacune, autorisée par l'assemblée générale extraordinaire du 23 janvier 1924.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE PRODUITS ÉLECTROCHIMIQUES BOZEL-LAMOTTE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 14 avril 1924, p. 284, cette société, dont le siège social est à Paris, 9, rue de Milan, va porter son capital social de 14 200 000 fr à 30 millions de francs, par l'émission de 79 000 actions nouvelles de 200 fr nominal chacune.

Sur les 79 000 actions nouvelles émises, 64 000 actions seront offertes en souscription avec droit, pour les actionnaires, de souscrire, par préférence et à titre irréductible, 4 actions nouvelles pour 5 actions anciennes possédées.

Les actions nouvelles seront créées avec jouissance au 1er janvier 1924, c'est-à-dire qu'elles seront entièrement assimilées aux actions anciennes (dont le dernier coupon a été mis en payement le 17 mars 1924) et jouiront des mêmes droits.

Divers. ETABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT ET PILON. — Les comptes de l'exercice 1923, clos le 31 décembre, qui seront soumis à l'assemblée du 7 mai 1924, font ressortir un bénéfice de 1 085 418,10 fr. Le Conseil proposera au dividende brut de 10 pour 100.

Le bilan se présente comme il suit :

Actif. — Fonds de commerce, 160 000 fr après amortissements ; installations, 63 302,30 fr ; terrains et constructions, 4 142 590 fr ; matériel et outillage, 706 195,20 fr; mobilier et automobiles, 111 663,65 fr, après amortissements ; caisses et banques, 358 240,30 fr ; effets à recevoir, 189 388,90 fr ; débiteurs divers, 3 145 296,45 fr ; approvisionnements, marchandises en cours de fabrication ou fabriquées, 4 473 380,60 fr ; loyers d'avance et cautionnements, 43 129,60 fr ; impôts de finance à recouvrer, 30 580 fr.

Passif. — Capital, 4 millions de francs ; bons décennaux, 1 812 500 fr ; réserve légale, 79 080,13 fr ; réserve spéciale, 90 000 fr ; créditeurs divers, 4 060 162,90 fr ; créancier à terme, 1 800 000 fr ; avances reçues sur commandes, 584 843,20 fr ; coupons à payer, 5 788,50 fr ; comptes profits et pertes, 6081,17 fr ; produit net d'exercice, 1 085 418,10 fr.

SOCIÉTÉ GRAMME. — Les produits bruts de l'exercice au 31 janvier 1924 s'élèvent à 2 508 540 fr, au lieu de 2 859 401 fr précédemment. Déduction faite des frais généraux et après affectation de 408 454 fr aux réserves et amortissements (contre 764 825 fr), le bénéfice net ressort à 552 573 fr au lieu de 534 806 fr. Le Conseil proposera à l'assemblée du 8 mai de porter le dividende de 57,50 fr à 60 fr par action.

Au bilan au 31 janvier 1923, les immobilisations sont portées pour 5 388 134 fr. On relève, par ailleurs, 3 025 300 fr de disponibilités, 1 673 907 fr de débiteurs et 1 405 343 fr d'approvisionnements et travaux en cours, soit 6 104 550 fr pour faire face à 1 351 184 fr de créditeurs divers. Les réserves et amortissements se totalisent par 7 088 927 fr alors que le capital n'est que de 3,5 millions de francs.

ANCIENS ETABLISSEMENTS PARVILLÉE FRÈRES ET Cie. — Les actionnaires réunis le 11 avril en assemblée extraordinaire, ont approuvé les comptes de l'exercice écoulé et voté un dividende de 35 fr brut. L'assemblée extraordinaire, qui devait statuer sur une augmentation du capital social de 6 à 10 millions de francs, a été reportée.

SOCIÉTÉ LACARRIÈRE POUR LA FABRICATION DES LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 48, rue de la Victoire, tenue récemment, sous la présidence de M. Louis Lacarrière, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 présentant un solde créditeur de 236 265,78 fr. Elle a décidé de fixer à 5 pour 100 l'intérêt de toutes les actions privilégiées non amorties et à 5 fr le dividende pour toutes les actions.

M. Jousselin a été réélu administrateur.

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES. — Cette société anonyme au capital de 3 millions de francs, dont le siège est à Lyon, 67, rue Molière, a tenu son assemblée ordinaire, le 16 avril 1924. Les bénéfices nets de l'exercice 1923 sont de 81 621 fr, qui ont été reportés à nouveau.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ECLAIRAGE ET DE FORCE (ANCIENS ETABLISSEMENTS CLÉMANÇON). — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 23, rue Lamartine, tenue le 16 avril 1924 sous la présidence de M. Mortier, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 1 344 290,30 fr, en augmentation de 181 085,26 fr sur l'année précédente. Le dividende a été fixé à 47,50 fr brut par action, contre 37,50 fr en 1922.

L'année 1923 s'est signalée par une progression nouvelle du chiffre d'affaires. La société a pu, malgré l'incendie dont elle a eu à souffrir l'an dernier, tout en réalisant le programme de reconstruction et d'améliorations qu'elle s'est tracé, développer encore les principales branches de l'industrie électrique dans lesquelles elle s'est spécialisée.

Dans les constructions et installations d'éclairage pour le théâtre, une trentaine d'établissements ont fait de nouveau appel à son concours.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES CABLES DE LYON. — L'assemblée ordinaire tenue le 12 avril, à Lyon, sous la présidence de M. Bitterli, président du conseil d'administration, a approuvé le bilan de l'exercice 1923, dont voici les principaux postes :

Actif. — Immobilisations, 8 078 713,54 fr ; actif réalisable 9 104 073,97 fr ; produits fabriqués, en cours de fabrication, matières premières et approvisionnements divers, 7 millions 295 024,69 fr ; actionnaires 1920, 3 725 250 fr ; portefeuille titres et participations, 7 454 339,46 fr.

Passif. — Engagements sociaux, 15 553 790,48 fr ; engagements et comptes divers, 18 865 038,30 fr ; profits et pertes ; reliquat de l'exercice 1922, 466 535,04 fr ; bénéfices disponibles de l'exercice 1923, 772 037,84 fr. Le bilan se totalise par 35 657 401,66 fr.

Toutes les résolutions présentées par le conseil d'administration ont été adoptées à l'unanimité, notamment la distribution d'un dividende brut de 40 fr par action libérée et de 21,25 fr par action libérée d'un quart. Ce dividende sera payable à partir du 25 avril.

L'assemblée extraordinaire qui a suivi a donné au conseil l'autorisation de porter le capital social de 10 à 20 millions de francs par l'émission de 20 000 actions nouvelles à souscrire en espèces. Ces actions seront au pair de 500 fr et seront émises au taux de 750 fr l'une ; elles seront à jouissance du 1er janvier 1924. Dix mille actions nouvelles seront réservées aux actionnaires, à raison d'une action nouvelle pour deux anciennes, et 10 000 seront réservées à la Compagnie générale d'Electricité, aux mêmes conditions que pour les actionnaires.

SOCIÉTÉ D'ELECTRICITÉ SARRE-LORRAINE. — L'assemblée ordinaire tenue récemment a approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923, se soldant par un bénéfice net de 206 697,41 fr, et fixé le dividende à 12 pour 100 par action.

Le champ d'activité de la société s'est notablement accru, du fait de l'adjonction des communes de Hanweiler, Roekershausen, Wehrden, Geislautern et Landweiler. La division « installations » a été étendue et une nouvelle section a été montée pour la vente de matériel électrique.

SOCIÉTÉ PYRÉNÉENNE D'ENERGIE ÉLECTRIQUE. — L'assemblée ordinaire des actionnaires de cette société, dont le siège est à Paris, 12, rue Saint-Florentin, qui a eu lieu le 15 avril 1924 sous la présidence du baron Reille, a approuvé les comptes de l'exercice 1923.

Les produits bruts d'exploitation se sont élevés à

11 905 313,71 fr. les revenus du portefeuille à 146 624,92 fr. les intérêts et divers à 303 531,34 fr. soit un total de 12 355 469,97 fr. laissant un bénéfice industriel de 5 millions 178 011,08 fr. Après prélèvement d'une somme de 2 600 000 fr pour amortissement des valeurs immobilisées, le solde à répartir ressort à 2 578 011,08 fr. Le dividende a été fixé à 40 fr brut par action, soit net 32,12 fr par action au porteur et 35,20 fr. net par action nominative. Les parts reçoivent 31,40 fr net pour celles au porteur et 35 fr net pour les parts nominatives.

Dans son rapport, le conseil expose que la société a poursuivi pendant l'été les travaux du tunnel de jonction entre le lac d'En Beys et celui de Naguilhes; il reste actuellement à percer 355,48 m, opération qui sera réalisée au cours de l'exercice 1924.

Pendant l'année 1923, elle a mis en service un grand poste à 55 000 v à Mazamet ainsi que diverses lignes à haute tension destinées à l'alimentation de 19 villages qui ont été électrifiés.

Elle a, de plus, relié, d'une façon provisoire, ses lignes à 55 000 v avec le réseau électrique de la Compagnie du Midi à Portet-Saint Simon. Cette liaison présentera de sérieux avantages techniques.

La société a participé à la constitution de la Société de la Basse-Ariège, conjointement avec la Société de l'Arize, pour exploiter la concession de la chute de Peybernat, à proximité du Vernet d'Ariège.

Elle a, de plus, participé à l'augmentation de capital de la Société Force et Lumière des Pyrénées qui possède une usine à Gripp, sur le torrent du Tourmalet, affluent de l'Adour et dont la zone d'action s'étend sur la région de Tarbes.

La Société toulousaine du Bazacle, dans laquelle la Pyrénéenne est intéressée, a obtenu la concession de la distribution électrique dans la ville de Toulouse, dans laquelle ses lignes n'étaient établies qu'en vertu d'une permission de voirie.

SOCIÉTÉ FERMIÈRE DES FORCES MOTRICES DE LA GARONNE. L'assemblée ordinaire, tenue récemment, au siège social, à Paris, 82, boulevard Haussmann, sous la présidence de M. Léon Laydernier, président du conseil d'administration, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, présentant un solde bénéficiaire de 710,81 fr. qui vient s'ajouter au report précédent, avec lequel il forme un total créditeur de 1663,47 fr.

COMPAGNIE GÉNÉRALE FRANÇAISE DE TRAMWAYS. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 22 avril 1924, sous la présidence de M. Pavie, président du conseil d'administration.

Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se traduisant par un bénéfice net de 3 171 934 fr, somme à laquelle il convient d'ajouter le reliquat bénéficiaire du précédent exercice, s'élevant à 13 185 fr.

Sur la proposition du Conseil, le dividende brut a été fixé à 25 fr par action, aussi bien pour les anciennes que pour les nouvelles.

Ce dividende sera mis en paiement à partir du 1er mai prochain, sous déduction des impôts et de l'acompte de 10 fr réparti le 30 novembre dernier, contre remise du coupon n° 35.

Le montant de la réserve spéciale a été porté à 5 333 421 fr.

Après avoir rappelé le succès de l'émission de la première tranche de l'augmentation de capital décidée par l'assemblée du 27 juin 1923, le rapport du Conseil indique que le compte de « Réserve spéciale » créé par la décision de l'Assemblée générale ordinaire de 1923 a reçu le premier quart de l'indemnité versée par la ville de Marseille, les soldes des comptes de gestion durant la période des séquestres des réseaux, les allocations pour travaux neufs, etc., ainsi que le montant des primes d'économie; il apparait au bilan avec un solde de 5 333 421,81 fr.

SOCIÉTÉ LUXEMBOURGEOISE POUR ENTREPRISES ÉLECTRIQUES. — Les comptes au 31 décembre 1923, accusant un bénéfice net de 362 287 fr, ont été approuvés par l'assemblée ordinaire tenue récemment. Le dividende a été fixé à 10 pour 100, comme le précédent.

SOCIÉTÉ POUR L'INDUSTRIE DE L'ALUMINIUM, NEUHAUSEN (SUISSE). — L'assemblée ordinaire qui a eu lieu le 16 avril 1924 à Zurich a approuvé le rapport et les comptes de l'exercice écoulé et décidé de répartir ses bénéfices nets de 7 705 848 fr, selon les propositions du conseil d'administration. Il sera donc distribué un dividende de 12 pour 100; 518 000 fr seront alloués au conseil à titre de tantième; 2 millions de francs versés à un fonds dernièrement créé et mis à la disposition des actionnaires; 250 000 fr alloués au compte de pensions et de retraites et 229 000 fr reportés à nouveau.

BREVETS RÉCENTS

27 156 540 819. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 5e cert. d'add. au brevet pris, le 8 avril 1921, pour perfectionnements aux postes radio récepteurs, 1er mai 1922.

27 157 540 819. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 6e cert. d'add. au brevet pris, le 8 avril 1921, pour perfectionnements aux postes radio récepteurs, 2 mai 1922.

27 158 540 819. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; 7e cert. d'add. au brevet pris, le 8 avril 1921, pour perfectionnements aux postes radio récepteurs, 17 mai 1922.

27 159 563 185. — SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS GAUMONT; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 9 mai 1922, pour dispositif d'envoi simultané de signaux divers au moyen d'un seul système d'axes synchrones, 12 juillet 1922.

27 161 502 476. — LATOUR (M.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 27 septembre 1915, pour mode de montage pour un relais électrique à vide comportant une tension alternative sur le circuit, plaque, filament, au lieu et place d'une tension continue, 19 septembre 1922.

27 162 539 491. — LE GUELLEC (J.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 29 mars 1922, pour bougie d'allumage, 3 octobre 1922.

27 166 536 570. — DUBOIS (H.-R.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 8 juin 1921, pour pile à dépolarisation par oxydation d'un dépôt actif à la surface de l'électrolyte, 25 octobre 1922.

27 180 506 580. — Société dite : LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (Société anonyme); 4e cert. d'add. au brevet pris, le 10 février 1915, pour dispositifs amplificateurs d'énergie électrique, 19 décembre 1922.

27 187 557 559. — LABBILLE (T.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 18 octobre 1922, pour interrupteur auxiliaire pour tous usages électriques, 21 décembre 1922.

570 542. — WIRTH (A.); Perfectionnement aux tubes allumeurs pour allumoirs électriques, 5 septembre 1923.

570 551. — SANDBROOK (A.-A.); Perfectionnements dans les lampes électriques, 5 septembre 1923.

570 560. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements apportés aux rotors des turbines à fluide élastique, 5 septembre 1923.

570 561. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Tube à décharge électrique, 5 septembre 1923.

570 564. — Hazan (E.-L.); Lampe électrique à incandescence à trois intensités, 5 septembre 1923.

570 565. — Belin (M.), Horr (C.); Procédé et appareil de mesures électriques, 5 septembre 1923.

570 569. — Société anonyme des anciens Établissements Liotard frères; Perfectionnements aux coffrets pour postes de télégraphie sans fil, 5 septembre 1923.

570 574. — Société dite : Metropolitan Vickers electrical Cy Ltd; Perfectionnements aux turbines à vapeur, 5 septembre 1923.

570 578. — Dalziel (P.), Faure (M.); Perfectionnements aux écouteurs téléphoniques, 6 septembre 1923.

570 587. — Société dite : Vickers Ltd; Perfectionnements à un mécanisme moteur et inverseur actionné électriquement, 3 octobre 1922.

570 588. — Société dite : United Shoe Machinery Cy de France; Perfectionnements aux commandes de démarreurs, 16 octobre 1923.

570 591. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Système pour la production et la transformation de l'énergie électrique, 13 mars 1923.

570 593. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux machines électriques fonctionnant dans les atmosphères inflammables ou explosibles, 13 mars 1923.

570 596. — Boutmo (J.-B.); Perfectionnements aux appareils récepteurs pour la télégraphie et la téléphonie sans fil et autres applications analogues, 27 avril 1923.

570 601. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux amplificateurs, 22 juin 1923.

570 602. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 20 juin 1923.

570 606. — Murray (D.); Télégraphe imprimeur, 30 juillet 1923.

570 610. — Société dite : Le Matériel téléphonique, (Société anonyme); Perfectionnements dans les systèmes télégraphiques, 31 août 1923.

570 610. — Meder (H.-W.); Perfectionnements aux dispositifs de jonction des fils électriques avec des appareils divers et plus particulièrement des prise de courant, 6 septembre 1923.

570 622. — Gorez (E.), Musy (E.); Serrure électrique pour le verrouillage des commandes de sectionneurs électriques ou tous autres appareils, 6 septembre 1923.

570 628. — Mulat (J.); Résistance électrique liquide, 7 septembre 1923.

570 634. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Procédé pour le fonctionnement automatique du dispositif de production de vide dans les redresseurs à vapeur de mercure, 7 septembre 1923.

570 645. — Société industrielle des Procédés W.-A. Loth; Procédé et dispositifs d'annulation des champs magnétiques extérieurs des appareils générateurs ou récepteurs électromagnétiques, 7 septembre 1923.

570 655. — Georgy (F.-A.); Dispositif destiné à limiter la température des appareils chauffés au moyen de l'électricité tels que fer à repasser, four, etc., 8 septembre 1923.

570 666. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Démarreur centrifuge pour moteurs électriques, 8 septembre 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences rapports de documentation sur la physique :

Mardi 6 mai 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Première conférence : *Classification des raies spectrales*, par M. Croze, professeur à la Faculté de Nancy.

Association amicale des Ingénieurs de l'Institut électrotechnique de Toulouse (Groupe parisien) :

Jeudi 8 mai 1924, 20 h 30, Café Sargeot, 30, rue de Châteaudun, Paris. — Réunion mensuelle.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 10 mai 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *Les ondes ultra-sonores et leurs applications*, par Paul Langevin, professeur au Collège de France (expériences).

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	30 avril	17 avril	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 o/o, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris			710	650	350
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	509	542	580	338,50	172
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	509	542	580	338,50	172
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	503,50	516	575	332	172
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	1 783	1 878	1 547	786	430
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	1 783	1 870	1 538	793	420
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	1 770	1 855	1 548	769	410
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen	238,75	246,50	197	131	54,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	243,75	251,50	202	137	55
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	239,50	246,50	239	142	59,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	266	274	258	162	59,50

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX vendredi 18 avril 1924	PRIX samedi 26 avril 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl	12 1/2 d	12 5/8 d	+ 1/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	615 fr	606 fr	— 9
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	516	503,50	— 12,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	655	642	— 13
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	913	900	— 13
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 415	6 400	— 15
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle noir	100 kg	1 604	1 604	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 846	1 784	— 62
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-415	400-410	0-5
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	500	500	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	282	282	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	185	175	— 10
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	160	150	— 10
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	137,50	160	+ 22,50
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	246	238,75	— 7,25
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	275	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	350	350	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne) pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	209,75	206	— 3,75

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R.G.E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Quelques observations sur la socialisation des entreprises de transport en commun (à propos de la récente grève des transports de Londres). — La gestion des entreprises de transports en commun intéresse tout particulièrement les électriciens puisque la majorité d'entre elles utilisent l'énergie électrique. D'autre part, du fait que la clientèle de ces entreprises comprend la classe ouvrière, les municipalités ont, dans tous les pays, une tendance marquée à vouloir se charger de cette gestion, dans l'espoir que, tout en améliorant le sort de leur personnel, elles parviendront ainsi à diminuer les tarifs. L'application a déjà maintes fois démontré combien cet espoir était vain. Les discussions auxquelles a donné lieu la récente grève des tramways de Londres viennent d'en donner une nouvelle preuve. Le « Times » du 4 avril 1924 a cherché à dégager les enseignements qui découlent de ces discussions. Bien que la plupart de ces conséquences aient déjà été mises en évidence, cette étude présente quelques aspects nouveaux que, dans son « Bulletin quotidien » du 29 avril, la Société d'Études et d'Informations économiques expose comme il suit :

La principale leçon à retenir, c'est que la « socialisation » n'est un remède ni aux revendications de salaires, ni aux grèves. Les tramways de Londres sont socialisés pour la plupart ; ce sont des autorités publiques, issues du suffrage populaire, qui en sont propriétaires et qui les exploitent. Elles exploitent d'ailleurs à perte et sont encore moins en état de payer le taux de salaire demandé, le taux reconnu comme désirable, que les entreprises privées.

Quand des tramways municipaux rapportent un bénéfice, on le proclame bien haut, comme une preuve de succès du socialisme. Mesurer le succès aux bénéfices : Cela s'accorde-t-il très bien avec la thèse d'après laquelle, en régime socialiste, on ne travaille pas en vue du profit mais en vue de servir la collectivité ? Cela s'accorde-t-il bien avec la théorie d'après laquelle les bénéfices, c'est autant de rémunération légitime qu'on enlève aux travailleurs ? Mais n'importe. Retenons simplement ce fait que, de ces bénéfices réalisés par des entreprises municipales, on tire argument pour démontrer la réussite du système.

A ce compte, les pertes démontrent la faillite du système. Embarras financiers ; incapacité de payer de justes salaires ; conflits qui en résultent et qui immobilisent l'industrie : quand tout cela se produit dans des entreprises privées, on nous invite à contempler « l'effondrement du régime capitaliste ». Si une telle conclusion est valide, la même série de phénomènes dans des entreprises appartenant à la collectivité nous montrent l'effondrement du régime socialiste.

Les tramways de la région de Londres, en partie propriété collective, en partie propriété privée, permettent de comparer des deux systèmes dans des conditions d'égalité tout à fait exceptionnelles. Si l'un des deux services est supérieur à l'autre, c'est celui des entreprises privées, où les receveurs sont peut-être un peu plus obligeants, parlent d'un peu moins haut que ceux des entreprises publiques. L'avantage ne se rétablirait en faveur de celles-ci qu'à la condition d'être exploitées plus économiquement et de mieux traiter leur personnel.

Mais pourquoi les tramways se trouvent-ils dans une situation financière si difficile ? La raison qu'on en donne est double : d'abord la concurrence excessive d'autres moyens de transport ; ensuite, les charges de construction et d'entretien peu équitables.

La première de ces deux raisons revient à dire que l'initiative privée a créé d'autres façons de voyager que les voyageurs trouvent plus commodes ou qui sont moins coûteuses à exploiter. En d'autres termes, les tramways sont vieux jeu. Soumis au régime de la concurrence, ils céderaient peu à peu la place à quelque chose de mieux ; dans la mesure où ils appartiennent à des particuliers, ces particuliers auraient à s'adapter aux conditions nouvelles à leurs propres dépens, sans que personne se fît beaucoup de mauvais sang pour eux.

Alimentés par la bourse des contribuables, les tramways socialisés ne pourraient être abandonnés qu'aux dépens des contribuables ; d'où la nécessité de les garder.

C'est là l'un des dangers de toute socialisation : elle tend à perpétuer des méthodes surannées, alors qu'il existe des méthodes nouvelles et supérieures qui pourraient être adoptées. Les socialistes ont beau protester, et protester sincèrement, que le socialisme encouragerait inventions et découvertes, le programme qui consiste à faire passer les entreprises privées entre les mains de la collectivité ne tient compte en fait que des entreprises déjà existantes et parvenues à maturité ; il ne peut tenir compte que de celles-là ;

Établissements TROUVAY CAUVIN & DEL POZO

Téléph. : TRUDAINE 02-76 et 02-77
Télégr. : TROUVINRT-PARIS

Société Anonyme au Capital de 1000000 francs
80, Rue Taitbout, PARIS (9e)

Registre du Commerce :
SEINE n° 72490

GROS APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE A HAUTE & A BASSE TENSION

***Usine et Magasin* : 22, rue du Rhin, PARIS (19e)**

BASSE TENSION

Interrupteurs

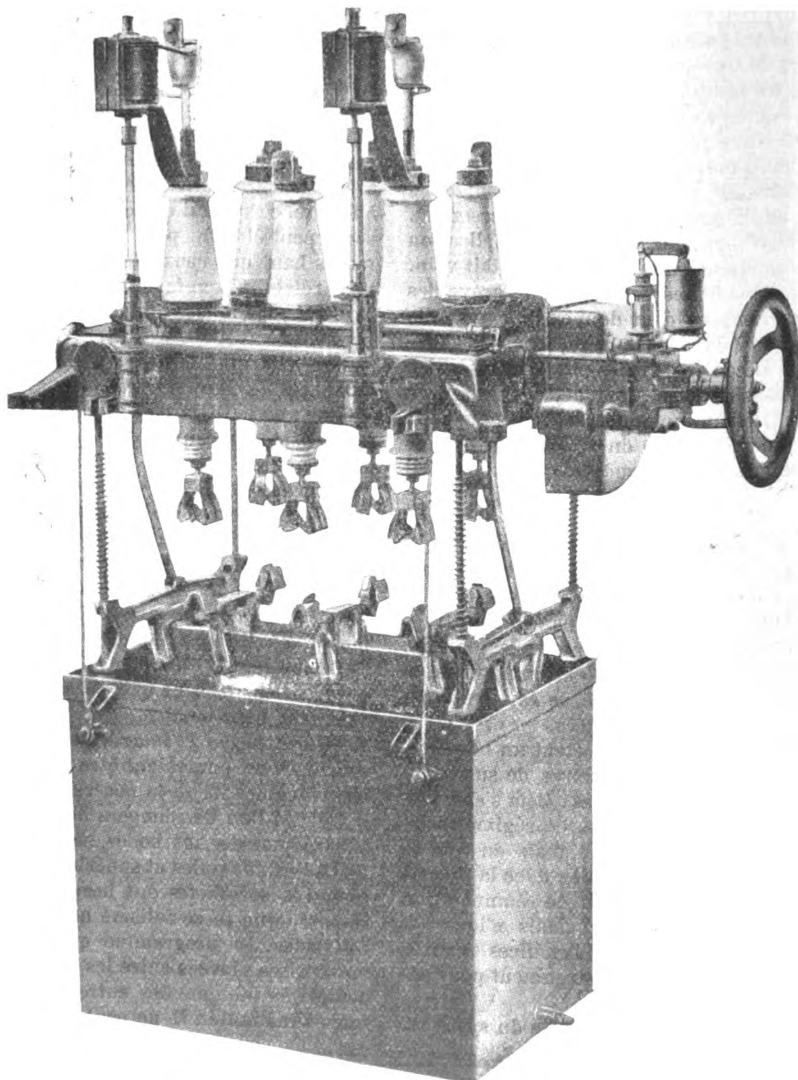
Coupe-Circuits

Commutateurs

Parafoudres

Coffrets de manœuvre blindés





HAUTE TENSION

Sectionneurs

Coupe-Circuits

Parafoudres

Inductances

Limiteurs divers

Résistances diverses

Disjoncteurs dans l'huile



DISJONCTEUR 15000 VOLTS, 150 AMPÈRES, 90 LITRES D'HUILE

AGENTS GÉNÉRAUX des Établissements ADT (ENSHEIM - Bassin de la Sarre)

Tubes Tôle plombée, Laiton et Acier étiré avec leurs accessoires

Envoi franco sur demande du Catalogue A D T et du Catalogue de gros appareillage

il ne saurait tenir compte de celles qui ne sont pas nées ou qui se débattent encore dans leur première enfance, mais qui peuvent grandir et étrangler un beau jour les séniles devancières où a été peu judicieusement englouti l'argent de la collectivité.

Allègue-t-on que les tramways ne sont pas vraiment socialisés parce qu'ils ont à faire face à la concurrence privée ? Cela ne fait que fortifier la thèse antisocialiste.

Quant aux charges qui pèsent sur les tramways, admettons qu'on les en dispense, comme le demandent certains milieux ; les entreprises pourraient alors, au moins par hypothèse, relever leur échelle de salaires, tout en faisant des profits et non plus des pertes. L'argent qu'elles ne paieraient plus n'en aurait pas moins à venir de quelque part ; le fardeau passerait simplement sur d'autres épaules, ou irait grossir les impositions locales. Dans l'un et l'autre cas, il finirait par retomber sur les contribuables : ceux-ci ne gagneraient rien au change, là où les tramways sont à la municipalité, ils y perdraient, là où les tramways sont à des particuliers.

Coordonnez les transports sous l'autorité d'un seul organisme central ; éliminez ou réduisez la concurrence, prêche-t-on assez généralement par manière de remède. Il est amusant de voir des gens qui ne trouvent pas de mots assez véhéments pour dénoncer ce procédé quand on parle de l'appliquer, dans les charbonnages par exemple, — en réclamer aujourd'hui si instamment l'application aux transports londoniens. Un jour, c'est « le socialisme dans toute sa crudité », et ce serait la ruine de l'industrie britannique ; le lendemain, c'est la nécessité même et une chose de plus à souhaiter.

Quelqu'un que cela doit amuser aussi, c'est le premier ministre s'il a le loisir de suivre cette campagne.

« Dès que la production s'organise sur la base d'un trust et devient une fonction sociale », a-t-il écrit dans l'un de ses livres sur le socialisme, « le besoin se fait de plus en plus pressant de soumettre pareille organisation au contrôle populaire, d'en faire une partie intégrale de la vie collective, tout comme l'instruction publique, le gouvernement, etc... »

Sans doute est ce inévitable dans le cas des transports londoniens. Mais combien de ceux qui le demandent à cor et à cri savent-ils qu'ils accomplissent les prophéties du premier ministre socialiste et qu'ils veulent qu'on fasse un grand pas dans la direction de ce socialisme qui les épouvante si fort ? Ils sont toujours à en parler ; ne pourraient-ils se mettre à l'étudier : car à quoi sert de condamner sans comprendre ?

Admettons néanmoins que la coordination et le contrôle aient été adoptés ? En quoi cela avancera-t-il les employés dont les salaires ont été la cause immédiate de toute l'affaire ? On va aider les tramways à gagner davantage en réduisant la concurrence. Ou cela n'a pas de sens, ou cela signifie qu'on va exclure des rues d'autres véhicules, dont le personnel se trouvera par conséquent privé de travail. Le secrétaire de la Fédération des Transports a-t-il songé à cela ? Et qu'en dit-il ?

A ces observations du collaborateur du « Times », les premiers avocats de la municipalisation des tramways en Grande-Bretagne n'auraient qu'une chose à répondre : Avec un certain illogisme le Tract Fabien n° 33, sous sa forme remaniée de février 1898, commençait bien par invoquer à l'appui de sa thèse la perspective de bénéfices de 7 pour 100 ; après quoi il s'empressait de conclure que l'exploitation en régie devait être proscrite et que l'exploitation directe devait avoir pour but d'assurer la gratuité des transports au même titre que la gratuité des routes et des ponts. Parce qu'un ouvrier a déjà l'ennui d'avoir à se loger loin de son travail, est-ce une raison pour lui demander encore de l'argent à l'aller et au retour ?

La question des recettes n'a donc aucune espèce d'importance dans une industrie des transports socialisée ? La question des salaires n'en continue pas moins, il est vrai, à se poser tant qu'on n'est pas au stade où l'argent aura été complètement supplanté par un simple échange de services. Sans doute y serait-il pourvu par le moyen de l'impôt. Et le dernier mot du collectivisme serait ainsi, dans tous les domaines, de grever la totalité des contribuables pour dégrever totalement les usagers. Les seules difficultés financières seraient alors, comme en Russie, celles du budget de l'État. Et il resterait simplement à démontrer que les citoyens y gagnent, comme usagers, plus qu'ils n'y perdent comme contribuables.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES SOUS-MARINS. — En vue de la réalisation du programme naval qui comprend entre autre, la mise en service de douze sous-marins, le Ministère de la Marine avait ouvert un concours au point de vue solidité et garantie de durée pour les accumulateurs destinés à équiper ces unités.

La société l'Accumulateur Tudor informe que la fourniture de ces batteries lui a été entièrement confiée.

DEMANDES DE PERMISSION DE VOIRIE POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES DE TRANSMISSION ET DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS. — *Finistère.* — La Société finistérienne d'Electricité a obtenu, sous les réserves d'usage, des permissions de voirie pour l'établissement entre Pont-l'Abbé et Penmarch, d'une ligne à haute tension destinée à l'alimentation du réseau de distribution de cette dernière commune, dont elle a obtenu la concession.

Cette ligne est destinée à desservir, non seulement le réseau de Penmarch, mais aussi le réseau d'un Syndicat intercommunal en voie de constitution qui englobera les communes de Plomeux, Loctudy, Guilvinec et Plobannalec.

Gard. — La Société grand-combienne d'Eclairage et d'Energie, à la Grand'Combe (Gard) a sollicité l'autorisation d'établir une ligne d'énergie à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution de la commune de Branoux dont elle est concessionnaire.

La Société Sud-Electrique, siège social, 94, rue Saint-Lazare, a sollicité l'autorisation d'établir trois lignes de transmission d'énergie à haute tension destinées à alimenter les réseaux de distribution d'énergie des communes de Saint-Hilaire d'Ozilhan, Lirac et Brignon dont elle a obtenu la concession.

Meurthe-et-Moselle et Moselle. — MM. de Wendel et Cie, métallurgiste à Hayange (Moselle) ont sollicité l'autorisation d'établir un câble souterrain à 10 000 v entre leurs usines génératrices de Moyeuvre-Grande et de Jœuf, afin de régulariser l'alimentation en énergie des laminoirs de Jarmailles.

Rhin (Haut). — L'usine électrique municipale de Neuf-Brisach, exploitant en régie le réseau d'énergie électrique de cette commune, lequel s'étend sur plusieurs localités, a obtenu, sous les réserves d'usages, l'autorisation d'établir une ligne à haute tension de la ferme de Rheinfelderhof au village de Buestenhart afin de relier en circuit, les artères de Neuf-Brisach-Rheinfeldberdorf et Neuf-Brisach-Buestenhart.

MESURES ÉLECTRIQUES



Envoi franco du catalogue.

GRANDS PRIX
PARIS 1889, 1900
SAINT-LOUIS, 1904
HORS CONCOURS
LIÉGE, 1905
Membre du Jury

Enregistreurs et appareils de tableaux

AMPÈREMETRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle à cadre complètement apériodique pour courant continu.
Modèle électromagnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.
Modèle apériodique de précision à cadre mobile.
Modèle thermique à consommation réduite (Brev. S. G. D. G.).
Boîtes de contrôle — Ohmmètres — Compteurs horaires, etc.
Millivoltmètres et milliampèremètres.

Appareils à cadrans combinés et enregistreurs
pour traction électrique : tramways, chemins de fer, électromobiles, etc.

ENREGISTREURS POUR TOUT CONTROLE INDUSTRIEL

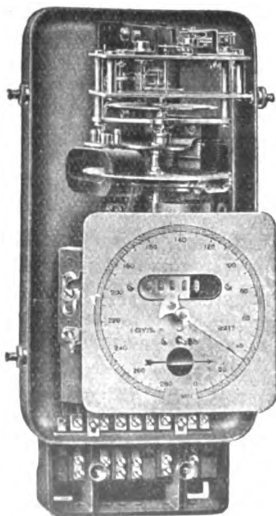
Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45 mm × 107 mm.

Sté Ame des Ets JULES RICHARD, AU CAPITAL DE 6 000 000 FR.
25, rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS** (19e)
Registre du Commerce : Seine N° 174 227

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra) (9e)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ



LANDIS & GYR

Simple - double - triple tarif
A indicateur de maximum
A dépassement
d'énergie réactive
Horloges de contact
Interrupteurs horaires
Transformateurs de mesures

AGENCE GÉNÉRALE POUR LA FRANCE ET LES COLONIES

FERRIÈRE & BERCHTOLD

Téléph. : Marcadet 11-03 **PARIS (18e)** *12, rue Lapeyrère, 12*

(*Registre du Commerce* : Seine N° 93 526)

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — *Calvados.* — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique :

A un hameau de la commune de Saint-Germain-la-Blanche-Herbe dit « l'Abbaye-d'Ardennes » ;

Dans les communes de Equemauville, Fourneville et Saint-Gratien-des-Bois.

Côte-d'Or. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique sur le territoire d'un certain nombre de communes de la région de Saint-Seine-l'Abbaye, savoir :

Poiseul-la-Grange, Léry, Lamargelle, Frénois, Pelleray-sur-Ignon, Poncey-sur-Ignon, Vaux-Saules, Saussy, Curtill-Saint-Seine, Francheville, Champagny, Bligny-le-Sec, Saint-Seine-l'Abbaye, Saint-Martin-du-Mont, Villotte-Saint-Seine, Val-Suzon, Turcey, Trouhaut, Panges, Chanceaux, Saint-Germain-Source-Seine, Blessey.

Savoie. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans diverses communes des cantons de Montmélian et de Chamoux, groupées sous le nom de Syndicat intercommunal de Coisin.

Seine-et-Oise. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Pecqueuse.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Aisne.* — La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation du réseau de distribution de la commune de Charmes.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord, dont le siège social est à Douai, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, a obtenu l'autorisation d'installer :

1° Deux branchements électriques à haute tension (15 000 v) au territoire de la commune de Pont-à-Marcq et destinés à l'alimentation, l'un de la tannerie Six, l'autre de la tannerie Delattre frères ;

2° Une canalisation électrique souterraine à 10 000 v au territoire de Seclin, destinée à l'alimentation du poste de transformation de M. Fievet, entrepreneur à Seclin.

Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne à haute tension (15 000 v) qui, partant du poste de transformation de Buissy où elle se branchera sur la ligne existante de Sains à Croisilles, est destinée à l'alimentation du poste communal d'Inchy-en-Artois. Cette ligne s'étendra sur les seuls territoires des communes de Buissy et d'Inchy.

La même compagnie a également obtenu l'autorisation de construire immédiatement les lignes d'énergie à 15 000 v ci-après :

1° Ligne dérivée de la ligne Oisy-le-Verger-Palluel-Ecourt-Saint-Quentin destinée à l'alimentation du poste communal d'Oisy-le-Verger ;

2° Ligne partant du poste de Rumaucourt et devant alimenter les postes de Sauchy-Cauchy et Sauchy-Lestrée ;

3° Ligne destinée à relier les lignes à 15 000 v de Sains-les-Marquions-Croisillon-Saint-Léger et de Bourlon-Graincourt ;

4° Ligne dérivée de la ligne Rumaucourt-Sauchy-Cauchy-Sauchy-Lestrée et destinée au raccordement de la ligne Sains-les-Marquion-Croisilles ;

5° Ligne d'Ecoust-Saint-Mein à Barastre et dérivation sur Bertrincourt destinée à l'alimentation des communes de Vaulx-Vraucourt, Beugny, Haplincourt et Barastre.

Pas-de-Calais et Nord. — La Société électrique du Nord-Ouest, 53, avenue de Chateaudun, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Dans le département du Pas-de Calais, entre Rang-du-Fliers et Pas-d'Authie, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation des réseaux de distribution des communes de Verton, Grosfliers, Waben et Conchil-le-Temple.

2° Dans le département du Nord, deux lignes électriques aériennes à 15 000 v aux territoires des communes d'Holque et de Watten, savoir :

1° Ligne d'Holque à Watten destinée à alimenter les distributions de la commune de Watten ;

2° Branchement devant relier le poste de transformation de la commune d'Holque.

Rhin (Bas-). — La Société Electricité de Strasbourg, 1, rue du 22-novembre, à Strasbourg, a obtenu l'autorisation d'établir entre Wasselone et Mohengoeft une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les concessions communales de Hohengoeft et de Wilgoheim.

Seine-et-Oise. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), siège social, 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement des canalisations souterraines 3 000 v diphasé à 50 p : s, destinées à remplacer des canalisations aériennes existantes à Saint-Cloud.

La Société Union des Gaz, siège social à Rueil, 9 bis, avenue de Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation à 10 000 v pour courant triphasé, à 50 p : s, destiné à alimenter les postes de transformation des communes de Sartrouville, Cormeilles-en-Parisis, La Frette, Montigny-les-Cormeilles, Herblay, Francauville et Le Plessis Bouchard.

La Société Eclairage et Force par l'Électricité, siège social, 26, rue Laffitte, a obtenu l'autorisation d'établir immédiatement une canalisation aérienne à haute tension (15 000 v) destinée à alimenter les postes de transformation communaux de Villiers-le-Bel et d'Ecouen.

La Société Le Triphasé (Nord-Lumière), 53, rue des Dames, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Sur le territoire de Conflans-Saint-Honorine, une ligne à haute tension destinée à l'alimentation de l'usine de la Société des Lignes télégraphiques et téléphoniques ;

2° Une canalisation aérienne destinée à alimenter un poste de transformation aux usines de Graiblanc et Gargenville ;

3° Une canalisation aérienne destinée à l'alimentation d'un poste de transformation des Mureaux.

Combustibles. — **La production houillère des Etats-Unis en 1923.** — Selon les premières estimations de l'United States Geological Survey, basées sur le trafic hebdomadaire des 137 principales voies ferrées par lesquelles s'effectue le transport du charbon, la production houillère aux Etats-Unis

a atteint 545 300 000 tonnes courtes (de 907 kg) de bitumineux et 95 344 000 tonnes d'anthracite en 1923, contre 422 268 099 et 54 683 021 tonnes courtes, respectivement, l'année précédente. En dépit d'un progrès considérable sur ceux de 1922, les résultats obtenus l'année dernière, apparaissent, pour le bitumineux surtout, sensiblement inférieurs aux chiffres de 1918, année de production maximum (579 millions 385 870 tonnes de bitumineux et 98 826 084 tonnes d'anthracite).

Métallurgie. LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE DE LA FRANCE EN MARS 1924. — D'après les statistiques du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er avril 1924 était de 136, soit 2 de plus qu'au 1er mars. Le nombre des appareils prêts à fonctionner s'élevait à 39 et celui des appareils en construction ou en réparation à 45.

La production de fonte en mars dernier a atteint 634 567 t se décomposant comme il suit : fonte d'affinage, 33 756 t ; fonte de moulage, 119 066 t ; fonte Bessemer, 3850 t ; fonte Thomas, 458 510 t ; fontes spéciales, 14 322 t ; soit, au total, des augmentations respectives de 34 227 t et 121 279 t par rapport au mois précédent et à décembre 1922.

La production de l'acier accuse, par rapport à février dernier un progrès de 18 284 t et dépasse de 158 316 t celle de décembre 1922 ; elle s'est élevée en mars à 572 916 t dont 559 233 t de lingots et 13 683 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée a été de : 245 501 t de fonte et 191 074 t d'acier. Ces résultats sont les meilleurs qui aient jamais été atteints depuis l'armistice.

Télégraphie. Téléphonie. — LA CRÉATION D'UN COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL POUR LA TÉLÉPHONIE A GRANDE DISTANCE. — Les délégués des puissances européennes se sont réunis le lundi 28 avril 1924 en vue de fonder un comité consultatif international pour la téléphonie à grande distance en Europe.

Au cours de cette première réunion plénière, le programme des travaux de l'assemblée a été déterminé : il comporte l'étude de toutes les questions techniques intéressant la téléphonie à grande distance.

Trois sous-commissions ont été nommées ; leurs travaux dureront toute la semaine ; une assemblée générale statuera définitivement prochainement.

Les chefs des délégations étrangères et françaises sont : MM. Lindow (Allemagne) ; Neider (Autriche) ; Dethioux (Belgique) ; Pedersen (Danemark) ; Nieto (Espagne) ; Ylostalo (Finlande) ; colonel Purves (Grande-Bretagne) ; Kol (Hongrie) ; Di Pirro (Italie) ; Kadikis (Lettonie) ; Elein (Luxembourg) ; Engest (Norvège) ; Van Embden (Pays-Bas) ; Georgiewitch (Serbes, Croates et Slovènes) ; Hallgren (Suède) ; Muri (Suisse) ; Sandor (Tchécoslovaquie) ; Milon, directeur de l'Exploitation téléphonique (France).

M. Valensi, ingénieur des Télégraphes, assure le secrétariat général de ce congrès.

Transports. Communications. — MISE EN MARCHE DES TRAINS ÉLECTRIQUES DE PARIS-SAINT-LAZARE A BOIS-COLOMBES ET A BÉCON-LES-BRUYÈRES. — Dimanche 27 avril ont été ouvertes au public les deux sections de lignes électrifiées Paris-Saint-Lazare à Bois-Colombes et à Bécon-les-Bruyères. Ces deux sections sont desservies journellement dans chaque sens par 40 trains électriques auxquels viennent s'ajouter les trains à vapeur déjà existants mais qui cessent de s'arrêter pour la plupart aux stations intermédiaires de Clichy-Levallois et d'Asnières.

En prévision de la mise en service des lignes électrifiées Paris-Saint-Germain et Saint-Cloud, projetées pour l'année prochaine, l'Administration des Chemins de fer de l'État va passer une commande de 100 automotrices électriques du même modèle que celles qui ont été mises en circulation sur les lignes Paris-Bois-Colombes et Paris-Bécon-les-Bruyères.

Économie industrielle et sociale. — LES SALAIRES ET LE RENDEMENT DES OUVRIERS EN GRANDE-BRETAGNE ET AUX ÉTATS-UNIS. — L' « Engineering » du 11 avril commente une curieuse interview de M. Thomas Harper, propriétaire d'une fonderie à New-York qui vient de visiter plusieurs centres métallurgistes de Grande-Bretagne.

M. Harper établit une comparaison entre les salaires et le rendement des mouleurs aux États-Unis et en Grande-Bretagne, et constate que si les salaires sont trois fois plus élevés aux États-Unis qu'ils ne sont en Grande-Bretagne, le rendement y est également trois fois ce qu'il est en Grande-Bretagne. C'est ainsi que, dans une fonderie de cuivre anglaise, on a déclaré à M. Harper que l'on faisait de 9 à 12 moulages par journée de huit heures dans des formes de 10 sur 12 et sur 4 pouces ; à New-York, où la forme unifiée est de 12,5 sur 18 et sur 5 pouces, on fait de 16 à 24 moulages par huit heures de travail. C'est-à-dire trois fois plus qu'en Grande-Bretagne. D'un autre côté, le salaire moyen du mouleur anglais (taux syndical) est de 3 livres, 7 shillings 6 pence par semaine ; au change de 4,5 dollars par livre, cela fait 15 dollars par semaine ; or, les mouleurs américains gagnent environ 45 dollars par semaine et beaucoup d'entre eux sont payés 1 dollar par heure. Les orateurs travaillistes et les leaders des Trades Unions, quand ils accusent les patrons anglais de payer insuffisamment leurs ouvriers et qu'ils font miroiter aux yeux des ouvriers anglais les hauts salaires américains, négligent de signaler qu'à ces hauts salaires correspond un rendement également très élevé.

Au dire de M. Harper, les ouvriers anglais et écossais qui arrivent aux États-Unis sont incapables, dans les débuts, de se mettre au niveau de leurs collègues américains ; il leur faut six mois avant d'avoir acquis la capacité de travail susceptibles de leur assurer un haut salaire.

Associations. Groupements. — SOCIÉTÉ AMICALE DES INGÉNIEURS DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — Samedi dernier, 3 mai, a eu lieu à la salle Hoche, 9, avenue Hoche, le bal annuel organisé par la Société amicale des Ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité. Dans l'assistance, nombreuse et particulièrement choisie, on remarquait des ingénieurs d'à peu près toutes les promotions, les jeunes, surtout, étant particulièrement bien représentées. Quelques personnalités du monde électrique, des professeurs de l'École supérieure d'Électricité et du Laboratoire central d'Électricité ont tenu à rehausser, par leur présence, l'éclat de cette joyeuse réunion. Au son d'un orchestre tour à tour lent et enjoué, les couples évoluèrent gracieusement jusqu'à une heure assez avancée de la nuit et cavaliers et danseuses se retirèrent enchantés de cette charmante soirée. Nous adressons ici nos vives félicitations à ceux qui l'avaient organisée.

INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE ; EXPÉRIENCE RELATIVE A LA PROPAGATION DU SON DES FORTES EXPLOSIONS. — Nous rappelons à nos lecteurs que c'est la semaine prochaine qu'aura lieu la première expérience relative à la propagation du son des fortes explosions. Les indications fournies à ce sujet par M. Ch. Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe ont été publiées dans la « Revue générale de l'Électricité » du 26 janvier 1924, p. 121 et 122.

Rappelons cependant que cette expérience comportera trois explosions, portant chacune sur 10 t d'explosif, qui seront produites au camp de La Courtine situé près de la limite des départements de la Creuse et de la Corrèze, à 22 km au nord-nord-est de Tulle. La première aura lieu le jeudi 15 mai à 19 h 30; la seconde, le vendredi 23 à 20 heures; la troisième, le dimanche 25 mai, à 9 heures.

Il est désirable qu'on puisse réunir un grand nombre d'observations de l'arrivée du son. Nos lecteurs voudront certainement coopérer à ces intéressantes expériences. Les personnes qui feront des observations, quels qu'en soient les résultats, positifs ou négatifs, sont priées de bien vouloir, outre l'usage qu'elles en feraient personnellement, les communiquer à l'Institut de Physique du Globe, 176, rue de l'Université, Paris (7e). Une note plus étendue donnant des indications détaillées sur les expériences et la manière de faire les observations dont les principaux passages ont été publiés dans la « R. G. E. » du 22 janvier 1924, citée plus haut, sera envoyée sur demande à l'Institut de Physique du Globe.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — Électro-Traction. — L'objet de cette société anonyme nouvelle est la fabrication, la location, l'entretien de voitures électriques. Le siège est à Paris, 15, rue de Milan. Le capital est de 600000 fr en actions de 100 fr dont 850 attribuées à la Société d'Études et de Recherches industrielles et commerciales.

Le conseil pourra dès à présent porter ce capital à 2 millions de francs.

Augmentations de capital. — Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 mai 1924, p. 347, cette société, dont le siège social est à Montrouge (Seine), 12, place des États-Unis, va porter son capital de 36 à 42 millions de francs par l'émission de 48000 actions nouvelles de 125 fr chacune à souscrire en numéraire, au prix de 500 fr, soit avec une prime de 375 fr. Le montant de cette prime sera porté à un compte de réserve spéciale et pourra être employé par le conseil d'administration comme il le jugera convenable. Ces actions porteront les numéros 288001 à 336000 et participeront aux bénéfices de l'exercice du 1er avril 1924 au 31 mars 1925; elles seront donc délivrées, coupon n° 91, à l'échéance du 15 mai 1925 attaché, et seront réservées par préférence aux actionnaires actuels à raison d'une action nouvelle pour six actions anciennes.

La souscription est ouverte du 6 au 31 mai 1924 inclus.

Société en commandite simple Louis Moynat et Cie. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 mai 1924, p. 358, cette société, dont le siège social est à Thonon-les-Bains (Haute-Savoie), 7, boulevard des Bains, va procéder à l'émission de 800 obligations de 500 fr, représentant un emprunt de 400000 fr, en deux séries de chacune 400 obligations, sous la condition suspensive de leur souscription intégrale. Ces obligations sont émises à 500 fr, payables en souscrivant, avec intérêts de 7 pour 100 nets de tous impôts présents et futurs, sauf l'impôt de transmission. La première série sera émise de suite et la seconde après la souscription de la première série. Elles seront remboursables au pair, soit 500 fr dans un délai de vingt ans, à compter du 1er juillet 1925 et par voie de tirage au sort dans les conditions établies en l'acte précité. Toutefois, la société s'est réservée la faculté de les rembourser par anticipation. Ces obligations sont garanties par un nantissement sur le fonds commercial et industriel exploité par la société et sur les immeubles ou immeubles par destination lui appartenant. Par l'acte susénoncé, il a été créé une société civile entre les souscripteurs et propriétaires actuels et futurs des obligations en vue de l'exercice des droits et actions qui y sont attachés.

Compagnie générale des Câbles de Lyon. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 avril 1924, p. 315, cette société, dont le siège social est à Lyon, 41, chemin du Pré-Gaudry, va porter son capital de 10 millions de francs à 20 millions de francs au moyen de l'émission de 20000 actions de 500 fr chacune à souscrire contre espèces, au taux de 750 fr l'une, soit avec une prime de 250 fr par action, payables un quart de la valeur nominale et la totalité de la prime à la souscription. Ces 20000 actions nouvelles seront créées jouissance du 1er janvier 1924; toutefois, elles n'auront droit au premier dividende de 5 pour 100 que proportionnellement au montant des versements effectués et à compter seulement desdits versements; elles seront, pour le surplus, complètement assimilées aux actions actuelles à partir du 1er janvier 1925.

Énergie électrique suburbaine de Nancy. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 21 avril 1924, p. 309, cette société, dont le siège social est à Nancy, 10, rue des Quatre-Églises, va procéder à l'émission, au taux de 550 fr par action, de 1800 actions nouvelles de 500 chacune, jouissance du 1er juillet 1924, payables 175 fr à la souscription (premier quart et prime); le deuxième quart du 1er au 15 juillet 1924 et le surplus sur appels ultérieurs, avec faculté de libération anticipée du 1er au 15 juillet 1924. Les actions nouvelles, assimilées aux anciennes, sont réservées aux propriétaires de ces dernières, à raison d'une nouvelle pour deux anciennes.

Divers. — Anciens Établissements Schmitt et Zivy (en liquidation). — Les comptes de liquidation qui ont été soumis à la récente assemblée ordinaire des actionnaires se résument de la manière suivante :

A l'actif : sommes disponibles à répartir entre les créanciers ou réparties, 412894,25 fr; créances litigieuses susceptibles de réduction, 177186,37 fr; créances à passer par profits et pertes, 12830,01 fr.

Au passif : créances venant à la répartition, 658263,82 fr sommes en réserve à prélever sur l'actif disponible, 45000 fr.

La première répartition s'établit de la manière suivante : somme disponible, 412894,25 fr; somme à prélever, 45000 fr; reste à répartir, sauf imputation des sommes déjà versées aux créanciers, 367894,25 fr, soit 55 pour 100 des créances.

Compagnie télégraphique des Antilles. — Les actionnaires réunis le 29 avril 1924 en assemblée ordinaire, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice net de 23295 fr et fixé le dividende brut à 12,13 fr par action.

La cession du réseau de la société, moyennant une somme de 40000 dollars, n'a pu encore être effectuée, par suite d'événements politiques ayant retardé l'obtention de l'autorisation de vente d'une partie des câbles de la Compagnie française des Câbles télégraphiques. Il est à noter, en outre, que la cession du réseau de la société est subordonnée à la conclusion de l'opération actuellement envisagée par la Compagnie française des Câbles télégraphiques.

COMPAGNIE CENTRALE D'ÉCLAIRAGE ET DE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ (COMPAGNIE D'ÉLECTRICITÉ DE LIMOGES). — Les actionnaires de cette société réunis le 30 avril 1924 en assemblée ordinaire ont approuvé à l'unanimité les rapports et les comptes de l'exercice 1923, faisant apparaître un solde créditeur de 913 184 fr.

Sur la proposition du conseil, le dividende a été fixé à 10 fr par action, tant ordinaire que privilégiée.

Il sera mis en paiement à partir du 1er mai 1924, à raison de, net, 8,80 fr par action ordinaire ou privilégiée nominative, sur présentation des certificats; 8,257 fr par action privilégiée au porteur, contre remise du coupon n° 16; 8,25 fr par action ordinaire au porteur, contre remise du coupon n° 24; 4,84 fr par action non libérée, sur présentation des certificats.

D'après le rapport, la société a poursuivi l'entretien de sa ligne de transmission du Saillant à Limoges, à 40 000 v, et créé la ligne de transmission d'énergie dérivée de cette ligne principale, partant du poste de Coussac pour aboutir à Saint-Yrieix.

Actuellement, sont en cours de montage ou d'exécution : un nouveau groupe turbo-alternateur de 6 000 kw; un groupe de deux nouvelles chaudières « Babcock et Wilcox », chacune de 380 m² de surface de chauffe; une commutatrice destinée à remplacer l'ancienne batterie d'accumulateurs des tramways de Limoges; un groupe de 800 kw pour l'usine du Saillant; le renforcement de différents groupes de transformateurs, la création d'un nouveau parc à charbon à Limoges avec transport et distribution automatique aux chaudières.

Toutes ces différentes installations seront terminées au cours de l'année 1924.

SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE ET FORCE MOTRICE. — L'assemblée ordinaire de cette société qui a eu lieu récemment, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice clos le 31 décembre 1923. Le crédit du compte de profits et pertes ressort à 8 016 540,12 fr, total sensiblement égal à celui de 1922, mais net de toutes charges financières et de tous amortissements estimés nécessaires par le conseil. Le bénéfice net ressort à 6 504 752,86. Le dividende brut a été fixé à 20 fr par action.

SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA VIENNE. — Les recettes totales de l'exercice 1923 se sont élevées à 1 million 805 573,09 fr et les dépenses d'exploitation à 1 631 364,04 fr, laissant ainsi un produit d'exploitation de 174 209,05 fr, contre 144 590,07 fr l'année précédente. Le compte de profits et pertes fait apparaître un solde bénéficiaire de 137 909,44 fr.

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — L'assemblée ordinaire de cette société, tenue récemment, au siège, à Paris, 6, square de l'Opéra, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice net de 48 654,93 fr, permettant la distribution d'un dividende brut 62,50 fr par action.

Les ventes de courant se sont élevées à 139 879,20 fr, la location des compteurs et branchements a produit 13 138,65 fr, les recettes diverses, intérêts et agios forment un total de 19 823,48 fr, soit un total de recettes de 172 841,33 fr, en augmentation de 19 921,43 fr sur l'exercice précédent.

SOCIÉTÉ LYONNAISE DE LUMIÈRE ET DE FORCE. — Cette société dont le siège est à Lyon, 12, rue du Plat, a vu son bilan au 31 décembre 1923 se solder par un bénéfice de 30 968 fr, y compris le report de l'exercice précédent se montant à 8 182 fr.

COMPAGNIE DES TRAMWAYS DE FONTAINEBLEAU. — Les actionnaires réunis le 26 avril 1924, à Lyon, en assemblée ordinaire, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice de 32 314 fr. Ils ont voté la distribution d'un dividende de 7,50 fr brut par action.

COMPAGNIE DES TRAMWAYS DE POITIERS. — L'assemblée générale ordinaire tenue le 26 avril 1924, à Lyon, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 21 545 fr. Les actionnaires ont approuvé toutes les résolutions présentées par le conseil, notamment la distribution d'un dividende de 2 fr brut par action.

COMPAGNIE DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES D'AVIGNON. — L'assemblée ordinaire tenue le 26 avril 1924, à Lyon, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 laissant des bénéfices sensiblement égaux à ceux de l'exercice précédent. Les actionnaires ont voté la répartition d'un dividende de 7,50 fr brut par action.

COMPAGNIE DES TRAMWAYS DE CETTE. — L'assemblée ordinaire tenue le 26 avril 1924, à Lyon, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 faisant ressortir un bénéfice net de 2 780 fr qui a été reporté à nouveau.

OUVRAGES RÉCENTS

La transmission téléphonique, théorie et applications, par J.-G. HILL, ingénieur en chef adjoint du Post Office britannique. Traduit de l'anglais par G. VALENSI, ingénieur des Télégraphes, ancien élève de l'École polytechnique. Préface de J.-B. POMEY, ingénieur en chef des Télégraphes, directeur de l'École supérieure des Postes et Télégraphes. Un volume, 25 cm × 16 cm, 516 pages, nombreuses figures. Prix : 50 fr.

Théorie générale sur les courants alternatifs, par E. PIERRET, ingénieur diplômé de l'Institut électrotechnique et de mécanique industrielle de Nancy, licencié ès sciences. Un volume, 25 cm × 16 cm, 100 pages, 60 figures. Prix : 12 fr.

La télégraphie sans fil, ses applications en temps de paix et pendant la guerre. Les radios de l'armistice. Stations et réseaux radiotélégraphiques français. Réglementation nouvelle, par Julien VERDIER, rédacteur à l'Administration centrale des Postes, Télégraphes et Téléphones. Préface de L. Bouthillon, ingénieur en chef des Télégraphes. Un volume, 25 cm × 16 cm, 412 pages, 72 figures, 67 photographies, 4 tableaux, 2 cartes. Prix : 35 fr.

Cours d'électricité générale de l'École navale, par E. HAUDIÉ, agrégé des Sciences physiques, professeur à l'École navale. Tome III. Électrostatique, courants alternatifs, ondes électriques et radiotélégraphie. Un volume, avec figures. Prix : 28 fr.

Nouvelles vues Faraday Maxwelliennes, par Charles L.-R.-E. MENGES. Un volume, 24 cm × 18 cm, 94 pages. Prix : broché, 10 fr. Sur papier alfa, prix : 15 fr.

Leçons d'électricité professées à l'Institut électrotechnique Montefiore, par Éric GERARD, 9e édition, revue et corrigée par E. MARÉC et BOUTHILLON. Tome II. Dynamos, alternateurs, transformateurs statiques et rotatifs. Un volume, 495 pages, 523 figures. Prix : 40 fr. Tome III. Canalisations, appareillage, centrale et poste de transformation, transport de l'énergie électrique, distribution de l'énergie électrique, électromoteurs, traction électrique. Un volume, 588 pages, 344 figures. Prix : 45 fr.

Électricité atmosphérique, par B. CHAUVEAU. 3e fascicule. Généralités sur les ions, l'ionisation et la radioactivité. La conductibilité et l'ionisation de l'atmosphère. Un volume, 244 pages, avec figures. Prix : 22 fr.

Traité complet de télégraphie sans fil, par J. MOREL, ex-ingénieur à la Compagnie Thomson-Houston, préface de Alfred Soulier. Un volume, 308 pages, 160 figures. Prix : broché, 9 fr.

BREVETS RÉCENTS

570 671. — Mlle Colebrook (H.-M.-M.) et Mme Neale, née L.-A. Baker; Appareil pour le chauffage électrique de l'eau, 8 septembre 1923.

570 694. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Perfectionnements aux appareils d'allumage pour moteurs à combustion interne, 10 septembre 1923.

570 695. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Perfectionnements à l'allumage électrique des moteurs à combustion interne, 10 septembre 1923.

570 696. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Perfectionnements à l'allumage électrique des moteurs à combustion interne, 10 septembre 1923.

570 697. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Perfectionnements aux appareils destinés à l'allumage électrique des moteurs à combustion interne, 10 septembre 1923.

570 698. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Disposition d'appareil d'allumage électrique pour moteurs à combustion interne, 10 septembre 1923.

570 699. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Perfectionnements aux disjoncteurs magnétiques, 10 septembre 1923.

570 729. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux dispositifs de verrouillage pour appareils électriques et autres, 12 septembre 1923.

570 733. — Pasquet (E.); Interrupteur, 12 septembre 1923.

570 746. — Ragonot (E.-L.-M.); Récepteur téléphonique haut-parleur, 25 juillet 1923.

570 750. — Société dite : Norsk Hydro-Elektrisk Kvaelstofaktieselskab; Dispositif applicable aux fours électriques, 4 août 1923.

570 761. — Dehay (R.); Dispositif variométrique nouveau d'appareil d'accord applicable à la télégraphie ou à la téléphonie sans fil, 3 septembre 1923.

570 780. — Raison sociale : Johnson Williamson Laboratories Inc.; Appareil radio-récepteur, 12 septembre 1923.

570 781. — Verhoeven (J.); Avertisseur automatique et coupure pour lignes électriques, 12 septembre 1923.

570 796. — Compagnie de Constructions électriques; Dispositif connecteur d'erreurs angulaires pour transformateurs d'intensité, 13 septembre 1923.

570 801. — Blanstaux (A.); Inverseur redresseur de courant, 13 septembre 1923.

570 810. — Société dite : Ateliers de Constructions électriques de Matt; Commande électrique des sonneries de cloches en volée, 13 septembre 1923.

570 811. — Société dite : Amplitone Cy Inc.; Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques, 12 septembre 1923.

570 816. — Mme Soudart, née M. F. Bernard; Collier contact pour appareillage électrique, 14 septembre 1923.

570 820. — Société dite : A. Reyrolle et Cy Ltd; Prise de courant électrique, 14 septembre 1923.

570 821. — Société dite : Barr and Stroud Ltd; Perfectionnements aux systèmes de moteurs électriques à mouvement graduel ou pas à pas, 14 septembre 1923.

570 825. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Procédé et appareils pour transmettre et recevoir électriquement à distance les images d'objets, 14 septembre 1923.

570 827. — Brainne (A.-A.-L.); Dispositif de mise en marche et d'arrêt automatique d'une pompe ou autre distributeur de fluide liquide ou gazeux mû par un moteur électrique et servant à remplir un réservoir dès que le niveau ou la pression dans celui-ci a atteint un minimum déterminé, 14 septembre 1923.

570 834. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la protection des installations de redresseurs contre des courts-circuits dans l'installation même, 15 septembre 1923.

570 840. — Bauer (M.); Interrupteur à air à action rapide, 15 septembre 1923.

570 848. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Régulateur électrique vibrant à action rapide avec résistance fractionnée, 17 septembre 1923.

570 850. — Goussant (J.-B.), Viard (L.); Perfectionnements apportés à la construction des magnétos d'éclairage, 17 septembre 1923.

570 851. — Walton (G.-W.); Perfectionnements apportés à la construction des récepteurs téléphoniques, 17 septembre 1923.

570 856. — Société : La Traction électrique rationnelle; Limiteur de freinage pour moteurs de traction comportant une excitation shunt ou séparée, 17 septembre 1923.

27 201/566 907. — Matray (J.), Chavanne (J.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 11 janvier 1922, pour système de distributeur de gaz pour becs d'éclairage des phares, lampes, lanternes, etc., à allumage électrique, 18 novembre 1922.

27 202/532 008. — Société dite : Compagnie générale d'Électricité; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 1er février 1912, pour perfectionnements aux relais thermoélectroniques, 10 janvier 1923.

27 207/559 159. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 27 novembre 1922, pour perfectionnements aux systèmes distributeurs d'impulsions électriques, 2 décembre 1922.

27 209/555 095. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 12 août 1922, pour perfectionnements dans les dispositifs électromagnétiques, 12 décembre 1922.

27 210/498 933. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 mai 1919, pour contrôle multiple pour chemins de fer électriques au moyen de contrôleurs actionnés par servomoteur, 15 décembre 1922.

27 216/558 508. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 10 novembre 1922, pour dispositif de mise hors circuit pour appareils polyphasés, 3 janvier 1923.

27 220/496 487. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 5 mars 1919, pour barrière ou déflecteur d'arcs pour machines dynamoélectriques, 4 janvier 1923.

27 223/544 022. — Société dite : Compagnie auxiliaire d'Électricité et d'Entreprise; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 29 novembre 1921, pour perfectionnements apportés aux chaînes d'isolateurs suspendues pour lignes électriques à haute tension, 8 janvier 1923.

27 226/558 197. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 novembre 1922, pour perfectionnements dans les systèmes de signalisation, 10 janvier 1923.

27 227/435 403. — Rouyat (J.-E.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 18 octobre 1911, pour rhéostat électrique, 10 janvier 1923.

27 228/557 809. — Holweck (F.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 27 octobre 1922, pour perfectionnements aux appareils thermoioniques, 10 janvier 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 13 mai 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Deuxième conférence : sur la *classification des raies spectrales*, par M. Croze, professeur à la Faculté de Nancy.

Société des Ingénieurs civils de France :

Mercredi 14 mai 1924, 20 h 30, 19, rue Blanche. — Soirée donnée en l'honneur de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 26 avril 1924	PRIX samedi 3 mai 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	12 5/8 d	12	— 5/8
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	606 fr	583 fr	— 23
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	503,50	486,50	— 17
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	642	625	— 17
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	900	880	— 20
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 420	6 400	— 20
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle, blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle, noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 784	1 740	— 44
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	400-410	395,90	— 4,10-14,10
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	500	500	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	282	272	10
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	175	165	— 10
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	150	140	— 10
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	238,75	229	— 9,75
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	350	350	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra-pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	266	253	— 13

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques	hausse 30 pour 100
Appareillage	hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré	hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre	1,05

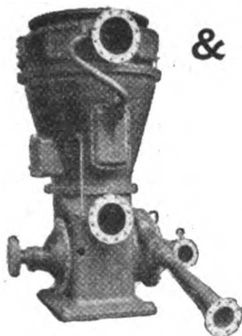
Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage [1]

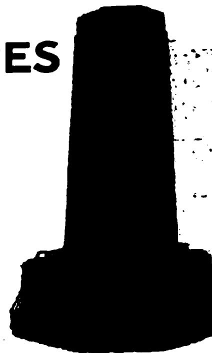
ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

[1] En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

CONDENSATIONS
PAR MÉLANGE ET PAR SURFACE





& MACHINES FRIGORIFIQUES
Système ***W. L.***

Brevets **MAURICE LEBLANC**

RÉFRIGÉRANTS
A CHEMINÉE
Système Balcke

REFROIDISSEURS D'AIR D'ALTERNATEURS
Système Metropolitan Vickers Electrical C° (Manchester)

FILTRES D'AIR
POUR MACHINES ÉLECTRIQUES ET AUTRES

PROCÉDÉS SCAM
de distillation,
désaération
et alimentation
EN CIRCUIT FERMÉ

MACHINES SPÉCIALES ÉLECTRIQUES
pour le travail du marbre, granit et matières similaires

TÉLÉPHONE
CENTRAL 66-83, 66-84, 66-85

SOCIÉTÉ DE CONDENSATION
& D'APPLICATIONS MÉCANIQUES
10, PLACE EDOUARD VII – PARIS (IXe)

ADRESSE TÉLÉGR.
CONDENSATIONOC
PARIS

Représentant général pour la Belgique : SOCIÉTÉ A^{me} METROPOLITAN VICKERS, 54, rue des Colonies, Bruxelles

LA LIGNE ÉLECTRIQUE
ENTREPRISES INDUSTRIELLES
BÉTON ARMÉ
A. BUGNOT

PARIS
22, rue de la Pépinière (8e)
Téléph.: WAGRAM 81-09 & 78-61

DOUAI
31-33, rue Saint-Jacques
Téléphone : 65

ATELIERS : DOUAI, rue du Petit-Mai et rue du Four

tout ce qui concerne :

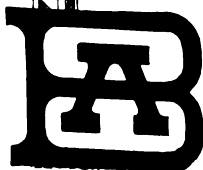
ÉLECTRICITÉ

MÉCANIQUE

BÉTON ARMÉ

POTEAUX EN BÉTON ARMÉ *(Breveté S. G. D. G.)*
TRANSPORTS DE FORCE
RÉSEAUX – STATIONS CENTRALES
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES

PROJETS – ÉTUDES – GÉNIE CIVIL



Registre du Commerce

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La production de l'amiante en Russie. — L'amiante étant un produit que l'on emploie couramment dans l'industrie électrique, il nous a paru intéressant de reproduire ci-après une information que nous extrayons du « Bulletin quotidien » du 12 mai 1924 de la Société d'Études et d'Informations économiques.

Avant la guerre, la Russie venait au second rang des pays producteurs d'amiante dans le monde, avec une production moyenne annuelle de [illegible] t, n'étant précédée que par le Canada qui en produisait 90 000 t. La Rhodésie occupait la troisième place avec une production de 5 740 t. Durant la guerre, et surtout au cours des premières années de la révolution bolcheviste, ces relations se sont modifiées radicalement. L'amiante russe a complètement disparu du marché mondial et la Rhodésie a pris la seconde place.

L'industrie de l'amiante russe a commencé à se rétablir en 19[illegible] avec la fondation du trust « Ouralasbest ».

Ce dernier a produit, au cours de l'année 1922-1923, 5 [illegible] t d'amiante, dont 3 500 t ont été exportées. A cette date, la production mondiale de l'amiante se répartissait ainsi :

Canada	1[illegible]7 500 t
Rhodésie	18 000 t
Russie	5 [illegible] t

« L'Ouralasbest » se propose de produire, en 1923-1924, 7 000 t d'amiante ; sur ce total, 6 500 t seront destinées à l'exportation.

Parallèlement à cet accroissement de la production, l'industrie russe de l'amiante s'est améliorée intérieurement. Le prix de revient ainsi que les frais généraux ont diminué. C'est ainsi qu'en 1922-1923 le prix de revient a été de 3,75 roubles par poud ; au cours du premier trimestre de 1923-1924, de 3,50 roubles par poud et durant le deuxième trimestre, de 3,25 roubles. Selon les estimations, ce prix de revient doit encore diminuer, avec le développement de la production, dans une proportion de 20 à 30 pour 100.

Nous avons vu que le trust de l'amiante exportait la majeure partie de la production. Pour le marché intérieur, « l'Ouralasbest » produit de l'amiantite comme isolant et des objets en amiante. La production et la vente de l'amiantite, destinée surtout aux machines de l'industrie lourde et aux locomotives, est ressortie, pour ces premiers mois de 1924, à 160 000 pouds contre 72 000 pouds en 1922-1923.

Les prix de vente de l'amiante baissent régulièrement : ils étaient au 1er octobre 1923, de 3,[illegible] roubles par poud ; au 1er décembre 1923, de 3 roubles par poud et au 1er mars 1924, de [illegible],50 roubles par poud.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE (*Corrèze, Cantal et Puy-de-Dôme*). — La Société « l'Énergie industrielle », dont le siège social est à Paris, [illegible], rue Saint-Lazare, a sollicité une concession d'État d'une durée de cinquante ans pour une distribution d'énergie électrique aux services publics par lignes de deuxième catégorie sur les territoires des communes de : Bort (Corrèze) ; Lanobre (Cantal) ; Cros, Bagnols, Latour-d'Auvergne, Tauves et Saint-Sauves (Puy-de-Dôme).

Le réseau de Bort à Saint-Sauves est destiné à relier l'usine hydroélectrique de la Plantade (commune de Bort) avec l'usine électrique de Saint-Sauves (déjà reliée à l'usine hydroélectrique de la Bourboule) et fait suite à la liaison de l'usine thermique de Champagnac à l'usine hydroélectrique de Bort.

Cette liaison d'usines permettra à la société d'utiliser au mieux l'énergie hydraulique de ses chutes et de fournir à ses clients un courant constant, offrant toute sécurité pour une exploitation régulière.

Une dérivation partira de Lanobre pour aller aux carrières de sable de Beaulieu, exploitées par l'entreprise du barrage du Chavanon.

La ligne Bort-Saint-Sauves traversera la Dordogne à la sortie de l'usine de la Plantade, prendra le chemin vicinal ordinaire n° 2, puis le chemin vicinal n° 3 pour traverser le chemin de grande communication n° 35 et la Dordogne, arrivera ensuite sur la route nationale [illegible]. Elle traversera la ligne du chemin de fer de Paris à Aurillac au passage à niveau n° 301 se trouvant à l'entrée de la ville de Bort. Cette ligne suivra ensuite un chemin d'intérêt local de Bort à Lanobre, puis reprendra la route nationale [illegible] après avoir coupé le chemin de grande communication n° 49 ; elle suivra cette route jusqu'à la bifurcation du chemin n° [illegible] qu'elle empruntera jusqu'à Latour-d'Auvergne. Elle suivra alors le chemin de grande communication n° 3, traversera

la route 122 à Méjanesse, passera à travers des propriétés privées retraversera la route nationale 122 à hauteur de Châteauneuf, pour aboutir à l'usine de Saint-Sauves.

Le courant transmis, fourni soit par l'usine hydroélectrique de Saint-Sauves, soit par l'usine thermique des mines de Champagnac, sera du courant alternatif triphasé dont la tension entre phases serait de 10 000 v à la fréquence de 50 p : s.

Moselle. — La Société lorraine de Distribution du Gaz et d'Électricité a sollicité l'autorisation d'établir et d'exploiter, sous le régime des concessions, une distribution d'énergie dans 59 communes du département de la Moselle.

Eure et Seine-et-Oise. — Le Secteur électrique des Vallées de la Seine et de l'Epte a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions, une distribution d'énergie aux services publics dans les régions de Gasny et d'Etrepagny, en empruntant le territoire des départements de l'Eure et de Seine-et-Oise.

Fourniture d'énergie a des entreprises situées en dehors de la zone concédée (Application de l'art. 3 des cahiers des charges-type). — *Pas-de-Calais.* — La Compagnie électrique du Nord, dont le siège est à Paris, 60, rue de Prony, a obtenu l'autorisation d'établir une canalisation électrique destinée à l'alimentation de la brasserie Moncomble, à Montigny-en-Gohelle.

Combustibles. — La production de combustibles en Allemagne pendant les mois de février et mars 1924. — Sans compter l'extraction des mines de la Sarre, la production allemande de combustibles pendant chacun des deux premiers mois de l'année courante, a été, en milliers de tonnes :

	Mars	Février
Houille	10 820	9 720
Lignite	10 590	8 307
Coke	2 100	1 763
Briquettes de houille	290	264
Briquettes de lignite	2 300	1 818

La production de coke en Grande-Bretagne pendant l'année 1923. — La production de coke métallurgique qui s'était relevée peu à peu au cours de l'année 1922, pour dépasser le chiffre de 9 millions de tonnes, a continué à progresser en 1923.

Cette augmentation est due, en majeure partie, à l'importance subite des achats des hauts-fourneaux étrangers privés du coke allemand, coïncidant avec la reprise de l'activité dans l'industrie métallurgique; elle aurait pu être beaucoup plus importante si les cokeries avaient été à même de faire face immédiatement à cette recrudescence générale des demandes.

Les exportations sont passées de 2 513 978 en 1922 à 3 970 207 tonnes anglaises de 1 016 kg (4 032 800 t métriques) en 1923 soit de beaucoup le chiffre le plus élevé qui ait jamais été enregistré. Les expéditions, qui avaient augmenté pendant les trois premiers mois de l'année, diminuèrent en avril et mai; mais, à la suite des commandes passées pendant cette période, elles reprirent, au cours du second semestre, une plus grande ampleur pour atteindre leur maximum en octobre avec 381 372 tonnes de coke métallurgique.

Les richesses carbonifères du Haut-Zambèze. — Sous ce titre, M. André Eric-Gérard a présenté à la Société des Ingénieurs civils de France, dans la séance du 25 avril 1924, une communication dont nous extrayons les renseignements suivants :

En remontant le cours du Zambèze, on rencontre quatre bassins houillers; les trois premiers ne paraissent pas pouvoir donner du charbon en quantité ou de qualité suffisante pour une exploitation rémunératrice; par contre, le quatrième, le bassin de Tete, présente des couches épaisses, affleurant à la surface du sol, ayant une inclinaison peu prononcée et facilement exploitable. Ce bassin peut lui-même se diviser en six bassins secondaires, dont quatre ont été complètement explorés; on évalue à 105 millions de tonnes la masse de charbon immédiatement exploitable dans ces derniers, par des travaux souterrains à faible profondeur; l'épaisseur des principales couches varie de 2,72 m jusqu'à 7,75 m; tous ces charbons sont de bonne qualité et donnent du bon coke. Les travaux exécutés jusqu'ici ont pour but la mise en fonction d'un siège d'extraction d'une production journalière de 150 t; un chemin de fer à voie étroite de 20 km de longueur reliera les mines à un port établi sur le Zambèze, à Benga, en aval de Tete et un service fluvial de chalands sera créé.

Métallurgie. — L'industrie sidérurgique en Grande-Bretagne au cours de l'année 1923. — L'extraction du minerai de fer en Grande-Bretagne a continué à s'améliorer en 1923; l'activité des exploitations, qui allait en progressant pendant les deux premiers trimestres, se ralentit un peu au cours du troisième trimestre, mais reprit légèrement au début du dernier. La production, qui s'est élevée à 6 867 512 tonnes anglaises (de 1 016 kg) en 1922, a atteint 8 177 364 tonnes pour les trois premiers trimestres de 1923. En particulier, on estime que la production de la région du Cleveland a atteint 2 040 000 tonnes pour l'ensemble de 1923, soit une augmentation de 74,5 pour 100 sur celle de l'année précédente.

D'autre part les importations de minerai se sont considérablement accrues : de 3 475 645 tonnes en 1922, elles ont passé à 5 871 000 tonnes en 1923, présentant une augmentation de 69 pour 100. Ces importations proviennent principalement d'Espagne (2 500 590 tonnes) et des Pays scandinaves (1 047 419 tonnes).

Quant à l'industrie sidérurgique proprement dite, elle a vu sa situation s'améliorer sensiblement au cours de l'année 1923, malgré que la presse anglaise ait maintes fois déclaré que l'action entreprise dans la Ruhr par la France et la Belgique causerait un préjudice à l'activité britannique.

La production de fonte a atteint 7 438 500 tonnes anglaises contre seulement 4 902 300 tonnes en 1922. Les exportations de fontes et de ferro-alliages ont augmenté de 12 pour 100, passant de 793 783 tonnes à 894 298 tonnes; en outre, les importations, très peu importantes d'ailleurs, ont diminué de 164 340 tonnes à 109 882 t pour la fonte, mais ont légèrement augmenté pour les ferro-alliages.

La production de fer a passé de 446 700 tonnes à 645 500 tonnes, en augmentation de 45 pour 100. Les importations continuent à dépasser les exportations (153 029 contre 46 413 tonnes). Les produits fabriqués ont augmenté de 38 pour 100, passant de 351 900 tonnes à 487 200 tonnes.

La production d'acier s'est élevée à 8 488 900 tonnes contre 5 880 600 tonnes; il y a augmentation pour toutes les variétés, sauf pour l'acier Thomas qui a diminué de 60 000 tonnes; l'acier électrique est passé de 39 400 tonnes à 65 000 tonnes. La fabrication des demi-produits a augmenté; celle des produits finis est passée de 4 645 100 tonnes à 6 063 700 tonnes. Les exportations des produits d'acier proprement dits ont augmenté de 34 pour 100 (2 017 9.. à

1 694 274 tonnes); celles des tubes et tôles ordinaires, de près de 100 pour 100; celles des aciers marchands, de 60 pour 100, etc. Les importations ont également augmenté, passant de 591 645 à 1 047 621 tonnes, soit une augmentation de 78 pour 100; mais il convient de noter que ces importations portent à peu près exclusivement sur les demi-produits.

Commerce. — A propos des statistiques concernant le commerce extérieur de l'Allemagne. — Discutant les répercussions que peut avoir sur les changes l'application du plan des experts concernant les réparations, M. Kellersohn écrit ce qui suit dans « L'Information financière » :

Est-il possible de camoufler la balance du commerce extérieur d'un grand pays? On a déjà formulé d'innombrables soupçons sur la sincérité des statistiques douanières allemandes, au cours des dernières années. Il est certain que le truquage des statistiques commerciales pourrait venir à l'appui de mouvements cambistes, mais il ne suffirait pas à entretenir durablement ceux-ci. C'est par une modification du volume des offres et des demandes de marks, sur le marché des changes, que l'obstruction allemande pourrait jouer.

Ici, les procédés possibles viennent immédiatement à l'esprit : maintien des importations à un niveau constamment égal, sinon supérieur, à celui des exportations; intensification des importations invisibles, notamment par le non-rapatriement du montant des créances sur l'étranger. A la rigueur, on s'efforcera de limiter ou de contingenter certaines exportations : on tâchera plutôt, tout en exportant beaucoup, de ne pas importer moins. En même temps, et dans la mesure nécessaire, on recommencera à thésauriser en lieu sûr, chez des banques neutres, une partie du produit des exportations, visibles ou invisibles. Le tout sous les auspices de statistiques incomplètes et avec l'appoint, de temps à autre, de manœuvres spéculatives à découvert.

Pareilles combinaisons ne seraient pas au-dessus du génie de dissimulation et d'intrigues des Allemands. Le gouvernement, bien entendu, en serait innocent. Il invoquera les réflexes spontanés des milieux économiques et son impuissance coercitive. Les syndicats professionnels joueront le rôle actif et confidentiel : ils ont souvent fait preuve de discipline.

Economie industrielle et sociale. — Loi concernant les dommages de guerre. — Le « Journal officiel » du samedi 3 mai 1924, a publié, p. 4002, la loi, en date du 2 mai 1924, tendant à soumettre, en vue de leur examen ou de leur réduction, certaines indemnités de dommages de guerre à un recours extraordinaire en réduction.

On sait que cette loi, qui a été l'objet d'une longue discussion devant le Parlement, a pour effet la revision des dossiers relatifs aux demandes d'indemnités dépassant 500 000 fr; elle précise les conditions dans lesquelles doit se faire cette revision.

Le produit de la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre. — D'après une réponse du ministre des Finances à une question posée par M. Lesaché, député, réponse publiée à la page 2 189 des « Débats parlementaires, Chambre des Députés » du Journal officiel » du 4 mai 1924, le total des cotes créées au 31 décembre 1923 s'élève à plus de 17 milliards de francs.

Le tableau suivant indique, par exercice, le nombre des rôles émis ainsi que le montant des impositions.

Exercices au cours desquels les rôles ont été émis	Nombre d'articles	Montant de l'impôt (rôles émis) francs
Exercice 1917	21 848	617 832 000
— 1918	32 935	1 761 658 000
— 1919	30 600	1 718 182 100
— 1920	84 884	5 610 403 900
— 1921	71 712	2 511 722 800
— 1922	70 579	3 839 450 200
— 1923	45 965	1 269 455 400
Totaux	358 483	17 328 704 400

Les résultats qu'accusent les rôles émis en 1920 sont principalement la conséquence de la loi du 9 mars 1920 qui a autorisé à porter dans les rôles et à mettre en recouvrement, avant toute décision des commissions de taxation, la contribution correspondant aux bénéfices déclarés par les contribuables.

Enseignement. — Loi accordant une subvention pour la participation de l'enseignement technique a l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. — Cette loi, en date du 30 avril 1924 et publiée au « Journal officiel » du 2 mai, p. 3959, ouvre au Ministère de l'Instruction publique un crédit de 487 150 fr, dont 261 850 fr pour l'exercice 1924 et le reste pour l'exercice 1925, en vue de la participation des établissements d'enseignement technique à l'Exposition qui doit avoir lieu à Paris en 1925.

Loi relative a la subvention destinée a la reconstruction de l'École supérieure d'Électricité. — Ainsi que nous l'avons antérieurement annoncé, une loi, en date du 18 janvier 1924, accorde une subvention de 4 000 000 fr pour la reconstruction de l'Ecole supérieure d'Electricité. Une nouvelle loi, datée du 30 avril 1924 et publiée au « Journal officiel » du 2 mai, p. 3960, stipule qu'un crédit de 1 500 000 fr à valoir sur cette subvention et applicable à l'exercice 1924, est ouvert au ministre de l'Instruction publique.

Ecole supérieure de Fonderie. — Cette école a été fondée, comme nous l'avons antérieurement annoncé, par le Syndicat général des Fondeurs de France en vue de former des techniciens de premier ordre pour l'industrie de la fonderie. Le Conseil d'administration de cette école s'est réuni le 6 mai dernier et a examiné le rapport présenté par le directeur des études sur la marche de l'école pendant le premier trimestre de l'année 1924; cette réunion était présidée par le ministre de l'Instruction publique.

Congrès. Expositions. — Quatrième Congrès de Chimie industrielle. — Ainsi que nous l'avons antérieurement annoncé, c'est à Bordeaux, du 15 au 21 juin 1924, que se tiendra ce Congrès, organisé par la Société de Chimie industrielle; à cette époque se tiendra également la Foire de Bordeaux.

Les grandes lignes du programme du Congrès ont été arrêtées comme il suit :

Dimanche 15 juin : arrivée des congressistes et de leur famille. Visite individuelle de la Foire; soir, réception des délégués et des ministres par le Comité d'organisation au Grand-Théâtre.

Lundi 16 juin : matin, ouverture solennelle du Congrès. Conférence. Réunion des présidents et secrétaires de groupes; soir, réunion des sections. Conférence, réception à la mairie de Bordeaux.

Mardi 17 juin : matin, visite des chantiers maritimes de la

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R.G.E. »

Amet (Amiral). — **Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.**

Bethenod (J.). — **Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.**

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, *sous presse.*

Blondel (A.) et **Lavanchy** (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Defour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1 pages, 3 fr.

Duval (C.) et **Bouskpoun** (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Maynard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Nouguier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm×22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Pellion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.) — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

Gironde et des Grands-Moulins de Bordeaux; soir, réunion des sections. Conférence.

Mercredi 18 juin : matin, visite des chais, visite du port; soir, réunion des sections. Réunion des présidents et secrétaires de groupes. Séance solennelle de clôture. Conférence. Banquet.

Jeudi 19 juin : excursion dans les Graves et dans le Sauternais. Dégustation et visite des principaux crus. Banquet dans un des grands châteaux de Sauternes.

Vendredi 20 juin : excursion à Arcachon et dans les Landes de la Côte d'Argent, station de télégraphie sans fil à grande puissance La Fayette, la forêt landaise et son exploitation, usines de distillation des résineux à la Teste du Buch, visite des nouvelles pêcheries d'Arcachon, de l'aquarium. Déjeuner au Grand-Hôtel, promenade en yacht sur le bassin d'Arcachon; visite des parcs à huîtres, le Cap Ferret. Au retour, visite de la ville d'hiver et de Moulleau-Plage.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentations de capital. — SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA VALLÉE D'ASPE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 mai 1924, p. 340, cette société, dont le siège social est à Paris, 16, rue de la Pépinière, va porter son capital de 10 millions de francs à 17 millions de francs par la création de 28000 actions nouvelles de 250 fr à émettre au taux de 270 fr. Ces 28000 actions qui porteront les n°s 40001 à 68000 seront créées coupon 4 attaché et auront droit à un premier intérêt de 7 pour 100 dans la proportion des sommes dont elles sont libérées (cet intérêt sera calculé à compter du 1er juillet 1924) et à un dividende complémentaire à compter de l'exercice commençant le 1er juillet 1924. Les anciens actionnaires auront droit, à titre irréductible, à la souscription de 50 pour 100 des actions nouvelles, soit 14000 actions, c'est-à-dire 7 actions nouvelles pour 20 anciennes. Les porteurs des 280 titres spéciaux remis aux souscripteurs d'origine auront droit également, à titre irréductible, à la souscription de 50 pour 100 de surplus d'actions nouvelles, soit 14000 actions, c'est-à-dire 50 nouvelles actions par titre spécial possédé.

Les titres disponibles après exercice des droits irréductibles des anciens actionnaires et porteurs de titres spéciaux pourront être souscrits, à titre réductible, par les anciens actionnaires et le public, la répartition devant être faite pour les actions souscrites à titre réductible au prorata des titres demandés.

La souscription sera ouverte du 6 mai au 31 mai 1924 inclus.

Les deux premiers quarts augmentés de la prime, soit 145 fr, seront à verser à la souscription et les deux autres quarts aux époques fixées par le conseil.

Les souscripteurs d'actions nouvelles ou leurs cessionnaires qui voudraient libérer intégralement leurs actions par anticipation pourront le faire sous certaines conditions.

Les droits de souscriptions s'exerceront par la remise du coupon n° 3 pour les actions et l'apposition d'une estampille pour les titres spéciaux.

SOCIÉTÉ BOURGUIGNONNE ET FRANC-COMTOISE D'ÉLECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 5 mai 1924, p. 347, cette société, dont le siège social est à Dijon, 14, rue de la Préfecture, va procéder à l'émission en une ou plusieurs fois, et jusqu'à concurrence de 150 pour 100 du capital-action de bons de caisse à 7 pour 100 net de 500 fr ou de 2500 fr, au choix des preneurs. Ces bons, émis au pair, seront remboursables au pair, de la onzième à la quinzième année.

SOCIÉTÉ RURALE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ DE LENCLOITRE ET ENVIRONS. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 28 avril 1924, p. 332, cette société, dont le siège social est à Lencloître (Vienne), va procéder à l'émission de 300 obligations de 500 fr rapportant un intérêt annuel de 6 pour 100, émission décidée par le conseil d'administration en vertu de l'article 14 des statuts; ces obligations seront remboursables par voie d'amortissement pendant la durée de la société.

Divers. — MAGNÉTOS R. B. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 11, rue du Surmelin, tenue récemment sous la présidence de M. Josse, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, qui font apparaître un bénéfice net de 987538 fr et du total disponible de 992980 fr, avec le report antérieur.

Le dividende brut a été fixé à 32,50 fr, soit net, 28,60 fr au nominatif et 27,72 fr au porteur. Le report à nouveau a été fixé à 12525 fr, après affectation d'une somme de 200000 fr à la réserve de prévoyance.

SOCIÉTÉ INDUSTRIE ET FORCE. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront soumis à l'assemblée ordinaire du 22 mai 1924, font ressortir un bénéfice net de 1000814,15 fr, non compris le report antérieur de 62631,36 fr. Le conseil proposera la distribution d'un dividende de 3,50 fr aux actions et le report à nouveau du reliquat disponible soit 33405,81 fr.

Le bilan au 31 décembre 1923, qui se totalise par 35 millions 837568,17 fr, se présente comme il suit :

A l'actif : frais de constitution, 589,075,64 fr ; frais de premier établissement, 10334756,81 ; immeubles, 68085,12 fr; mobilier, matériel, 55480,05 fr ; cautionnement, 30 millions de francs ; droits fiscaux avancés à l'enregistrement, 153433,16 fr; débiteurs divers, 667099,64 fr ; portefeuille-titres, 21089912,50 fr ; caisse et banques, 2 millions 750725,25 fr.

Au passif : capital, 28 millions de francs ; prime d'émission, 2028940,50 fr ; réserve légale, 80323,82 fr ; provision pour travaux en cours, 1443525,63 ; créditeurs divers, 3221525,67 fr ; profits et pertes, 1063446,51 fr.

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU SUD-OUEST. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 5, avenue du Coq, a eu lieu le 2 mai 1924 sous la présidence de M. Burrell, président du Conseil d'administration. Elle a approuvé les comptes de l'exercice 1923 dont le bénéfice net s'est élevé à 4462980,08 fr, tous frais généraux et amortissements déduits. Avec le report antérieur de 92980,52, le total disponible ressort à 4555960,60. Le dividende a été fixé à 40 fr par action de priorité et 35 fr par action ordinaire.

SUD-LUMIÈRE. — Les comptes de l'exercice 1923, présentés à l'assemblée ordinaire du 15 mai 1924 font ressortir un bénéfice net de 1898880 fr contre 660331 fr précédemment. Le bilan au 31 décembre 1923 se présente de la façon suivante :

L'actif disponible est de 12140168 fr contre 6816235 fr en 1923; l'actif réalisable est de 3656828 fr contre 3376157 fr. En regard, le passif exigible est de 5934400 fr contre 5343470 fr.

Le dividende proposé est de 12 fr par action de priorité et

4,50 fr (plus un remboursement de 40 fr) par action ordinaire.

Société des Forces motrices d'Auvergne. — L'assemblée ordinaire tenue récemment au siège social, 96, rue de la Victoire, à Paris, sous la présidence de M. Chapuis, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 accusant un solde créditeur de 733 572,33 fr. Le dividende a été fixé à 10 fr brut par action.

Le rapport signale que les recettes de l'exercice 1923 sont en augmentation d'environ 16 pour 100 sur l'exercice précédent, et que les dépenses, pour la marche thermique, sont en forte augmentation par rapport à 1922 par suite de la prolongation de la sécheresse jusqu'au milieu d'octobre.

L'équipement à 20 000 v de la ligne directe de Sauviat à Thiers a été terminé par l'installation des transformateurs élévateurs et abaisseurs en bout de ligne.

Société hydro-électrique des Dranses. — L'assemblée ordinaire tenue récemment au siège social, 96, rue de la Victoire, à Paris, sous la présidence de M. Carez, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 190 959 fr. Le dividende a été fixé à 30 fr par action.

Le rapport signale que l'application complète du contrat passé avec la Société Braunstein Frères a commencé le 1er février 1923. La consommation d'énergie par cette société a nécessité une production de 6 159 200 kw-h à l'usine de Bonnevaux, en 1923.

La ligne de Bonnevaux-village a été mise en service le 1er mars 1923. Elle ne pourra jamais donner qu'une très faible consommation : celle de 1923 (10 mois) a été de 4 338 kw-h et la recette brute de 1 518 fr, non compris l'éclairage public du village qui pour la même période a donné une recette forfaitaire brute de 427,50 fr.

Les travaux de premier établissement ont été très réduits en 1923; ils n'ont guère consisté qu'en l'achèvement de l'électrification de Bonnevaux-village y compris l'achat de deux transformateurs.

Energie électrique du Centre de l'Espagne. — L'assemblée ordinaire de cette société au capital de 1 million 250 000 fr a eu lieu dernièrement au siège, 25, rue de Courcelles, à Paris, sous la présidence de M. Hippolyte Bouchayer, président du conseil d'administration. Les actionnaires ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 78 533,83 fr.

Le dividende a été fixé à 12,50 fr brut par action, et le solde de 12 107,14 fr, reporté à nouveau.

Le rapport du conseil signale que le régime hydraulique n'a pas été favorable au fonctionnement des usines hydro-électriques de la société pendant les premiers et les derniers mois de l'exercice 1923. Toutefois, dans l'ensemble, la production hydraulique, quoique un peu inférieure à la normale, a été satisfaisante. Pendant les périodes d'étiage et au moment des pointes, l'usine à vapeur de Valdepenas a fourni l'appoint de puissance et d'énergie nécessaire à compenser les insuffisances de la production hydraulique.

La production totale d'énergie a atteint 3 531 000 kw-h, dépassant de 55 000 kw-h celle de l'année précédente. Les recettes d'exploitation ont continué à progresser, toutefois cette progression a été ralentie pendant une partie de l'année par l'insuffisance de la production hydraulique et la réduction correspondante dans les fournitures de force motrice à la clientèle dont les contrats ne comportaient pas de clause de variation du prix du kilowatt-heure en fonction du charbon. Les recettes se sont élevées à 690 882,90 pesetas contre 673 094,12 pesetas en 1922, soit une augmentation de 17 788,78 pesetas. Ce supplément de recettes provient uniquement du développement des ventes d'énergie pour l'éclairage.

Les dépenses d'exploitation ont été de 447 621,26 pesetas, dépassant de plus de 34 000 pesetas celles de l'exercice 1922 qui étaient de 413 612,26 pesetas. Cette augmentation résulte uniquement des dépenses supplémentaires occasionnées par la marche plus intensive de la réserve thermique de Valdepenas dont les frais d'exploitation ont été supérieurs de plus de 40 000 pesetas à ceux de l'exercice antérieur.

Compagnie générale des Omnibus de Paris. — Les actionnaires se sont réunis dernièrement en assemblée ordinaire sous la présidence de M. Burreil. Ils ont approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923. Le solde créditeur net ressort à 22 088 160,73 fr. Le dividende total a été fixé à 58 fr pour les actions de capital et à 33 fr pour les actions de jouissance. Une somme de 1 377 000 fr a été affectée à l'amortissement de 2 754 actions de capital, et le reliquat de 89 210,73 fr, après répartition, reporté à nouveau.

Compagnie des Chemins de fer nogentais. — L'assemblée ordinaire de cette société, au capital de 13 300 000 fr, dont le siège est au Perreux (Seine), 52, boulevard d'Alsace-Lorraine, a eu lieu récemment, à Paris, sous la présidence de M. Charles Burrel. Les actionnaires ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 1 564 008,34 fr, compte tenu du report précédent, s'élevant à 35 457,01 fr.

Sur la proposition du conseil, le dividende a été maintenu à 45,80 fr brut pour les actions de capital, sur lesquels un acompte de 20 fr a déjà été mis en paiement en novembre dernier, et à 20,80 fr brut pour les actions de jouissance. Le solde de 43 765,27 fr a été reporté à nouveau. En outre, 424 actions de 500 fr ont été remboursées.

Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. — Les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923, qui seront soumis à la prochaine assemblée ordinaire, se résument ainsi :

Actif. — Premier établissement antérieur au 1er janvier 1923, 71 630 608 fr; renouvellement retardé par la guerre, 11 050 000 fr; sommes à recouvrer, 9 094 182 fr; comptes personnels à la Compagnie, 15 575 170 fr.

Passif. — Capitaux affectés au premier établissement antérieur au 1er janvier 1923, 75 006 928 fr; emprunt affecté au renouvellement, 11 050 000 fr; fonds et réserves 102 048 fr; réserve statutaire, 2 200 000 fr; réserve pour éventualités imprévues, 1 558 661 fr; provision pour liquidation Compagnie Tramways de Neuville, 298 000 fr; cautionnements dus à divers, 5675 fr; redevance à la ville de Lyon, 6 245 156 fr; comptes créditeurs, 7 639 645 fr; compte d'ordre, rémunération du capital exercice 1919, 1 100 000 fr, et 1920, 1600 000 fr; solde de profits et pertes antérieur, 22 619 fr; solde de profits et pertes de 1923, 2 021 249 fr.

Société des Usines hydro-électriques des Hautes-Pyrénées. — L'assemblée ordinaire de cette société au capital de 1 350 000 fr, tenue le 26 avril 1924, au siège, 27, rue Laffitte, à Paris, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 9 821,77 fr, qui a été affecté en partie à des amortissements. Le solde de 4 198,10 fr a été reporté à nouveau.

Compagnie des Tramways de Bourges. — L'assemblée ordinaire tenue le 26 avril 1924, à Lyon, a approuvé les

comptes et le bilan de l'exercice 1923 faisant ressortir un bénéfice net de 5 221 fr qui a été reporté à nouveau.

L'assemblée extraordinaire qui a suivi, a voté différentes modifications statutaires.

Société béarnaise des Tramways urbains. — L'assemblée ordinaire tenue le 26 avril 1924, à Lyon, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 faisant ressortir un bénéfice net de 32 021 fr. Un dividende de 3 fr brut par action a été voté.

Compagnie des Tramways électriques de Besançon. — Les bénéfices d'exploitation pour 1923 sont de 130 821,64 fr contre 117 077,90 fr en 1922. Le bénéfice net atteint 59 199,94 fr. Il a été proposé à l'assemblée du 7 mai un dividende de 4 pour 100 aux actions de priorité.

Compagnie des Tramways électriques de Nimes. — Les bénéfices d'exploitation pour 1923 sont de 220 220,13 fr contre 250 89.,61 fr en 1922. Le bénéfice net est de 138 072,74 fr. Il a été proposé à l'assemblée du 7 mai un dividende de 15 fr par action, plus un remboursement, par voie de tirage au sort, de 68 actions de 500 fr chacune.

Compagnie des Tramways de Cherbourg. — Les bénéfices d'exploitation pour 1923 sont de 202 540,17 fr contre 246 347,32 fr en 1922. Le bénéfice net ressort à 45 560,84 fr. Un dividende de 4 fr par action a été proposé à l'assemblée du 8 mai.

Compagnie des Tramways de Montpellier. — Les bénéfices d'exploitation ressortent, pour 1923, à 206 137,06 fr contre 227 826,37 fr en 1922. Déduction faite des charges et dotation, le bénéfice net s'élève à 160 750,77 fr. Il a été proposé à l'assemblée du 7 mai un dividende de 7,50 fr par action, plus un remboursement, par voie de tirage au sort, de 187 actions de 500 fr chacune.

Compagnie des Tramways électriques de Caen. — Les bénéfices d'exploitation, pour l'exercice 1923, s'élèvent à 177 227,87 fr, contre 156 030,13 fr en 1922. Déduction faite des charges, le bénéfice net ressort à 23 783,57 fr, ce qui ramène les pertes des exercices antérieurs à 250 437,56 fr.

Compagnie des Tramways électriques de Béziers. — Les bénéfices d'exploitation de 1923 s'élèvent à 181 572,20 fr contre 182 810,15 fr en 1922. Après des charges et dotations, le bénéfice net ressort à 78 114,58 fr, ce qui ramène les pertes des exercices antérieurs à 140 534,59 fr.

BREVETS RÉCENTS

570 867. — Mieville (C.); Perfectionnements apportés aux noyaux magnétiques pour transformateurs, 18 septembre 1923.

570 868. — Société Maschinenfabrik W. Knapp; Laveuse électrique, 18 septembre 1923.

570 874. — De Coninck (M.); Perfectionnements apportés aux convertisseurs rhéostatiques, 18 septembre 1923.

570 876. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux douilles de lampes à incandescence, 18 septembre 1923.

570 878. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux tubes à décharge électronique et à leur mode d'emploi, 18 septembre 1923.

570 882. — Société Marrec Ltd et M. Marrec (Y.); Perfectionnements aux condensateurs électriques de capacité variable, 18 septembre 1923.

570 884. — Société dite : Westinghouse Electric and Mfg Cy; Perfectionnements apportés aux interrupteurs de circuits et appareils analogues, 18 septembre 1923.

570 899. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour le service des pompes à vide élevé des redresseurs à vapeur de mercure, 19 septembre 1923.

570 904. — Société dite : Radio Communication Cy Ltd; Perfectionnements apportés aux condensateurs électriques variables, 19 septembre 1923.

570 919. — Dowell (H.); Perfectionnements aux phares pour véhicules, 20 septembre 1923.

570 927. — Société anonyme des Cristalleries du Val Saint-Lambert; Pavillon pour gramophones ou récepteurs haut-parleurs de téléphonie sans fil, 20 septembre 1923.

570 930. — Société dite : Ateliers de Constructions électriques de Metz; Procédé de commande de sonnerie électrique de cloches, spécialement utilisable pour la sonnerie à trois cloches dite « en mort », 20 septembre 1923.

570 943. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements apportés aux systèmes électriques de signalisation, 17 août 1923.

570 957. — Raison sociale : Norsk Handels Og Industrilaboratorium A. S.; Procédé électrométallurgique, 21 septembre 1922.

570 960. — Société dite : Rolls Royce Ltd; Disposition de support isolé pour le contact fixe d'appareils d'allumage électrique pour moteurs à combustion interne, 21 septembre 1923.

570 971. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements apportés aux systèmes électriques de signalisation, 17 août 1923.

570 974. — Asspach (P.-A.-L.); Perfectionnements à la téléphonie automatique, 21 septembre 1923.

570 990. — Maigret (R.-C.); Dispositif de fixation de bobinages pour appareils utilisés en télégraphie sans fil, 21 septembre 1923.

570 994. — Société anonyme des Établissements D. Soulé; Perfectionnements apportés aux condensateurs électriques variables, 19 septembre 1923.

571 007. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Réglage pour installations de turbines à vapeur, 24 septembre 1923.

571 008. — Celerier (J.), Kluytmans (J.); Lampe électrique à filaments remplaçables, 24 septembre 1923.

571 009. — Société dite : Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz; Relais intégrateur formé d'une lampe à trois électrodes et d'un dispositif électromagnétique, 24 septembre 1923.

571 011. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux tubes à décharge électrique, 24 septembre 1923.

571 012. — Société dite : Compagnie des Lampes; Perfectionnements aux dispositifs à arc, 24 septembre 1923.

571 018. — Société dite : The English Electric Cy Ltd; Dispositif de commutateur de machines électriques, 24 septembre 1923.

571 022. — Budan (P.); Isolateur électrique à haute tension, 24 septembre 1923.

571 025. — Graham (E.-A.); Perfectionnements aux appareils récepteurs téléphoniques, 24 septembre 1923.

571 056. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 26 septembre 1923.

571 080. — Société française Radio-Électrique; Perfectionnements dans la transmission électrique du son, 1er décembre 1922.

571 081. — Société anonyme dite : L'Éclairage des Véhicules sur Rail; Dispositifs de contacts à éclipse pour boîtes d'accouplement des canalisations d'éclairage électrique des voitures de

chemins de fer, les lites canalisations pouvant comprendre indifféremment deux ou plusieurs câbles, 1er décembre 1922.

571 082. — Pelletier (G); Variomètre à combinaison à grande variation et de faible encombrement, 1er décembre 1922.

571 094. — Société Schneider et Cie; Installation pour l'éclairage électrique des trains de chemins de fer et autres convois ou groupements, 2 décembre 1921.

571 100. — Locquin (A.), Société anonyme : Le Fil dynamo; Procédé d'isolation des fils et câbles électriques, 5 décembre 1922.

571 104. — Fleischheim (H.), Later (H.); Système avertisseur par ondes électromagnétiques pour véhicules, 5 décembre 1922.

571 105. — Demougeot (J.-M.-M.-J.-H.); Horloge électrique et sonnerie, 6 décembre 1922.

571 112. — Abraham (H.); Perfectionnements aux appareils thermoioniques, 6 décembre 1922.

571 119. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Procédé permettant l'alimentation à basse tension d'arcs électriques, notamment pour la soudure et les applications analogues, 8 décembre 1922.

571 127. — Latour (M.); Perfectionnements dans les montages des alternateurs à haute fréquence pour télégraphie sans fil, 9 décembre 1921.

571 138. — Société dite : F. et C. Gebhellion et M. Fournier (F.-J. G.); Dispositifs destinés à protéger les tubes émetteurs de rayons X contre la perforation par les étincelles, 11 décembre 1922.

571 181. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour la manœuvre automatique de la résistance auxiliaire de charge dans les installations de redresseurs, 26 septembre 1923.

571 188. — Rambaud (R.); Fer à souder électrique, 26 septembre 1923.

571 198. — Lakisier (B.); Condensateur variable, 27 septembre 1923.

571 203. — Société dite : Sulzer frères (Société anonyme); Locomotive à moteur actionnée électriquement, 27 septembre 1923.

571 220. — Guéry (F.-C.), Patanchon (G.-J.); Perfectionnements aux appareils de freinage électrique, 27 septembre 1923.

27 223 532 005. — Société dite : Compagnie Électro-Mécanique; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 26 janvier 1921, pour procédé et dispositif de démarrage automatique par contacteurs pour moteurs à courant continu ou alternatif, 11 janvier 1923.

27 251 532 377. — Société française Radio-Électrique; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 23 août 1920, pour procédé de réception en télégraphie sans fil basé sur un double désaccord, 19 janvier 1922.

27 252 513 094. — Société Vve Arnoux, Chauvin et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 6 octobre 1919, pour procédé et dispositif pour la mesure des grandes résistances électriques, 26 janvier 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Conférences-rapports de documentation sur la physique :

Mardi 20 mai 1924, 20 h 45, Amphithéâtre de physique de la Sorbonne, 1, rue Victor-Cousin. — Troisième conférence sur *la classification des raies spectrales*, par M. Croze, professeur à la Faculté de Nancy.

Société des Ingénieurs civils de France :

Vendredi 23 mai 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France, 19, rue Blanche. — 1° Communication sur *les travaux de l'usine-barrage de Chancy-Pougny*, par M. L. Vessis; 2° Communication sur *le revêtement des routes par enduit bitumineux appliqué à froid*, par M. G. Mathieu, ancien ingénieur en chef des Travaux de la Ville de Paris.

Syndicat professionnel des Ingénieurs électriciens français :

Vendredi 23 mai 1924, 20 h 30, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Assemblée générale annuelle. Ordre du jour : Élections au Comité; Modifications aux statuts; Rapports du président et du trésorier; Approbation de la gestion et des comptes; Discussion (après un exposé fait par M. Boucherot) sur les moyens propres à accroître l'activité et le nombre des membres du Syndicat.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 24 mai 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *L'industrie française de la résine synthétique*, par M. Georges Kimpflin, docteur ès sciences.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	10 mai	3 mai	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	970		710	650	3[illegible]0
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre..............................					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre..............................					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen.........	538,50	491	574	347,50	171,25
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen...........	538,50	491	574	347,50	171,25
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen............................	532,50	476,50	569	341	171,25
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre............................					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris..................................	1 817	1 740	1 570	784	421
Etain Billiton, liv. Havre...					
Etain Détroits, liv. Havre..	1 809	1 743	1 536	705	401,25
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris.........................	1 788	1 715	1 514	770	397,[illegible]5
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	238,25	229	200	152	54
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris.........	243,25	234	205	140	54,50
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris..........................	248,50	226,75	231,50	143	59
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris...............................	275	253	250,50	162	59

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 3 mai 1924	PRIX samedi 10 mai 1924	différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	manque	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	[illegible]	[illegible]	— 3 4
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	583 fr	641 fr	+ 58
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	486,50	532,50	+ 46
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	635	675	+ 40
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	880	927	+ 47
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 400	6 450	+ 50
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle, blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle, noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 740	1 817	+ 77
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	395,90	380-390	— 15,90-5,90
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	500	455	— 45
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	222	222	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	165	165	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	140	140	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	229	238,25	+ 9,25
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	350	325	— 25
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	253	275	+ 22

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage, à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les problèmes de l'industrie pétrolière en Pologne. — D'après les statistiques relatives à la production du pétrole en Pologne, il ressort que cette industrie est dans une situation peu brillante. Son relèvement est, en effet, entravé par toutes sortes de difficultés, tant politiques qu'économiques et financières.

Le périodique « Industrie und Handelszeitung » du 13 avril 1924 a publié, à ce sujet, un article important, qui a été analysé par la Société d'Études et d'Informations économiques dans son « Bulletin quotidien » du 19 mai 1924 et dont nous extrayons les renseignements suivants :

La vie économique du nouvel État polonais, écrit ce journal, n'est, en somme, depuis le début de son existence, qu'une succession ininterrompue de crises. C'est là un phénomène qui pouvait être prévu, quand on considère les conditions générales actuelles, la situation géographique, économique et politique et mille autres circonstances. A chaque perturbation nouvelle, d'ailleurs, c'est particulièrement l'industrie pétrolière qui a eu à souffrir le plus gravement. Dans tous les cas, la possession des gisements galiciens n'est pas devenue, pour les finances de l'État polonais, la source de richesse que l'on espérait créer en réunissant la Galicie et la vieille Pologne.

L'industrie polonaise du pétrole décroît rapidement depuis plusieurs années, en dépit des opinions favorables émises par les savants polonais. C'est que, d'une part, on manque des moyens financiers nécessaires à l'exploitation et que, d'autre part, on éprouve les plus grandes difficultés à écouler les produits. Il y a environ quinze ans, la production polonaise représentait à peu près 5 à 7 pour 100 de la production mondiale ; aujourd'hui, elle n'en fournit pas plus de 0,5 pour 100. D'autre part, les raffineries ne peuvent être approvisionnées par les sources nationales que jusqu'à concurrence de la moitié de leur capacité de rendement, et, finalement, les produits polonais soutiennent si difficilement la concurrence des produits étrangers que, déjà, au cours de l'année dernière, l'importation des produits suisses et roumains devenait avantageuse.

Ces phénomènes sont les résultats de la pénurie des capitaux, qui existe actuellement en Pologne, et du fait, d'après l'« Industrie und Handelszeitung », que l'étranger est généralement disposé à fournir des moyens financiers quand il s'agit d'assumer l'exploitation d'entreprises organisées, mais qu'il hésite à mettre son argent dans le sous-sol galicien.

La conséquence en est qu'à l'heure actuelle les puits anciens sont à peu près épuisés, malgré qu'ils ont atteint des profondeurs variant de 1 300 à 1 000 m. On arrive bien à renforcer incidemment la production des vieux puits par l'établissement de nouvelles sondes dans le voisinage des anciennes, mais, en fin de compte, il en résulte presque toujours un épuisement encore plus rapide de ces dernières. On sera donc obligé d'avoir recours à des prospections nouvelles, d'entreprendre des recherches dans les régions inexploitées, ce qui, surtout s'il s'agit d'atteindre de grandes profondeurs représenterait des frais immenses. Et, même dans ce cas là, ne pourrait-on pas se demander, si l'on arriverait, par l'augmentation ainsi réalisée, à concurrencer sur les marchés mondiaux les produits des autres pays, étant donné qu'en Russie, en Roumanie et aux États-Unis on trouve d'abondantes sources de pétrole à des profondeurs moitié moindres. Les techniciens étrangers sont, en outre, bien moins optimistes que les ingénieurs polonais, quant aux conditions géologiques des gisements pétrolifères galiciens, et, du côté anglais, on avait déjà fait observer, il y a quelque temps, lorsqu'il était question d'obtenir le concours de capitaux britanniques pour l'ouverture de terrains nouveaux, que les régions visées étaient trop menacées par le danger des inondations.

D'autre part, en ce qui concerne les apports des capitaux étrangers à l'industrie pétrolière polonaise, on voit se manifester en Pologne deux tendances opposées. La première se place au point de vue exclusivement nationaliste. Dès avant la guerre, il y avait en Galicie onze sociétés françaises, dont le capital total s'élevait à 150 millions de francs. En 1920, les groupements français représentaient un capital de 500 millions de francs et une participation de 55 pour 100 à l'industrie galicienne. Vers la fin de l'année 1922, 578 millions de francs y étaient investis et, au commencement de l'année 1923, les trois quarts environ de l'industrie pétrolière polonaise étaient contrôlés par les Français.

Or, à la fin de l'été dernier, il se produisit de grands changements dans la possession des actions des grosses sociétés galiciennes, changements qui eurent pour résultat que les intérêts franco-belges furent évincés au profit de banques

autrichiennes, tandis que d'autre part, le groupe Shell réussissait, par la fusion de ses intérêts avec ceux de la plus importante firme galicienne privée, la Société galicienne Goldmann frères, ainsi que par d'autres tractations opérées en commun avec la Wiener Krechtanstalt fur Handel und Gewerke, à renforcer considérablement son influence sur l'industrie pétrolière polonaise.

Tout récemment, la Standard Oil C° y a fait son apparition. Elle a, dès aujourd'hui, conclu l'acquisition de quelques petits terrains pétrolifères et s'emploie avec un succès croissant à acheter la majorité des actions de la Silva Plana, société qui jusqu'alors était la plus puissante productrice galicienne.

On ne peut, conclut le journal précité, que formuler pour l'instant des conjectures sur le but final de toutes ces opérations. Mais ce qui, dès à présent, apparait certain, c'est que la situation de premier rang du capital français dans l'industrie pétrolière polonaise semble pour ainsi dire brisée.

Le « Courrier des pétroles », dans son numéro du 3 mai 1924, commente cette situation à propos de l'emprunt contracté par le Gouvernement polonais. Cet emprunt qui équivaut à 400 millions de francs comporte une première tranche équivalant à 100 millions de francs déjà négociée, qui est garantie par des forêts, et une seconde tranche du même montant qui est à l'heure actuelle en voie de réalisation. Or, la diète polonaise a tenu à introduire dans la loi votée le 11 avril, pour autoriser le gouvernement polonais à garantir l'emprunt français, une interdiction formelle, qui vise le monopole des douanes, des chemins de fer et de la raffinerie de Drohobycz, lesquels devront être exclus de la fortune et des revenus de l'Etat au moyen desquels doit être assuré le paiement des intérêts de l'emprunt.

C'est de plus, ajoute le même journal, « une des caractéristiques de toutes les négociations franco-polonaises que tous les avantages particuliers consentis à la France au prix de laborieuses négociations et d'échanges de services précis, sont aussitôt gratuitement accordés aux nationaux d'autres pays. Il en fut ainsi de ce fameux statut spécial accordé aux sociétés françaises ». De même, si des forêts servent à gager la première tranche de l'emprunt français, une énorme concession forestière est aussitôt accordée aux Anglais.

Or, tout ceci n'est pas le simple résultat des circonstances. Il faut y voir certainement l'application d'une politique dont l'évidence éclate aux yeux de tous, si l'on considère, à un autre point de vue, que l'Italie vient d'enlever un emprunt gagé sur le monopole des tabacs, emprunt déjà offert par un groupe français.

De l'exposé de ces faits, le rédacteur de la Société d'Etudes et d'Informations économiques conclut que « à jouer ainsi sur la concurrence des pays occidentaux, il n'est pas sûr que la Pologne arrive à formuler la politique de stabilité économique qui lui serait si nécessaire ».

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant et déclarant d'utilité publique la concession d'une distribution d'énergie aux services publics dans les départements de Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et de la Moselle à la Société électrique de la Sidérurgie lorraine. — Le « Journal officiel » du 9 mai 1924 publie, pages 4183-4191, la Convention en date du 26 janvier 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société électrique de la Sidérurgie lorraine, société anonyme au capital de 8 millions de francs, dont le siège est à Paris, 5, rue Jules-Lefebvre, représentée par M. Roy, administrateur, délégué du comité de direction, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la distribution de l'énergie électrique :

1° Aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé, ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers ;

2° Aux services publics organisés en vue de l'alimentation en énergie des services publics énumérés au paragraphe précédent, au moyen d'ouvrages et de canalisations exécutés dans une zone délimitée s'étendant sur tout ou partie des départements de la Meuse, de la Meurthe-et-Moselle et de la Moselle.

Cette concession est accordée sous réserve des droits nés des concessions antérieurement accordées par les communes et de ceux nés des autorisations de construire délivrées sous l'empire de la législation locale.

La concession ne fait pas obstacle à ce que, dans la même zone, des permissions de voirie ou d'autres concessions soient accordées dans les conditions de la loi du 15 juin 1906.

Sur le parcours défini aux articles 1 et 14 du cahier des charges de la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics accordée par M. le Préfet de Meurthe-et-Moselle à la Société Energie-Eclairage, le 26 décembre 1919, la Société électrique de la Sidérurgie lorraine ne pourra distribuer l'énergie électrique aux services publics et aux particuliers qu'aux conditions prévues au cahier des charges précité de la Société Energie Eclairage, dont une copie est annexée au cahier des charges dont il est question ici.

Projets d'établissement de réseaux ruraux. — *Calvados.* — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Benouville.

Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural, au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique :

1° Dans les communes de Petiville et Mavent ;

2° Dans le Syndicat de Ryes qui comprend les communes de : Arromanches, Asnelles, Crepon, Longues, Magny, Manvieux, Meuvaines, Ryes, Saint-Come-de-Fresne, Saint-Vigor-le-Grand, Sommervieu, Tracy-sur-Mer, Vaux-sur-Aure, Ver-sur-Mer ;

3° Dans les communes de Cuverville-la-Grosse-Tour, Toufreville, Sanerville, Banneville-la-Campagne, Emieville, Bures, Troarn, Saint Pair, Janville-Rouvres et Maizières-Potigny-Soumont, Saint-Quentin, Ouilly-le-Tesson-Amayé-sur-Orne, Avenay, Baron, Bougy, Bully, Esquay Notre-Dame, Evrecy, Gravus, Maizet, Neuilly-les-Malherbe, Sainte-Honorine-du-Pay, Trois Monts, Vieux-Fontaine-Etoupefour et Maltot-Clinchamp-sur-Orne, Laize-la-Ville et Mutrecy-Ussy, Barbery, Urville et Gouvix-Caen, La Folie et Couvre-Chef.

Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux d'énergie électrique dans :

Les communes de Fulichon, l'Hôtel Lerie, Marolles, Moyaux, Ouilly-en-Houley, Pin qui constituent le syndicat de Moyaux ;

Les communes de Cerqueux, Familly, Friardel, Meulles et Préaux, qui constituent le syndicat Sud-Ouest d'Orbec ;

Le Syndicat de maisons formé des communes de : Colleville-sur-Mer, Huppain, Houvières, Maisons, Sainte-Hono-

rine-des Pertes, Saint-Laurent-sur-Mer, Sully, Vierville-sur-Mer, Commes, Port en-Bessin;

Les communes de Mesnil-Durand et Magny-le-Freule.

Des conférences ont été tenues entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie dans :

1° Les communes de Saint-Pair-du-Mont, Saint-Laurent-du Mont, Notre-Dame d'Estrées et Corbon;

2° Dans le Syndicat de Fervaques qui comprend les communes de Saint-Pierre de Maillac, Fervaques, Saint-Cyr-du-Ronceray;

3° Dans le Syndicat d'Isigny comprenant les communes de : Asnières, La Cambe, Cardonville, Cartigny-l'Epinay, Castilly, Colombière, Cricqueville-en Bessin, Deux Jumeaux, Englesqueville-la-Percée, La Folie, Gelfosse Fontenay, Grandcamp-les-Bains, Isigny, Lison, Longueville, Maisy, Mestry, Neuilly la-Forêt, Les Oubeaux, Osmanville, Sainte Marguerite d'Elle, Saint-Germain du Pert, Saint-Marcouf, Saint-Pierre-du-Mont.

Côte d'Or. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un reseau rural de distribution d'énergie électrique :

1° Dans la commune de Soirans-Fouffrans.

2° Dans le Syndicat de commune de Liernais qui comprend les communes de : Bar-le-Régulier, Blanot, Brazey-en-Morvan, Censerey, Diancey, Liernais, Manlay, Marcheseuil, Menessaire, Saint-Martin-de la-Mer, Savilly, Sussey, Vianges et Villiers.

Des conférences ont été tenues entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique :

1° Dans les communes d'Aubigny et de Magny-les-Aubigny;

2° Dans le Syndicat de communes de Recey-sur-Ource qui comprend les communes de : Essarois, Montmoyen, Saint-Broingt-les-Moines, Minot, Leuglay, Voulaines, Vauvey, Villers le Duc, Menesbles, Chambain, Buxerolles, Gurgy-le-Château, Gurgy-la-Ville, Faverolles, Lucey, Lachaume, Terrefondrée, Bure-les-Templiers, Beneuvre et Chaugey.

Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans le Syndicat de communes de la région de Sombernon.

Ce syndicat comprend les communes de : Blaisy-Bas, Verray-sous-Drée, Avosnes, Marcelloy, Saint-Mesmin, Bussy-la-Pesle, Blaisy-Haut, Drée, Baulme-la-Roche, Savigny-sous-Mâlain, Grosbois-en-Montagne, Lachaleur, Mâlain, Ancoy, Saint-Anthot, Mesmont, Fralon, Aubigny-les-Sombernon, Ste-Marie-sur-Ouche, Remilly-en-Montagne, Agey, Arcey, Echannay, Montoillot, Grenand, Gissey-sur-Ouche, Barbirey, Saint-Victor-sur-Ouche, Uroy, Saint-Jean-de-Bœuf.

Eure. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Léry.

Indre-et-Loire. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans le Syndicat intercommunal de Saint-Christophe, Saint-Paterne et Neuvy-le-Roi.

Marne. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'energie électrique dans les communes de Flavigny et les Istres-Bury, de Chaltrait, Gionges et Villers-aux-Bois.

Seine-et-Oise. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans 48 communes des cantons de Magny-en-Vexin et de Marines.

Une conférence a été tenue entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Senlisse.

Des conférences ont été tenues entre les ingénieurs en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les communes de :

Molières, Bonneuil, Arnouville-les-Gonesse et Garges, Courson Monteloup, Saintry, Tigery.

Des conférences ont été tenues entre l'ingénieur en chef du Contrôle des Distributions d'Energie électrique et l'ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement de réseaux ruraux dans les communes de :

Goupillières, Vaugrigneuse, Montfort l'Amaury, Méré et Vicq, Grosrouvre et Boullay-les-Troux, Limours.

Combustibles. — LA PRODUCTION DES MINES DOMANIALES FRANÇAISES DE LA SARRE EN MARS 1924. — La production nette de houille des Mines domaniales de la Sarre, en mars dernier, s'est élevée à 1 243 991 t, contre 1 158 334 t pour le mois précédent, dont 1 210 591 t pour les mines exploitées par l'Etat français et 33 400 t pour les mines amodiées.

Pour un nombre de 25 jours de travail la production moyenne journalière a été de 47 859 t, sensiblement égale à celle du mois précédent.

Sur cette production, 88 280 t ont été consommées par les mines, 8 667 t livrées aux ouvriers, 20 998 t livrées aux fours à coke des mines; enfin, 1 121 684 t ont été vendues et expédiées.

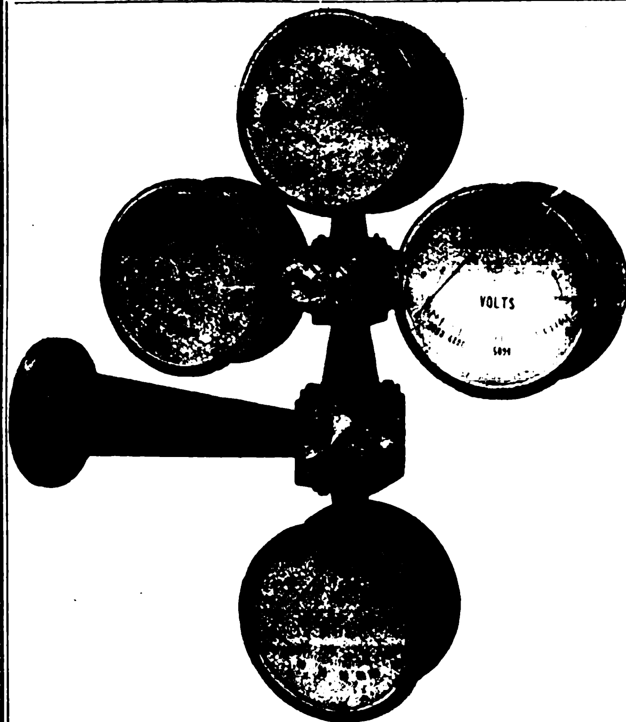
Les stocks de charbon, en fin du mois de mars dernier, s'élevaient à 259 331 t.

La production de coke par les usines annexes des mines a été de 15 927 t. Les stocks, en fin de mois, s'élevaient à 1 887 t.

Les Mines de la Sarre comprenaient, à fin mars dernier : 55 989 ouvriers du fond, 15 427 ouvriers du jour, 2 468 ouvriers dans leurs établissements annexes; enfin, 3 053 ingénieurs et employés.

La production nette de houille par journée d'ouvriers du fond et du jour a été de 720 kg contre 716 kg en février.

LA PRODUCTION MINIÈRE DE L'ITALIE EN 1923. — D'après les statistiques officielles, la production charbonnière de l'Italie se chiffre à 1 100 000 t en 1923 (dont 160 000 t d'anthracite et 940 000 t de lignite), contre 900 000 t en 1922 (dont 155 000 t d'anthracite et 745 000 t. de lignite). Indiquons



Synchronisation



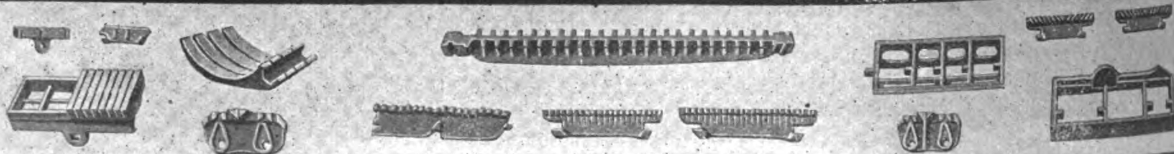
INDICATEURS
ENREGISTREURS
TRANSFORMATEURS DE MESURE

RELAIS Licence FERRANTI

Contrôle - Précision

5, Rue Godot-de-Mauroy, PARIS (9e)
(*Registre du Commerce* : Seine N° 85 550)

Téléph. : Louvre 14-52 — Télégr. : SIFAM-PARIS



Sté DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

148, BOULEVARD HAUSSMANN
PARIS

USINES :
FONDERIES HAVRAISES
LE HAVRE
FONDERIES DE RONCHEROLLES
BOLBEC
SECTION ALUMINIUM
PARIS

TÉLÉPHONE :
ÉLYSÉES 35-78, 35-79, 85-78, 85-79
INTER. ÉLYSÉES 125
TÉLÉGRAMMES
SOPROMÉTAL-PARIS

PROMÉTAL
MÉTAL EXTRA-RÉFRACTAIRE AU FEU
ALUMINIUM
COULÉ EN COQUILLES ET AU SABLE
ALLIAGES DE MÉTAUX BLANCS
COULÉS SOUS PRESSION



R.C. SEINE 32.288

qu'elle avait atteint 698 439 t en 1913 et 2 149 477 en 1918 (chiffre maximum).

Métallurgie. — La production métallurgique de l'Italie en 1923. — D'après les premières estimations pour 1923, la production italienne de fonte s'est élevée à 247 000 tonnes métriques, contre 158 000 tonnes en 1922 et 471 000 t en 1917; celle d'acier brut à 1 122 000 t contre 981 000 t en 1922 et 1 332 000 t en 1917. Tandis que les résultats relatifs à la fonte demeurent en 1923 très inférieurs au chiffre d'avant-guerre (426 754 t en 1913), la production d'acier, grâce au développement depuis l'armistice de l'utilisation du procédé Martin, dépasse considérablement son niveau de 1913 (933 000 t).

La fabrication de ferro-alliages a atteint 28 200 t en 1923, au lieu de 20 200 t l'année précédente.

Enfin, parmi les métaux non ferreux, il a été produit 17 000 t de plomb en 1923, contre 10 700 t en 1922 et 3 700 t de zinc, au lieu de 3 000.

Transports. Communications. — Messages téléautographiques en France. — L'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones appelle à nouveau l'attention sur les possibilités multiples d'emploi du service de transmission de messages téléautographiques (système Edouard Belin) organisé depuis le 1er janvier 1924 entre Paris, d'une part, Lyon et Strasbourg, d'autre part.

Avec ce système, le document remis au destinataire étant la photographie fidèle de l'original, son envoi constitue pour les intéressés un document authentique offrant les garanties indiscutables qu'exigent certaines transactions de la vie commerciale et industrielle.

Le procédé de M. Belin permet, en outre, la transmission de dessins au trait, croquis, schémas, plans, écriture sténographique, etc...

Depuis le 1er avril courant, l'échange des messages téléautographiques est étendu aux relations dans les deux sens entre Lyon et Strasbourg.

La taxe applicable à ces messages est uniformément fixée à 10 fr pour tout texte n'excédant pas une case de la formule spéciale remise aux expéditeurs (135 mm × 45 mm) et de 20 fr pour l'ensemble des deux cases de ladite formule (135 mm × 90 mm).

Les télégrammes de presse bénéficient d'une réduction de 50 pour 100.

Grande entreprise de téléphones en Espagne. — D'après une information de la Société d'Études et d'Informations économiques, un groupe important des États-Unis s'est mis en relations avec diverses banques espagnoles, notamment le Banco Urquijo et le Banco Hispano-Americano pour prendre l'exploitation de tous les services téléphoniques. La nouvelle société aurait déjà acquis la majorité des actions de la Compania Madrilena de Telefonos et de la Compania Interurbane et, elle poursuivrait, en ce moment, des négociations avec la municipalité de Barcelone en vue d'acquérir la concession du réseau téléphonique de cette ville. Avec l'appui de l'État, elle se propose de réorganiser les services dans tous les grands centres, selon le système déjà appliqué à La Havane, et d'étendre le réseau à presque toutes les localités de la péninsule. Grâce à une augmentation des tarifs, les initiateurs de ce projet comptent que les recettes pourront doubler dès la première année. Le capital serait fourni par l'épargne espagnole : mais la direction technique de l'affaire appartiendrait à des Nord-Américains et tout le matériel serait acheté aux États-Unis.

Économie industrielle et sociale. — Le mouvement des prix de gros en France en avril 1924. — L'indice des prix de gros, établis par les soins de la Statistique générale de la France, enregistre à nouveau, en avril, une baisse considérable. Il accuse 459 en fin de mois, au lieu de 510 fin mars : ainsi la revalorisation du franc a permis de voir, dans l'espace de deux mois, l'indice des prix tomber de 555, point culminant fin février, à un niveau de très peu supérieur à celui de novembre dernier (452).

Le fléchissement observé concerne toutes les rubriques, aussi bien celles des denrées alimentaires que celles des produits industriels; les secondes se trouvent, d'ailleurs, plus affectées que les premières. Naturellement, ce sont les produits dont les prix dépendent le plus étroitement des variations du change (sucre, café, cacao, minéraux et métaux, textiles), qui inscrivent à leur actif les plus fortes baisses. C'est ce que met en évidence le tableau ci-dessous :

	Articles.	Fin avril provisoire	Fin mars.	Fin février.
Indice général...........	(45)	459	510	555
Denrées alimentaires :				
Ensemble...............	(20)	423	455	484
Aliments végétaux......	(8)	392	434	441
Aliments animaux.......	(8)	424	430	444
Sucre, café, cacao.......	(4)	491	563	682
Matières industrielles :				
Ensemble...............	(25)	491	558	617
Minéraux et métaux....	(7)	431	488	592
Textiles...............	(6)	564	678	745
Divers.................	(12)	466	529	555

Loi concernant les bénéfices de guerre. — Le « Journal officiel » du 16 mai 1924 publie, page 4398, une loi, en date du 15 mai, ayant pour objet « de compléter et de modifier la loi du 10 août 1922 relative à l'exercice du privilège du Trésor sur les immeubles, fonds de commerce, navires de mer et bâtiments fluviaux pour le recouvrement de la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre ».

Les articles 1 à 8 indiquent les formalités à remplir dans le cas de vente judiciaire, par l'adjudicataire qui voudra purger les biens acquis de l'hypothèque du Trésor. L'article 9 stipule que pour les impositions comprises dans les rôles mis en recouvrement après le 31 décembre 1925, le Trésor n'aura qu'une hypothèque générale qui prendra rang à la date de son inscription. Les articles 10 et 11 se rapportent aux ventes volontaires. L'article 12 concerne les hypothèques sur les navires. L'article 13 stipule les conditions que devra remplir le contribuable pour éviter l'inscription du privilège du Trésor. L'article 14 prévoit que pour les ventes faites avant la promulgation de la loi, le privilège du Trésor ne sera pas opposable aux acquéreurs de bonne foi ; il en sera de même vis-à-vis des prêteurs ; le privilège du Trésor est également primé par le privilège du vendeur de bonne foi.

La fortune mobilière de la France. — Dans une étude publiée dans « l'Information financière » du 14 mai 1924, M. G. Olphe Galliard évalue à 354 milliards de francs le montant des titres mobiliers possédés en 1923 par les Français. Dans ce nombre les valeurs françaises entrent pour 293 milliards et les valeurs étrangères, pour 61 milliards de francs.

M. Galliard fait observer que les bases de son estimation sont celles adoptées par Alfred Neymark dans les estima-

tions qu'il a faites de la fortune mobilière française de 1850 à 1900 et que, par suite, les résultats de ces diverses estimations sont comparables.

Pour 1900, Neymark avait trouvé que la fortune mobilière de la France était de 97 à 100 milliards de francs, dont 30 à 04 milliards de valeurs étrangères. Si on compare les deux nombres 293 et 100 milliards, on voit qu'ils ont varié à peu près en proportion inverse de la valeur du franc papier par rapport au franc or. Toutefois cette correspondance n'est pas réelle, car la hausse d'un grand nombre de valeurs est de beaucoup inférieure à celle qui devrait correspondre à la dépréciation du franc; la plupart des valeurs à revenu fixe ont, au contraire, baissé; de plus, les taux d'intérêt, dont il est fait état dans les calculs, sont, en 1923, notablement différents de ceux de 1900. Aussi ne semble-t-il pas possible de répondre à la question : la fortune mobilière de la France a-t-elle augmenté ou a-t-elle diminué de 1900 à 1923.

Congrès Expositions — EXPOSITION DE L'UNION DES INVENTEURS DE LA LOIRE. — L'Exposition de nouveautés industrielles, organisée par l'Union des Inventeurs de la Loire, aura lieu à Saint-Étienne, au mois de juillet prochain.

Placée dans la région la plus active du centre de la France, cette exposition offre un moyen puissant de transactions entre l'industriel qui cherche des nouveautés à ajouter à sa fabrication et l'inventeur qui peut produire son œuvre ou ses projets.

Un certificat, délivré gratuitement sur demande par le ministre du Commerce, garantit pendant un an, les inventions présentées à cette exposition et qui ne seraient pas brevetées.

Le Comité se charge de l'installation et de la présentation des objets ou plans appartenant aux inventeurs éloignés et qui ne pourraient pas se déplacer.

Les inscriptions sont reçues par lettre adressée à l'Union des Inventeurs de la Loire, 11, place de l'Hôtel-de-Ville, Saint-Étienne. La liste sera irrévocablement close le 20 juin 1924.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentations de capital. — L'ÉLECTRO-ENTREPRISE. D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 mai 1924, p. 372, cette société, dont le siège social est à Paris, 108, boulevard Haussmann, va procéder à l'émission d'une première tranche de 7 500 actions de 500 fr, avec une prime de 25 fr pour les actions souscrites à titre irréductible et de 75 fr pour les actions souscrites à titre réductible, cette prime étant payable, en même temps que les deux premiers quarts, lors de la souscription. Ces actions porteront jouissance à compter du 1er mars 1924.

ÉLECTRICITÉ ET GAZ DU NORD. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 mai 1924, p. 371, cette société, dont le siège social est à Paris, 75, boulevard Haussmann, va porter son capital de 85 à 100 millions de francs, par l'émission à 275 fr de 60000 actions nouvelles de 250 fr, du même type que les actions existantes, et devant porter jouissance du 1er octobre 1923, commencement de l'exercice en cours.

Les anciens actionnaires et les porteurs de parts bénéficiaires auront un droit de préférence à titre irréductible, sans attribution pour les fractions, pour la souscription des 60000 actions nouvelles. Ce droit s'exercera sur 30000 actions nouvelles par les propriétaires des actions anciennes, soit :

1 action nouvelle pour 12 anciennes ;

2 actions nouvelles pour 23 anciennes ;

3 actions nouvelles pour 34 anciennes ;

et sur 30000 actions nouvelles par les propriétaires de parts bénéficiaires, soit :

3 actions nouvelles pour 1 part bénéficiaire.

Le droit de souscription s'exercera par la remise de coupons n° 8 pour les actions au porteur, et de coupons n° 7 pour les parts, et par l'estampillage des certificats pour les titres nominatifs.

Les souscripteurs devront verser le premier quart, plus la prime de 25 fr, soit 87,50 fr par action souscrite, à la souscription, et les trois autres quarts, soit 187,50 fr suivant les appels du conseil d'administration.

COMPAGNIE HYDROÉLECTRIQUE D'AUVERGNE. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 19 mai 1924, p. 395, cette société, dont le siège social est à Lyon, 13, rue Grolée, va procéder à une augmentation de capital de 10 millions de francs, à réaliser en une fois ou par tranches successives, par l'émission contre espèces de 20000 nouvelles actions ordinaires, de 500 fr nominal, autorisée par les assemblées générales extraordinaires du 3 mai 1924.

SOCIÉTÉ HYDROÉLECTRIQUE DES BASSES-PYRÉNÉES. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 12 mai 1924, p. 372, cette société, dont le siège social est à Paris, 12, rue d'Aguesseau, va procéder à l'émission, au pair, de 45000 actions de 100 fr, soit une augmentation de 4500000 fr du capital.

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU POITOU. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 19 mai 1924, p. 407, cette société, dont le siège social est à Thouars (Deux-Sèvres), rue Ligonnier, va procéder à l'émission de 2500 obligations de 500 fr chacune rapportant un intérêt de 7,50 pour 100, représentant un capital nominal de 1250000 fr. Coupons seront payables le 1er novembre et le 1er mai de chaque année.

Les premiers coupons étant payables le 1er novembre 1924, l'amortissement s'effectuera en trente années conformément au tableau qui figurera au dos des titres.

Ces obligations seront amorties au pair par voie de tirage au sort annuel. Le premier tirage d'amortissement aura lieu en décembre 1929. Les obligations sorties au tirage seront payées à l'échéance du premier coupon suivant et ce dernier sera annulé. La société s'interdit de rembourser par anticipation le présent emprunt, d'en augmenter l'amortissement ou de le convertir avant le 31 décembre 1929.

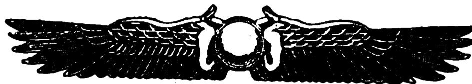
Divers — SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS MAURICE LEBLANC-VICKERS. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 12, rue Portalis, tenue récemment, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant par une perte de 7 166,93 fr. Compte tenu du report bénéficiaire de 1922 de 65610,06 fr, le disponible ressort à 58443,13 fr, qui a été reporté à nouveau.

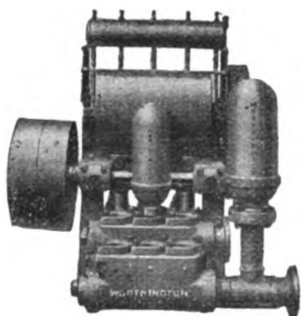
L'assemblée a ratifié la nomination de M. Leblanc fils, en remplacement de M. Maurice Leblanc père, administrateur, décédé.

COMPAGNIE RADIO-FRANCE. — Les comptes de l'exercice 1923 qui seront présentés à l'assemblée ordinaire convoquée pour le 27 mai font ressortir un bénéfice net de 679401 fr après prélèvement de 2000000 fr pour amortissements. Rappelons que l'exercice précédent, d'une durée exceptionnelle de dix-huit mois, s'était soldé par une perte de 5482 fr.

Le bilan au 31 décembre 1923 se présente comme il suit :

WORTHINGTON





POMPE TRIPLEX A PISTONS PLONGEURS
Demander cat. *R. G. E.* C 24 A

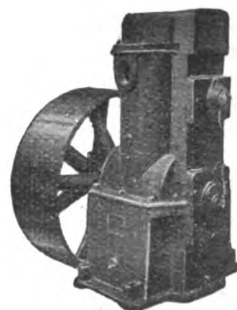
POMPES à vapeur; marines; centrifuges; à vide; à air; à pistons à moteur.

COMPRESSEURS D'AIR

RÉCHAUFFEURS D'EAU
d'alimentation p^r LOCOMOTIVES

GROUPES MOBILES
Moto-Pompes et Moto-Compresseurs (sur chariot)

CHARIOTS de MANUTENTION
(à Moteur à essence)



COMPRESSEUR D'AIR VERTICAL
Demander cat. *R. G. E.* C 247

Demandez Etudes, Devis, aux Services techniques de la

S^té F^se des POMPES et MACHINES WORTHINGTON Soc. anon. au capital de 15000000 fr.
Registre du Commerce : Seine N° 111243

Siège social et Bureaux : 1, rue des Italiens, PARIS 9e. - *Tél.* : Central 63-16, 46-78 — Louvre 52-86, 52-87.
Usines : Le Bourget (Seine).
Succursales : Bruxelles 63, boul^d Maurice-Lemonnier ; — Lyon, 8, rue Sala ; — Lille, 62, boul^d de la Liberté ; — Toulouse, 12, boul^d de Strasbourg.
Agences dans toutes les principales villes de France, Belgique. Suisse.

FOIRE DE PARIS 10 au 25 mai (section mécanique).

LE PARQUET PAR EXCELLENCE POUR :

Bureaux

Magasins

◆◆◆

Supériorité incontestable

Propreté

◆◆◆

Nos travaux sont exclusivement exécutés par nos spécialistes

Parquet Hygiénique
SANS JOINT
Terrazzolith
SUPÉRIORITÉ GARANTIE
Ne Gondole ni ne se fend jamais.
Belles Couleurs Inaltérables.
Durée Illimitée.
DEMANDEZ PROSPECTUS
TÉLÉPHONE NORD 47-31 / 125-53

COMPLÈTEMENT INCOMBUSTIBLE

Terrazzolith "DÉPOSÉ"

DOUCE & MOULIN 64, RUE PETIT . PARIS XIXme

(Registre du Commerce : Seine N° C0405)

Salles d'Exposition

Ateliers

◆◆◆

Entretien facile

Garantie absolue

◆◆◆

Procédés brevetés S.G.D.G.
Maison de confiance

SES AVANTAGES SONT :

Résistance à toute épreuve - Durée illimitée - Contact confortable
Bel Aspect — Rapidité d'Exécution — Économie certaine

(Demander Notices B)

Actif immobilisé, 60 029 639 fr ; actif réalisable, 7 720 890 fr ; actif disponible, 744 501 fr.

Au passif : Capital, 60 millions de francs ; provision pour amortissement, 2 millions de francs, créditeurs divers, 5 315 628 fr ; profits et pertes, 679 402 fr.

Appareils électriques et Compteurs Garnier. — L'assemblée générale ordinaire s'est tenue à Lyon le 13 mai. Elle a approuvé les comptes de 1923 se soldant par un bénéfice net de 330 505 fr contre 275 500 fr. Néanmoins le conseil a proposé le maintien du dividende à 50 fr par action ancienne ; les actions nouvelles non libérées recevront 15,60 fr, les parts de fondateurs 21,70 fr. Ces dividendes seront mis en paiement à partir du 1er septembre 1924.

Sud-Lumière. — L'assemblée ordinaire de cette société, au capital de 10 millions de francs, tenue récemment, au siège 3, rue La Boétie, à Paris, sous la présidence de M. Adolphe Baux, président du conseil d'administration a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 dont les bénéfices nets atteignent 1 898 880 fr, contre 660 331 fr en 1922, et non compris le report de l'exercice précédent s'élevant à 20 679,77 fr.

Le dividende a été fixé à 12 pour 100 pour les actions de priorité et à 5 pour 100, déjà payés, pour les actions ordinaires auxquelles est attribué en plus un amortissement de 51,33 fr par titre. Le solde de 37 536,69 fr a été reporté à nouveau.

Une assemblée extraordinaire, tenue à la suite, a autorisé le conseil à porter ultérieurement le capital, en une ou plusieurs fois, de 10 à 20 millions de francs.

Les statuts ont été modifiés en conséquence.

Société roubaisienne d'Éclairage par le Gaz et l'Électricité. — Les assemblées ordinaire et extraordinaire ont eu lieu le 14 mai, sous la présidence de M. Buhot.

Au titre ordinaire, l'assemblée a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, présentant un solde bénéficiaire de 1 005 501 fr ; le dividende net a été fixé à 15 pour 100.

Un acompte de 5 pour 100 a été mis en paiement le 15 décembre dernier ; le solde sera réparti à partir du 15 mai courant, en échange du coupon n° 16.

Le rapport du conseil indique que les résultats de l'exercice écoulé marquent une progression sensible sur ceux de 1922.

En ce qui concerne le gaz, le nombre de mètres cubes vendus en 1923 s'est élevé à 10 965 883, contre 10 416 936 en 1922 et 10 934 000 en 1913.

Le remplacement des canalisations usagées ou détériorées pendant la guerre, a commencé à produire d'heureux résultats par une diminution sensible des fuites.

En ce qui concerne l'exploitation électrique, la vente d'énergie s'est élevée en 1923 à 5 028 500 kw-h contre 3 992 000 kw-h en 1922 et 2 154 500 kw-h en 1913.

Le développement du réseau électrique se poursuit de façon très satisfaisante ; le nombre des branchements a augmenté de près de 2 000 dans le courant de l'exercice, passant de 3 832 à 5 811.

La situation de la société au point de vue de ses dommages de guerre n'a pas changé au cours de l'exercice. Depuis le début de 1924, son dossier a été examiné par le comité de préconciliation ; mais le ministre n'a pas encore ratifié les propositions de ce comité et la commission cantonale n'a pas encore examiné l'affaire.

Au titre extraordinaire, l'assemblée a décidé la mise en harmonie des statuts avec le texte nouveau du cahier des charges de la ville de Roubaix tel qu'il résulte des derniers avenants.

Compagnie du Gaz de Lyon. — L'assemblée générale ordinaire des actionnaires de cette société s'est tenue à Lyon le 14 mai 1924.

Le rapport du conseil signale que, dans la branche « Gaz » aucun accord définitif n'est encore intervenu avec la ville de Lyon, tant pour la détermination du prix du gaz à l'avenir, qu'en ce qui concerne l'indemnisation que la compagnie réclamait pour les charges extra-contractuelles qu'elle a subies du fait de la guerre.

Pour l'électricité, l'action engagée devant le Conseil de Préfecture n'a pas non plus reçu de solution, les experts n'ayant pas déposé leur rapport. Entre temps, cependant, le Conseil de Préfecture a rendu un arrêté repoussant la prétention émise par la ville de se faire communiquer toute la comptabilité de la compagnie. Celle-ci s'y refusait en soutenant que ce droit de communication est réservé aux seuls experts, mandataires de justice.

La consommation du gaz est en accroissement de 2 millions 464 000 m³, celle de l'électricité de 2 560 000 kw-h.

La Compagnie du Gaz a repris dans la Société hydro-électrique de Lyon la part d'actions qui avaient été souscrites par la Société Edison ; en échange, avec le concours de cette dernière, a été créée la Société Électrique Savoie-Dauphiné pour l'aménagement de diverses chutes ou l'utilisation d'excédents d'installations déjà existantes. Cette société assurera, en outre, la transmission et la vente de l'énergie dont elle pourra disposer par acquisition, location, etc.

L'assemblée a décidé de répartir comme il suit la balance créditrice du compte d'exploitation, telle qu'elle apparaît au bilan :

Intérêt du compte d'amortissement 214 830,79 fr. Réserve légale 239 013,03 fr. Intérêt statutaire de 5 pour 100, net aux actions, 1 193 181,81 fr. Tantième statutaire au conseil d'administration, 167 403,29 fr. Solde du dividende, y compris impôt sur le revenu, 1 193 181,81 fr. Amortissements spéciaux, 1 987 091,70 fr. Soit, au total 4 995 091,43 fr.

Le dividende ressort à 25 fr net de l'impôt sur le revenu. Il sera mis en paiement en deux fois, soit les 15 mai et 15 novembre, à raison, chaque fois, de 11,25 fr par action au porteur et de 12,50 fr par action nominative.

La rémunération totale des actionnaires représente une somme de 2 100 000 fr que le rapport rapproche de celle de 3 720 150,82 fr payée par la compagnie à la ville de Lyon au titre de redevances Gaz et Électricité pour l'année 1923.

Compagnie Fasi d'Électricité. — Les actionnaires, réunis le 14 mai, au siège à Paris, 13, rue de Bourgogne, en assemblée ordinaire, sous la présidence de M. Henry Darcy, ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, présentant un total de bénéfices bruts de 1 001 065,82 fr, dont 893 647,78 fr pour l'exploitation au Maroc et 107 418,04 fr, bonification de la ville de Fez sur compte de premier établissement.

Après déduction des frais généraux, 84 533,26 fr ; des amortissements, 248 978,87 fr ; des pertes et frais divers, 8 615,52 fr ; d'une provision pour charges diverses 140 000 fr ; le bénéfice net ressort à 545 557,03 fr compte tenu du report de l'exercice précédent.

L'assemblée, sur la proposition du conseil a fixé le dividende brut à 40 fr par action et 10 fr par part bénéficiaire, payable, sous déduction des impôts, à partir du 15 juillet.

BREVETS RÉCENTS

27 155 557 124. — Bethenod (J.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 février 1922, pour perfectionnements aux systèmes de transmission électrique de signaux et analogues au moyen de courants de fréquence élevée le long des lignes de transport d'énergie, 4 octobre 1922.

27 257 549 053. — Seap (A.-P.), Saint Martin (R.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 17 mars 1922, pour condensateur variable progressif, 6 décembre 1922.

27 272 519 170. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); 3e cert. d'add. au brevet pris, le 17 mars 1917, pour système de signalisation électrique, 22 janvier 1923.

27 275 522 133. — Société d'Études et de Constructions métallurgiques, 1er cert. d'add. au brevet pris, le 21 janvier 1919, pour cisaille électrique coupant par le bas, 23 janvier 1923.

27 283 470 703. — Longuet (L.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 9 avril 1914, pour dispositif de plombage, 25 janvier 1923.

27 289 542 381. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 15 octobre 1921, pour perfectionnements aux dispositifs à décharge électronique, 29 janvier 1923.

27 293 536 300. — Darbelet (A.-P.-R.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 1er juin 1921, pour mécanisme de commutateur interrupteur à poussoir pour bouton ou poire d'allumeur extincteur à une ou plusieurs directions, 30 janvier 1923.

27 294 402 657. — Biguet (J.); 4e cert. d'add. au brevet pris, le 25 octobre 1915, pour dispositif de montage des éléments des tubes à vide genre audion.

27 295 402 657. — Biguet (J.); 5e cert. d'ad. au brevet pris, le 23 octobre 1915, pour dispositif de montage des éléments des tubes à vide genre audion.

27 298/552 117. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme), 1er cert. d'add. au brevet pris, le 27 mai 1921, pour perfectionnements aux dispositifs de décharge d'électrons, 31 janvier 1923.

27 299 544 785. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 28 janvier 1921, pour perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques, 31 janvier 1923.

571 228. — Baker (P.-W.), Interrupteur thermique de courant électrique, 28 septembre 1923.

571 231. — Casale (L.); Appareil pour l'électrolyse de l'eau, 28 septembre 1923.

571 232. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Funiculaire de montagne à commande électrique, 28 septembre 1923.

571 266. — Société dite : International Callophone Corporation; Système téléphonique à intercommunication, 5 septembre 1923.

571 281. — Trève (M.); Bras d'antibalançant, de longueur réglable, pour ligne caténaire et pince de fixation sur le fil de contact, 29 septembre 1923.

572 292. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux cathodes dépolarisantes solides pour piles et accumulateurs, 12 décembre 1922.

571 296. — Société de Paris et du Rhône; Pince à dénuder les câbles et conducteurs électriques, 13 décembre 1922.

571 304. — De Karavodine (V.); Perfectionnements aux bougies d'allumage en quartz, 14 décembre 1922.

571 305. — Verhaert (L.); Procédé de fabrication de résistances électriques, 14 décembre 1922.

571 317. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Perfectionnements aux procédés de freinage des moteurs polyphasés à collecteur, applicable entre autres aux montages en cascade avec un moteur d'induction, 16 décembre 1922.

571 324. — Société anonyme : Le Carbone; Pile sèche, 16 décembre 1922.

571 357. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Procédé pour l'essai des machines électriques et des transformateurs aux ondes mobiles, 1er octobre 1923.

571 358. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Enroulement en particulier pour transformateurs, avec renforcement de la résistance aux ondes mobiles, 1er octobre 1923.

571 359. — Société dite : Bayerische Elektrizitäts-Industrie Rott et Cie et M. Visser (A.-P.); Perfectionnements apportés aux interrupteurs à bascule devant servir de démarreurs électriques, 1er octobre 1923.

571 362. — Rysman (T.-R.); Perfectionnements apportés aux mécanismes indicateurs pour appareils à éléments réglables, tels notamment que les condensateurs utilisés en télégraphie sans fil, 1er octobre 1923.

571 365. — Charles (L.-A.); Perfectionnements aux écouteurs et microphones de téléphonie, 1er octobre 1923.

571 366. — Cognet (H.-L.-A.); Élément de chauffage électrique pour appareils domestiques et autres, 1er octobre 1923.

571 367. — Cognet (H.-L.-A.); Poêle électrique à accumulation de chaleur, 1er octobre 1923.

571 372. — Société P. Hinstin et A. Lehmann (L'Électro Matériel); Dispositif de couplage en haute fréquence de lampes de télégraphie sans fil deux à deux par une self-induction variométrique combinée avec une capacité, et self-induction variométrique pour cet usage, 29 septembre 1923.

571 373. — Fabre (A.-E.); Explorateur à une ou plusieurs pointes interchangeables et à pression réglable pour détecteur à galène de télégraphie sans fil, 29 septembre 1923.

571 375. — Raison sociale : Simplex Electrical Laboratories Inc.; Perfectionnements dans les dispositifs d'alimentation de courant de filaments pour la réception radio, 29 septembre 1923.

571 376. — Dehmer (M.-C.); Lampe électrique de poche, 29 septembre 1923.

571 377. — Guyétand (M.-H.); Dispositif pour le contrôle du fonctionnement de l'éclairage électrique sur tous véhicules, 29 septembre 1923.

571 379. — Giuletti (G.); Électroscope perfectionné avec dispositif pour sa charge appliquée directement à l'appareil, 1er octobre 1923.

571 381. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux récepteurs téléphoniques, 1er octobre 1923.

571 390. — Vitrebert (L.-L.-P.), Lelièvre (H.); Perfectionnements aux variomètres, 1er octobre 1923.

571 409. — Société anonyme dite : Ateliers de Construction Lavalette; Perfectionnements dans les dynamos pour véhicules automobiles, 2 octobre 1923.

571 428. — Angel (E.-G.-R.); Procédé pour produire du sel de table par l'électrolyse de solutions salines, 3 octobre 1923.

571 430. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements à la propulsion électrique des navires, 3 octobre 1923.

571 447. — Coignard (A.-J.); Procédé pour obtenir un dépôt de chrome par électrolyse, 3 octobre 1923.

571 449. — Société dite : Usines Ehrat S. A.; Procédé et dispositif pour assembler les rails de chemins de fer électriques, 4 octobre 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 24 mai 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *L'industrie française de la résine synthétique*, par M. Georges Kimpflin, docteur ès sciences (projections, présentation d'échantillons).



GRANDS PRIX d'Honneur avec Médaille d'Or à l'Exposition Suisse de l'Industrie hôteliére et Branches Annexes. — Bâle 1921.

"SALVIS"

à BARR (Bas-Rhin)

Registre du Tribunal de baillage de Colmar : N° 954

FABRIQUE D'APPAREILS DE CUISSON ET DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

SPÉCIALITÉ DE :

FOURNEAUX électriques de 2 à 6 plaques de chauffe, four à rôtir et chauffe-plats.

RÉCHAUDS en fonte à 1, 2 et 3 plaques de chauffe, interrupteurs à 3 réglages.

BOILERS chauffe-eau par accumulation de chaleur à commande électro-automatique.

TOUS APPAREILS pour chauffage direct ou par accumulation de chaleur.

Demandez notre Catalogue N° 2

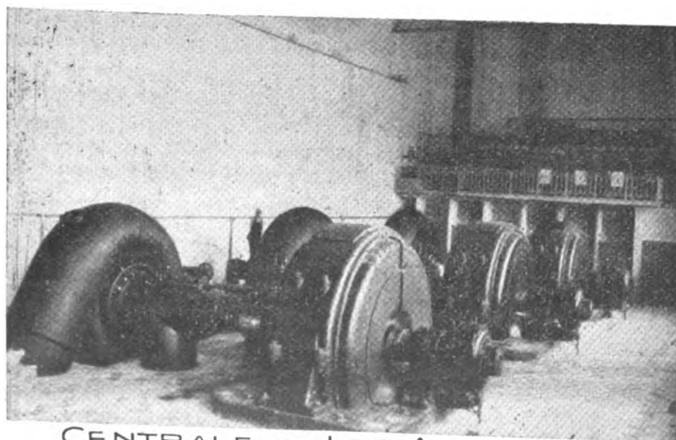


Cie d'Entreprises Electro-Mécaniques

Société Anonyme au Capital de 2.000.000 de Francs.

27, RUE DE COURCELLES, PARIS (8e)

Adresse Télégraphique : ENTRANIC-PARIS Téléphone : ELYSÉES 57-01



CENTRALE DE LOS ALMADENES

3 Groupes Turbine - Alternateur de 4300 c.v. 500 t. min

PRODUCTION
DISTRIBUTION
UTILISATION
DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

Entreprise Générale en France et à l'Etranger

Stations Centrales
Postes de Transformation
TRANSPORTS DE FORCE
RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

(*Registre du Commerce* : Seine N° 96 114)

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 10 mai 1924	PRIX samedi 17 mai 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	manque	950	
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	11 1/4	10 1/4	— 1
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	641 fr	679 fr	+ 38
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	532,50	528	— 4,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	671	680	+ 9
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	927	938	+ 11
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 450	6 460	+ 10
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Émail pour appareillage tôle, blanc	100 kg	605	605	0
Émail pour appareillage tôle, noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 817	1 760	— 57
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	380-390	380-390	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	455	455	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	272	272	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	165	185	+ 20
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	140	180	+ 40
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	238,25	249	+ 10,75
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 110/150 environ		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	325	325	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	275	281,50	+ 6,50

Variation des cours à partir du 1er octobre 1923.

Conducteurs électriques .... hausse 30 pour 100
Appareillage .... hausse 30 pour 100
Tubes isolateurs acier étiré .... hausse 40 pour 100

Coefficients à appliquer à partir du 1er octobre 1923, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes acier étiré, n° 208 1,02
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial 1,22
Coefficient pour les articles ne comportant que de la main-d'œuvre 1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Le règlement des conflits collectifs du travail

Dans ses séances du 28 avril et du 9 mai 1924, la Chambre de Commerce de Valenciennes a délibéré sur les réponses qu'il convenait de faire au questionnaire adressé aux chambres de commerce par la Commission technique du Conseil supérieur du Travail au sujet du règlement des conflits collectifs du travail.

Ses réponses sont inspirées par les trois observations suivantes qu'elle estime solidement fondées.

La première est que, chaque fois qu'il est possible, en cas de dissentiment, d'établir entre les ouvriers et les chefs d'industrie une discussion directe, sans tiers interposés, on aboutit presque constamment sinon à un accord, du moins à une avantageuse détente.

En deuxième lieu, il faut tenir pour assuré que toute façon d'agir impérativement imposée par une autorité n'est pratiquée qu'à regret, surtout par le monde des travailleurs, et les incline à la mauvaise volonté plutôt qu'à de complaisantes dispositions.

Enfin, il est constaté par quiconque vit auprès des ouvriers, que ceux-ci ont particulièrement méfiance et appréhension de l'arbitrage, et prennent garde, communément, de ne pas s'y laisser soumettre.

Aussi la Chambre de Commerce de Valenciennes considère-t-elle comme dangereuse et condamnable l'institution légale d'une procédure de conciliation et d'arbitrage obligatoire. A l'appui de cette opinion, elle rappelle la faillite complète de l'arbitrage obligatoire en Australie [1] où elle avait été instituée au début de ce siècle.

Elle estime que l'on arriverait à de meilleurs résultats en amendant la loi de 1892. En premier lieu, il conviendrait de prescrire un préavis de huit ou dix jours avant toute cessation de travail ou tout lock-out, afin de donner aux antagonistes le temps de la réflexion et de la discussion ; ce préavis est d'ailleurs admis par les usages locaux et pratiqué dans divers centres industriels. Mais il conviendrait aussi pour que cette prescription ne restât pas lettre morte, qu'une sanction y fût attachée et cette sanction, la Chambre de Commerce de Valenciennes propose de l'établir sous forme d'une responsabilité civile fondée sur les articles 1382 et 1383 du Code civil ; le payement des indemnités incombant aux patrons ne rencontrerait pas d'obstacle ; celui des indemnités prononcées contre les ouvriers en cas de grève brusquée est plus aléatoire ; toutefois il pourrait être réalisé si la loi autorisait les patrons à mettre sous séquestre les sommes dont ils seraient redevables envers leurs ouvriers au moment de la cessation collective du travail. La fixation du montant des indemnités serait de la compétence des conseils de prud'hommes.

[1] Revue générale de l'Électricité, 7 octobre 1922, t. XII, p. [illegible] B à [illegible] B.

En ce qui concerne la procédure des pourparlers de conciliation la Chambre de Commerce de Valenciennes fait les réponses suivantes :

A. — 1° De quelque étendue que soient les conflits envisagés, l'utilité d'une mise en rapport des parties préalablement à toute suspension du travail a été reconnue dès les premières lignes de ce mémoire ; aux raisons notées on peut ajouter, si le conflit est limité à un seul établissement, que les pourparlers restent plus faciles et plus amiables entre personnes maintenues en contact constant par les besoins de leur service.

Mais cette mise en rapport est suffisamment suggérée et rendue possible par les dispositions ci-avant recommandées. Prétendre l'imposer plus autoritairement serait risquer d'aggraver les hostilités au lieu de les empêcher.

2° Dans les établissements occupant un personnel nombreux, où les pourparlers ne peuvent guère être menés que par l'office de délégués, il est bon que ceux-ci soient désignés à l'occasion de chaque conflit, et non pas nommés d'avance pour l'éventualité de tous différends.

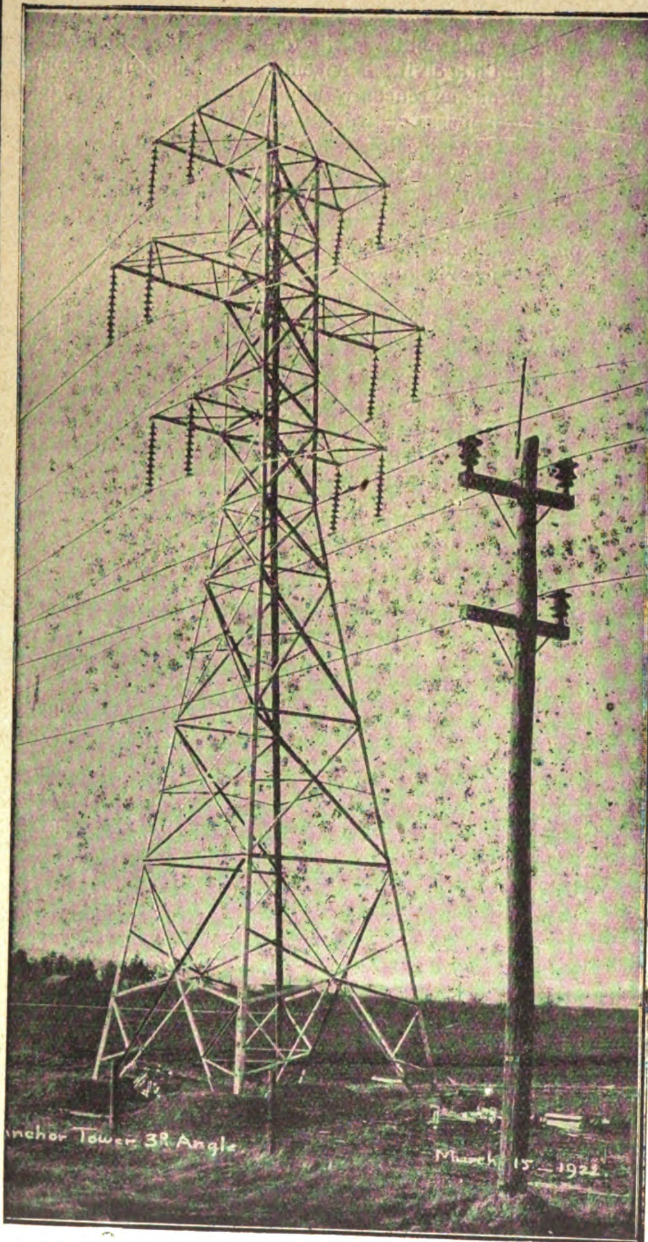
On évite ainsi la suspicion dont seraient facilement l'objet, auprès de leurs camarades, les délégués que leurs fonctions mettraient en rapport trop fréquents avec la direction de l'établissement, ou qui, dans des cas antérieurs, se seraient déjà rendus aux arguments des patrons. On obvie aussi, de la sorte, à l'opiniâtreté irréductible qu'il y aurait lieu de craindre de la part de délégués permanents, désireux, pour se maintenir en place, de ne plus endosser, après un premier insuccès, le renouvellement d'un échec.

En outre, en faisant désigner les délégués pour chaque conflit, on permet le choix des personnes les plus aptes à discuter avec compétence le litige particulier soulevé, et ce point n'est pas sans intérêt, car, dans les établissements importants, les conditions de travail peuvent se trouver très différentes d'un atelier à l'autre.

3° et 4° Le législateur, pour la désignation des délégués,

ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND

Bureaux : 3, rue Taitbout, PARIS (9e)  **Usines à LIMOGES**



Ligne de transmission d'énergie à 110 000 volts, établie entre les chutes du Niagara et la ville de Toronto (Canada) : transmission la plus puissante du monde, munie d'isolateurs type « CANADIAN » n° 2 860.

LES IMPORTANTES USINES
DU **MAS-LOUBIER (Limoges)**
FABRIQUENT
DES

ISOLATEURS HAUTE TENSION

D'APRÈS LES DERNIERS PROCÉDÉS
DUS A LA
TECHNIQUE AMÉRICAINE

LES 12 GRANDS FOURS
AFFECTÉS A CETTE FABRICATION
PRODUISENT CHAQUE JOUR :

3000 ISOLATEURS COMPLETS

L'IMMENSE RÉPUTATION
DES
USINES HAVILAND
EST LA MEILLEURE RÉFÉRENCE



Isolateur n° 492 pour tension de 66 000 volts.

Adresser toute la Correspondance **ISOLATEURS CANADIENS HAVILAND**, 3, Rue Taitbout, **Paris** - Téléph. : Central 55-30

doit s'en remettre aux accords et intervenir entre les parties : les décisions de ces délégués ne seront jamais mieux respectées que lorsqu'ils auront été désignés en toute indépendance et en toute liberté.

Même en vue des cas où les parties ne choisiront pas leurs délégués dans le personnel de leur propre établissement, ce qui sera certainement regrettable, il n'est pas à conseiller d'effectuer la création ou de régler la composition d'un organisme de conciliation extérieur à l'établissement. A cet égard encore, toute liberté doit être laissée aux accords des parties.

Toutefois, si l'on jugeait possible de déclarer l'incompatibilité entre le mandat de délégué à la conciliation et tout mandat politique électif, au moins pour les mandats reçus dans la même circonscription, cette disposition préviendrait sans doute des complications abusives.

B. Relativement aux conflits où sont engagés plusieurs établissements, les réponses de la Chambre de Commerce aux questions posées seront analogues aux précédentes.

Liberté complète laissée aux parties pour la désignation de leurs délégués (tout en souhaitant que ceux-ci soient choisis dans les milieux des deux intéressés) ; nomination de délégués spéciaux pour chaque conflit ; exclusion d'un organisme permanent de conciliation institué par la loi.

E. En cas d'échec de l'essai de conciliation, il serait bon d'inviter les parties à établir et à signer un résumé précis de la discussion, ce qui permettrait de reprendre facilement cette discussion à tout moment, même avec des délégués nouveaux en faisant état des accords acquis et en relevant exactement les points restés en litige.

Ce compte rendu pourrait être confié aux mains du juge de paix.

Mais il serait imprudent d'organiser la divulgation publique d'un tel exposé, que seuls sont à même de discuter utilement les intéressés et les véritables compétences.

Le questionnaire de la Commission technique du Conseil supérieur du Travail demandait encore : N'y aurait-il pas utilité à prévoir la réquisition en cas de cessation de travail dans les entreprises d'intérêt général ?

La Chambre de Commerce de Valenciennes considère que le Parlement et le Gouvernement, auxquels il appartient d'assurer le fonctionnement des services publics et des entreprises affectées aux nécessités de la vie feraient œuvre légitime et louable en prenant la précaution proposée.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — LE DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AU MAROC. — La note suivante, publiée dans le dernier « Bulletin » du Syndicat professionnel des Ingénieurs-Électriciens français, donne quelques renseignements sur l'état actuel et l'avenir de la production et de la distribution de l'énergie électrique au Maroc :

Dès la disparition de l'opposition allemande, en 1915, la Compagnie marocaine de Distribution d'Énergie créa, à Casablanca un réseau électrique, alimenté par la petite usine à vapeur du port ; cette usine fut développée peu à peu au moyen de moteurs Diesel ; enfin, une grande usine génératrice, qui sera munie de 3 turbo-alternateurs de 5 000 kw est en construction et fonctionnera en juin 1924.

A Rabat, une usine thermique existe également depuis 1918 ; à Fez, un réseau desservi par une usine hydraulique a été construit dès la fin de la guerre.

L'électrification des chemins de fer, décidée par le gouvernement dès 1922, est venue superposer à ces installations un grand programme d'interconnexion. L'usine de Casablanca sera réunie par des lignes triphasées à 60 000 v, d'une part, à Rabat, d'autre part, à la mine de phosphates de Kourigha ; les lignes desserviront sur leur passage toutes les villes importantes ainsi que les sous-stations de traction sur une longueur de près de 250 km.

Cette même longueur de chemin de fer à voie normale sera électrifiée à 3 000 v et, dès la fin de l'année 1924, on se rendra par train électrique de Casablanca à Rabat, de même que la traction électrique permettra le transport et l'embarquement des quantités inépuisables de phosphates du riche gisement marocain.

Malgré l'absence d'industrie du pays et la crise importante qui a sévi en 1923, il est à prévoir que l'électrification du Maroc se développera très rapidement, le gouvernement envisageant la création d'usines hydrauliques et l'électrification des autres villes importantes telles que Marrakech, Safi, Mogador, Oudjda. Il est donc à prévoir qu'un certain nombre d'ingénieurs électriciens trouveront des postes actifs dans la réalisation de ce programme, le climat marocain étant d'ailleurs parfaitement sain et supportable pour les Français si l'on observe les précautions élémentaires recommandées dans le Nord-Africain.

CONCESSION SIMPLE D'ÉTAT AUX ÉTABLISSEMENTS BRUSSON JEUNE A VILLEMUR (HAUTE-GARONNE) D'UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AUX SERVICES PUBLICS DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA HAUTE-GARONNE ET DE TARN-ET-GARONNE. — Le « Journal officiel » du 19 avril 1924 publie pages 3637-3639 la Convention, en date du 8 avril 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et, d'autre part, M. Antonin Brusson, gérant des établissement Brusson jeune, société en commandite par actions au capital de 1 800 000 fr ayant son siège social à Villemur (Haute-Garonne), ainsi que le cahier des charges imposé à ce dernier pour la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Villemur et Orgueil, départements de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne, en traversant les communes de Villemur, dans le département de la Haute-Garonne, de Varennes-Villebrumier, Nohic, Orgueil dans le Tarn-et-Garonne.

La tension du courant au départ des usines, en service normal, ne doit jamais dépasser 13 500 v.

La fréquence du courant distribué en service normal est fixée à 50 p : s.

DÉCRET PORTANT SUBSTITUTION DE LA SOCIÉTÉ UNION HYDROÉLECTRIQUE ARMORICAINE A LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES. — Le « Journal officiel » du 11 mars 1924 publie, p. 2392 le décret suivant, en date du 8 mars 1924.

Article premier. — Est autorisée la substitution à la Société générale d'Entreprises de la société Union hydroélectrique armoricaine, dont le siège social est à Paris, 12, rue d'Aguesseau, dans les droits et obligations résultant des décrets précités du 30 août 1923 et du 8 mars 1924.

Art. 2. — Il est interdit à la société Union hydroélectrique armoricaine d'engager son capital directement ou indirectement dans une opération autre que la construction et l'exploitation des ouvrages, lignes de transport, etc., qui font l'objet des actes de concessions susvisés, sans y avoir été préalablement autorisée par décret en conseil d'État.

Art. 3. — Le ministre des Travaux publics et le ministre de l'Intérieur sont chargés, chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois ».

Combustibles. — PRIX DES CHARBONS POUR L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE POUR LE PREMIER TRIMESTRE 1924. — Le prix du combustible servant de base pour le calcul des coef-

ficients de l'index économique relatif à la tarification de l'énergie électrique pour le premier trimestre 1924 (1) a été fixé comme il est indiqué ci-après pour les différentes régions de la France.

USINES	RAISON SOCIALE	DÉPARTEMENTS	PRIX HOMOLOGUÉ PAR TONNE
			Francs
Angers	Compagnie d'Électricité d'Angers et extensions	Maine-et-Loire	[illegible]
Beautor	Compagnie électrique du Nord	Aisne	104,70
Blois	Union Électrique de la Loire	Loir-et-Cher	139,25
Bourges	Production, Transport, Distribution	Cher	[illegible],88
Brest	Compagnie d'Électricité de Brest	Finistère	165,27
Caen	Société d'Électricité de Caen	Calvados	[illegible],53
Chantenay	Société nantaise d'Éclairage et de Force par l'Électricité	Loire Inférieure	158,54
Cherbourg	Société Gaz et Eaux	Manche	158,09
Dijon	Société dijonnaise d'Électricité	Côte d'Or	109,90
Epernay	Société anonyme des Usines à Gaz du Nord et de l'Est	Marne	[illegible]
Faymoreau	Énergie électrique de l'Ouest de France	Vendée	135,00
Garchizy	Compagnie continentale Edison	Nièvre	120,28
Havre Yainville	Société havraise d'Énergie électrique	Seine-Inférieure	[illegible]
[illegible]	Électricité et Gaz du Nord	Nord	97,00
Limoges	Compagnie centrale d'Électricité et de Force par l'Électricité	Haute Vienne	144,82
Lomme	Électricité et Gaz du Nord	Nord	89,98
Le Mans	Compagnie du Gaz et d'Électricité du Mans	Sarthe	157,50
Marseille	Compagnie d'Électricité de Marseille	Bouches du Rhône	119,08
Mohon	Est Électrique	Ardennes	[illegible]
Montluçon	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Allier	127,04
Mouche Lyon	Compagnie du Gaz de Lyon	Rhône	[illegible]
Orléans	Société orléanaise pour l'Éclairage au Gaz	Loiret	[illegible]
Penhoët Saint Nazaire	Énergie électrique de la Basse Loire	Loire-Inférieure	[illegible]
Ray Conterne	Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest	Orne	162,49
Roanne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	[illegible]
Rouen Quevilly	Compagnie centrale d'Énergie électrique	Seine Inférieure	[illegible]
Saint Dizier	Énergie électrique de Meuse et Marne	Haute Marne	113,26
Saint Étienne	Compagnie électrique de la Loire et du Centre	Loire	[illegible]
Segré	Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest	Maine et Loire	159,10
Troyes	La Champagne électrique	Aube	[illegible]
Tuilière Floirac	Énergie électrique du Sud Ouest	Dordogne	164,86
Valenciennes	Société d'Électricité de la région de Valenciennes-Anzin	Nord	88,05
Vannes	Compagnie du Gaz et d'Électricité du Mans	Morbihan	169,77
Vierzon St Amand	Le Centre électrique	Cher	130,02
Vincey Nancy	Compagnie lorraine d'Électricité	Meurthe-et-Moselle	118,33
Usines de la Région Parisienne		Seine et Seine et Oise	148,16
		Seine-et-Marne	157,16
Creutzwald	Compagnie des Mines de la Houve	Moselle	105,15
Markolsheim	Société alsacienne et lorraine d'Électricité	Bas Rhin	128,15
Strasbourg	Société d'Électricité de Strasbourg	Bas Rhin	124,56
Mulhouse	Forces motrices du Haut Rhin	Haut Rhin	143,35

Communications. — DÉCRET RELATIF A L'AFFRANCHISSEMENT AU MOYEN DE TIMBRES-POSTE DES TÉLÉGRAMMES. — D'après ce décret, en date du 1er mai et publié au « Journal officiel » du 21 mai 1924, les taxes télégraphiques peuvent être acquittées par l'apposition de timbres-poste sur la feuille où est écrit le texte à transmettre et cette feuille peut être déposée dans toutes les boîtes destinées à recevoir les correspondances; les télégrammes sont extraits de ces boîtes au cours des levées normales et remis au service télégraphique.

Dans le cas où l'affranchissement est insuffisant, le télégramme est néanmoins transmis électriquement pourvu toutefois que l'insuffisance d'affranchissement n'excède pas le montant de la taxe d'un mot pour chaque série indivisible de cinq mots; l'insuffisance d'affranchissement, majorée de cinq centimes par mot non affranchi, est réclamée au destinataire; si l'insuffisance d'affranchissement dépasse la limite indiquée ci-dessus, le télégramme est acheminé par la voie postale.

(1) Les différentes publications des prix relatifs aux années 1921, 1922 et 1923 sont rappelées dans la note (1) de la page 75 B du « Bulletin de la R. G. E. » du 8 mars 1924, t. XV.

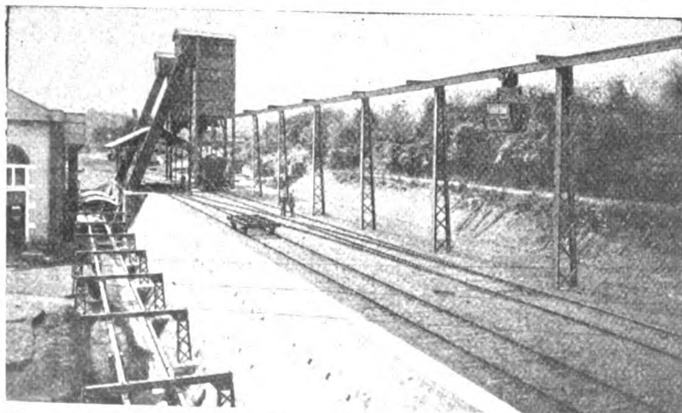
Apprentissage. — MONOGRAPHIES PROFESSIONNELLES DESTINÉES AUX ÉCOLES PRIMAIRES. — Au cours de la dernière réunion de la commission administrative des comités de patronage d'apprentis du département de la Seine, M. Ambroise Rendu, conseiller général, président de la commission, a exposé l'intérêt qu'il y aurait à établir, pour les instituteurs, des monographies professionnelles. A sa demande, en effet, la Commission de l'Enseignement primaire a décidé qu'il serait donné aux élèves des devoirs et des dictées concernant les différents métiers.

Des questionnaires ont été adressés à ce sujet à plus de mille chambres syndicales. Il n'y a eu que très peu de réponses.

En présence de ce désintéressement regrettable, M. Ambroise Rendu a fait une démarche auprès de M. Kempf, président de la Chambre de Commerce de Paris, en vue de réunir les présidents des Chambres syndicales pour les entretenir de la question des apprentis et leur demander leur avis.

M. Kempf a promis de tenter un essai en ce sens.

Syndicats Groupements. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES CONSTRUCTEURS D'APPAREILLAGE ET DE MATÉRIEL



Manutention de charbon par élévateurs et monorails « SIMPLEX »

ÉLECTRIQUE. — Le banquet annuel de ce syndicat a eu lieu le mardi 20 mai dans les salons de l'Hôtel Vianey; il était présidé par M. Victor Borel, député, ancien ministre, président de la Fédération nationale des Collectivités d'Électrification rurale. Au dessert, des discours furent prononcés par : MM. Bonvoisin, président du Syndicat des Constructeurs d'Appareillage et de Matériel électrique; Rey, président du Syndicat des Industries électriques; Iung, président du Syndicat des Fils et Câbles; Contenat, président de la Chambre syndicale des Fabricants de Bronzes; Brandt, président du Comité de la Foire de Paris; Sailly, président du Syndicat de la Porcelaine électrotechnique; enfin, M. Borel.

Syndicat des Constructeurs de Socles amovibles en Béton pour Lignes électriques. — Le développement qu'a pris, dans ces derniers temps, le montage de pieds imputrescibles à la base des poteaux des lignes électriques nouvelles ou anciennes, a déterminé les principaux constructeurs de ces embases à constituer, dans le sein de l'Union des Syndicats de l'Électricité, un organisme spécialement destiné à unifier et faire connaître les conditions d'emploi des engins qu'ils fabriquent.

Cet organisme a pris le nom de Syndicat des Constructeurs de Socles amovibles en Béton pour Lignes électriques. Son siège est 15, boulevard Malesherbes.

Ont été nommés membres du Conseil :

MM. Barre, administrateur de la Société de Fabrication d'Appareils en Ciment armé (pied Ponsolle);

Gouverneur, administrateur, directeur de la Société Force et Lumière du Nord (pied Forclum);

De Traz, administrateur délégué de l'Auxiliaire industriel (pied Palix).

Ce dernier a été désigné comme président pour l'année 1924.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions — La Manufacture moderne de Fils électriques et d'Isolants. — Sous cette dénomination, vient d'être formée une société anonyme ayant pour objet la fabrication et le commerce des isolants, des fils et câbles électriques et, en général, de tous accessoires propres aux installations et constructions électriques. Le siège est à Paris, 20, boulevard Montmartre. Le capital est de 1 million de francs, divisé en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. En outre, il a été créé 1 700 parts de fondateur dont 700 attribuées en rémunération d'apports.

Union électrique du Berry. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 mai 1924, p. 419, cette société en formation a pour objet d'assurer la totalité des travaux, opérations, achats, ventes et actes de toute nature, nécessaires à la construction et à l'exploitation de réseaux électriques dans le département du Cher.

Le siège social est à Nérondes (Cher), 6, Grande-Rue.

La durée de la société est de cinquante années, à partir du 15 juillet 1924.

La société civile fondatrice (Union électrique du Berry) fait apport de la documentation technique qu'elle possède, du bénéfice des contrats qu'elle a conclus avec les sociétés productrices d'énergie électrique et avec les constructeurs de réseaux, l'organisation de son service d'études.

En représentation de cet apport, il est attribué aux porteurs de parts de la société civile d'études (Union électrique du Berry) 100 actions de 250 fr entièrement libérées de la société.

Le capital social est fixé à la somme de 1 million de francs et divisé en 4 000 actions de 250 fr, nominatives ou au porteur, dont 100 sont attribuées aux actionnaires de la société fondatrice en représentation des apports et 3 900 sont à souscrire et à libérer du quart lors de la souscription et le surplus suivant les appels du Conseil d'administration.

Augmentations de capital. — Société centrale pour l'Industrie électrique. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 mai 1924, p. 419, cette société, dont le siège social est à Paris, 3, rue Moncey, va porter son capital à 45 millions de francs par la création de 30 000 actions nouvelles de 500 fr chacune à souscrire contre espèces.

Ces 30 000 actions nouvelles, à souscrire et à libérer en espèces, seront créées jouissance de l'exercice ayant commencé le 1er janvier 1924; elles percevront donc intégralement le coupon afférent à cet exercice au même titre que les actions anciennes auxquelles elles seront entièrement assimilables dès leur création.

Le Conseil d'administration a décidé de réserver la totalité de cette émission aux actionnaire actuels à raison d'une action nouvelle pour deux actions anciennes. Les actionnaires auront également un droit de souscription à titre réductible. A ces souscriptions réductibles seront attribuées les actions non absorbées par l'exercice du droit de préférence à titre irréductible réservé aux anciens actionnaires. La répartition, s'il y a lieu, sera faite au prorata du nombre d'actions anciennes qu'ils possèdent, sans qu'il puisse en résulter une attribution de fractions.

Société anonyme des Forces motrices de la Garonne. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 mai 1924, p. 419, cette société, dont le siège social est à Paris, 82, boulevard Haussmann, a décidé que le capital social, après réduction de 4 500 000 fr à 1 625 000 fr, serait porté à 4 millions de francs par la création de 4 750 actions nouvelles de 500 fr, dont 2 000 à attribuer en représentation d'apports, et 2 750 à souscrire et payables en espèces. Ces dernières actions sont émises au pair et la souscription en est réservée en totalité aux propriétaires des actions actuellement existantes. Le quart du montant de ces nouvelles actions devra être versé à la souscription et le solde dans la huitaine de la réalisation définitive de l'augmentation de capital.

Société nord-africaine d'Électricité, Gaz et Eaux. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 26 mai 1924, p. 437, cette société, dont le siège social est à Paris, 10, rue de Sèze, va procéder à l'émission de 3 000 obligations de 500 fr à 7 pour 100, jouissance 1er juillet 1924, avec coupons aux 1er janvier et 1er juillet, remboursables en 25 ans, par tirage au sort à dater du 1er janvier 1930, le dernier remboursement ayant lieu le 1er janvier 1954.

Ces obligations ne jouissent d'aucune garantie spéciale.

Il sera créé une société civile dont feront partie, obligatoirement et de plein droit, les souscripteurs et possesseurs de ces obligations.

Divers. — Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront présentés à l'assemblée ordinaire du 4 juin 1924, font ressortir un bénéfice brut de 45 millions 096 401 fr contre 37 584 613 fr l'an dernier, et après déduction des impôts, frais généraux et charges diverses, le bénéfice net de l'exercice écoulé ressort à 25 318 735 fr contre 22 564 544 fr à l'exercice 1922.

Le conseil proposera le maintien du dividende à 45 fr

applicable au nouveau capital de 250 millions de francs contre 200 millions de francs précédemment.

Au bilan, on trouve à l'actif : construction et bâtiments des usines, 61 269 583 fr ; matériel, outillage et installations des usines, 98 605 507 fr ; titres en portefeuille et participations, 92 554 304 fr ; travaux en cours, 231 077 002 fr ; matières premières et marchandises, 116 222 174 fr ; rentes françaises et bons de la défense, 1 385 000 fr ; fonds en caisse, en banque et effets à recevoir, 10 604 314 fr ; débiteurs divers, y compris les comptes d'ordre, 110 855 129 fr.

Au passif : réserve spéciale, 15 millions de francs ; réserve d'amortissement, 45 millions de francs ; le compte créditeurs divers, compte d'ordre compris, s'élève à 146 683 453 fr.

Compagnie centrale d'Énergie électrique. — Les actionnaires, réunis, au siège social, 3, rue Moncey, à Paris, en assemblée ordinaire, le 6 mai 1924, ont approuvé les comptes de l'exercice de 1923 se soldant par un bénéfice net de 2 050 540,58 fr, contre 1 077 424,44 fr l'an dernier. Le dividende a été fixé à 35 fr par action ancienne et à 12,50 fr par action nouvelle.

L'augmentation des demandes a nécessité un nouveau renforcement des moyens de production. L'usine de Grand-Quevilly a été pourvue de quatre chaudières Stirling de 700 m² et un groupe de 6 400 kw va entrer prochainement en montage. Une troisième unité de 10 000 kw a été commandée et doit être mise en service au cours du premier semestre de l'année prochaine. L'exploitation disposera à ce moment d'une puissance installée de 60 000 kw, dont 36 000 en unités modernes. D'autre part, les anciennes turbines ont fait l'objet d'une remise en état complète et pourront être utilisées pendant un certain temps encore à titre de secours ou d'appoint momentané.

Les canalisations de transmission et de distribution d'énergie électrique ainsi que les installations de transformation ont dû être également augmentées. Deux nouvelles sous-stations de 300 kw chacune ont été établies sur le territoire de la ville de Rouen pour renforcer l'alimentation du réseau en courant continu. Elles ont été mises récemment en service.

L'électrification rurale du canton de Maromme, qui constituait pour la compagnie la première partie du programme de travaux dont l'exécution lui incombe, a été réalisée dans des conditions techniques satisfaisantes et la distribution d'énergie est actuellement en fonctionnement dans les communes de Montigny, Saint-Jean du Cardonnay, Roumare et Pissy-Poville.

Énergie électrique du Littoral méditerranéen. Réunis le 16 mai 1924 en assemblée ordinaire, sous la présidence de M. Gabriel Cordier, président du conseil d'administration, les actionnaires de cette société ont approuvé les comptes de l'exercice 1923, qui font apparaître un bénéfice net de 11 330 628,61 fr, après déduction des frais généraux et des charges obligataires s'élevant à 12 807 889,93 fr, et des amortissements et provisions s'élevant à 3 707 924,13 fr. Avec le report antérieur, qui s'ajoute aux bénéfices nets, le solde disponible s'élève à 12 080 750,71 fr. Outre la réserve légale et les tantièmes du conseil, il a été prélevé sur les bénéfices la somme nécessaire à la distribution d'un dividende de 7,50 pour 100, soit 37,50 fr brut par titre, et une somme de 566 600 fr, versés au fonds d'amortissement du capital. Le reliquat des bénéfices, soit 1 177 869,56 fr, a été reporté à nouveau.

L'assemblée a réélu pour six ans M. Adrien Palaz, administrateur sortant, et ratifié la nomination, en cette qualité de MM. Albert Petsche et Edmond Bouchard.

Le rapport du conseil donne les renseignements suivants sur l'activité industrielle de la société pendant l'exercice écoulé :

L'exercice 1923 a été caractérisé par un régime hydraulique normal dû à l'enneigement abondant des bassins montagneux de la Durance et du Var et à la reconstitution des réserves d'eaux souterraines. Les usines hydrauliques ont fonctionné normalement pendant toute l'année.

La mise en service des deux premiers groupes de l'usine à vapeur de Sainte-Tulle a permis d'assurer la production, dans une seule grande usine moderne, de la majeure partie de l'énergie thermique nécessaire à l'alimentation des réseaux de la société. Cette production a été réalisée au prix de revient le plus bas grâce à l'utilisation toujours plus grande des excellents lignites de la concession de Bois-d'Asson, située à proximité immédiate de Sainte-Tulle.

L'importance des réseaux de distribution de la société ressort des chiffres ci-après : longueur des artères (55 000 et 30 000 v), 1 098 km ; longueur des lignes (13 000 à 2 000 v), 1 897 km ; longueur des lignes de distribution à basse tension, 584 km ; au total, 3 579 km.

Les travaux d'achèvement et de mise au point de l'usine à vapeur de Sainte-Tulle ont été poursuivis activement. Actuellement, les trois premiers turbo-alternateurs de 20 000 ch sont en service ; le quatrième, commandé au au début de 1923, sera monté au cours de l'été 1924. L'artère à 50 000 v entre les postes de Gardanne et d'Allauch a été terminée et mise en service en automne 1923, ainsi que les modifications et agrandissements du poste d'Allauch nécessités par la liaison de ce poste avec les nouvelles artères à 50 000 v qui alimentent Marseille.

En attendant l'aménagement des chutes de la Tinée, qui donneront un important appoint d'énergie hydroélectrique, le conseil a estimé nécessaire d'établir à Lingostière, dans le voisinage de Nice, au débouché des vallées du Var et de la Tinée, une puissante usine à vapeur qui jouera, dans les Alpes-Maritimes, un rôle analogue à celui qu'a, dans la région de Marseille, l'usine thermique de Sainte-Tulle située au centre des chutes aménagées sur la Durance.

L'usine thermique de Lingostière sera équipée, dès le début, avec deux groupes turbo-alternateurs de 20 000 ch, identiques à ceux de Sainte-Tulle ; les installations sont prévues pour augmenter la puissance installée au fur et à mesure des besoins, jusqu'à cinq groupes de 20 000 ch, si cette puissance devient nécessaire. Cette usine sera conjuguée, d'une part, avec les lignes à très haute tension (120 000 v) débouchant des usines hydrauliques de la Tinée et, d'autre part, avec les artères à très haute tension qui alimenteront les sous-stations du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée entre Nice et Carnoules et, ensuite, jusqu'à Marseille.

Les travaux de cette usine, commencés au printemps de 1923, ont été poussés rapidement ; le montage du matériel se poursuit et on peut espérer que le premier groupe pourra être mis en service avant la fin de l'année 1924.

Forces motrices de la Truyère. — L'assemblée ordinaire, tenue le 16 mai 1924, au siège à Paris, 35, rue Saint-Dominique, a approuvé les comptes de l'exercice 1923. Le bilan au 31 décembre dernier se totalise par 26 511 731,84 fr.

A l'actif, le poste frais de premier établissement passe de 22 406 338,72 fr à 23 524 353,42 fr, accusant une augmentation de 1 118 014,70 fr, dont 517 085,42 fr pour des travaux

d'avancement et d'entretien, le complément pour intérêts d'emprunts, frais pour acquisitions de terrains, frais généraux et divers.

Les débiteurs divers, pour 138 184,81 fr représentent des avances faites en vue d'acquisitions de terrains.

Au passif, les créditeurs divers passent de 539 538,11 fr, à 6 511 731,84 fr, dont 4 629 587,85 fr dûs à la Société des Mines de Houille de Blanzy et 867 310,30 fr à la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry. Le bilan ne comporte pas de compte de profits et pertes.

OUVRAGES RÉCENTS

La télégraphie sans fil pratique, télégraphie, téléphonie, par Ernest Coustet. Un volume, 15, figures. Prix : broché, 11 fr.

Comment installer chez soi la téléphonie sans fil à bon marché. Un volume de la Bibliothèque des Professions, 50e mille. Prix : 3,50 fr.

L'électricité. Un volume de la Bibliothèque des Merveilles, 8e mille. Prix : broché, 6,75 fr; relié, 8,50 fr.

Réception des signaux horaires, renseignements météorologiques, sismologiques, etc., transmis par les postes de télégraphie sans fil de la Tour Eiffel, Lyon, Bordeaux, etc., publiés par le Bureau des Longitudes. Un volume, 25 cm × 16 cm, 226 pages, 61 figures. Prix : 27 fr.

Principes d'électrotechnie, par E. Pirard, professeur à l'Université libre de Bruxelles, 4e édition. Un volume, 25 cm × 16,5 cm, 463 pages, 361 figures. Prix : 42 fr.

Radiographie dentaire, électrothérapie, roentgenthérapie et curiethérapie stomatologiques, par le docteur L. Fart, chargé du cours de stomatologie à la Faculté de Médecine de Paris et Ch. Ruppe, interne des hôpitaux de Paris. Un volume, 17,6 cm × 11,5 cm, 107 pages, 6 planches, 60 figures. Prix : 8 fr.

Manuel de la machine à vapeur. Guide pratique décrivant le fonctionnement et les organes des machines et des chaudières à vapeur, par Edouard Sauvage, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 4e édition, 3e tirage. Un volume, 18 cm × 12 cm, 815 pages, avec figures. Prix : relié, 35 fr.

Les maladies de l'accumulateur au plomb, par P.-E. Kretzschmar, professeur d'Électricité à l'École mécanique industrielle de Leipzig, traduit par M. Walter. Un volume, 18 cm × 11,5 cm, 200 pages, 83 figures. Prix : cartonné, 13,50 fr.

L'allumage des moteurs d'automobile, par G. Sarr et A. Martenot de Cordoux, 2e édition. Un volume, 18 cm × 12 cm, 20 pages, 1 planche, 36 figures. Prix : broché, 6,50 fr.

BREVETS RÉCENTS

27 301 536 665. — Latour (M.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 11 juin 1921, pour perfectionnements dans les postes de téléphonie à haute fréquence, 14 septembre 1921.

27 302 556 361. — Société : La Métallurgique électrique (Société anonyme); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 28 décembre 1921, pour dispositif de commande multiple, à distance, d'appareils électriques, 30 septembre 1922.

27 308 564 873. — Société Schneider et Cie; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 25 juillet 1922, pour perfectionnements aux appareils électriques servant à la transmission des ordres à distance, 7 octobre 1923.

27 310 560 176. — Lindet (P.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 22 mars 1911, pour dispositif redresseur de courants alternatifs, 7 octobre 1922.

27 312 566 453. — Société française Radio-Électrique; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 24 août 1922, pour procédé de transmission et de réception en télégraphie sans fil des télégrammes en codes Morse, 9 octobre 1922.

27 316 552 887. — Société : La Métallurgique électrique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 8 novembre 1921, pour transformateurs sélectifs, 12 octobre 1921.

27 317 569 221. — Peri (F.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 7 octobre 1922, pour perfectionnements aux tubes à vide du genre audion, 12 octobre 1922.

27 321 544 913. — Société : La Métallurgique électrique (Société anonyme); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 16 avril 1921, pour soudure de connexion de rails, 17 octobre 1922.

27 326 653 185. — Société des Établissements Gaumont; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 9 mai 1922, pour dispositif d'envoi simultané de signaux divers au moyen d'un seul système d'axes synchrones, 24 octobre 1922.

27 336 522. — Société anonyme : Le Carbone; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 1er juin 1922, pour revêtement étanche aux liquides sur corps poreux et applicable notamment sur les corps poreux d'électrodes de piles ou d'électrolyseurs, 3 novembre 1922.

27 338 476 968. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 16 mai 1914, pour éliminateur d'harmoniques, 6 novembre 1922.

27 340 569 221. — Peri (F.); 2e cert. d'add. au brevet pris le 7 octobre 1922, pour perfectionnements aux tubes à vide du genre audion, 7 novembre 1921.

27 344 558 092. — Société G. Mambret et Cie; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 mars 1922, pour boîte pour mesures électriques, 9 novembre 1922.

571 456. — Société dite : Metropolitan Vickers Electrical Co Ltd; Perfectionnements aux locomotives électriques et autres véhicules actionnés électriquement, 3 octobre 1922.

571 465. — Mc Cutchin (S.); Aspirateur de poussière électrique transportable, 4 octobre 1922.

571 467. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Transformateurs polyphasés avec deux systèmes magnétiques polyphasés, 4 octobre 1923.

571 485. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes téléphoniques, 4 octobre 1923.

571 486. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Circuits utilisables avec les tubes à décharge électrique, 4 octobre 1923.

571 489. — Parolini (C), Perron (G.); Perfectionnements aux récepteurs haut-parleurs de téléphonie avec ou sans fil, 4 octobre 1923.

571 492. — Société Brachet, Richard et Cie; Dispositif d'enroulement des fils conducteurs pour éléments de chauffage électrique, 4 octobre 1923.

571 496. — Hancock (L.-J.), Hancock (T.-R.); Fours électriques, 5 octobre 1923.

571 510. — Société anonyme : Fried Krupp Akt; Électroaimant pour le levage des charges, 5 octobre 1923.

571 520. — Rosengart (L.); Perfectionnements dans les magnétos d'éclairage pour projections cinématographiques, 6 octobre 1923.

571 535. — Société anonyme des Établissements L. Blériot; Projecteur électrique perfectionné pour automobiles, 6 octobre 1923.

571 536. — Société anonyme des Établissements L. Blériot; Dispositif perfectionné permettant le réglage en position des lampes de projecteurs d'automobiles, 6 octobre 1923.

571 555. — Pesis (E.-C.); Chauffe-lit électrique, 3 août 1923.

571 557. — Verner (A.); Transformateur pour redresser les courants alternatifs en courant continu, 7 août 1923.

571 560. — Cathelin (F.-A.-S.); Moteur monophasé à collecteur à vitesse asservie, 16 août 1923.

571 558. — De la Goublaye de Ménorval (H.-L.-H.-M.), Appareil de chauffage électrique, 14 septembre 1923.

571 591. — Hirsch (H.); Disposition de connexion pour réclames lumineuses électriques, 25 septembre 1923.

571 601. — Société L. Drault et Ch. Raulot-Lapointe; Dispositif permettant d'asservir ou non les mouvements d'une ampoule radiogène aux mouvements de bascule d'une table dossier radiologique, 27 septembre 1923.

571 629. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Montage pour installations de redresseurs, 8 octobre 1923.

571 636. — Davidson (F.-W.); Disposition d'alternateur à haute fréquence pour postes émetteurs de télégraphie et de téléphonie sans fil, 8 octobre 1923.

571 648. — Graham (E.-A.); Récepteur téléphonique, 8 octobre 1923.

571 667. — Giraudon (G.); Socles en ciment armé pour supports de lignes électriques, 9 octobre 1923.

571 668. — Giraudon (G.); Poteau tubulaire métallique, 9 octobre 1923.

571 679. — Kornfeld (A.); Lampe de poche à magnéto, 9 octobre 1923.

571 684. — Société dite : Reisholz, Gebbert et Schall Akt.; Disposition pour fixer comme un tout de manière rotative, sur un axe horizontal, de petits moteurs électriques à corps de stator feuilleté, 10 octobre 1923.

571 693. — Stacey (F.); Perfectionnements apportés aux appareils électriques de production du peroxyde d'azote, 10 octobre 1923.

571 699. — Société dite : Reinhard, Knobel et Cie; Casse-trame électrique, 10 octobre 1923.

571 705. — Basset (G.-C.); Système générateur d'électricité, 3 novembre 1923.

571 725. — Société dite : Lutèce Lumière (Société anonyme); Dispositif de protection pour réseaux électriques, 20 décembre 1922.

571 727. — Société française Radio-Électrique; Perfectionnement aux antennes dirigées, 20 décembre 1922.

571 730. — Latour (M.); Perfectionnements dans les valves électroniques de grande puissance dites magnétrons, 21 décembre 1922.

571 746. — Demoulgeot (J.-M.-M.-J.-H.); Appareils redresseurs de courant alternatif et applications particulières de ces appareils, 22 décembre 1922.

571 770. — Société dite : Submarine Signal Corporation; Perfectionnements aux appareils pour détection des sons sous l'eau, 2 juillet 1923.

571 771. — Société dite : Midland Investment Cy; Dispositif de raccordement pour tubes à vide, 7 août 1923.

571 775. — Tomlinson (A.-V.); Perfectionnements aux accouplements électriques des voitures des trains, 29 septembre 1923.

571 780. — Marazzi (E.); Bougie d'allumage pour moteurs à combustion interne à électrode démontable pendant la marche, 5 octobre 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Association amicale des anciens Élèves de l'École d'Électricité industrielle de Paris :

Mardi 3 juin 1924, 21 heures. Café des Variétés, 7, boulevard Montmartre. — Réunion mensuelle.

Association amicale des Ingénieurs anciens Élèves de l'Institut électrotechnique de Toulouse (Groupe parisien) :

Jeudi 5 juin 1924, 20 h 30. Café Sargeot, 30, rue de Châteaudun, Paris. — Réunion mensuelle. Ordre du jour : Organisation du banquet de fin d'année; étude du placement de la promotion 1924.

Société française de Physique :

Vendredi 6 juin 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. Communications :

1° *Nouvelle lampe électrique pour projecteur. Son application aux dispositifs d'éclairage des appareils de laboratoire* (expériences et projections), par M. A. Marsat;

2° *Le frottement des solides; épaisseur minima d'un enduit lubrifiant* (expériences), par M. H. Devaux;

3° *Le rôle du nombre de Reynolds en aérodynamique; vérifications expérimentales*, par M. L. Marchis.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	24 mai	17 mai	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	950	950	710	650	225
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen........	572,50	534	548,75	365	171,75
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen........	572,50	534	548,75	365	171,75
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen........	566	528	543,75	358	171,75
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre........					
Étain Banka, liv. Havre ou Paris........	1 778	1 760	1 509	780	418
Étain Billiton, liv. Havre........					
Étain Détroits, liv. Havre........	1 742	1 761	1 409	700	398
Étain anglais de Cornouailles, liv. Paris........	1 731	1 730	1 400	775	391
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	257	249	209	139,50	54,50
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris........	262	254	214	147,50	55
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris........	268	255	234	147	58,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris........	295,50	281,50	253	166	58,50

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 17 mai 1924	PRIX samedi 24 mai 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	950	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	10 1/4	11	+ 3/4
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	650 fr	705 fr	+ 56
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	528	566	+ 38
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	680	720	+ 40
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	938	978	+ 40
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 460	6 500	+ 40
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 500	0
Email pour appareillage tôle — blanc	100 kg	605	605	0
Email pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 760	1 738	— 22
Fonte de moulage, type n° 3 Longwy, départ usine Est	tonne	380-390	370-380	— 10 10
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	465	455	— 10
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	272	287	+ 15
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — pour haute tension	100 kg	185	195	+ 10
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — pour basse tension	100 kg	180	190	+ 10
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm — » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord., liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	249	257	+ 8
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150 environ		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon départ	100 kg	325	325	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	281,50	295,50	+ 14

Prix de la série.

Coefficients à appliquer à partir du 1er janvier 1924, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

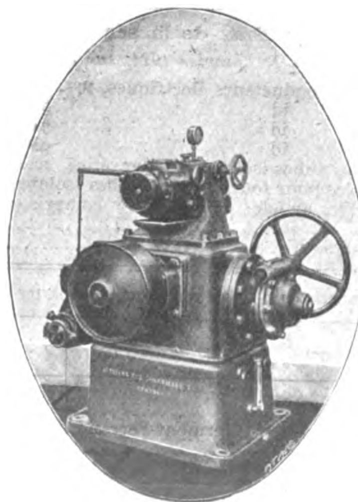
Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,13
id id 62 à 70	1,15
id id 71 à 92	1,15
id id 93 à 117	1,03
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 212 à 244	1,00
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Pour ouvrages ne comportant que la main d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.



BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

Les conditions de travail en Grande-Bretagne et la concurrence allemande. — Dans son « Bulletin quotidien » du 22 mai 1924, la Société d'Études et d'Informations économiques publie une étude comparative de la durée du travail et des salaires en Allemagne et en Grande-Bretagne, dont les conclusions montrent que la concurrence allemande peut créer un réel danger pour l'industrie britannique.

Cette étude comparative est empruntée au « Times » du 28 avril 1924 qui s'est basé sur les données officielles de la « Wirtschaft und Statistik » de la seconde quinzaine du mois de février 1924.

De ces données, il résulte que les récentes conventions conclues entre patrons et ouvriers du Reich consacrent des taux de rémunération très inférieurs, et des journées de travail d'une longueur très supérieure à ce qui se pratique en Grande Bretagne.

La plupart des industries manufacturières d'Allemagne sont revenues par là aux durées de travail d'avant guerre. Les salaires payés en rentenmarks demeurent sensiblement au-dessous de ceux de 1914. Le pouvoir d'achat qu'ils représentent, si on les rapporte à l'index de cherté de vie, ressort, pour janvier 1924, à une moyenne de 73,6 pour 100 seulement du niveau d'avant guerre pour l'ensemble des travailleurs qualifiés.

En Angleterre, la comparaison des taux d'avant guerre et d'après guerre a été établie, pour la fin de septembre 1923, par la « Labour Gazette » d'octobre : à cette date, les adultes, faisant leur pleine semaine normale, touchaient environ 70 pour 100 de plus qu'en août 1914. Mais, depuis lors, les salaires ont tendu à la hausse plutôt qu'à la baisse et le chiffre actuel doit donc dépasser 70 pour 100. D'autre part, l'indice de cherté de vie au 1er avril 1924 marquait une augmentation de 73 pour 100 par rapport à celui de juillet 1914. Du rapprochement de ces deux faits, il résulte que le pouvoir d'achat moyen des salaires en Grande-Bretagne, s'il est inférieur à celui d'avant guerre, ne l'est pas de beaucoup.

En rapprochant ainsi la valeur réelle des salaires hebdomadaires soit dans l'ensemble de l'industrie, soit dans telle ou telle industrie particulière de Grande-Bretagne et d'Allemagne, ne perdons pas de vue que la durée normale de la semaine de travail est de 44 à 48 heures dans l'une, de 57 à 60 heures dans l'autre aujourd'hui. De plus, dans la plupart des industries allemandes, les heures supplémentaires ne se payent qu'une fois épuisé le plein contingent des heures de travail normal pour la semaine.

Si, maintenant, on veut prendre une à une les différentes industries, pour y comparer le niveau des tarifs en vigueur de part et d'autre, la tâche est beaucoup plus difficile.

Dans l'industrie des métaux, la moyenne des ouvriers qualifiés se faisait au mois de janvier dernier, par semaine, en Angleterre, de 54 à 60 shillings et, en Allemagne, 27,35 rentenmarks, soit 27 shillings 4 pence, ce qui représentait 70 pour 100 du salaire réel d'avant guerre ; les non-qualifiés se faisaient 22,21 rentenmarks, c'est-à-dire 22 shillings 2 pence, ce qui représentait 84,3 pour 100 du même salaire réel d'avant guerre.

En Angleterre, où la semaine de quarante-huit heures est de règle, le taux d'augmentation représenté par le niveau de salaires actuels par rapport à celui d'avant guerre dans la métallurgie, varie selon les catégories de main-d'œuvre et les régions : il est probable que le pouvoir d'achat du salaire moyen, pour l'ensemble des travailleurs de la fonte et de l'acier, sortirait plutôt à son avantage d'une comparaison avec celui d'avant guerre, alors qu'en Allemagne il a diminué de 20 à 30 pour 100.

Des divergences encore plus frappantes se révèlent quand on passe à l'examen d'autres industries. C'est ainsi que, dans le bâtiment, l'augmentation moyenne par semaine allait de 80 à 105 pour 100 par rapport au salaire d'avant guerre, pour la Grande-Bretagne, en septembre. Ce taux, rapproché de l'index de cherté de vie, révèle un accroissement positif du pouvoir d'achat. En Allemagne, il y avait, au contraire, pour janvier, décroissance de ce pouvoir d'achat dans une proportion de 34 pour 100 dans le cas des ouvriers qualifiés et de 15 pour les autres.

Pour le textile, au mois de septembre 1923, les salaires, en Angleterre, correspondaient à une hausse d'environ 80 pour 100 par rapport à l'avant-guerre. Les statistiques allemandes montrent, elles, qu'en janvier les travailleurs du textile du Reich avaient subi une réduction de salaire réel de 25 pour 100 en moyenne.

Dans l'ensemble des charbonnages britanniques en septembre dernier, d'après le Ministère du Travail, la paye par coupe de sept heures représentait environ 66 pour 100 d'augmentation par rapport à celle d'avant guerre. En Allemagne, où la coupe est de huit à dix heures par jour, les mineurs recevaient en janvier dernier l'équivalent de 83,4 pour 100 de leur salaire réel d'avant guerre.

Pour finir par une industrie d'un tout autre type, celle du livre et de la reliure, le salaire moyen d'une pleine semaine de travail accusait, en septembre dernier, chez les Anglais, une augmentation de 107 à 117 pour 100 par rapport à l'avant-guerre (donc, un progrès très sensible de pouvoir

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

AMET (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

BETHENOD (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

BLONDEL (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, *sous presse.*

BLONDEL (A.) et LAVANCHY (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

BLONDIN (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

BRUCKMAN (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

CARPENTIER (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

CARPENTIER (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

CHARPENTIER (P.). — Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

DUFOUR (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

DESBARRES (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1r pages, 3 fr.

DUVAL (C.) et BOUSKPOUN (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

ESBRAN (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr

GARIEL (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

GOUINEAU (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr

GUÉRY (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

JANCULESCO (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

JEOFFRE (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

LATOUR (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

LEFÈVRE (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

LEHMANN (TH.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

LE MONNIER (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

MAYNARD (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

NOUGUIER (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm×22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

ŒTTINGER (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

PELLION. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

PÉROT (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

PISTOYE (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

RACAPÉ (A.) — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

ROTH (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

SPARRE (DE). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

SZARVADY (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

THIELEMANS (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

TOGNA (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

d'achat), tandis que, chez les Allemands en janvier, les spécialistes qualifiés ne gagnaient que 72,8 pour 100 de ce qu'ils gagnaient avant la guerre, et les non-qualifiés, 85,8 pour 100.

Que faut-il conclure de tout cela? se demande le collaborateur du « Times ».

C'est que les frais de salaires relativement bas dont on vient de parcourir la liste confèrent à l'industrie allemande un avantage qui lui permettra de se tailler une place considérable, sinon même tout à fait prépondérante, sur les marchés d'exportation du monde.

Sans doute, on ne saurait poser en principe que les salaires-types demeureront indéfiniment en Allemagne à leur très bas niveau actuel. Les tarifs qui s'y pratiquent, si on les rapproche des tarifs moyens en vigueur dans les industries correspondantes du Royaume-Uni, n'en soulèvent pas moins un problème des plus urgents, qui nous oblige à examiner de la façon la plus sérieuse les mesures à prendre si l'on ne veut pas que le personnel des industries britanniques soit à la merci d'un chômage de plus en plus grave et d'une incertitude de plus en plus grande touchant la continuité du travail où il s'emploie.

L'auteur n'entend certes pas conseiller un abaissement du « standard of living » britannique jusqu'au niveau indiqué par les taux de rémunération allemande. Il n'en est pas moins vrai que l'industrie ne saurait continuer à payer un « standard » de salaires donné qu'autant qu'elle réussit à vendre ses produits sur les marchés du monde. Si, pour produire tel ou tel marchandise britannique et pour la livrer sur un marché quelconque, il en coûte plus que pour se le faire livrer par n'importe quel autre pays producteur, il est certain que, toutes choses égales d'ailleurs, la vente des produits britanniques deviendra vite impossible. Un « standard » de salaires élevé ne peut d'ailleurs être payé qu'à la condition d'être accompagné d'un prix de revient unitaire assez faible. C'est à quoi doivent tendre tous les efforts de tous ceux qui appartiennent à l'industrie de tout ordre, employeurs ou employés.

Si l'on s'y appliquait avec la même attention, avec la même énergie qu'on a mises récemment à déterminer la proportion dans laquelle doivent se partager des profits, d'ailleurs inexistants de l'aveu de l'une et l'autre partie, le pays sortirait plus rapidement des difficultés où il se débat présentement et serait en mesure de reprendre sa place à la tête des puissances industrielles du monde.

Alors, les travailleurs de toutes classes non seulement maintiendraient leur mode d'existence à son niveau actuel, mais ne tarderaient pas, avec le temps, à le porter à un niveau encore supérieur, et capable de répondre à toutes les aspirations raisonnables.

En conclusion, l'auteur n'aperçoit qu'une seule façon de réaliser pareil idéal : c'est que tous les intéressés travaillent dans la plus étroite collaboration, comprenant bien ce fait que l'industrie forme un seul tout, dont la santé dépend de la santé de chacune des parties qui la constituent, et qu'il n'y a pas de désordre local un peu sérieux qui n'inflige un tort irréparable à l'ensemble de l'économie nationale dans l'industrie et le commerce.

Sous l'aiguillon de la concurrence allemande, c'est là un nouvel appel à l'esprit de solidarité de tous les producteurs britanniques, au rendement maximum de tous et de chacun, à la plus extrême compression des prix de revient, éventuellement à une nouvelle réduction des salaires, soit par un abaissement du taux horaire, soit par allongement de la durée de travail hebdomadaire, dût le « standard of living » de l'ouvrier britannique en souffrir temporairement ; car cela ne vaudrait-il pas mieux encore que de le perdre tout entier sans retour, au profit des compétiteurs moins exigeants?

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DÉCRET APPROUVANT UNE CONCESSION DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE DES FORGES D'ABEL A LARUNS ET BAYONNE ET DÉCLARANT L'UTILITÉ PUBLIQUE DE LA CONCESSION AINSI QUE L'URGENCE DES TRAVAUX. — Le « Journal officiel » du 11 mars 1924 publie, page 2387-2392, le décret en date du 6 mars 1924 approuvant la Convention en date du 15 décembre 1923, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et la Société des Forces motrices de la Vallée d'Aspe, établie 16, rue de la Pépinière, à Paris, ainsi que le cahier des charges imposé à cette dernière pour la construction et l'exploitation d'un réseau de transmission d'énergie électrique, formé de deux artères partant, l'une et l'autre, du poste de transformation de l'usine des Forges d'Abel, commune d'Urdos (département des Basses-Pyrénées) pour aboutir, l'une au poste de transformation appartenant à la Compagnie des Chemins de fer du Midi à Laruns (département des Basses-Pyrénées), et l'autre au poste de transformation de Bayonne (département des Basses-Pyrénées), appartenant à la société concessionnaire.

Le réseau comprendra :

1° Une ligne partant du poste élévateur de 6 000 v à 60 000 v de l'usine des Forges d'Abel, appartenant à la société concessionnaire, passant par les postes élévateurs de 6 000 v à 60 000 v des usines de Baralet, Eygun-Lescun, Esquit, projetées par la société, par le poste de coupure d'Escot, aboutissant au poste élévateur de 60 000 v à 150 000 v de Laruns, appartenant à la Compagnie du Midi, et traversant les communes de Borce, Urdos, Etsaut, Cette-Eygun, Accous, Lées-Athas, Bedous, Sarrance, Escot, Bilhères, Bielle, Gère-Bélesten et Laruns (département des Basses-Pyrénées) ;

2° Une ligne partant du poste élévateur de 6 000 v à 60 000 v de l'usine des Forges d'Abel, passant par les postes élévateurs de 6 000 v à 60 000 des usines de Baralet, Eygun-Lescun, Esquit, projetées par la société, par le poste de coupure d'Escot, par les postes élévateurs de 6 000 v à 60 000 v des usines d'Escot et d'Asasp, projetées par la société, le poste de coupure d'Oloron et aboutissant au poste abaisseur de 60 000 v à 15 000 v de Bayonne, projeté par la société et traversant les communes de : Borce, Urdos, Etsaut, Cette-Eygun, Accous, Lées-Athas, Bedous, Sarrance, Escot, Lurbe, Asasp, Arros, Gurmençon, Bidos, Oloron, Moumour, Orin, Gérence, Saint-Goin, Geüs, Aren, Préchacq-Josbaig, l'Hôpital-Saint-Blaise, Gurs, Moncayolle, Arrast, Espès-Undurein, Charre, Charritede Bas, Aroue, Etchary, Itherots, Domezain, Béhasque, Aïcirits, Saint-Palais Amendeuix, Garris, Luxe, Bégulos, Amorots, Méharin, Saint-Martin, Isturits, Ayherre, Hasparren, Briscous, Labonce, Mouguerre (département des Basses-Pyrénées).

Les lignes seront aériennes et établies sur pylônes métalliques ; elles comprendront :

1° La ligne des Forges d'Abel à Laruns, à trois conducteurs en cuivre de chacun 45 mm² de section, soit un diamètre de 7,6 mm, ou trois conducteurs en aluminium de section équivalente associé ou non à de l'acier.

2° La ligne des Forges d'Abel à Bayonne :

a) Une section des Forges d'Abel à Oloron, à trois conducteurs en cuivre de 38,5 mm² de section, soit un diamètre 7 mm ou trois conducteurs en aluminium de section équivalente, associé ou non à de l'acier.

BREVETS D'INVENTION

ASSOCIATION FRANÇAISE DES
INGÉNIEURS - CONSEILS
En matière de Propriété industrielle
FONDÉE en 1884

EXTRAITS DES STATUTS

ART 2. L'Association a pour but: 1° De grouper les Ingénieurs-Conseils en matière de propriété industrielle qui réunissent les qualités requises d'honorabilité, de moralité et de capacité ; 2° de veiller au maintien de la considération et de la dignité de la profession d'Ingénieur-Conseil en matière de propriété industrielle.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES

ARMENGAUD Aîné ✱ & Ch. DONY	Ingénieur Civil des Mines, licencié en Droit Ingénieur des Arts et Manufactures Licencié en Droit	21, boulevard Poissonnière Paris
ARMENGAUD Jeune	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Fédérale (Zurich)	23, boulevard de Strasbourg Paris
E. BERT & G. de KERAVENANT ✠	Ingénieur des Arts et Manufactures Docteur en Droit Ingénieur des Arts et Manufactures	7, boulevard Saint-Denis Paris
C. BLETRY O. ✱	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Licencié en Droit	2, boulevard de Strasbourg Paris
G. BOUJU ✠	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité	8, boulevard Saint-Martin Paris
R. BRANDON, H. BRANDON, G. SIMONNOT & L. RINUY	Ingénieur des Arts et Métiers Dipl. du Conserv. Nat des Arts et Métiers	59, rue de Provence, Paris
A de CARSALADE ✱ ✠ & P REGIMBEAU ✠	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur Civil des Ponts-et-Chaussées Licencié en Droit	22, rue Cambon, Paris
CASALONGA ✱ ✠	Licencié en Droit	15, rue des Halles, Paris
CHASSEVENT & H. CLERC	Docteur en Droit Ancien Elève de l'Ecole Centrale	11, boulevard de Magenta Paris
P COULOMB	Ingénieur des Arts et Manufactures Licencié en Droit	48, rue de Malte, Paris
C. DANZER	Ancien Elève de l'Université de Leeds	20, rue Vignon, Paris
Henri ELLUIN	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique Ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité Licencié en Droit	42, boul. Bonne-Nouvelle Paris
G FAUGE		118, boul. Voltaire, Paris
J FAYOLLET & P. LOYER ✱ ✠	Ingénieurs des Arts et Manufactures Licenciés en Droit	18, rue de Mogador, Paris
GERMAIN		31, rue de l'Hôtel-de-Ville Lyon (Rhône)
F. HARLE & G. BRUNETON ✱ ✠	Ingénieur des Arts et Manufactures Ingénieur des Arts et Manufactures	21, rue La Rochefoucauld Paris
H. JOSSE ✱ & L. JOSSE ✠	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique	17, boul. de la Madeleine Paris
A LAVOIX ✱ & L. MOSES	Ingénieur des Arts et Métiers Ancien Elève de l'Ecole Centrale Ingénieur des Arts et Manufactures	2, rue Blanche, Paris
A. MONTEILHET ✱ ✠	Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique	90, boul. Richard-Lenoir Paris
G. PROTTE ✠	Ingénieur des Arts et Manufactures	58, boul. de Strasbourg Paris
Ch. WEISMANN ✱	Ingénieur des Arts et Manufactures	84, rue d'Amsterdam, Paris

L'Association ne se chargeant d'aucun travail, prière de s'adresser directement à ses Membres.

MARQUES — MODÈLES

b) Une section d'Oloron à Bayonne, à trois conducteurs en cuivre de 32,2 mm² de section, soit un diamètre de 6,4 mm, ou trois conducteurs en aluminium de section équivalente, associés ou non à de l'acier.

La société concessionnaire aura d'ailleurs la faculté d'adopter en cours des travaux, sous réserve de l'accord du Ministère des Travaux publics, tout autre dispositif donnant des garanties de sécurité et une capacité de transmission équivalente.

Les pylônes auront 12 à 15 m de hauteur; les portées normales entre pylônes en alignement droit seront de 130 m environ; les pylônes seront renforcés aux angles de la ligne.

Les traversées de lignes télégraphiques ou téléphoniques, voies terrestres, voies ferrées et voies navigables, seront exécutées conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921.

La ligne fonctionnera à la tension normale de 60 000 v entre fils.

Il sera établi :

Trois postes de coupure à 60 000 v aux forges d'Abel, Escot, Oloron, faisant partie de la concession ;

Un poste de transformation à Bayonne (60 000/15 000 v), faisant partie de la concession ;

Quatre maisons de garde-ligne, à Escot, Bilhères, Oloron, et Charrite-de-Bas, faisant partie de la concession ;

Deux postes de téléphonie sans fils à Oloron et Bayonne, faisant partie de la concession.

Les postes de transformation de départ (6 000/60 000 v) et les postes de radiocommunication des usines génératrices de la société des forces motrices de la vallée d'Aspe, des Forges d'Abel, Baralet, Eygun-Lescun, Esquit, Escot et Asasp ne feront pas partie de la concession.

La puissance maximum transmissible sur le réseau est de 10 000 kw environ pour la ligne des Forges d'Abel à Laruns, de 7 000 kw environ pour la ligne d'Oloron et de 5 000 kw environ pour la ligne d'Oloron à Bayonne, avec un facteur de puissance égal à l'unité et une perte d'énergie de 0,15 pour 100 par kilomètre.

L'objet principal de l'entreprise est la transmission de l'énergie en provenance des usines d'Estaens, Forges d'Abel, Baralet, Eygun-Lescun, Esquit, Escot et Asasp, construites ou projetées par la société concessionnaire, énergie destinée à l'alimentation des services publics des départements des Basses-Pyrénées, Landes et Gironde, ainsi qu'à celle des sociétés et particuliers l'utilisant dans ces départements.

Conformément à l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, la présente concession ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des concessions à des entreprises concurrentes, sous la réserve que celles-ci n'auront pas de conditions plus avantageuses.

Combustibles. — LIQUIDATION DES COMPTES DU BUREAU NATIONAL DES CHARBONS. — On se rappelle les circonstances de la guerre qui obligèrent le gouvernement français à créer cet organisme spécial, le Bureau national des Charbons.

La différence du prix des charbons français et anglais en fut la cause majeure. En avril 1917, tandis que le tout-venant des mines de Béthune était vendu 33 fr la tonne au carreau, le flambant criblé anglais valait 206 fr la tonne sur péniche à Rouen. Une telle disproportion dans les prix rendait impossible toute industrie.

Après le plan Violette, alors ministre du Ravitaillement, nous eûmes le plan Loucheur, qui réglementa l'achat et la répartition des combustibles en France et, enfin, le plan Le Trocquer, qui permit de mettre fin à une situation qui s'aggravait à cause de la tension des changes.

Le rapport concernant la liquidation des comptes rappelle quelles furent l'importance et la multiplicité des opérations faites : ravitaillement de la population civile en charbon pendant la durée des hostilités ; approvisionnement des services publics et des industries travaillant pour la guerre ; gestion financière de la flotte de secours créée en octobre 1916 ; constitution et exploitation d'une flotte pour le transport des charbons ; opérations financières découlant du fonctionnement du Bureau national des Charbons (contrôle et répartition du combustible, péréquation des prix) ; enfin, construction des « cargos » commandés en 1919 par le Ministère de la Reconstitution industrielle, afin de faciliter l'importation des combustibles à livrer par l'Allemagne au titre des réparations.

Les opérations d'achat de combustibles cessèrent le 31 décembre 1920 ; les opérations de répartition le 1er mars 1921 : cette dernière date marque la suppression du Bureau national des Charbons. C'est également le 1er mars 1921 que cessa la péréquation des prix, sauf pour les cokes métallurgiques pour lesquels elle devait durer jusqu'au 1er février 1922.

LA PRODUCTION HOUILLÈRE EN BELGIQUE EN AVRIL 1924. — Pendant le mois d'avril 1924, la production des houillères belges a été de 2 048 670 t, contre 2 107 940 en mars. Il a été produit 355 400 t de coke et 169 960 t d'agglomérés contre, respectivement, 367 360 t et 183 530 t en mars. Au 30 avril, le stock de charbon était de 761 010 t, en augmentation de 42 540 t pendant le mois.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE EN BELGIQUE, EN AVRIL 1924. — Pendant le mois d'avril 1924, il y a eu 47 hauts fourneaux à feu, contre 45 en mars. Il a été produit 239 530 t de fonte, contre 230 490 t en mars ; 233 630 t d'acier brut, contre 234 170 t ; 7 110 t de pièces nouvelles, contre 6 880 t ; 195 670 t d'aciers finis, contre 206 470 t, et 18 970 t de fers finis, contre 17 860 t. La production du zinc a été de 12 430 t, contre 14 020 t en mars.

Enseignement. — CONCOURS D'ADMISSION A L'ÉCOLE JULES RICHARD. — Un concours d'admission à l'École d'Apprentis mécaniciens-précisionnistes (Fondation J. Richard) aura lieu le mardi 1er juillet 1924, à 8 h. 30, à l'Hôtel des Examens, 3 bis, rue Mabillon (6e).

Rappelons que l'École a pour but d'assurer la formation d'artisans d'élite capables de construire en entier des appareils et instruments ressortissant à la petite mécanique et à la mécanique de précision.

La Fondation entend mettre les artisans ainsi formés à même de pouvoir réaliser, grâce à leur habileté, les perfectionnements ou les inventions que leur ingéniosité, développée par un travail manuel intelligent et des connaissances techniques appropriées, leur permettra de concevoir.

L'apprentissage complet dure trois années et comprend deux périodes :

En première année, la préparation est consacrée à la petite mécanique, avec un effectif maximum de quarante élèves ; la deuxième période comprend deux années consacrées spécialement à la mécanique de précision proprement dite. Le programme d'études intellectuelles comporte : en première année, des notions de français, de calcul arithmétique et algébrique, de géométrie, de sciences physiques, de technologie pratique et de dessin technique. En deuxième et troisième années, des notions de mathématiques, de mécanique théorique et appliquée, de sciences physiques et d'électricité industrielle, de technologie, de géométrie et de dessin technique.

Le régime est l'externat gratuit ; l'école est ouverte tous les jours de la semaine de 8 heures à 18 heures, du 15 septembre à fin juillet, sauf pendant huit jours à Pâques et les jours de fêtes légales.

Les apprentis restent toute la journée à l'établissement. Ils consacrent par semaine, en première année : 32 heures aux travaux pratiques, 15 heures aux études intellectuelles ; en deuxième et troisième années : 36 heures aux travaux pratiques, 12 heures aux études intellectuelles.

Tous les élèves reçoivent gratuitement le déjeuner de midi ; en outre, les apprentis précisionnistes pourront recevoir des récompenses en espèces allant de 500 à 600 fr pour la deuxième année, 800 à 1 200 fr pour la troisième année.

Ces récompenses seront attribuées suivant les notes de mérite et seulement à la fin de chaque année scolaire. Les apprentis quittant l'école avant cette date ne recevront pas de récompense pécuniaire. Un certificat de capacité professionnelle sera délivré aux élèves ayant terminé leur apprentissage de mécaniciens précisionnistes. Les élèves admis, qui, après un stage d'une durée maximum de trois mois, seraient reconnus comme n'ayant pas l'aptitude voulue pour faire de bons précisionnistes, seraient rendus à leurs familles. Les apprentis dont le travail ou la conduite ne donneraient pas satisfaction s'exposeraient à être exclus de l'école.

Les candidats devront être Français, âgés de plus de treize ans et de moins de seize ans au 1er octobre de l'année du concours. Aucune dispense d'âge n'est accordée. L'admission définitive n'est prononcée qu'après avis du médecin de l'établissement et l'engagement, pris par la famille, de ne pas retirer l'élève de l'école avant la fin des trois années d'apprentissage. Pour prononcer l'admission, le jury d'examen dresse une liste d'admissibilité, par ordre de mérite. Deux tiers des places mises au concours seront d'abord attribuées, dans l'ordre de la liste d'admissibilité, aux candidats dont les parents habitent Paris ou y travaillent depuis un an au moins. Le tiers restant sera attribué, dans l'ordre de la liste d'admissibilité, sans condition de domicile ou d'emploi des parents.

Les demandes d'inscription pour le concours sont reçues, du 19 mai au 21 juin, au service des Examens, 3 bis, rue Mabillon (6e).

Les pièces à produire par le candidat sont : 1° un bulletin de naissance ; 2° une pièce authentique justifiant qu'il est de nationalité française ; 3° des certificats établissant quels sont, depuis un an au moins, le domicile de ses parents et les emplois qu'ils ont occupés ; 4° le livre scolaire de sa dernière année d'études, délivré par le directeur de l'école qu'il a fréquentée durant cette période.

Le concours comprendra : 1° une dictée suivie de questions écrites relatives à l'intelligence du texte ; 2° des épreuves écrites portant sur des notions de calcul arithmétique et de géométrie usuelle ; 3° des épreuves graphiques faites à main levée.

Syndicats. Groupements. — SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — A propos du règlement des mémoires des entrepreneurs, la 6e section du Syndicat professionnel des Industries électriques (Section des Installateurs électriciens) avait, le 15 mars 1924, fait parvenir à la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens un vœu ainsi conçu :

« Étant donné que, dans certains cas, les entrepreneurs sont appelés à fournir des mémoires mensuels pour leurs travaux en cours d'exécution, il serait désirable que ces mémoires, qui sont remis, dans ce cas, avant la parution du coefficient qui leur est applicable, fussent revisés après cette publication et ramenés au montant qui correspond à l'application de ce coefficient ».

La Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens, qui s'était jointe au Syndicat professionnel des Industries électriques, a bien voulu se charger de transmettre ce vœu à la Commission de la Série de la Société centrale des Architectes. Celle-ci lui a fait parvenir la réponse suivante, dont le texte a été communiqué à la séance du 18 avril de la 6e section du Syndicat professionnel des Industries électriques :

« En vous accusant réception de votre lettre du 21 courant, transmettant à la Commission de la Série le vœu exprimé par votre Chambre syndicale, j'ai l'honneur de vous faire connaître qu'il n'y a aucun doute pour que soient appliqués aux mémoires déjà établis, en tant qu'ils comprennent des travaux exécutés entre la date de publication du cours des matériaux et leur date d'application, les nouveaux coefficients résultant de changements de prix ».

» Toutefois, c'est là une question d'entente à intervenir entre les entrepreneurs et leurs clients au sujet du règlement de ces mémoires, ce principe étant déjà admis par les autres corps d'état ».

Le Syndicat professionnel des Industries électriques espère, de cette manière, avoir donné satisfaction à ses adhérents installateurs.

SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE. — On sait que la Société hydrotechnique de France a fait récemment construire à Bauvert, près de Grenoble, un important laboratoire dans le double but d'étudier les questions d'hydraulique d'intérêt général et d'effectuer les essais spéciaux qui lui seraient demandés par ses membres.

L'organisation des essais de ce laboratoire vient d'être complétée par la création d'un service chargé des essais de réception sur place du matériel hydraulique ; ce service a été confié à M. Jean Laurent.

Lorsqu'un industriel désirera faire procéder à des essais de ce genre, il en fera la demande au président de la Commission des Essais, 7, rue de Madrid, à Paris. Après accord, sur les conditions techniques et matérielles des essais et après réalisation de ces essais, un procès-verbal signé du président M. Jean Laurent, sera remis à l'industriel en double exemplaire.

La Houille blanche. — ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE. — L'assemblée générale de l'Association qui avait été fixée primitivement au 15 juin a été reportée au 6 juillet 1924.

Le programme de cette assemblée générale est le suivant :

1° Samedi après-midi 5 juillet : visite d'usines (probablement usine de Gennevilliers et Laboratoire Ampère à 1 million de volts de la Compagnie générale d'Electro-Céramique).

2° Dimanche 6 juillet : à 9 h 30 : assemblée générale de l'Association à l'Hôtel des Centraux, 8, rue Jean-Goujon, Paris ; à midi : Banquet annuel de l'Association au Restaurant de l'Hôtel des Centraux, même adresse.

Pour ce banquet dont le prix sera de 27 à 30 fr, prière d'adresser dès maintenant les adhésions au secrétariat de La Houille blanche, 4, rue Volney, Paris IIe.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Augmentations de capital. — COMPAGNIE PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du

2 juin 1924, p. 460, cette société, dont le siège social est à Paris, 23, rue de Vienne, va procéder à l'émission de 480 000 obligations à 6,5 pour 100 de 500 fr chacune, créées conformément à l'article 36 des statuts, en vertu des décisions des assemblées générales ordinaires des actionnaires tenues les 27 juin 1921 et 26 juin 1923 et de la délibération du Conseil d'administration du 29 avril 1924.

Ces obligations, portant jouissance du 20 juin 1924, rapporteront un intérêt annuel de 32,50 fr, payables par moitié le 20 juin et le 20 décembre de chaque année. Le premier coupon sera à l'échéance du 20 décembre 1924.

Ces obligations seront remboursables au pair en trente-cinq années au plus, à partir du 20 juin 1929, par tirages au sort semestriels, qui auront lieu deux mois au plus tard avant l'échéance de chaque coupon, conformément à un tableau d'amortissement qui sera imprimé au verso des titres.

Le premier tirage aura lieu le 20 octobre 1929 au plus tard et le dernier le 20 avril 1964 au plus tard.

La société se réserve, en outre, la faculté, à partir du 20 juin 1929 d'anticiper les amortissements en tout ou en partie, soit par rachat en bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon, soit par tirages supplémentaires qui auraient lieu en même temps que les tirages normaux et sous condition d'un préavis antérieur d'un mois au moins à la date de ces tirages normaux, à publier dans un journal d'annonces légales de Paris.

Compagnie générale d'Électricité. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 2 juin 1924, p. 450, cette société, dont le siège social est à Paris, 54, rue La Boétie, va procéder à l'émission de 30 000 actions de 500 fr chacune, à souscrire en numéraire. Le capital de la société sera ainsi porté de 60 millions de francs à 75 millions de francs.

Constitutions. **Distribution électrique de l'Heure officielle.** — Sous cette dénomination vient d'être formée une société anonyme ayant pour objet la fabrication, la location, la vente, l'installation d'horloges électriques et de tous appareils destinés à la mesure et au contrôle du temps et autres. Le siège est à Paris, 13, rue de l'Entrepôt. Le capital est de 500 000 fr en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. Les premiers administrateurs sont : MM. Marcel Meyer, Giacomo Tedesco et Edouard Lerville.

Société rurale de Distribution d'électricité. — L'objet de cette société anonyme nouvelle est l'utilisation des procédés brevetés de M. Maurice Lorfeuvre concernant la régulation automatique de stations hydrauliques et leur commande à distance. Le siège est à Paris, 4, rue Casimir-Delavigne. Le capital est de 4 000 000 francs en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire. Il a été créé, en outre, 400 parts de fondateur, dont 300 attribuées à M. Maurice Lorfeuvre et 100 à M. Laqueille en rémunération de leurs apports.

Union électrique du Berry. — Cette société anonyme en formation a pour objet la construction et l'exploitation de réseaux électriques dans le département du Cher. Le siège est à Nérondes (Cher) 6, Grande-Rue. Le capital est de 1 000 000 francs en actions de 250 fr dont 100 attribuées en rémunération d'apports à la société civile fondatrice.

Divers. — **Société des Condenseurs Delas.** — L'assemblée ordinaire des actionnaires, tenue le 8 mai 1924, au siège, à Paris, 103, rue Saint-Lazare, sous la présidence de M. Delorme, président du Conseil d'administration, a approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre dernier.

Les bénéfices nets, sous déduction des frais généraux, frais d'études, expériences et brevets, atteignent à 404 997,30 fr. Sur cette somme, il a été prélevé 152 131,30 fr en vue de divers amortissements, laissant un reliquat de 252 866 fr, permettant la répartition d'un dividende de 25 fr par action non libérée, 40 fr par action libérée et 16,385 par part bénéficiaire.

Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont. — Les comptes de l'exercice 1923 qui seront soumis à l'asemblée ordinaire du 11 juin prochain font ressortir un bénéfice net de 11 099 603 fr, contre 11 035 425 fr pour l'exercice précédent.

Le Conseil proposera à l'assemblée la répartition d'un dividende de 25 fr par action et 47,84 fr par part bénéficiaire, égal à celui de l'an dernier.

Le bilan se présente de la façon suivante :

Actif. — Frais de constitution de la société, 1 507 280 fr; frais d'émission des obligations, 1 784 224 fr; frais de premier établissement, 46 962 628 fr; portefeuille, 35 155 289 fr; approvisionnements, travaux en cours, provisions versées sur commandes en cours, 96 741 919 fr; caisse et banques, 16 481 125 fr; débiteurs divers, 40 196 951 fr; annuités de l'Etat, 51 982 308 fr.

Passif. — Capital, 80 millions de francs ; réserves, 35 millions 405 489 fr; provision pour régularisation des cours des matières premières, 4 174 138 fr; créditeurs divers, 44 202 731 fr; coupons restant à payer, 578 688 fr; provisions reçues sur commandes en cours, 57 923 867 fr; versements à effectuer sur titres, 5 933 012 fr; obligations, 24 350 000 fr; intérêts à recevoir de l'Etat, 27 092 195 fr.

Le Matériel isolant. — Les comptes de l'exercice 1923 qui seront soumis à la prochaine assemblée des actionnaires font ressortir un bénéfice net de 214 000 fr. Le Conseil proposera un dividende de 34 fr par action.

Energie électrique du Nord de la France. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront soumis à la prochaine assemblée ordinaire, font ressortir un bénéfice d'exploitation de 11 191 589 fr contre 8 326 937 fr pour l'exercice précédent.

Le bénéfice disponible, report antérieur compris, s'élève à 6 078 313 fr, montant qui permettra au Conseil de proposer le maintien du dividende à 30 fr brut, bien que le capital à rémunérer soit de 40 millions au lieu de 30 millions l'année dernière et que les prélèvements sur les bénéfices bruts pour amortissements et le fonds de renouvellement se soient élevés à 1 600 000 fr comme précédemment.

Au bilan, on trouve :

Actif. — Usines et réseaux, 106 143 810 fr; débiteurs divers, 9 051 074 fr; portefeuille, 5 318 075 fr; approvisionnements, 3 567 882 fr; frais d'émission et prime de remboursement des obligations, 4 136 649 fr; annuités sur dommages de guerre, 20 804 681 fr; comptes de réquisition de l'armée allemande, 13 763 611 fr.

Passif. — Créanciers divers, 11 199 261 fr; effets à payer, 12 333 167 fr; acomptes sur dommages de guerre, 20 819 259 fr; réserve légale, 635 175 fr; fonds d'amortissement général, 6 329 139 fr; fonds de renouvellement, 6 376 371 fr; obligations en circulation, 59 716 500 fr.

Compagnie de l'Ouest-Electrique. — Les résultats de l'exercice 1923 se soldent par un bénéfice de 235 615 fr en diminution de 50 603 fr sur l'exercice précédent. Le Conseil proposera à la prochaine assemblée le maintien du dividende

de 5 pour 100, soit 22,50 fr par action, ce qui représente, pour les 8 400 actions en circulation, 189 000 fr.

Compagnie générale de Télégraphie sans fil. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront soumis à l'assemblée du 13 juin 1924, font ressortir un bénéfice brut de 7 millions 494 526 fr contre 7 206 013 fr l'exercice précédent. Après déduction des frais d'exploitation et des frais généraux, le bénéfice net ressort à 5 597 233 fr contre 5 millions 447 068 fr. Comme nous l'avons annoncé, le Conseil proposera la distribution d'un dividende de 40 fr par action égal à celui de l'année dernière, mais s'appliquant à un capital de 62 500 000 fr, au lieu de 50 millions comme en 1922.

A l'actif du bilan, on relève notamment les postes suivants : caisse et banques, 4 051 384 fr; portefeuille, 48 millions 208 775 fr ; entreprises en cours, 6 142 106 fr; débiteurs divers, 35 366 727 fr. En regard de l'actif disponible, qui est de 94 714 773 fr, on trouve un passif exigible de 18 400 659 fr.

Compagnie des Omnibus et Tramways de Lyon. — L'assemblée ordinaire tenue récemment à Lyon, sous la présidence de M. Bussy, a approuvé le bilan de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice de 2 021 149 fr.

Le dividende a été fixé à 23 fr par action de capital et à 10,50 fr par action de jouissance.

Après avoir rappelé les différentes concessions exploitées par la compagnie, le conseil signale, dans son rapport, qu'il n'escompte pas pour l'année 1924 un accroissement du trafic semblable à celui enregistré en 1923.

Compagnie des Tramways électriques d'Angers. — Les bénéfices de l'exercice 1923 ressortent à 234 634 fr contre 250 933 fr pour l'exercice précédent. Le conseil proposera à la prochaine assemblée de fixer le dividende à 5 pour 100, soit 25 fr par action comme précédemment.

BREVETS RÉCENTS

27 354/562 221. — Société française Radio-Électrique; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 6 avril 1922, pour perfectionnements aux téléphones dits haut parleurs, 27 novembre 1922.

27 356/554 279. — Lisbet (P.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 1er décembre 1922, pour appareil transmetteur et récepteur électrique applicable particulièrement à la télégraphie sans fil, 1er décembre 1922.

27 358/501 472. — Latour (M.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 16 décembre 1918, pour système d'amplificateur propre à réaliser une impédance négative de valeur quelconque, 5 décembre 1922.

27 359/569 539. — Bethenod (J.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 28 octobre 1922, pour perfectionnements aux appareils téléphoniques récepteurs, 5 décembre 1922.

27 361/544 657. — Petit (G.-E.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 17 décembre 1921, pour perfectionnements aux isolateurs des conducteurs électriques pour haute tension, 6 décembre 1922.

27 365/563 231. — Latour (M.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 23 mai 1922, pour perfectionnements dans les multiplicateurs statiques de fréquence utilisés notamment dans les postes de télégraphie ou de téléphonie sans fil, 9 décembre 1922.

27 371/566 140. — Risler (G.); 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 août 1922, pour perfectionnements aux câbles électriques à haute tension, 14 décembre 1922.

571 781. — Sanchez-Vello (L.); Ampoule; tube ou récipient hermétiquement clos pour lampe électrique à incandescence et appareils similaires et son procédé de fabrication, 5 mai 1922.

571 782. — Sanchez-Vello (L.); Appareil destiné à mouler les couvercles en verre pour récipients hermétiquement clos, tels qu'ampoules, tubes, etc., de lampes électriques à incandescence et appareils similaires, 10 mai 1922.

571 783. — Sanchez-Vello (L.); Procédé pour faire le vide et assurer en même temps la fermeture hermétique d'ampoules, tubes ou autres récipients pour lampes électriques à incandescence et appareils similaires, par soudure vitreuse du couvercle et du corps du récipient, 12 mai 1922.

571 784. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Procédé de protection des commutatrices et des machines ou groupes de machines électriques fonctionnant dans des conditions analogues, 28 décembre 1922.

571 785. — Brits (E.); Procédé et appareillage pour réaliser par télégraphie sans fil la télévision, 27 décembre 1922.

571 787. — Junot (J.-E.); Perfectionnements aux plaques de triodes ou des redresseurs de courant alternatif et applications particulières de ces appareils, 22 décembre 1922.

571 789. — Féry (C.-J.-V.); Pile électrique à grand débit et à dépolarisation par l'air, 27 décembre 1922.

571 791. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Dispositif de couplage en série de deux machines électriques choisies parmi un nombre quelconque de machines, 27 décembre 1922.

571 801. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Perfectionnement applicable à la mesure des températures par les couples thermoélectriques, 29 décembre 1922.

571 810. — Bethenod (J.); Dispositifs pour l'installation de postes radio-télégraphiques ou radio-téléphoniques à bord des véhicules automobiles, 30 décembre 1922.

571 825. — Baur (G.); Dispositif permettant, dans certains moteurs à explosions, la transformation de l'allumage par bobine et distributeur en allumage par magnéto, 10 octobre 1923.

571 816. — Société de Paris et du Rhône; Perfectionnements aux machines électriques pour le démarrage des moteurs à explosions, 11 octobre 1923.

571 831. — Société dite : J. et C. Bolinders Mekaniska Verkstads Aktiebolag.; Perfectionnements aux bougies d'allumage en forme de soupapes pour moteurs à combustion interne, 11 octobre 1923.

571 848. — Société des Établissements Gaumont; Poste téléphonique haut-parleur, 11 octobre 1923.

571 887. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philips Gloeilampenfabrieken; Dispositif destiné à faire le vide à l'intérieur des ampoules pour les lampes électriques et à l'intérieur d'autres objets, 12 octobre 1923.

571 895. — Rast (V.); Socle en ciment armé recevant et fixant un poteau en bois pour ligne électrique, 14 octobre 1923.

571 906. — Société H. Morand et Cie; Interrupteur pour fil souple, 13 octobre 1923.

571 909. — Société dite : Robert Bosch Ak.; Bougie d'allumage à filament incandescent, 13 octobre 1923.

571 941. — Rousseau (F.); Rupteur électro magnétique pour l'allumage des moteurs, 15 octobre 1923.

571 952. — Société : Marconi's Wireless Telegraph Cy Ltd; Perfectionnements aux doigts de contact pour interrupteurs électriques, 16 octobre 1923.

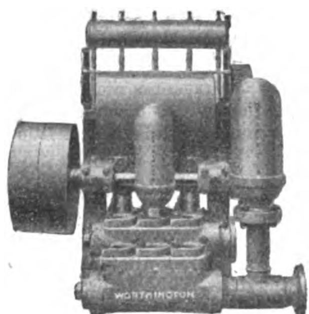
571 955. — Société dite : Funktechnische G. m. b. H.; Dispositif récepteur d'oscillations à haute fréquence pour télégraphie et téléphonie sans fil, 14 août 1923.

571 961. — Mensing (J.); Appareil d'éclairage de type semi-direct pour éclairage d'usines dégageant des vapeurs nocives, 15 septembre 1923.

571 980. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Perfectionnements aux doigts de contact pour interrupteurs électriques, 16 octobre 1923.

WORTHINGTON





POMPE TRIPLEX A PISTONS PLONGEURS
Demander cat. *R. G. E.* C 24 A

POMPES à vapeur; marines; centrifuges; à vide; à air; à pistons à moteur.

COMPRESSEURS D'AIR

RÉCHAUFFEURS D'EAU

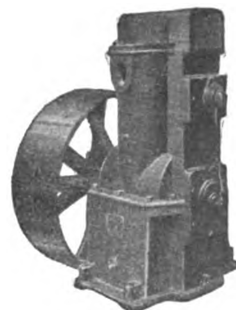
d'alimentation p^r LOCOMOTIVES

GROUPES MOBILES

Moto-Pompes et Moto-Compresseurs (sur chariot)

CHARIOTS de MANUTENTION

(à Moteur à essence)



COMPRESSEUR D'AIR VERTICAL
Demander cat. *R. G. E.* C 247

Demandez Etudes, Devis, aux Services techniques de la

S^té F^se des POMPES et MACHINES WORTHINGTON Soc. anon. au capital de 15000000 fr.
Registre du Commerce : Seine N° 111243

Siège social et Bureaux : 1, rue des Italiens, PARIS 9e. - *Tél.* : Central 65-16, 46-78 — Louvre 52-86, 52-87.
Usines : Le Bourget (Seine).
Succursales : Bruxelles 63, boul^d Maurice-Lemonnier ; — Lyon, 8, rue Sala ; — Lille, 62, boul^d de la Liberté ; — Toulouse, 12, boul^d de Strasbourg.
Agences dans toutes les principales villes de France, Belgique, Suisse.

FOIRE DE PARIS : 10 au 25 mai (section mécanique).

LE PARQUET PAR EXCELLENCE POUR :

Bureaux

Magasins



Supériorité incontestable

Propreté



Nos travaux sont exclusivement exécutés par nos spécialistes

Parquet Hygiénique
SANS JOINT
Terrazzolith
SUPÉRIORITÉ GARANTIE
Ne Gondole ni ne se fend jamais.
Belles Couleurs Inaltérables.
Durée Illimitée.
DEMANDEZ PROSPECTUS
TÉLÉPHONE NORD 147-31 / 125-53
COMPLÈTEMENT INCOMBUSTIBLE
Terrazzolith
"DÉPOSÉ"
DOUCE & MOULIN 64, RUE PETIT PARIS XIXe

(Registre du Commerce : Seine N° 60 405)

Salles d'Exposition

Ateliers



Entretien facile

Garantie absolue



Procédés brevetés S.G.D.G. Maison de confiance

SES AVANTAGES SONT :

Résistance à toute épreuve - Durée illimitée - Contact confortable
Bel Aspect — Rapidité d'Exécution — Économie certaine

(Demander Notices B)

571 981. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Moteur d'induction monophasé auto-démarreur, 16 octobre 1923.

571 982. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Perfectionnements aux isolateurs de suspension, 16 octobre 1923.

571 983. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON; Système de propulsion électrique des navires, 16 octobre 1923.

571 984. — Société dite : COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON, Perfectionnements aux machines dynamo-électriques, 16 octobre 1923.

571 985. — GONZALEZ DE ANDIA YRARRAZAVAL (G.); Perfectionnements aux appareils haut-parleurs pour téléphonie sans fil, 10 août 1923.

571 988. — WOLNER (O. H.); Perfectionnements aux turbines en série, 16 octobre 1923.

571 990. — LE BRIGANT (E.); Dispositif électrique de réchauffage pour carburateur, 16 octobre 1923.

572 021. — Société dite : METROPOLITAN VICKERS ELECTRICAL C° LTD, Perfectionnements aux machines pour envelopper des corps avec une matière flexible, 17 octobre 1923.

572 034. — Société dite : ATELIERS ÉLECTRIQUES ROCHE-GRANDJEAN; Dispositif de mise en marche et de protection des moteurs électriques, 18 octobre 1923.

572 038. — LECOCQ (M.-R.-L.); Perfectionnements aux condensateurs variables à air, 18 octobre 1923.

572 843. — Société dite : ELECTRICAL IMPROVEMENTS LTD; Perfectionnements aux machines pour envelopper des corps avec une matière flexible, 17 octobre 1923.

572 044. — CASE (T.-W.); Thermo-microphone à air, 18 octobre 1923.

572 074. — WITTIG-ISRAEZ (A.); Interrupteur électrique combiné avec un coupe-circuit, 19 octobre 1923.

572 078. — YORSTON (J.-K.); Turbine à vapeur réversible, 19 octobre 1923.

572 088. — Société dite : NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN; Dispositif destiné à la fixation de plafonniers pour lampes électriques, 19 octobre 1923.

572 090. — HAUSMEISTER (P.); Procédé de production de gaz comprimé par électrolyse, 20 octobre 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Samedi 14 juin 1924, 17 heures, Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communication sur *La cure marine et l'héliothérapie marine*, par le Dr Georges BAUDOUIN, secrétaire général de l'Association internationale de thalassothérapie.

INDEX ÉCONOMIQUE

RELATIF A LA TARIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR LE PREMIER TRIMESTRE 1924 (1)

Transmis par le Ministère des Travaux publics.

DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION	DÉPARTEMENTS	HAUTE TENSION	BASSE TENSION
	fr	fr		fr	fr		fr	fr
Ain	160	216	Gard	159	215	Oise	166	222
Aisne	145	101	Garonne (Haute-)	166	222	Orne	203	259
Allier	167	223	Gers	166	222	Pas de Calais	132	188
Alpes (Basses-)	159	215	Gironde	200	256	Puy de Dôme	161	217
Alpes (Hautes-)	159	215	Hérault	159	215	Pyrénées (Basses-)	200	256
Alpes Maritimes	159	215	Ille et Vilaine	200	256	Pyrénées (Hautes-)	166	222
Ardèche	159	215	Indre	170	227	Pyrénées Orientales	159	215
Ardennes	186	242	Indre et Loire	185	241	Bas-Rhin	166	222
Ariège	166	222	Isère	160	216	Haut Rhin	183	239
Aube	166	222	Jura	150	206	Rhône	160	216
Aude	159	215	Landes	200	256	Saône (Haute-)	160	216
Aveyron	166	222	Loir et Cher	183	239	Saône et Loire	150	206
Belfort (Territoire de)	160	216	Loire	161	217	Sarthe	198	254
Bouches-du-Rhône	159	215	Loire (Haute-)	161	217	Savoie	160	216
Calvados	195	251	Loire Inférieure	198	254	Savoie (Haute-)	160	216
Cantal	161	217	Loiret	183	239	Seine	188	244
Charente	203	259	Lot	166	222	Seine Inférieure	185	241
Charente-Inférieure	200	256	Lot et Garonne	203	259	Seine-et-Marne	197	253
Cher	170	227	Lozère	159	215	Seine-et-Oise	188	244
Corrèze	185	241	Maine et Loire	185	241	Sèvres (Deux-)	175	231
Corse			Manche	199	255	Somme	132	188
Côte d'Or	150	206	Marne	175	231	Tarn	166	222
Côtes-du-Nord	200	256	Marne (Haute-)	153	209	Tarn-et-Garonne	166	222
Creuse	185	241	Mayenne	201	257	Var	159	215
Dordogne	203	259	Meurthe-et-Moselle	158	214	Vaucluse	159	215
Doubs	160	216	Meuse	158	214	Vendée	175	231
Drôme	159	215	Morbihan	206	261	Vienne	185	241
Eure	194	250	Moselle	145	201	Vienne (Haute-)	185	241
Eure-et-Loir	203	259	Nièvre	169	225	Vosges	158	214
Finistère	200	256	Nord	132	188	Yonne	169	225

(1) Les différentes publications relatives aux années 1921-1922 et 1923 ont été rappelées dans la note (1) de la page 79 B du numéro du 8 mars 1924, t. xv, de la « Revue générale de l'Électricité ».

Rappelons que les prix des charbons servant de base pour le calcul des coefficients sont publiés à la rubrique « combustibles » des informations (voir dans le numéro de la *Revue générale de l'Électricité*, du 31 mai 1924, t. xv, p. 177 B) et que la manière d'utiliser ces nombres pour le calcul du prix maximum de vente de l'énergie électrique a été exposée en détail dans les circulaires du ministre des Travaux publics, du 24 novembre 1919, reproduites dans le numéro de la *Revue générale de l'Électricité*, du 10 janvier 1920, t. VII, p. 70 et 71. Voir aussi la note explicative publiée à la page 2 du numéro de la *Revue générale de l'Électricité*, du 2 juillet 1921, t. X.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 24 mai 1924	PRIX samedi 31 mai 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	950	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	11	10 1/2	— 1/2
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	225 fr	289 fr	+ 64
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	566	595	+ 29
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	720	750	+ 30
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	978	1 008	+ 30
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 500	6 930	+ 430
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 500	2 175	— 325
Email pour appareillage tôle, blanc	100 kg	605	605	0
Email pour appareillage tôle, noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 738	1 880	+ 142
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	370-380	370-380	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	445	445	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	287	298	+ 11
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour haute tension	100 kg	195	195	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine, pour basse tension	100 kg	190	190	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	257	284	+ 27
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150 environ		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 12/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon départ	100 kg	325	325	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	295,50	310	+ 14,50

Prix de la série.

Coefficients à appliquer à partir du 1er janvier 1924, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,13
id id 62 à 70	1,15
id id 71 à 91	1,15
id id 93 à 117	1,03
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 212 à 244	1,00
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Pour ouvrages ne comportant que la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'électrification agricole en Italie. — Voici quelques renseignements extraits d'une étude de M. Civita sur l'électrification de l'agriculture en Italie parue dernièrement dans la revue « Problemi italiani » et communiqués au « Moniteur officiel du Commerce et de l'Industrie » par M. Bonnefon-Craponne, agent commercial de France à Turin.

Depuis une trentaine d'années on a pensé en Italie à utiliser l'électricité pour faire fonctionner les machines agricoles, mais c'est surtout depuis dix ans que l'on a organisé des concours, des expositions, des commissions d'études et que l'on a institué des primes dans le but de développer l'électrification de l'agriculture. D'après de récentes enquêtes faites par l'Associazione Esercenti Imprese elettriche et par l'Unione delle Cattedre ambulanti di Agricoltura, il résulte que surtout à la suite des efforts des sociétés d'électricité, des initiatives intéressantes ont été prises en ces derniers temps, qui constituent une solide base pour l'avenir. En général, exception faite pour les terrains montagneux ou accidentés pour lesquels on a jugé impossible l'établissement de réseaux agricoles, on a admis partout la possibilité et l'utilité des applications électriques.

Presque toute la vallée du Po possède des installations électroagricoles tandis que dans le reste de l'Italie elles ne se trouvent qu'à l'état d'exception. Ceci vient du fait que les lignes électriques, très nombreuses dans le Nord, sont assez rares dans le Centre et dans le Sud. Les applications les plus importantes sont celles faites pour l'assainissement des terrains et l'irrigation, celles plus nombreuses pour le battage des blés, viennent ensuite celles pour le labourage, la dessication du riz, le pressage du fourrage, les applications aux fromageries et aux laiteries, le hachage des fourrages, les opérations des huileries, de l'œnologie, de la meunerie, des aciéries de bois.

Le programme de la Vénétie est très important. On y a exécuté des essais de labourage dans les grandes « bonifiche » de la région. Les 333 abonnés agricoles employant 10 444 kw et consommant environ 10 millions de kilowatts-heure par an mettent les sociétés vénitiennes au premier rang de celles qui ont exécuté le programme électroagricole. Parmi ces installations, on en compte 132 pour l'assainissement des terrains, 12 pour l'irrigation, 81 pour l'étouffage et la dessiccation des cocons, 36 pour le battage et 8 pour le labourage. Il en existe un grand nombre d'autres pour des fromageries, le pressage des raisins, la distillation, la préparation des fourrages, des graines, les fabriques d'engrais, etc.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — Décret approuvant et déclarant d'utilité publique la concession au département de la Savoie d'une ligne de transmission d'énergie de Venthon à Chambéry et approuvant la convention d'affermage de ladite ligne à la Société d'électrochimie, d'électrométallurgie et des Aciéries électriques d'Ugine. — Le « Journal officiel » du 19 avril 1924 publie, page 3632-3637, le décret en date du 14 avril 1924, approuvant la Convention en date du 8 février 1924, passée entre le ministre des Travaux publics, d'une part, et le département de la Savoie, représenté par M. Saint-Paul, vice-président du Conseil de Préfecture, agissant au nom et pour le compte du département au lieu et place du préfet, ainsi que le cahier des charges imposé pour la construction et l'exploitation, par le département de la Savoie, d'une ligne de transmission d'énergie électrique partant de l'usine de Venthon pour aboutir à Chambéry, par Myans, en suivant la vallée de l'Isère, et, éventuellement, d'un embranchement de cette ligne la quittant au pont Albertin, suivant l'Isère jusqu'au pont de Grésy et regagnant la ligne principale au pont de Montmélian en passant par la vallée du Coisin.

La ligne comportera, tout d'abord, trois câbles d'aluminium de 88,2 mm² de section, mais les supports seront prévus de façon à permettre l'installation ultérieure de trois nouveaux câbles ayant une puissance de transmission égale à celle des premiers et établis par le département ou avec son autorisation.

Le département concessionnaire aura d'ailleurs, la faculté d'adopter, en cours de travaux, sous réserve de l'accord du ministre des travaux publics, tout autre dispositif de sécurité et une puissance donnant des garanties normales de transmission équivalentes, cette puissance normale étant fixée forfaitairement à 7 000 kv-a pour trois conducteurs.

La ligne fonctionnera à la tension normale de 45 000 v entre conducteurs.

Il sera établi par le département, à Venthon, un poste de coupure qui pourra être réduit à un sectionneur aérien, et deux postes de transformation 45 000/10 000 v à Chambéry

et à Saint-Pierre-d'Albigny faisant partie de la présente concession et qui seront mis par le département à la disposition des usagers de la ligne concédée.

L'objet principal de l'entreprise est, en particulier, la transmission des réserves d'énergie instituées par l'article 10 de la loi du 16 octobre 1919 (§ 6 et 7), en provenance de toutes les usines concédées dans le département de la Savoie et raccordées à la ligne faisant l'objet de la présente concession et, en second lieu, celui de l'énergie électrique de toute catégorie provenant de la concession des chutes du bassin du Doron-de-Beaufort; ces différentes catégories d'énergie sont destinées à être utilisées :

1° Dans les services de transport en commun de toute espèce, quels que soient leur régime administratif et le mode d'intervention de l'État ou du département établi au moins partiellement dans le département de la Savoie;

2° Dans la ville de Chambéry et les communes limitrophes;

3° Dans les syndicats de communes de la région des Beauges et de la région du Coisin;

4° Dans toutes les autres communes ou tous autres syndicats de communes du département de la Savoie;

5° Et, d'une façon générale, dans les services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Venthon-Chambéry (département de la Savoie), en traversant les communes de Venthon-Albertville, Grignon, Monthion, Notre-Dame-des-Millières, Sainte-Hélène-des-Millières, Aiton, Chamousset, Bourgneuf, Châteauneuf, Saint-Pierre-d'Albigny, Saint-Jean-de-la-Porte, Cruet, Coise, Planaise, la Chavanne, Montmélian, Sainte-Hélène-du-Lac, Francin-les-Marches, Myans, Saint-Jeoire-Prieuré, Saint-Baldoph, la Ravoire, Barberaz, Chambéry (département de la Savoie).

L'intervention des usagers, autres que le département et la ville de Chambéry, est faite dans les conditions financières définies à l'article 5 du cahier des charges.

Le premier groupe de trois conducteurs établi par le département dès l'origine de la concession, sera réservé, par priorité, aux transmissions d'énergie de toute catégorie en provenance des chutes du bassin du Doron-de-Beaufort et ayant l'une des destinations susvisées, l'ordre de priorité suivant, au besoin, la classification définie ci-dessus.

Le second groupe de trois conducteurs sera établi, en principe, par le département, dès que le total des demandes de transmission présentées en conformité de la présente concession, en sus des 7 000 kV-A, destinés à emprunter le premier groupe de trois conducteurs, atteindra 1 000 kV-A. Le ministre des Travaux publics pourra, cependant, suivant la situation financière du département et le rendement du premier groupe de trois conducteurs, n'exiger la construction du second groupe qu'après présentation d'un total de demandes de transmission atteignant 2 000 kV-A en sus des 7 000 desservis par le premier groupe. Le ministre pourra, en outre, dans tous les cas et sur la demande du Conseil général, exiger des nouveaux usagers un concours financier applicable à l'exécution du second groupe de trois conducteurs, susceptible d'atteindre la moitié de la dépense totale correspondante.

En cas de difficulté dans l'application de l'alinéa précédent, il sera statué par le ministre des Travaux publics après avis du Comité d'Électricité.

Demandes de permission de voirie pour l'établissement de lignes de transmission et de lignes de distribution d'énergie aux services publics. — *Gard.* — La Société Sud-Électrique, dont le siège social est 94, rue Saint-Lazare, à Paris, a sollicité une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne de 380 m greffée sur l'artère Avignon-Villeneuve et destinée à l'alimentation en énergie de la Société des Carbonates français, à Angles.

Marne (Haute). — La Société Énergie électrique de Meuse et Marne a sollicité des permissions de voirie pour l'établissement, sur le territoire de la commune d'Eclaron (Haute-Marne) d'une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution d'énergie du Syndicat intercommunal du canton de Saint-Rémy en Bougemont (Marne).

Meurthe-et-Moselle. — M. Brandin, locataire du Moulin-Haut, à Montauville, a sollicité des permissions de voirie pour l'établissement d'une distribution publique d'énergie électrique dans les communes de Maidières et de Montauville.

Puy-de-Dôme. — M. le maire de Clermont-Ferrand a sollicité l'autorisation d'établir, entre cette ville et l'usine municipale située au Coin d'Arbat une ligne électrique aérienne à 20 000 v ayant pour objet de fournir l'énergie nécessaire pour élever les eaux de l'Allier destinées aux usages de ladite ville. Elle traverserait les communes de Clermont, Aulnat, Lempdes et Cournon, déjà éclairées par la Compagnie hydroélectrique d'Auvergne et emprunterait en partie les supports de la ligne Aulnat-Tallende exploitée par cette compagnie. Elle serait établie par cette dernière, mais resterait la propriété de la ville de Clermont-Ferrand.

Tarn. — La Société Gaz et Électricité de Gaillac a sollicité des permissions de voirie pour l'installation de deux lignes de transmission d'énergie à haute tension dont l'une traversera en souterrain le chemin de fer de Carmaux à Vindrac, aux lieu et place de la canalisation aérienne existante et l'autre desservira un groupe d'industriels de Graulhet.

Vendée. — La Société Fusion des Gaz a sollicité des permissions de voirie pour l'établissement d'une ligne de transmission d'énergie à basse tension entre le poste de la Rudelière et les Sables-d'Olonne, en vue de l'alimentation du casino des Pins, situé sur le territoire de cette dernière commune.

Électrification du réseau du Midi. — La Compagnie des Chemins de fer du Midi a obtenu l'autorisation de mettre en service, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, la ligne à 60 000 v construite entre Pau et Laruns, en vue de la fourniture de l'énergie aux sous-stations prévues le long de la voie ferrée, pour son électrification.

Concessions accordées pour l'établissement, soit de transmission d'énergie soit de lignes de distribution d'énergie aux services publics, soit de lignes de distribution publique d'énergie. — *Aveyron et Tarn.* — La Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille-Montagne, à Paris, 19, rue Richer, a obtenu la concession d'une ligne de transmission d'énergie électrique de Thuriès à Viviez.

Eure. — La Société normande d'Électricité, 25, rue de Courcelles, qui a obtenu de l'État la concession d'une distribution d'énergie électrique aux services publics a demandé l'autorisation d'étendre ladite distribution aux parcours compris entre Bernay et Thiberville dans le département de l'Eure.

Eure-et-Loir et Orne. — La Société du Gaz et d'Électricité de Nogent-le-Rotrou, 39, rue Gouverneur, à Nogent-le-Rotrou, a obtenu la concession d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique aux services publics s'étendant

sur le territoire des départements de l'Orne et d'Eure-et-Loir.

Meurthe-et-Moselle, Meuse et Moselle. — La Société électrique de la Sidérurgie lorraine, dont le siège social est à Paris, 5, rue Jules-Lefebvre, a obtenu la concession d'une ligne de transmission d'énergie sur les départements de Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et de la Moselle, cette concession a été déclarée d'utilité publique.

Nièvre et Saône-et-Loire. — M. Belleville, demeurant à Toulon-sur-Arroux, a obtenu la concession d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur le territoire des départements de la Nièvre et de Saône-et-Loire.

Puy-de-Dôme. — La Société l'Energie industrielle, dont le siège social est à Paris, 94, rue Saint-Lazare, a sollicité une concession de distribution d'énergie électrique aux services publics sur les territoires de Bort (Corrèze), Lanobre (Cantal), Cros, Bagnols, La Tour-d'Auvergne, Tauves et Saint-Sauves (Puy-de-Dôme).

Pyrénées (Basses). — La Société des Forces motrices de la vallée d'Aspe, dont le siège social est à Paris, 16, rue de la Pépinière, a obtenu la concession d'un réseau de transmission d'énergie électrique reliant les Forges d'Abel aux postes de transformation de Laruns et de Bayonne.

La Société des Forces motrices de la vallée d'Aspe a obtenu la concession des lignes de transmission d'énergie électrique entre les Forges d'Abel à Larun et les Forges d'Abel à Bayonne.

Vendée. — La Compagnie nouvelle d'Eclairage et de Chauffage par le Gaz, dont le siège social est à Bordeaux, 50 Cours Georges-Clemenceau, a sollicité la concession d'une distribution d'énergie aux services publics sur le parcours compris entre Mareuil-sur-Lay et La Roche-sur-Yon.

Métallurgie. — LA PRODUCTION SIDÉRURGIQUE FRANÇAISE EN AVRIL 1924. — D'après les statistiques du Comité des Forges, le nombre des hauts fourneaux à feu à la date du 1er mai 1924 était de 136, soit le même effectif qu'un mois auparavant. Le nombre des appareils prêts à fonctionner s'élevait à 39 et celui des appareils en construction ou en réparation à 45.

La production de fonte pendant le mois d'avril a atteint 651 323 t se décomposant comme il suit :

Fonte d'affinage...............	35 418 tonnes
de moulage............	139 750 id
Bessemer................	3 415 id
Thomas..................	458 514 id
Fontes spéciales...............	14 226 id

soit au total une augmentation de 16 759 t par rapport au mois précédent.

La production de l'acier accuse, par rapport au mois précédent, un très léger fléchissement de 5 431 t ; elle s'est élevée en avril à 567 485 t, dont 553 926 t de lingots et 13 559 t de moulages.

La part de la Lorraine désannexée est la suivante :

	Avril 1924.	Mars 1924.
Fonte..................	250 181	245 561
Acier..........	187 543	191 074

Pour la fonte, la production globale élaborée en France est la plus considérable qu'on ait enregistrée depuis l'armistice ; en ce qui concerne l'acier, le résultat d'avril ne se trouve dépassé que par celui du mois de mars dernier.

Economie industrielle et sociale. — FIN DU CONFLIT ENTRE PATRONS ET OUVRIERS EN NORVÈGE. — Le 27 mai dernier a pris fin le conflit qui, commencé il y a plus de six mois par la grève des ouvriers en métaux, s'était peu à peu étendu par suite de la déclaration de grèves de solidarité dans diverses autres industries et avait pris un caractère des plus aigus par le lock-out général décidé par les patrons dans la dernière semaine de février. Le conflit ayant été l'objet d'un arbitrage, les décisions de l'arbitre furent soumises à un referendum par la Confédération générale du Travail et le résultat de ce referendum, connu dans la nuit du 23 au 24 mai, fut que le travail reprendrait le 27 mai dans les conditions fixées par la sentence arbitrale, sauf toutefois pour les ouvriers des transports, l'arbitre n'ayant pu encore prendre de décision à leur égard.

Comme il arrive généralement en pareil cas, la sentence arbitrale est un compromis entre les revendications ouvrières et les objections qui leur sont opposées par les patrons. Elle est parvenue à résoudre le grand conflit social qui, depuis février tout au moins, paralysait la vie économique de la Norvège, mais elle n'a pas résolu toutes les difficultés. D'abord la grève des transports subsiste et cela reste inquiétant pour la reprise de la vie normale. D'autre part, le referendum n'a donné que 10 672 voix en faveur de la reprise du travail contre 8 174 et alors que 25 000 ouvriers se sont abstenus de prendre part au vote ; ces derniers appartiennent pour la plupart à des organisations communistes, soutenues par les soviets russes qui continuent à faire une vive propagande pour la continuation de la grève dans la métallurgie.

FIN DE LA GRÈVE DES MINEURS DE LA RUHR. — Après un mois de grève, ouvriers et patrons ont fini par s'incliner devant un arrêt d'arbitrage rendu le 27 mai et déclaré obligatoire le 29 mai. Les ouvriers y gagnent une augmentation de salaires de 5 pour 100, s'ajoutant à celle de 15 pour 100 consentie par un arrêt antérieur, celui du 23 avril ; par contre, la durée du travail journalier est augmentée, car, bien qu'elle reste, en principe, de sept heures au fond et de huit heures au jour, elle devient, en pratique, de huit heures au fond et de neuf ou dix heures au jour sans indemnité spéciale.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — ROYER, GRINDELL-MATTHEWS ET Cie. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 9 juin 1924, p. 479, cette société, en formation, dont le siège social est à Lyon, 8, quai des Etroits, a pour objet l'exploitation en France et en tous pays des inventions relatives aux phénomènes, maintenant perceptibles, de la haute fréquence électrique et lumineuse ; l'application de ces nouvelles découvertes, sous toutes leurs formes commerciales, industrielles et financières, notamment sous forme de négociations de brevets, licences sous-licences, par voie de cessions ou de constitutions de sociétés, ou sous toute autre forme, et, généralement, sans que cette énonciation soit limitative, toutes opérations commerciales, industrielles, financières, mobilières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à l'objet ci-dessus. La durée est de cinquante années à compter du jour de sa constitution définitive.

Le capital social est de 3 millions de francs, divisé en

30000 actions de 100 fr chacune, toutes à souscrire en espèces et à libérer entièrement à la souscription.

Le fondateur apporte à la société la propriété intégrale des procédés dont MM. Royer et Grindel-Matthews sont les inventeurs et représentée par divers brevets pris et à prendre; le droit de prise de tous autres brevets pour lesdits procédés et appareils et à tous perfectionnements aux procédés sous la dépendance directe ou indirecte des brevets apportés rentrant dans l'objet de la société; le résultat des études, travaux, expériences, concours obtenus, pourparlers en cours, ainsi que le droit à l'occupation de certains locaux à usage de laboratoires, ateliers et bureaux.

Il est attribué au fondateur, en rémunération de ces apports :

1° Une somme forfaitaire de 800000 fr en espèces, représentant les installations et le matériel de laboratoire et d'expériences, ainsi que tous appareils construits;

2° Dix mille parts bénéficiaires, sans valeur nominale, donnant droit à 30 pour 100 des bénéfices, à charge par le fondateur de rémunérer les autres apporteurs.

Augmentations de capital. — Société anonyme l'Aster. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 9 juin 1924, p. 484, cette société, dont le siège social est à Paris, 66, rue de la Chaussée-d'Antin, va procéder à l'émission de 8000 actions nouvelles de 500 fr chacune portant ainsi le capital de la société, de 8 à 12 millions de francs.

Électricité de Strasbourg. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 9 juin 1924, p. 476, cette société, dont le siège social est à Strasbourg, 1, rue du 22 novembre, va porter son capital à 35 millions de francs, par l'émission de 8000 actions nouvelles, entièrement libérées, de 1250 fr chacune.

Ces 8000 actions nouvelles seront offertes au public de la façon suivante :

a) A titre irréductible : aux anciens actionnaires, à raison de deux actions nouvelles pour cinq anciennes, au taux de 125 pour 100, c'est-à-dire à 1562,50 fr payables :

A la souscription : le quart du montant nominal de l'action, plus la prime, soit 625 fr.

Au 30 septembre 1924 : le solde du montant nominal, soit 937,50 fr;

b) A titre réductible : à toute personne, même non actionnaire, dans la mesure où il restera des titres non absorbés à titre irréductible, au taux de 140 pour 100, c'est-à-dire à 1750 fr, payables :

A la souscription, le quart du montant nominal de l'action plus la prime, soit 812,50 fr;

Au 30 septembre 1924 : le solde, soit 937,50 fr.

Société électrique d'Airvault. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 9 juin 1924, p. 487, cette société, dont le siège social est à Airvault (Deux-Sèvres), va procéder à l'émission de 120 obligations d'une valeur nominale de 500 fr, chacune rapportant un intérêt annuel de 32,50 fr net de l'impôt sur le revenu, payable le 1er janvier.

Ces obligations seront amorties dans un délai de 15 ans à compter du 1er janvier 1928, soit au pair par tirages au sort, soit par rachat en Bourse ou de toute autre façon.

La société se réserve le droit de remboursement par anticipation à compter du 1er janvier 1925.

Compagnie du Gaz et d'Électricité du Limousin. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 9 juin 1924, p. 477, cette société, dont le siège social est à Paris, 12, rue d'Aguesseau, va procéder à l'émission de 2400 actions de priorité de 100 fr chacune, en vue de l'augmentation de capital de 240000 fr autorisé par l'assemblée générale extraordinaire du 16 juin 1924.

Société d'Électricité de Guebwiller et environs. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 2 juin 1924, p. 449, cette société, dont le siège social est à Guebwiller (Haut-Rhin) 2, rue de l'Électricité, va procéder à l'émission de 10000 actions de 500 fr chacune, à souscrire en numéraire. Le capital de la société sera ainsi porté de 5 millions de francs à 10 millions de francs.

Société hydroélectrique de la Cère. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 2 juin 1924, p. 461, cette société, dont le siège social est à Paris, 79, rue de Monceau, va procéder à l'émission de 40000 obligations de 500 fr chacune, rapportant un intérêt annuel de 7 pour 100 net d'impôts présents et futurs, sauf la taxe de transmission. Ces obligations seront amorties au pair en 30 années à partir du 31 mai 1929.

Il sera formé une société civile des porteurs de ces obligations.

Société de Purification industrielle des Gaz. — L'assemblée générale extraordinaire de cette société, tenue le 21 mai 1924 au siège social, 48, rue Saint-Lazare, à Paris, a ratifié la récente augmentation de capital, le portant de 440000 fr à 750000 fr.

Divers. — Société parisienne électrique. — Les comptes de l'exercice 1923 font ressortir un bénéfice net de 3940239 fr contre 3604760 fr en 1922. Le conseil proposera la distribution d'un dividende de 16 fr par action et par part au lieu de 15 fr et 13,33 fr respectivement.

Au bilan, on remarque à l'actif : immobilisations, 3216000 fr; portefeuille, 43979822 fr; participations, 3936445 fr; comptes d'ordre, 2471775 fr.

Au passif : créditeurs divers, 8834835 fr; réserve légale, 1929911 fr; provisions pour créances sur affaires en Russie 1907130 fr; comptes d'ordre, 2471775 fr.

Ateliers de Constructions électriques de Delle. — L'assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 28, boulevard de Strasbourg, tenue le 28 mai 1924, a approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923, dont le solde bénéficiaire s'élève, après amortissements, à 1 046 061 fr, en légère progression sur l'exercice antérieur.

Le dividende a été fixé à 60 fr par action entièrement libérée et à 37,50 fr par action libérée du quart.

Le bilan, après répartition, se présente comme il suit :

Actif : immobilisations, 7 499 786,90 fr; marchandises, 6 001 996,24 fr, caisse, banques, 7 517 905,30 fr; actif réalisable, 7 074 861,29; comptes d'ordre, 70 000 fr.

Passif : capital social, 6 millions de francs; réserves et amortissements, 5 090 000 fr; obligations, 6 millions de francs; exigibilités et provisions, 10 112 620,47 fr; comptes d'ordre, 70 000 fr; report à nouveau, 951 929,26 fr.

Société des Forces motrices de la Vienne. — L'Assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 16, rue de la Pépinière, tenue le 17 mai 1924 sous la présidence de M. Ernest de Marchena, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de

1 379 093,44 fr. Elle a fixé le dividende à 20 fr par action privilégiée entièrement libérée (actions 2 401 à 36 000), à 12,50 fr par action privilégiée libérée de moitié au 1er janvier 1923 (actions 40 001 à 50 000), à 9,06 fr par action privilégiée libérée de moitié au 1er décembre 1923 (actions 50 001 à 60 000), à 20 fr par action ordinaire (actions 1 à 2 400 et 36 001 à 40 000) et à 41,666 fr par part de fondateur.

Au cours de cet exercice, le fonctionnement de l'ensemble des installations sociales s'est montré très régulier. La consommation d'énergie des réseaux a marqué un sensible progrès, surtout durant les derniers mois de l'exercice.

La production mensuelle des usines a passé de 1 million 686 000 kw-h en janvier 1923 à 3 026 000 kw-h en décembre de la même année.

En raison de l'importance des travaux que la société aura à exécuter dans l'avenir pour le développement de ses moyens de production et de transmission, celle-ci a été amenée à procéder à la constitution d'une filiale, sous le nom de Société auxiliaire d'Entreprises électriques et de Travaux publics, qui sera chargée de l'exécution des travaux. Cet organisme est constitué, au point de vue technique, par la réunion des services d'études et de travaux de la société et de ceux d'une société amie similaire. Au point de vue financier, cette société est l'émanation des deux sociétés dont il s'agit, qui détiennent plus des 9/10e de son capital et en ont le contrôle absolu.

Au cours de l'exercice écoulé a été construite et mise en service la ligne de l'Isle-Jourdain à Lussac-les-Châteaux et à Montmorillon, et a été mis en train l'établissement de la ligne de Saintes à Burie, cette dernière destinée à l'alimentation de la région de Cognac et de Jarnac, alimentation qui va être commencée incessamment.

A l'usine de l'Isle-Jourdain, la société a terminé l'installation d'une quatrième unité, dont l'appoint a été précieux à l'entrée de l'hiver. En aval de cette usine, la société poursuit les travaux d'aménagement de celle de Chardes.

A l'usine de Saintes, l'installation a été complétée d'un troisième groupe électrogène Diesel dont l'entrée en service a été de la plus grande utilité pendant le dernier été.

L'extension de la consommation amenant la société à renforcer ses moyens thermiques pour la prochaine saison des basses eaux, elle a passé commande pour l'usine de Tonnay-Charente d'un second groupe Diesel de 1 500 ch.

Le raccordement avec l'usine de Faymoreau, appartenant à la Société d'Energie électrique de l'Ouest de la France, a été réalisé au mois de novembre dernier.

En prévision de l'extension de ses réseaux et du développement de la clientèle, la société a commencé, dès l'année 1920, l'étude de nouveaux aménagements hydrauliques sur le cours supérieur de la Vienne, en amont d'Eymoutiers. Ces aménagements doivent comporter la création dans les hautes vallées, de réservoirs d'emmagasinement importants.

Une assemblée extraordinaire qui a suivi l'assemblée ordinaire, a régularisé la dernière augmentation du capital social de 7 millions de francs par l'émission à 300 fr. de 28 000 actions du nominal de 250 fr. Le capital se trouve ainsi porté à 22 millions de francs.

Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. — L'assemblée générale annuelle tenue le 15 mai 1924 à Lyon, sous la présidence de M. Raclet, président du conseil, a approuvé le bilan de l'exercice 1923, qui est le suivant :

Actif : Compte de premier établissement, concession, 56 109 878,51 fr ; domaine privé, 16 423 065,44 fr ; compte spécial, 8 400 952,52 fr ; matériel, mobilier et outillage, 263 17,10 fr ; magasin, moteurs, compteurs, charbons, etc., 2 215 571,10 fr ; recettes en recouvrement, abonnés, 3 911 556,15 fr ; avances à l'enregistrement, 109 115,99 fr ; portefeuille, 7 217 635 fr ; caisses et banques, 11 660 854,17 fr ; avances sur travaux et fournitures, 2 066 128 fr.

Passif : Capital actions, 40 millions de francs ; obligations, 24 999 770 fr ; réserve légale, 3 000 661,71 fr ; coupons restant à payer, 1 026 463,14 fr ; intérêts courus sur obligations, 236 270 fr ; fournisseurs, comptes ordinaires et retenues de garantie, 6 763 875,06 fr ; amortissement sur compte spécial de premier établissement, 8 400 952,52 fr ; amortissement sur compte de la concession, 2 450 000 fr ; provision pour risques exceptionnels, 2 681 087,75 fr ; provision pour renouvellement de matériel et entretien, 4 133 601,33 fr ; fonds d'amortissement des actions, 367 000 fr ; primes d'émission, 4 656 000 fr ; profits et pertes, reliquat des exercices antérieurs, 548 975,73 fr ; bénéfices nets de l'exercice 1923, 7 406 416,74 fr ; domaine privé, 1 450 000 fr. Le bilan se totalise par 108 111 073,98 fr.

Toutes les résolutions présentées par le conseil ont été adoptées à l'unanimité, notamment la répartition d'un dividende brut de 35 fr pour les actions et 93,333 fr pour les parts payable par moitié le 15 juin et le 15 décembre. L'assemblée a ratifié la garantie donnée par la société à la dernière émission d'obligations de la société de la Haute-Isère.

Le rapport signale que l'achèvement de l'usine de Viclaire dans la Haute-Isère a été poussé activement. Les installations hydrauliques de l'usine viennent d'être mises en charge, les turbines ont déjà tourné à leur vitesse normale. Il reste à terminer l'installation de l'appareillage du poste qui élève la tension à 120 000 v ; le matériel est en voie de livraison.

La construction de la ligne de transmission d'énergie qui a été forcément interrompue pendant l'hiver, se poursuit avec la plus grande activité.

Compagnie Radio-France. — L'assemblée ordinaire des actionnaires, tenue le 27 mai 1924 au siège, à Paris, 79, boulevard Haussmann, sous la présidence de M. Jules Cambon, président du conseil d'administration, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, présentant un bénéfice brut de 2 000 908 605,98 fr. Après déduction des frais généraux et prélèvement d'une somme de 2 000 000 fr comme provision pour renouvellement de matériel et amortissements divers, le solde bénéficiaire ressort à 679 401,72 fr. Il a été reporté à nouveau.

Au cours de l'exercice 1923, la mise au point des installations sociales a été achevée. Ces installations étaient terminées avant le 11 janvier 1923, terme fixé par la convention du 29 octobre 1920, passée avec l'Etat.

Le rendement de la première liaison transocéanique inaugurée le 7 août 1922 avec les Etats-Unis d'Amérique, est très satisfaisant. L'augmentation du trafic a été, en effet, pour les derniers mois de l'année 1923, d'environ 200 pour 100 par rapport aux premiers mois du même exercice, sans que se soient élevées de difficultés pour l'écoulement rapide de ce trafic.

Une liaison unilatérale avec la République Argentine a été assurée en 1923 pour la presse et, le 27 janvier 1924, la liaison a été ouverte dans les deux sens aux télégrammes différés. Dans le courant de la présente année, le service pourra être définitivement assuré dans les deux sens de façon régulière pour toutes les catégories de télégrammes.

Une grande station est actuellement en cours de construction près de Rio de Janeiro, en vue de liaisons radio-électriques directes entre le Brésil et l'Europe. La compa-

gnie a pu se réserver l'avantage d'un contrat de trafic avec cette station dont l'achèvement est prévu pour le début de l'année 1925.

En ce qui concerne la liaison avec Beyrouth, ouverte le 5 décembre 1922, l'augmentation de trafic a été considérable au cours de l'année 1923.

Le centre de Sainte-Assise procède enfin, à l'heure actuelle, à des essais de liaison avec la Chine et avec le Japon. Les résultats obtenus permettent d'espérer que des communications régulières et rapides pourront être assurées dès que ces deux pays posséderont eux-mêmes des stations d'une puissance et d'un rendement comparables à nos propres installations.

De leur côté, les liaisons continentales, avec Londres, Madrid, Prague, Bucarest, se développent dans les conditions les plus favorables.

De nouvelles liaisons européennes ont été établies en 1924 : le 16 janvier avec Christiania; le 20 mars avec Barcelone.

A Milan, Vienne, Rome et Belgrade, des stations radioélectriques correspondront également avec Sainte-Assise.

Compagnie Radio-Maritime. — Les actionnaires, réunis le 22 mai en assemblée ordinaire, au siège à Paris, 79, boulevard Haussmann, ont approuvé les comptes de l'exercice 1923, présentant, après amortissements, un solde créditeur de 1 439 908,30 fr.

La répartition suivante a été votée par l'assemblée : réserve légale, 71 991,05 fr; tantièmes au conseil, 100 073 fr; 5 pour 100 d'intérêt au capital, 350 000 fr, et 13 pour 100 de dividende supplémentaire, 910 000 fr. Le reliquat disponible, soit 8 834,25 fr, a été reporté à nouveau.

Chemin de fer métropolitain de Paris. — L'assemblée ordinaire des actionnaires, tenue le 30 mai 1924 sous la présidence de M. Postel-Vinay, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 12 176 408,08 fr, qui a été réparti comme il suit : réserve légale, 518 819,58 fr; amortissement de 4 740 actions, 1 185 000 fr; tantièmes au conseil et à la direction, 696 558,28 fr; fonds de prévoyance, 1 million de francs; dividende, 31 fr par action, 8 785 725 fr; solde reporté à nouveau, 34 487,56 fr.

La longueur commerciale du réseau en exploitation, qui était au début de l'année, de 84,402 km, atteignait 91,960 km au 31 décembre. Le nombre des trains mis chaque jour en circulation est passé, comme moyenne de l'année, de 197 trains en 1922 à 208 trains en 1923 et le total des kilomètres-voitures de l'année entière, de 80 864 688 en 1922 à 83 millions 440 441 en 1923.

La dépense d'énergie électrique qui, en raison d'une baisse du prix du charbon, était descendue en 1922 à 31 600 000 fr, est remontée, par suite de l'augmentation de la consommation et d'une reprise de la hausse, à 41 300 000 fr. Un nouveau contrat passé entre la compagnie, la Ville de Paris et les fournisseurs et actuellement soumis, pour le décret d'approbation, au ministre des Travaux publics, doit diminuer notablement, dans l'avenir, le prix de revient, avec ristourne partielle s'appliquant rétroactivement aux fournitures de 1923. Les autres dépenses ont peu varié et il y a eu un total de dépenses d'exploitation de 124 183 713,80 fr, contre 108 435 764,39 fr en 1922.

Les recettes d'exploitation (recettes-voyageurs et produits divers) ont atteint 164 035 230,27 fr, contre 157 345 964,24 fr en 1922.

Le nombre des billets délivrés, qui était déjà, l'année d'avant, en progrès notable, a marqué une avance nouvelle : 468 845 616 billets, contre 451 801 047 en 1922.

BREVETS RÉCENTS

27 391-536 338. — Société française Radio-Électrique; 3e cert. d'add. au brevet pris, le 23 juin 1920, pour limitation de l'amplitude des oscillations dans les récepteurs de télégraphie sans fil, 21 décembre 1922.

27 393 539 731. — Société dite : La Métallurgique électrique; 5e cert. d'add. au brevet pris, le 20 octobre 1920, pour interrupteur pour haute tension, 22 décembre 1922.

27 398 557 114. — Bethenod (J.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 2 février 1922, pour perfectionnements aux systèmes de transmission électrique de signaux et analogues au moyen de courants de fréquence élevée le long des lignes de transmission d'énergie, 16 janvier 1923.

27 404 555 960. — Société anonyme dite : Compagnie générale d'Électricité; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 12 septembre 1922, pour dispositif de sécurité pour la protection des installations à faible intensité, 3 février 1923.

27 405 557 899. — Holweck (F.); 2e cert. d'add. au brevet pris, le 27 octobre 1922, pour perfectionnements aux appareils thermoioniques, 7 février 1923.

27 414 535 632. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 4e cert. d'add. au brevet pris, le 18 mai 1921, pour perfectionnements aux éléments électriques de chauffage et à leurs procédés de fabrication, 7 février 1923.

27 417 554 666. — Société Scintilla; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 2 août 1922, pour moteur électrique de démarrage, 13 février 1923.

572 103. — Bettier (H.-M.); Perfectionnements aux essieux de voitures routières à traction électrique, 20 octobre 1923.

572 105. — Andersen (F.); Séparateur pour les accumulateurs électriques, 20 octobre 1923.

572 121. — Société dite : Compagnie Électro-Mécanique; Régulateur automatique d'excitation pour machines synchrones et similaires, 22 octobre 1923.

572 123. — Société anonyme dite : Société française Gardy; Cartouche avec contacts coniques flexibles pour coupe-circuit, 22 octobre 1923.

572 128. — Dubilier (W.); Appareil pour engendrer des courants alternatifs, 22 octobre 1923.

572 136. — Mc Beais (J.); Perfectionnements dans les appareils électriques pour la production de l'ozone, 22 octobre 1923.

572 143. — Guyon (P.-M.-A.); Dispositif de moteur utilisant la puissance des courants atmosphériques, 22 octobre 1923.

572 161. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Handelmaatschappij Cablon (Cablon Corporation); Câble électrique à plusieurs conducteurs, 23 octobre 1923.

572 170. — Williams (L.-G.); Perfectionnements aux lampes pour phares conducteurs de véhicules et appareils d'éclairage analogues, 23 octobre 1923.

572 171. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation, 23 octobre 1923.

572 172. — Société dite : Legendre frères; Perfectionnements aux couples démarreurs automatiques pour moteurs asynchrones, 23 octobre 1923.

572 191. — Société dite : Compagnie Électro-Mécanique; Machine dynamo-électrique fermée avec refroidissement par double circulation à contre-courant, 24 octobre 1923.

572 193. — Société anonyme : Hasler, anciennement L'Atelier des Télégraphes de G. Hasler; Dispositif pour le contrôle de machines et appareils réglables par voie électrique, 20 octobre 1923.

572 204. — Boselli (A.); Turbine à explosion, 24 octobre 1923.

572 207. — Société anonyme de Lampyris; Dispositif de commande

mécanique automatique d'interrupteurs automatiques horaires, 24 octobre 1923.

572 211. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 24 octobre 1923.

572 214. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philip's, Gloeilampenfabrieken; Perfectionnements apportés aux dispositifs pour le refroidissement des électrodes des tubes à rayons X, 24 octobre 1923.

572 230. — Lilley (D.-G.); Perfectionnements dans les mécanismes servant à capter l'énergie des vagues de la mer, 25 octobre 1924.

572 237. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Relais électromagnétiques, 25 octobre 1923.

572 235. — Société dite : Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini; Perfectionnements dans les interrupteurs élétriques à huile, 25 octobre 1923.

572 230. — Société dite : Westinghouse Electric and Manufacturing Co; Perfectionnements aux appareils électriques de mesure, 25 octobre 1923.

572 245. — Société dite : The Relay Automatic Telephone Cy Ltd; Perfectionnements à la téléphonie automatique, 25 octobre 1923.

572 248. — Renault (L.), Perfectionnements aux lampes de phares, 25 octobre 1923.

572 268. — Boscato (V.), Diano Marina (P.-M.); Perfectionnements dans les dispositifs de mise en marche de l'allumage des moteurs à explosion, 22 juillet 1921.

572 272. — Zeiler (M.); Lampe électrique de poche, 26 janvier 1923.

572 280. — Day (A. V.-T.); Mode de communication par signaux et de commande au moyen d'ondes porteuses, 28 août 1923.

572 292. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Équipements de commande pour sous stations automatiques, 1er septembre 1923.

572 293. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; Haut-parleur, 1er septembre 1923.

572 307. — Achard-Picard (S.); Suspension extensible stable pour lampes électriques et tous autres appareils, 20 septembre 1923.

572 318. — Société dite : The Relay Automatic Telephone C° Ltd; Perfectionnements aux systèmes de communications téléphoniques automatiques ou semi-automatiques, 4 octobre 1923.

572 340. — Firme : Fritz Cartens et Cie; Augmentation de l'effet utile dans les aimants de levage, les moteurs électriques et les transformateurs débitant du travail 13 octobre 1923.

572 345. — Boullier (C.); Commande de magnéto oscillante, 19 octobre 1923.

572 347. — Luscia (F.), Bellegrand (D.); Augmentation de l'effet utile dans les aimants de levage, les moteurs électriques et les transformateurs, 13 octobre 1923.

572 395. — Jammet (L.-L.-J.); Système de radiotélégraphie secrète, 27 octobre 1923.

572 402. — Van Kerckhoven (O.-E.); Appareillage de transmission électrique de puissance, 27 octobre 1923.

572 414. — Battistoni (R.); Nouveau procédé de régénération du carbonate de baryte au four électrique en cycle clos, 29 octobre 1923.

572 421. — Beaumatin (E.); Produit pour la confection d'objets divers par moulage, 29 octobre 1923.

572 431. — Hennequin (L.-A.); Dispositif de contact périodique pour réclames lumineuses, horloges électriques et autres applications, 29 octobre 1923.

572 438. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Entrée étanche au vide pour électrodes pénétrant dans les récipients métalliques, 30 octobre 1923.

572 439. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Interrupteur pour fortes intensités de courant momentanées, 30 octobre 1923.

572 440. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Anode pour appareils à décharge dans le vide, notamment pour redresseurs à vapeur de mercure, 30 octobre 1923.

572 445. — Société Landis et Gyr S. A.; Disposition d'indicateurs de maximum, notamment pour compteurs d'électricité, 30 octobre 1923.

572 446. — Albert (M.-A.); Bougie d'allumage, 30 octobre 1923.

572 452. — Pfiffner (E.); Coupe-circuit de surtension, 30 octobre 1923.

572 453. — Pfiffner (E.); Conducteur de surtension pour tensions élevées de régime, 30 octobre 1923.

572 454. — Société dite : Dispersoid Syndicate Ltd; Procédé de préparation de solutions colloïdales à teneur d'électrolytes à l'état de suspensions ou d'émulsions, 30 octobre 1923.

572 459. — Société dite : Westinghouse Electric et Manufacturing Cy; Perfectionnements aux moteurs électriques à courant alternatif, 30 octobre 1923.

572 460. — Société dite : Établissements Ragonot; Génératrice à courant continu pour téléphonie et usages analogues, 30 octobre 1923.

572 463. — Courmettes (A.-J.); Perfectionnements aux douilles à baïonnette pour lampes électriques à incandescence, 30 octobre 1923.

572 483. — Antom (A.); Système de protection contre les effets nuisibles de l'électricité atmosphérique, 31 octobre 1923.

572 484. — Mme Engel, née A. Bormann; Dispositif de fixation pour fiche de prise de courant dans les canalisations électriques, 31 octobre 1923.

572 487. — Société dite : Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz; Perfectionnements aux compteurs ou appareils de mesures d'induction, 31 octobre 1923.

572 496. — Société : La Traction électrique rationnelle; Perfectionnements aux moteurs électriques de traction ou remplissant une fonction analogue, 31 octobre 1923.

572 499. — Ribaud (G.-M.); Éclateur pour installations à induction à haute fréquence, 31 octobre 1923.

572 502. — Société dite : Mills Novelty Cy; Perfectionnements aux soupapes thermo-électriques, 31 octobre 1923.

572 505. — Rottelеur (M.-J.-C.); Magnéto d'allumage pour moteurs à explosions, 31 octobre 1923.

574 514. — Robinson (Y.).; Perfectionnements aux tubes à vide et leurs similaires, 18 octobre 1923.

572 516. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux systèmes télégraphiques transocéaniques, 19 octobre 1923.

572 354. — Blum (H.), Rimartchock (S.); Conducteur électrique et son procédé de fabrication, 27 octobre 1923.

572 561. — Société dite : Compagnie générale d'Électricité; Fermeture pour bacs d'accumulateurs au plomb, 24 août 1923.

572 581. — Société Radia, Société anonyme de Constructions d'Appareils radioélectriques; Perfectionnements aux appareils de télégraphie sans fil, 13 octobre 1923.

572 593. — De Kando (K.); Dispositif commutateur de pôles pour moteurs à indication à courant alternatif polyphasé et enroulement pour la réalisation de ce dispositif, 1er mars 1922.

572 606. — Piganiol (P.-M.-A.); Vérificateur d'allumage pour moteurs polycylindriques allumés par courant électrique, 31 octobre 1923.

572 618. — Rudier (L.); Conducteur pour courants à haute fréquence, 3 novembre 1923.

572 619. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 3 novembre 1923.

572 620. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux modes et appareils de signalisation, 3 novembre 1923.

572 633. — Ekstrom (P.); Dispositif de démarrage et de réglage de la vitesse de machines de courant alternatif, 3 novembre 1923.

572 642. — Société dite : Compagnie Électro-Mécanique; Support-chevalet pour lignes électriques, 5 novembre 1923.

572 643. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Étage de vitesse à faible effet de réaction pour turbines à vapeur, 5 novembre 1923.

572 657. — Société dite : Ateliers de Constructions électriques de Lyon et du Dauphiné; Borne haute tension à prises multiples pour transformations, pouvant fonctionner à l'extérieur, 5 novembre 1923.

572 663. — Constantin (L.); Production économique et accumulation d'énergie au moyen de turbines aériennes, de génératrices électriques et de chaudières électriques conjuguées, 5 novembre 1923.

572 664. — Seive (R.); Appareil servant à mesurer la densité des liquides tels qu'essence et électrolyte d'accumulateurs, etc., 5 novembre 1923.

572 670. — Société anonyme des Établissements B. R. C.; Perfectionnements aux douilles à baïonnette pour lampes électriques à incandescence, 5 novembre 1923.

572 672. — Marboz (G.); Moteur asynchrone synchronisé, 6 novembre 1923.

27 428/546 005. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston; 2e cert. d'add. au brevet pris, le 29 octobre 1921, pour perfectionnements apportés aux contacteurs électromagnétiques, 17 février 1923.

27 445/557 579. — Société anonyme des Établissements industriels D. Soulé; 4e cert. d'add. au brevet pris, le 18 octobre 1922, pour bouchon de prise de courant, 27 février 1923.

27 449/560 702. — Société anonyme pour l'Équipement électrique des Véhicules; 1er cert. d'add. au brevet pris, le 5 janvier 1923, pour perfectionnements aux avertisseurs électriques, 28 février 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française de Physique :

Vendredi 20 juin 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes.

I. *Étude des spectres d'absorption infra-rouges des composés organiques* (projections), par M. J. Lecomte;

II. *Sur les procédés de chiffrage de l'évolution des caoutchoucs*, par MM. Jean Villey et Pierre Vernotte;

III. *Spectres du lithium*, par M. Max Morand.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

Les renseignements concernant l'Index économique n'ayant pu être réunis en raison des fêtes de la Pentecôte, la publication des cours sera reprise dans le prochain numéro.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	7 juin	31 mai	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris..	950	950	710	650	275
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre..........					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre..........					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen.........	608	601	555,75	372	170,25
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen..........	608	601	555,75	372	170,25
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen..........	601	595	550,50	365	170,25
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre..........					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris..........	1 996	1 880	1 550	810	380
Etain Billiton, liv. Havre..........					
Etain Détroits, liv. Havre..........	1 996	1 889	1 529	825	367,50
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris..........	1 974	1 868	1 504	804	362
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen.	305	284	213	142	56,75
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris.........	311	289	218	150	57,25
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris..........	293,50	283,50	241,50	151	58,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris..........	322	310	260,50	168	58,50

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

L'industrie du pétrole en Roumanie pendant l'année 1923. — L'industrie du pétrole est une question qui, à l'heure actuelle, préoccupe à juste titre les diverses nations européennes. Voici, au sujet de la production roumaine quelques renseignements que nous extrayons du « Bulletin quotidien » du 13 juin 1924, publié par la Société d'Etudes et d'Informations économiques.

L'année 1923 a été, pour la Roumanie, une année des plus favorables. Certes, la production n'a pas progressé dans les mêmes proportions qu'aux Etats-Unis. Cependant, elle est en augmentation marquée. La production totale d'huile brute s'est élevée à 1 500 000 t en chiffres ronds, au lieu de 1 368 928 t en 1922, soit une augmentation de 10 pour 100. Il y a en Roumanie 1 200 puits de pétrole en activité, ce qui donne une production moyenne par puits de 1 250 t. Les frais d'exploitation sont donc relativement plus faibles que dans les autres pays, surtout si l'on tient compte du fait que le pétrole ne se trouve pas à de grandes profondeurs. C'est là ce qui explique l'intérêt que prennent les capitaux étrangers aux entreprises roumaines.

En 1923, ont été créées 17 nouvelles sociétés pétrolières, avec un capital total de 125 millions de lei, sans compter celles qui sont constituées à l'étranger, notamment à Londres. Elles ont pour objet soit la production, soit le commerce des produits du pétrole. Le capital de fondation de ces entreprises étrangères atteint 2 000 000 de livres sterling. En outre, de nombreuses sociétés anciennes ont augmenté leur capital. Les capitaux ainsi accrus ont été portés de 1 972 millions de lei à 4 347 millions de lei, soit une progression de 130 pour 100.

A la fin de 1923, les capitaux investis dans l'industrie du pétrole atteignaient 7 milliards de lei.

Les progrès réalisés qui seraient encore plus sensibles si l'on adoptait des méthodes plus modernes d'exploitation, apparaissent dans le tableau suivant :

1913	1 885 000 tonnes
1919	920 437 id
1920	1 034 048 id
1921	1 163 780 id
1922	1 368 929 id
1923	1 500 000 id

En 1923, 72 raffineries en activité ont distillé 1 300 000 t de pétrole, soit 18 000 t en moyenne par raffinerie ; chiffre très bas, si on le compare à celui des raffineries américaines (200 000 t). Ce taux médiocre n'a pas été sans influence sur les prix de revient et sur la capacité de concurrence de l'industrie roumaine sur les marchés étrangers.

La consommation intérieure a considérablement augmenté, en raison de l'industrialisation progressive du pays. Par rapport à 1914, elle s'est accrue dans la proportion de 250 pour 100 pour l'essence et de 130 pour 100 pour le pétrole.

Les exportations ont diminué, en raison de la concurrence américaine, dans la proportion de 11 pour 100, soit 430 226 t en 1922 et 384 162 t en 1923. C'est la première fois depuis la guerre qu'une semblable régression se produit. Par pays, les exportations, en tonnes, se répartissent de la façon suivante :

	Essence.	Pétrole.	Huile à gaz.	Huile lourde.	Total.
Autriche	25 657	25 383	1 901	941	53 852
Egypte	3 643	41 432	151	77	45 303
Amérique	120	150			270
Belgique	9 400	1 193	1	174	10 768
Bulgarie	2 889	9 799	4 450	3 115	20 253
Allemagne	28 154	3 063		468	32 225
Angleterre	4 013	29 623	9		33 645
France	14 745	5 830		15	20 590
Grèce	4 473	7 133	2 184	455	14 245
Hollande	5 154		5		5 159
Italie	20 978	11 818	2 845	520	36 161
Iougoslavie	5 154	9 845	8 741	5 239	29 339
Pologne	10				10
Tchécoslovaquie ..	4 405	3 312	464	7	8 188
Turquie	5 544	22 487	2 325	643	31 009
Hongrie	10 175	21 114	5 980	3 398	40 658
Autres pays	58	151	900		1 401

Il est à remarquer que la Tchécoslovaquie n'a importé de Roumanie que 8 188 t de produits de pétrole, tandis qu'elle en a demandé 102 060 à la Pologne.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — DEMANDES DE CONCESSIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT SOIT DE LIGNES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS, SOIT DE LIGNES DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ÉNERGIE. — *Savoie et Isère.* — La Société Savoie et Dauphiné, et la Société électrométallurgique de Saint-

Bérons ont solidairement demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions, une distribution d'énergie aux services publics entre Saint-Bérons et Saint-Laurent du Pont, en empruntant le territoire des départements de la Savoie et de l'Isère.

Autorisations provisoires accordées pour l'établissement de lignes électriques. — *Gironde.* — La Société Énergie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation de construire :

1° Une ligne aérienne de transmission d'énergie à 13 000 v, destinée à alimenter le réseau de distribution publique à basse tension de la cité ouvrière de Floirac (commune de Floirac) ;

2° Une ligne aérienne de transmission d'énergie à 13 000 v, destinée à alimenter le réseau de distribution publique à basse tension de la commune de Saint-Germain-du-Puch.

La Société Énergie électrique du Sud-Ouest, dont le siège social est à Paris, 5, avenue du Coq, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne aérienne de transmission d'énergie à 13 000 v, destinée à alimenter le réseau de distribution publique à basse tension de la commune de Villenave-d'Ornon ;

2° Une ligne aérienne de transmission d'énergie à 13 000 v, destinée à alimenter l'extension du réseau de distribution publique à basse tension du village du Grand-Abord (commune de Portets).

Meurthe-et-Moselle. — La Station électrique de Millery, 11, rue Saint-Léon, à Nancy, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne électrique à 18 000 v de Thézey-Saint-Martin à Arraye-et-Han.

2° Une ligne électrique à 18 000 v d'Armaucourt à la ferme de la Haute-Côte.

Ces deux lignes sont destinées à transmettre l'énergie électrique pour tous usages aux communes de Létricourt, Chenicourt, au Moulin d'Arraye, à la commune de Arraye-et-Han et à la ferme de la Haute Côte.

La Société Énergie Éclairage, dont le siège social est à Nancy, 24, place de la Carrière, a obtenu l'autorisation d'établir une dérivation à haute tension devant alimenter en énergie électrique le poste de la gare de Mars-la-Tour, commune dans laquelle elle est concessionnaire avec privilège d'éclairage.

Nord. — La Société électrique du Nord Ouest, 53, rue de Châteaudun, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Deux lignes électriques aériennes pour tension de 15 000 v, sur les territoires des communes de Staples et de Wallon-Cappel, destinées à l'alimentation de ces deux communes ;

2° Entre Trépied, Cacq et Merlincourt, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les réseaux de distribution d'énergie de ces deux dernières communes ;

3° Une ligne aérienne à 15 000 v, dérivée de la ligne déjà existante de Boulogne à Berck et destiné à l'alimentation des usines Saint Frères à Étaples.

La Société Énergie électrique du Nord de la France a obtenu l'autorisation d'établir une ligne électrique souterraine de 10 000 v au territoire de la commune de Wattrelos et destinée à l'alimentation des Établissements Leveugle.

La Société d'Électricité de la Région Valencienne-Anzin, dont le siège social est à Valenciennes, 65, rue du Rempart, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1° Un branchement électrique souterrain à haute tension à 10 000 v au territoire de la commune de Valenciennes et destiné à alimenter un poste de transformation établi à l'usine Armand ;

2° Un branchement électrique souterrain à haute tension de 10 000 v au territoire de la commune de Valenciennes et destiné à alimenter la Brasserie Dupont ;

3° Sur le territoire de la commune de Somain, une ligne d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation de la Distillerie Piot ;

4° Sur le territoire de la commune de Bouchain, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter une scierie située près du poste de transformation de la commune susvisée ;

5° Une ligne électrique souterraine à haute tension de 10 000 v d'une longueur de 165 m au territoire de la commune de Valenciennes ;

6° Sur le territoire de la commune d'Haspres, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les usines de M. Duverger, concessionnaire de la distribution d'énergie à basse tension dans ladite commune ;

7° Deux lignes électriques aériennes pour tension de 10 500 v, d'une longueur totale de 3 346 m aux territoires des communes de Lieu-Saint-Amand et Noyelles-sur-Selle et destinées à l'alimentation de ces deux communes ;

8° Sur le territoire de la commune de Valenciennes, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter la corderie Van Soon.

Pas-de-Calais. — La Société électrique du Nord Ouest, dont le siège social est 53, rue de Châteaudun, à Paris, a obtenu l'autorisation d'exécuter :

1° La ligne à 15 000 v d'Auchy au-Bois à Ecquedecques et dérivations.

2° Un branchement à 15 000 v destiné à l'alimentation de la commune de Monchy Cayeux.

La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Un raccordement à 15 000 v pour relier à sa ligne Beaumont Douai celle de Beuvry-Méricourt-Beaumont, établie par la Société des Mines de Nœux.

2° Une ligne aérienne de transmission d'énergie à 15 000 v au territoire de la commune de Guesnain et destinée à l'alimentation de la Société d'intérêt collectif agricole d'Électricité de Cantin, Roucourt et Erchin.

3° Sur le territoire de la commune de Saint-Léger une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter le poste de transformation du château de M. le comte de Chérisey.

Rhin (Bas-). — La Société d'Électricité de Strasbourg, à Strasbourg, 1, rue du 22-Novembre, a obtenu l'autorisation d'établir entre Hindisheim et Westhone, une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les concessions communales de Limersheim, Schæffersheim, Bolsenheim et Uttenheim, accordée récemment à l'Union municipale d'Électricité d'Ersteim.

Seine-et-Marne. — La Société Centrale électrique de Saint-Mar-sous-Dammartin a obtenu l'autorisation de construire entre Dammartin et Beaumarchais une ligne de transmission d'énergie électrique à haute tension destinée à l'alimentation des réseaux communaux d'Othis et de Beaumarchais.

Seine-et-Oise. — La Société saint-quentinoise d'Éclairage, dont le siège social est 22, rue de Vintimille, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne aérienne de 15 000 v à

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

Bethenod (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, *sous presse.*

Blondel (A.) et **Lavanchy** (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Dufour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1[illegible] pages, 3 fr.

Duval (C.) et **Bouskpoun** (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Gouineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Maynard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Nouguier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Pellion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.) — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

courant triphasé, 50 p : s, destinée à relier les canalisations à haute tension existantes de la Société d'Eclairage et Force de la Société saint-quentinoise de Wemars à Saint-Witz (section Saint-Witz).

La Société Électricité du Nord-Est parisien, dont le siège social est à Paris, 7, Cité de Paradis, a obtenu l'autorisation de construire :

1° Une canalisation à haute tension 15000 v, d'Esbly à Crécy-en-Brie.

2° Une ligne aérienne de 15000 v à courant triphasé de 50 p : s destinée à alimenter le poste de transformation communal de Freinville, commune de Sevran.

3° Une ligne aérienne à haute tension, destinée à alimenter le réseau communal de la commune de Chessy.

La Société Eclairage et Force par l'Electricité a obtenu l'autorisation d'établir une ligne aérienne à haute tension de 15000 v à courant alternatif triphasé 50 p : s, destinée à relier son réseau à haute tension existant au réseau de la Société saint-quentinoise de Wemars à Saint-Witz (section Wemars).

La Société d'Electricité de Saint-Germain-en-Laye a obtenu l'autorisation de procéder au déplacement de 2 lignes de transmission d'énergie électrique, en vue, d'une part, de dégager complètement le trottoir, dans la commune de Chambourcy, d'autre part, de remplacer, sans interrompre le service, la ligne qui dessert la concession de distribution de Poissy.

La Compagnie du Gaz et d'Electricité de Melun a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Coudray-Montceaux une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter le hameau de Plessis-Chenet.

La Compagnie Union des Gaz dont le siège social est à Rueil, 9 bis, avenue de Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne aérienne à 2700 v, courant diphasé 50 p : s, destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation à installer, dans les Etablissements de MM. Borney frères, à Bougival.

2° Une ligne souterraine à 10000 v, courant triphasé, 50 p : s, destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation à installer dans les Etablissements Daireau, boulevard de la République, à Chatou.

3° Une ligne souterraine à 10000 v, courant triphasé, 50 p : s, destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation à installer dans les Etablissements de la Société Zapon, chemin de Halage, à Croissy.

Fourniture d'énergie a des entreprises situées en dehors de la zone concédée (applications de l'article 3 des cahiers des charges-types). — *Morbihan*. — L'Union hydroélectrique armoricaine, concessionnaire d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, dans les départements des Côtes-du-Nord et du Morbihan, a obtenu l'autorisation de transmettre une puissance de 200 kw à la Papeterie Lejeune, près Pont-Angeu (commune de Quistinic).

Combustibles. — La production des houillères pendant le mois d'avril 1924. — La production des houillères françaises a atteint 3640797 t pour 25 jours de travail pendant le mois d'avril, au lieu de 3772734 t pour 26 jours de travail pendant le mois de mars.

La production journalière se maintient au niveau élevé qu'ont permis d'atteindre les progrès considérables des mois antérieurs, dont les valeurs sont données plus loin.

Dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, les efforts de reconstitution des mines dévastées font passer la production journalière de 60239 t en janvier 1923 à 82401 t en avril 1924. Le déficit par rapport à 1913 se trouve ainsi réduit à 8896 t.

	production journalière moyenne. (en tonnes)
Année 1913	136 147
Janvier 1923	121 064
Janvier 1924	144 680
Avril 1924	145 632

Dans le Centre et le Midi, l'extraction journalière atteint 46591 t, en excédent de 1741 t sur le chiffre d'avant guerre.

Ainsi, la production journalière des mines situées dans les anciennes frontières n'est plus inférieure que de 7155 t à la situation de 1913.

Les houillères de Lorraine ont apporté en avril un contingent supplémentaire de 16640 t par jour.

La main-d'œuvre employée dans les houillères atteint 289109 ouvriers, au lieu de 203208 avant la guerre.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères s'est élevée pendant le mois d'avril à 215056 t.

Transports. Communications. — Exploitation des services téléphoniques en Espagne. — Un décret royal, paru à la « Gaceta » du 15 mai 1924, a désigné une Commission chargée d'étudier les propositions faites par un groupe étranger pour assumer l'exploitation de tout le service des téléphones en Espagne. Aux termes de ce décret, les propositions en question devront remplir les conditions suivantes : 1° l'entreprise devra avoir un caractère national, par sa constitution juridique ; elle sera soumise à toutes les lois de l'Etat, lequel interviendra dans l'approbation des tarifs ; 2° obligation de construire dans le pays le matériel de première installation, dans la mesure du possible, et de tout le matériel de remplacement, sauf dans des cas justifiés ; 3° obligation de conserver le personnel en fonction et de lui maintenir un traitement au moins égal à celui dont il bénéficie actuellement, sauf dans des cas justifiés d'incapacité ou de mauvaise conduite ; 4° paiement d'une redevance annuelle à l'Etat, pendant toute la durée de la concession, à moins que la nouvelle entreprise ne se substitue aux entreprises actuelles dans toutes leurs obligations ; 5° fixation d'un délai et des conditions du retour à l'Etat ; 6° prise en main par l'Etat du réseau et des services en cas de guerre ou de troubles intérieurs ; 7° toutes les opérations et liquidations seront faites en pesetas ; 8° les contrats relatifs aux services téléphoniques, déjà conclus par l'Etat, les députations ou les municipalités seront repectés ; 9° le service téléphonique à installer devra, autant que possible, permettre la communication avec les pays voisins et avec les possessions africaines.

Cable sous-marin entre l'Espagne et l'Allemagne. — Un décret royal, promulgué sur la proposition du Directoire, vient d'accorder à la Deutsche atlantische Telegraphengesellschaft, dont le siège social est à Cologne, l'autorisation d'amarrer, dans les environs de Vigo, l'extrémité d'un câble sous-marin qui reliera cette localité à Emden. Cette concession est faite sans aucune subvention de l'Etat espagnol et sans limitation de durée. Le concessionnaire ne pourra demander d'indemnité que si les besoins du port de Vigo obligent à déplacer le câble. Le service de transmission sera assuré par le personnel choisi par la compagnie parmi les fonctionnaires du corps de télégraphes espagnol connaissant l'allemand et l'anglais.

L'Etat espagnol conservera un droit de contrôle sur le service du câble, qui sera assujetti, en outre, aux prescriptions de l'accord télégraphique international de Saint-Pétersbourg. La compagnie ne pourra céder sa concession à une autre société que moyennant autorisation du gouvernement espagnol, lequel reste libre, dans ce cas, d'annuler la concession ou d'y apporter toutes les modifications qu'il jugera nécessaires. En cas de guerre où l'Espagne serait directement intéressée, le gouvernement espagnol se réserve le droit d'interrompre le service du câble.

Congrès. Expositions. — CONGRÈS DE L'ORGANISATION SCIENTIFIQUE. — Nous rappelons que le Congrès de l'Organisation scientifique va avoir lieu du jeudi 26 juin au samedi 28 juin 1924 au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le programme définitif est le suivant :

Jeudi 26 juin : *matin*, discours d'ouverture ; *soir*, réunion de la section G (Le contrôle et l'exécution).

Vendredi 27 juin : *matin*, visite d'une usine ; *soir*, réunion des sections A et H (les facteurs humains, les mouvements de la main-d'œuvre. — Le travail ménager).

Samedi 28 juin : *matin*, réunion de la section F (organisation financière des entreprises) ; *soir*, réunion des sections D et E (organisation de la vente. — Les transports) ; dîner de clôture.

QUINZAINE D'ÉLECTRIFICATION RURALE A LYON. — L'électrification des campagnes prenant chaque jour une extension plus considérable, il était nécessaire qu'agriculteurs et électriciens étudient en commun les nombreux problèmes d'ordre administratif et technique qu'elle soulève.

Dans ce but, les organisations intéressées ont décidé de tenir cette année leur premier Congrès national, ce Congrès étant complété par une Foire-Exposition du matériel électrique et du matériel rural actionné électriquement, qui portera le nom de Quinzaine d'Electrification rurale.

Le Congrès et la Foire-Exposition se tiendront dans la deuxième quinzaine d'octobre, à Lyon.

Au Congrès seront étudiés tous les problèmes susceptibles de faciliter et d'intensifier l'œuvre de l'électrification rurale : problèmes administratifs et d'exploitation, tarification, installations, choix de la tension et de l'appareillage, labourage électrique, électroculture.

A la Foire-Exposition seront installés : tout le matériel servant à la production et à la distribution de l'énergie électrique, tous les appareils électriques employés à la ferme et aux champs, et toutes les machines agricoles et machines-outils susceptibles d'être utilisées dans le moindre village dès que l'énergie électrique y est installée. Les entrepreneurs d'installations montreront de quelle façon ce matériel peut être rationnellement employé, et les producteurs et distributeurs d'énergie, quelle aide efficace la campagne peut attendre des grandes usines de production d'énergie électrique.

Dans le monde électrique. — MARIAGES. — La semaine dernière ont été célébrés les mariages de :

M. Jacques Pomey, ingénieur civil des Mines, Croix de guerre, fils du directeur de l'Ecole des Postes et Télégraphes, avec Mademoiselle Baille ;

M. Pierre Toulon, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'Electricité, fils de M. Paul Toulon, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en retraite, avec Mademoiselle H. Bioche, fille de M. Ch. Bioche, professeur de mathématiques au Lycée Louis-le-Grand.

DÉCÈS. — Nous apprenons la mort de M. Emile Piérard, ingénieur électricien A. I. M., président de la Société belge des Electriciens, décédé brusquement le vendredi 6 juin 1924 en son domicile, 77, rue le Corrège, à Bruxelles. Les obsèques ont eu lieu le mardi 10 juin.

Nous exprimons aux membres de la famille nos plus sincères condoléances.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Constitutions. — SOCIÉTÉ ANONYME ELECTROBLOC. — D'après une insertion au « Bulletin des Annonces légales obligatoires » du 16 juin 1924, p. 496, cette société en formation a pour objet la construction, l'achat, la vente, la location et la réparation des voitures électriques en France et à l'étranger ; toutes opérations commerciales, industrielles et financières, mobilières et immobilières se rattachant aux objets ci-dessus énoncés, la société pouvant s'intéresser directement ou indirectement à la création et à l'exploitation de toutes sociétés ou affaires similaires.

La durée est de quatre-vingt-dix-neuf ans du jour de la constitution définitive.

Le siège social est à Grenoble (Isère), rue Gay-Lussac.

Le capital social est de 500 000 fr divisé en 2 000 actions de 250 fr chacune dont 400 attribuées à la Société civile d'Etudes de Matériel et de Traction, comme rémunération d'apport et 1 600 à souscrire en numéraire.

SOCIÉTÉ AUXILIAIRE D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES ET DE TRAVAUX PUBLICS. — Cette société anonyme nouvelle a pour objet l'étude et l'exécution de tous travaux et particulièrement de ceux concernant la production, la transmission et la distribution de l'énergie électrique. Le siège est à Paris, 16, rue de la Pépinière. Le capital est de 1 million de francs en actions de 500 fr, toutes souscrites en numéraire.

Augmentations de capital. — COMPAGNIE HYDRO-ÉLECTRIQUE D'AUVERGNE. Cette Société procède à l'émission de 20 000 actions ordinaires d'une valeur nominale de 500 fr, pour porter son capital à 30 millions de francs.

Les nouvelles actions émises à 575 fr, avec jouissance du 1er janvier 1924, sont entièrement réservées aux actionnaires à raison de une action nouvelle pour deux anciennes, sans distinction de catégories.

Divers. — ETABLISSEMENTS DEVILAINE ET ROUGÉ. OMNIUM D'INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. — Les comptes de l'exercice 1923-1924, examinés à l'assemblée du 17 juin 1924, font apparaître un bénéfice net de 752 968,55 fr auxquels il faut ajouter le report de l'exercice précédent, ce qui porte à 782 713,38 fr le bénéfice distribuable.

Le conseil a proposé de répartir un dividende de 12 pour 100 aux actions anciennes et 6 pour 100 aux actions nouvelles qui n'ont participé qu'à la moitié de l'exercice. Cette répartition n'absorbera que 456 000 fr. Il a été affecté 200 000 fr à la réserve générale qui se trouvera portée ainsi à 1 300 000 fr ; la réserve légale a été portée à son plein. Le solde de 38 216,53 fr sera reporté à nouveau.

L'actif du bilan est le suivant : Ressources immédiates, 1 549 008,39 fr ; ressources différées, 15 281 749,75 fr ; immobilisations, 1 312 540,57 fr.

Au passif, on a : capital, 3 686 000 fr ; réserves, 1 460 000 fr ; exigibilités, 10 214 585,83 fr.

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION ET DE LOCATION D'APPAREILS DE LEVAGE ET DE MATÉRIEL DE TRAVAUX PUBLICS (ANCIENS ETABLISSEMENTS VEUVE BERNIER ET Cie). — L'assemblée ordinaire des actionnaires, tenue récemment au siège, à Paris, 78, rue Vitruve, sous la présidence de M. Gabriel

Chamon, président du conseil d'administration, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, présentant un bénéfice brut de 3 418 507,05 fr, dont 3 202 041,37 fr de produits d'exploitation, le solde comprenant le revenu du portefeuille et les escomptes et rabais. Le solde créditeur du compte de profits et pertes ressort à 3 281 427,72 fr avant amortissements.

Sur cette somme, il a été prélevé une somme de 350 742,08 fr pour amortissements sur bâtiments, matériel et mobilier; une somme de 862 250,76 fr a été affectée aux provisions pour parachèvement de travaux et fluctuations des cours. Le solde distribuable ressort ainsi à 2 068 434,88 fr, permettant la répartition d'un dividende de 40 fr par action, payable sous déduction des impôts.

Compagnie universelle d'Acétylène et d'Électro-Métallurgie. — L'assemblée ordinaire de cette société, au capital de 3 800 000 fr, a eu lieu récemment au siège, 6, rue Pigalle, à Paris, sous la présidence de M. Clérault, président du conseil. Les actionnaires ont approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, présentant un bénéfice net, avant tous amortissements, de 1 931 707,04 fr, non compris le report précédent de 116 204,70 fr. Le dividende a été fixé à 80 fr brut par action et le solde de 11 775,19, reporté à nouveau.

Société d'Entreprises électro-mécaniques. — Les assemblées ordinaire et extraordinaire ont eu lieu le 3 juin 1924, sous la présidence de M. Duchanoy. Au titre ordinaire, l'assemblée a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 190 000 fr, et décidé le paiement, à partir du 15 juin, d'un dividende brut de 40 fr.

Au titre extraordinaire, l'assemblée a régularisé l'augmentation de 2 à 10 millions de francs du capital social, et modifié les statuts en conséquence.

Compagnie Électro-Mécanique. — Les comptes qui seront soumis à l'assemblée du 25 juin 1924 font ressortir un bénéfice d'exploitation de 6 601 163,82 fr sur lesquels ont été prélevés les intérêts aux obligataires, 2 526 600,95 fr, ainsi que les amortissements qui s'élèvent au total à 4 millions 058 890,02 fr contre 3 990 958 fr pratiqués à fin 1922. Le solde, soit 285 397,45 fr, sera reporté à nouveau.

Société Rateau. — Les comptes de l'exercice clos au 31 décembre 1923 font apparaître un bénéfice net de 2 millions 486 589,59 fr au lieu de 2 298 273,34 fr en 1922, auquel il convient d'ajouter le solde reporté de 1922 qui s'élève à 31 481,40 fr, ce qui porte le solde créditeur du compte de profits et pertes à 2 518 070,99 fr. Le conseil proposera à l'assemblée du 20 juin de fixer le dividende à 25 fr contre 50 fr précédemment.

Le bilan se présente ainsi :

Actif. — Immobilisations, 25 603 136,59 fr; réalisable, 31 881 077,18 fr; provisions versées sur travaux en cours, 34 797 76,52 fr; disponible, 2 043 194,59 fr.

Passif. — Comptes sociaux, 28 697 783,83 fr; obligations, 5 millions; créditeurs divers, 15 018 068,18 fr; provisions reçues sur travaux en cours, 12 231 537,87 fr; comptes d'ordre en attente, 2 541 775,01 fr.

L'Appareillage électro-industriel Pétrier, Tissot et Raybaud. — Cette société anonyme au capital de 2 millions 100 000 fr, dont le siège est à Lyon, 210, avenue Félix-Faure, a tenu, le 4 juin 1924, son assemblée annuelle. Le bilan de l'exercice 1923 qui a été approuvé par les actionnaires, se présente comme il suit :

A l'actif, les immobilisations ressortent à 2 752 060 fr; valeurs avancées, 36 121 fr; valeurs de roulement, 4 millions 389 592 fr.

Au passif : capital, 2 100 000 fr; réserves et primes d'émission, 665 342 fr; obligations, 1 500 000 fr; créanciers divers, dividendes et intérêts non payés, 2 374 373 fr; profits et pertes, report antérieur, 2 407 fr; bénéfice de l'exercice 882 798 fr, moins amortissements de 347 147 fr, soit 535 651 fr. Le bilan se totalise par 7 177 774 fr.

Toutes les résolutions présentées par le conseil ont été approuvées à l'unanimité, notamment la répartition d'un dividende de 70 fr brut aux actions et 52 fr brut aux parts bénéficiaires. Le surplus de 4077 fr sera reporté à nouveau.

Compagnie de Distribution d'Énergie électrique des Moulineaux. — L'assemblée ordinaire des actionnaires tenue récemment, au siège, 3, rue Gounod, à Paris, sous la présidence de M. Essig, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice net de 594 083,53 fr. Le dividende a été fixé à 1,25 fr par action d'origine amortie de 75 pour 100. Lesdites actions recevant également une répartition de capital de 25 fr, se trouveront de ce fait intégralement amorties et seront transformées en actions de jouissance. Les actions nouvelles recevront un dividende de 3,75 fr brut et une répartition à titre d'amortissement de capital de 25 fr; elles seront ainsi amorties de 50 pour 100. Le reliquat, après répartition, soit 416 336,59 fr a été reporté à nouveau.

Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité à Paris. — Les comptes de l'exercice 1923, qui seront proposés à l'assemblée du 23 juin, font ressortir un bénéfice net de 1 347 085 fr contre 868 842 fr en 1922. En y ajoutant le report de 1922, le montant distribuable s'élèvera à 2 726 353 fr.

Le dividende n'est pas encore connu, mais il est probable qu'il sera supérieur à celui de l'année dernière, qui était de 50 fr.

Au bilan, on trouve à l'actif : immobilisations, 24 990 822 fr disponible, 2 487 258 fr; réalisable, 32 700 786 fr.

Au passif : créditeurs divers, 28 591 058 fr; réserves et amortissements, 18 864 831 fr.

Société de Production et de Distribution d'Énergie. — L'assemblée ordinaire tenue le 2 juin 1924 au siège social, 56, rue Laffitte, à Paris, sous la présidence de M. Laurain, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 se soldant, y compris le report antérieur de 155 632,42 fr par un bénéfice net de 324 496,35 qu'elle a décidé de reporter à nouveau.

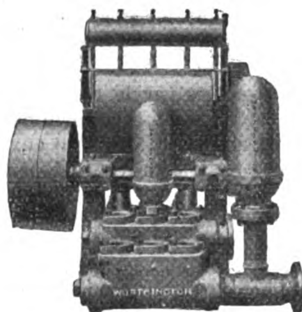
Compagnie continentale Edison. — L'assemblée ordinaire tenue le 4 juin 1924, sous la présidence de M. F. Meyer, président du conseil d'administration, a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 1 101 505 fr non compris le reliquat bénéficiaire de l'exercice 1922 s'élevant à 45 790 fr.

Le dividende brut a été fixé à 30 fr par action, payable à partir du 10 juillet prochain, à raison de, net, 26,40 fr au nominatif, 23,15 fr au porteur, en échange du coupon n° 59.

Société du Gaz de Paris. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 3 juin 1924 sous la présidence de M. R. Boudon, président du conseil d'administration. Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923 faisant apparaître un bénéfice net de 10 090 586 fr, auquel il convient d'ajouter les bénéfices reportés du précédent exercice, s'élevant à 737 879 fr.



WORTHINGTON



POMPE TRIPLEX A PISTONS PLONGEURS
Demander cat. *R. G. E.* C 24 A

POMPES à vapeur; marines; centrifuges; à vide; à air; à pistons à moteur.

COMPRESSEURS D'AIR

RÉCHAUFFEURS D'EAU

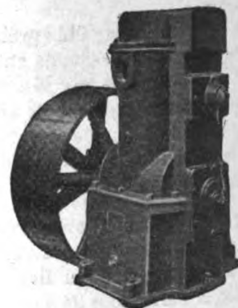
d'alimentation p^r LOCOMOTIVES

GROUPES MOBILES

Moto-Pompes et Moto-Compresseurs (sur chariot)

CHARIOTS de MANUTENTION

(à Moteur à essence)



COMPRESSEUR D'AIR VERTICAL
Demander cat. *R. G. E.* C 247

Demandez Etudes, Devis, aux Services techniques de la

S^té F^se des POMPES et MACHINES WORTHINGTON Soc. anon. au capital de 15 000 000 fr.
Registre du Commerce : Seine N° 111 243

Siège social et Bureaux : 1, rue des Italiens, PARIS 9e. - *Tél.* : Central 63-16, 46-78 — Louvre 52-86, 52-87.
Usines : Le Bourget (Seine).
Succursales : Bruxelles 63, boul^d Maurice-Lemonnier ; — Lyon, 8, rue Sala ; — Lille, 62, boul^d de la Liberté ; — Toulouse, 12, boul^d de Strasbourg.
Agences dans toutes les principales villes de France, Belgique, Suisse.

LE PARQUET PAR EXCELLENCE POUR :

Bureaux

Magasins



Supériorité incontestable
Propreté



Nos travaux sont exclusivement exécutés par nos spécialistes



Parquet Hygiénique
SANS JOINT
Terrazzolith
SUPÉRIORITÉ GARANTIE
Ne Gondole ni ne se fend jamais
Belles Couleurs Inaltérables
Durée Illimitée
DEMANDEZ PROSPECTUS
TÉLÉPHONE NORD 147-31 125-53



Terrazzolith
"DÉPOSÉ"

DOUCE & MOULIN 64, RUE PETIT, PARIS XIXe

(Registre du Commerce : Seine N° 60 405)

Salles d'Exposition

Ateliers



Entretien facile
Garantie absolue



Procédés brevetés S.G.D.G.
Maison de confiance

SES AVANTAGES SONT :

Résistance à toute épreuve - Durée illimitée - Contact confortable
Bel Aspect — Rapidité d'Exécution — Économie certaine

(Demander Notices B)

Sur la proposition du conseil, l'assemblée a décidé la répartition ci-après des bénéfices :

Réserve légale : 504 529 fr ; intérêt de 6 pour 100 au capital actions : 6 000 000 fr ; au fonds de prévoyance : 112 798 fr ; dividende supplémentaire au capital actions : 2 800 000 fr ; report à nouveau : 1 411 138 fr.

Le dividende est en conséquence fixé à 22 fr par action.

Un acompte de 7,50 fr net ayant été payé le 20 janvier dernier contre remise du coupon n° 32, le solde du dividende (7,50 fr net plus 7 fr brut) sera mis en paiement le 1er juillet prochain, en échange du coupon n° 33.

Compagnie lorraine d'Électricité. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 4 juin 1924, sous la présidence de M. Pierre Desforges, président du conseil d'administration. Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 4 547 322 fr auquel s'ajoute le reliquat bénéficiaire de l'exercice 1922, s'élevant à 1 514 275 fr.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée a décidé la répartition ci-après du solde bénéficiaire :

Réserve légale : 1 740 091 fr ; premier dividende de 5 pour 100 : 175 000 fr ; tantièmes statutaires : 233 223 fr ; dividende supplémentaire de 6 fr par action : 1 200 000 fr ; au fonds de prévoyance : 2 400 000 fr ; report à nouveau : 13 283 fr. Le dividende brut est ainsi fixé à 11 fr par action libérée et 7,25 fr par action libérée du quart. Ce dividende sera mis en paiement, sous déduction des impôts, à partir du 25 juin prochain.

Énergie électrique de Meuse et Marne. — La circulaire de la Société nancéienne annonce que le bilan au 31 décembre 1923, approuvé par l'assemblée ordinaire, a laissé un bénéfice net de 887 867 fr plus un report de 273 855 fr permettant de répartir un dividende de 50 fr brut par action ancienne et de 31,25 fr brut par action nouvelle.

Électricité du Rupt-de-Mad. — La circulaire de la Société nancéienne annonce que l'exercice 1923 a laissé, report précédent compris, un bénéfice net de 102 142 fr. Après amortissements, il a été voté un dividende de 8 pour 100 brut contre 7,5 net précédemment.

Électricité de Strasbourg. — L'assemblée ordinaire de cette société a eu lieu le 30 mai 1924. Elle a approuvé les comptes de l'exercice 1923, dont le bénéfice net s'est élevé à 573 189,17 fr, auquel s'ajoute le report de l'exercice 1922 de 271 327,92 fr. Le dividende brut a été fixé à 137,50 fr par action. Une somme de 250 000 fr a été versée au fonds de stabilisation du dividende. Le report à nouveau s'élève à 296 191,68 fr.

Société générale de Force motrice et d'Éclairage de la Ville de Grenoble. — L'assemblée ordinaire de cette société, tenue le 30 mai 1924, sous la présidence de M. Finaz, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923 faisant ressortir un bénéfice de 394 921 fr, auquel il faut ajouter le reliquat de l'exercice 1922 de 35 641 fr, ce qui forme un solde disponible de 430 562 fr. Les actionnaires ont voté la distribution d'un dividende de 30 fr brut aux actions de priorité et de 25 fr brut aux actions ordinaires.

L'Électrification industrielle. — L'assemblée ordinaire de cette société au capital de 2 millions de francs, tenue récemment au siège, 12, boulevard du Temple, à Paris, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923, se soldant par un bénéfice net de 246 311,65 fr, et fixé le dividende à 8 pour 100 des sommes libérées pour les actions. Le solde de 7 826,06 fr a été reporté à nouveau.

Société nantaise d'Éclairage et de Force par l'Électricité. — Les comptes de l'exercice 1923 font ressortir un bénéfice net de 7 282 884 fr contre 4 099 269 fr pour l'exercice précédent.

Le conseil proposera la distribution d'un dividende de 8,5 pour 100 pour les actions privilégiées, soit 21,25 fr par action. Le même dividende sera proposé pour les actions ordinaires. Le dividende des parts sera de 10 fr au lieu de 5 fr précédemment, et il restera à reporter à nouveau 269 786 fr.

Au bilan, on remarque à l'actif : immobilisations : 50 millions 423 190 fr ; disponibilités, 9 322 414 fr ; débiteurs divers, 6 583 275 fr ; approvisionnements, 2 380 917 fr ; portefeuille, 197 201 fr.

Au passif : capital, 40 000 000 fr en augmentation de 10 000 000 fr, bons décennaux ; 9 004 500 fr ; créditeurs divers, 7 419 464 fr ; réserve et fonds d'amortissement, 9 093 911 fr.

Société bretonne d'Électricité. — Les comptes de l'exercice 1923, soumis à l'assemblée ordinaire du 18 juin 1924, font ressortir, déduction faite des charges et affectation d'une somme de 175 000 fr aux amortissements, un bénéfice net de 13 579 fr ; le solde bénéficiaire total du compte de profits et pertes ressort à 66 327,86 fr.

Tramways électriques de Chalons-sur-Marne. — Les comptes de l'exercice 1923 soumis à l'assemblée ordinaire convoquée le 18 juin, font ressortir un bénéfice net de 19 716,53 fr. Il a été proposé la distribution d'un dividende de 4 fr par action.

Tramways électriques de Dijon. — Les comptes de l'exercice 1923, soumis à l'assemblée ordinaire convoquée le 19 juin, font ressortir un bénéfice net de 74 941,18 fr. Il a été proposé la distribution d'un dividende de 9 fr par action.

Tramways électriques de Saint-Étienne. — Les comptes de l'exercice 1923, soumis à l'assemblée ordinaire convoquée le 18 juin 1924 font ressortir déduction faite des charges et de la dotation des comptes de réserves et d'amortissements, un bénéfice net de 82 869,79 fr. Le dividende proposé a été de 5 fr par action, plus un solde de 5 fr brut par titre, sur les bénéfices des exercices 1920 et 1921 pendant lesquels le réseau était sous séquestre.

Tramways électriques d'Oran. — Les comptes de l'exercice 1923, soumis à l'assemblée ordinaire convoquée le 18 juin 1924 font ressortir un bénéfice net de 274 083,51 fr. Le dividende proposé a été de 20 fr par action.

Tramways et Éclairage électrique de Shanghaï. — Le bénéfice de l'exercice 1923 ressort, après amortissements, à 4 989 326 fr contre 3 274 154 fr en 1922. Le dividende sera porté de 35 à 45 fr net de l'impôt sur le revenu. Au bilan, les immobilisations figurent pour 33 694 915 fr, et les réserves pour 20 518 034 fr. Les approvisionnements s'élèvent à 3 268 385 fr, les débiteurs à 1 039 453 fr et les disponibilités à 3 345 818 fr.

OUVRAGES RÉCENTS

Les moteurs à combustion Diesel et semi-Diesel, principe, fonctionnement, mise au point, reglage, conduite, entretien, causes de mauvais fonctionnement, par René Bardin. Un volume, 26 cm × 16 cm, 112 pages, 60 figures. Prix net : 15 fr.

Technique et pratique des moteurs à huile lourde à injection directe (semi Diesel), par Y. Le Galloc. Un volume, 28,5 cm × 19,5 cm, 206 pages, 113 figures. Prix : relié, 38,50 fr; broché, 34 fr.

La théorie de la relativité, par von Laue. Traduction faite d'après la 4e édition allemande, revue et augmentée par l'auteur, par G. Létang. Tome I. Le principe de la relativité et la transformation de Lorentz. Un volume, 25 cm × 16 cm, 332 pages. Prix : 40 fr. Tome II. Le principe de la relativité généralisée et la théorie de la gravitation d'Einstein, sous presse.

Les combustibles liquides et le problème du carburant national, par Aubert. Préface de Paul Sabatier, membre de l'Institut. Un volume, 368 pages, 60 figures. Prix : 24 fr.

Théorie analytique des turbines centrifuges et centripètes à réaction, par le comte de Sparre. Un volume, 25 cm × 16 cm, 38 pages. Prix : 2 fr.

Les méthodes modernes d'organisation industrielle avec exemples du calcul des temps d'usinage en construction mécanique, par M. L. Benoit et Hermann. Un volume, 25 cm × 16 cm, 208 pages, 59 figures. Prix : 18 fr.

Le système Taylor et la physiologie du travail professionnel, par J.-M. Lahy. Un volume, 216 pages, 11 figures. Prix : broché, 10 fr.

Manuel de télégraphie sans fil, par M. Leclerc. Un volume, 16 cm × 10,5 cm, 260 pages, 214 figures. Prix : cartonné, 10 fr.

Formulaire aide mémoire de l'électricien praticien, par E. Marec. Nouvelle édition. Un volume, 18 cm × 12 cm, 522 pages, 407 figures. Prix : 15 fr.

BREVETS RÉCENTS

572 697. — Société Couvrot Lainé et Cie; Caloriseur pour cuisson des huiles diélectriques et autres liquides, 7 novembre 1923.

572 708. — Société Siemens et Halske A. G.; Disposition pour la protection de machines électriques contre des conditions de service dangereuses, 7 novembre 1923.

572 718. — Taverne (J.-R.); Frein électrique, 3 janvier 1923.

572 720. — Ameline (L.-A.-M.); Interrupteur, 4 janvier 1923.

572 723. — Josset (A.); Perfectionnements aux amplificateurs téléphoniques utilisés pour certaines applications exigeant que le microphone transmetteur et le téléphone récepteur soient placés dans le même local, 4 janvier 1923.

572 724. — Société Anonyme dite : L'Éclairage des Véhicules sur Rail; Dispositif d'ouverture et de fermeture à distance des circuits d'éclairage électrique des véhicules de chemins de fer munis du système d'éclairage dit « collectif », 4 janvier 1923.

572 742. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Système de traction par moteur thermique et transmission électrique, 8 janvier 1923.

572 752. — Istas (J.-M.-V.-L.); Dispositif interrupteur de courant pour appareils distributeurs d'eau chauffée par l'électricité, 9 janvier 1923.

572 755. — O'Keenan (C.-E.); Procédé et appareils pour l'émission et la réception de signaux de télégraphie et téléphonie sans fil, 9 janvier 1923.

572 761. — Société anonyme dite : Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont; Perfectionnement apporté à la fabrication des câbles tripolaires pour tensions triphasées, 11 janvier 1923.

572 766. — Lumière (L.); Haut parleur électromagnétique, 11 janvier 1923.

572 769. — Bethenod (J.); Dispositifs pour l'allumage des moteurs à combustion interne, 12 janvier 1923.

572 770. — Société dite : La Métallurgique électrique; Dispositif de relais à double action, 13 janvier 1923.

572 778. — Duchesne (H.-E.); Générateur d'étincelles électriques, 15 janvier 1923.

572 782. — Rico (J.-M.-G.); Perfectionnements aux lampes à trois électrodes employées en télégraphie et téléphonie sans fil, 16 janvier 1923.

572 783. — Junot (J.-E.); Mode d'établissement des tubes à vide, 16 janvier 1923.

572 787. — Drzewiecki (S.); Système de diffuseur pour turbo-moulinets hydrauliques et aériens et pour turbines hydrauliques, 17 janvier 1923.

572 791. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Procédé de réglage automatique des groupes d'équilibre pour réseaux à courant continu à tensions multiples, 18 janvier 1923.

572 794. — Société anonyme des anciens Établissements Panhard et Levassor; Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à explosions, 18 janvier 1923.

572 815. — Caillac (M.-C.); Dispositif d'attache-fil pour connexions électriques, 27 septembre 1923.

572 841. — Machat (R.); Système électromécanique de transformation automatique de puissance, applicable en particulier aux véhicules automobiles actionnés par un moteur à explosion ou à combustion interne, 8 octobre 1923.

572 830. — Raphelis (S.-L.); Perfectionnements dans les réservoirs à eau chauffée par l'électricité, 22 octobre 1923.

572 851. — Société : Fabrique d'Appareils électriques Fr. Sauter S. A.; Commutateur électrique automatique, 7 novembre 1923.

572 853. — Société dite : Établissements de Dion-Bouton; Combinaison de dynamo et de bobine d'induction pour allumage de moteurs à explosions, 7 novembre 1923.

572 861. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Commutateur pour connexions internes de transformateur à haute tension, 8 novembre 1923.

572 864. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Système d'enroulement pour transformateurs à haute tension, 8 novembre 1923.

572 870. — Société dite : Rolls-Royce Ltd; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 8 novembre 1923.

572 874. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux commutateurs automatiques utilisés dans les installaions de bureaux centraux téléphoniques, 8 novembre 1923.

572 875. — Duchesne (H.); Mode d'établissement des machines électriques génératrices ou réceptrices, 18 janvier 1923.

572 878. — Société alsacienne de Constructions mécaniques; Disposition applicable dans les appareils électriques à bain d'huile avec vase d'expansion, 19 janvier 1923.

572 883. — Prvion (M.); Dispositif protecteur hygiénique pour appareils téléphoniques, 19 janvier 1923.

572 884. — Tessier (P.); Distributeur périodique, 19 janvier 1923.

572 894. — Claude (G.), et de Beaufort (J.-M.-E.); Disposition d'alimentation des tubes à gaz raréfiés et en particulier des tubes à néon destinés à l'éclairage et à la publicité lumineuse, 22 janvier 1923.

572 901. — Claude (G.), et de Beaufort (J.-M.-E.); Dispositif d'éclairage pour tubes de verre et en particulier les tubes de gaz raréfié destinés à l'éclairage et à la publicité lumineuse, 23 janvier 1923.

572 902. — Claude (G.), et de Beaufort (J.-M.-E.); Procédé pour façonner les tubes de verre et en particulier les tubes à gaz raréfié destinés à l'éclairage et à la publicité lumineuse, 23 janvier 1923.

572 903. — Maussier-Dandelot (A.-J.-G.-H.); Perfectionnement à la construction des lampes à plusieurs électrodes, 23 janvier 1923.

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 31 mai 1924	PRIX samedi 14 juin 1924	PRIX différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	950	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	10 1/2 d	10 1/2 d	0
Coton brut, liv. Le Havre	50 kg	780 fr	710 fr	— 70
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	595	552,50	— 42,50
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	750	706	— 44
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	1 008	965	— 43
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 930	6 485	— 445
*Ebonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Email pour appareillage tôle blanc	100 kg	605	605	0
Email pour appareillage tôle noir	100 kg	1 694	1 694	0
Etain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 880	1 879	— 1
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	370-380	370-380	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	445	445	0
*Huile pour transformateurs liv. Paris	100 kg	298	310	+ 12
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine, pour haute tension	100 kg	195	165	— 30
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon-usine, pour basse tension	100 kg	190	200	+ 10
*Marbre blanc clair, 30 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm, » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	284	285,50	+ 1,50
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 150/150 environ		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra-sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	325	325	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne), pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	310	306	— 4

Prix de la série.

Coefficients à appliquer à partir du 1er janvier 1924, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,13
id id 62 à 70	1,15
id id 71 à 91	1,15
id id 93 à 117	1,03
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 212 à 244	1,00
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Pour ouvrages ne comportant que la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage [1]

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

[1] En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

BULLETIN R. G. E.

NOUVELLES et ÉCHOS

La Session de Genève de la Commission internationale de l'Eclairage. — La Commission internationale de l'Eclairage tiendra une session à Genève du 21 au 25 juillet 1924, au Palais Eynard, rue de la Croix-Rouge. Voici le programme des travaux de cette session :

Lundi 21 juillet, 14 h 30. — Réunion du Comité exécutif de la Commission internationale.

Mardi 22 juillet, 9 h 30. — Assemblée plénière suivie de la première séance technique (une photographie des membres de la Commission sera prise au cours de la séance d'ouverture). L'ordre du jour de l'assemblée plénière comporte : 1. Rapport du président sur les travaux de la Commission depuis la session tenue à Paris en 1921 ; 2. Présentation des comptes par le trésorier ; 3. Nomination du Comité de Rédaction. — A la réunion technique qui suivra, les communications suivantes seront présentées et discutées : 1. A primary standard of light following the proposal of Waidner and Burgess, par M. H.-E. Ives (Etats-Unis) ; 2. Projet de décision sur l'étalon primaire de lumière, proposé par le Comité national des Etats-Unis ; 3. Recherches sur les étalons lumineux employés en sensitométrie, par M. J. Billaud (France) ; 4. The properties of tungsten and the characteristics of tungsten lamps, par W. E. Forsythe and A.-G. Worthing (Etats-Unis) ; 5. Douilles spéciales de lampes pour essais photométriques, par G. Lebaupin (France).

Mardi 22 juillet, de 14 h 30 à 17 h. — Deuxième séance technique. — 1. Rapport du Comité international des Définitions de Symboles photométriques, par son président, M. A. Blondel ; 2. Report of the American national Committee on Definitions and Symbols ; 3. Proposals of the British national Committee on Definitions and Symbols ; 4. Rapport de la Commission nationale française des Définitions et Symboles photométriques.

Mardi 22 juillet, soir. — Promenade sur le lac ; repas en commun.

Mercredi 23 juillet, de 9 h 30 à 12 h 30. — Troisième séance technique : 1. Rapport sur les travaux du Comité international de la Photométrie hétérochrome, par son président, M. Ch. Fabry ; 2. Heterochromatic photometry : Progress report of work carried out at the National physical Laboratory, par MM. H. Buckley, L.-J. Collier et F.-J.-C. Brookes (Grande-Bretagne) ; 3. Sur l'emploi des écrans absorbants en photométrie hétérochrome, par R. Jouaust (France) ; 4. The relative visibility function, par K.-S. Gibson (Etats-Unis).

Mercredi 23 juillet, de 14 h 30 à 17 h 30. — Quatrième séance technique : 1. Rapport du Comité international des Projecteurs d'automobiles, par son président, M. C.-H. Sharp ; 2. Essais sur les projecteurs d'automobiles, par MM. P. Bossu et C.-F. Cellerier (France) ; 3. Essais photométriques sur des glaces spéciales pour projecteurs d'automobiles, par J.-F. Cellerier (France) ; 4. Street lighting, par M. H.-T. Harrisson (Grande Bretagne) ; 5. Dispositif nouveau pour la signalisation lumineuse des rues et carrefours, pour réclames lumineuses, etc., par M. J.-F. Cellerier (France) ; 6. L'éclairage des voies publiques à Paris par le gaz et par l'électricité, par MM. H. Laurain et J. Mariage (France).

Mercredi 23 juillet, 20 h. — Dîner offert par le Comité national suisse.

Jeudi 24 juillet, de 9 h 30 à 12 h 30. — Cinquième séance technique : 1. Rapport du Comité international de l'Eclairage dans les Usines et les Ecoles, par son président, M. L.-B. Marks ; 2. Rapport sur les travaux de la Commission nationale française de l'Eclairage des Usines et des Ecoles ; 3. Practical illuminating engineering, par M. A.-L. Powell (Etats-Unis) ; 4. The field for international agreement and standardization in illumination, par M. H. Buckley (Etats-Unis) ; 5. Furtherance of good lighting by american central stations, par M. J.-W. Lieb (Etats-Unis) ; 6. Démonstration method of teaching good lighting pratice, par M. G.-S. Merrill (Etats-Unis).

Jeudi 24 juillet, 20 h. — Dîner au parc des Eaux-Vives.

Vendredi 25 juillet, 10 h. — Assemblée plénière, séance de clôture : 1. Discussion des décisions rédigées par le Comité de Rédaction ; 2. Election du président, des vice-présidents, du secrétaire honoraire et du trésorier ; 3. Présentation du budget par le trésorier et fixation de la contribution annuelle pour les trois années suivantes ; 4. Détermination provisoire de la date à laquelle aura lieu la prochaine session et de l'endroit où elle se tiendra.

Vendredi 25 juillet, 14 h 30. — Réunion du Comité exécutif.

Le calcul mental et le calcul mécanique : Inaudi et les machines à calculer. — Lundi 16 juin 1924, à 20 h 45 a eu lieu, à l'Hôtel de la Société des Ingénieurs

civils de France, une série d'expériences particulièrement intéressantes sur la rapidité d'exécution d'opérations mathématiques assez complexes.

Dans cette séance, présidée par M. Maurice d'Ocagne, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, on a pu voir en présence, pour la première fois, le réputé calculateur mental Inaudi et les machines à calculer les plus modernes. Il ne s'agissait pas, d'ailleurs, d'un concours, mais simplement d'une expérience scientifique. M. d'Ocagne, qui s'intéresse depuis environ trente ans au problème de la résolution mécanique des calculs mathématiques, fit en effet remarquer que le but principal de cette confrontation était de trouver la ligne de démarcation entre les deux systèmes : calcul mental et calcul mécanique et de tâcher d'établir la limite au-dessus de laquelle la machine l'emporte fatalement sur le calculateur.

Un public nombreux, formé en majeure partie des personnalités du monde scientifique et industriel, assistait à cette séance. Nous croyons pouvoir dire qu'il a été aussi émerveillé des exercices mentaux déconcertants de M. Inaudi que de la rapidité et surtout de l'ingéniosité d'exécution des quinze ou vingt machines qui prenaient part aux expériences; ajoutons que ces machines étaient maniées par des opérateurs d'une dextérité particulière.

M. Inaudi a d'abord donné de nombreux exemples de calculs effectués mentalement ; signalons en passant l'extraction de la racine quatrième du nombre 92 236 816 qui fut exécutée en 1 mn 55 s, tout en causant à diverses personnes et en rappelant des calculs fait antérieurement, et une soustraction sur des nombres de 19 chiffres dont le résultat fut donné à peu près instantanément. On aborda ensuite les essais comparatifs entre l'extraordinaire calculateur et les opérateurs ou les opératrices munis de machines à calculer. M. Ravisse, directeur de la revue « Mon Bureau », dirigeait cette seconde partie de la séance. On ne saurait tirer une conclusion bien nette de ces expériences : Il est arrivé que M. Inaudi a pu dire le résultat d'une opération simple avant même que les nombres soient à moitié inscrits sur les claviers des opérateurs les plus rapides; parfois le calcul était terminé sensiblement en même temps de part et d'autre; enfin, pour des opérations portant sur des nombres de 5 ou 6 chiffres, les machines avaient, effectivement un avantage très marqué. Toutefois, il est juste de signaler que le calculateur fit, à quelques reprises, des calculs qu'on n'a même pas cherché à résoudre au moyen des machines.

A la suite des expériences, il a été possible d'examiner en détail et voir fonctionner les nombreuses machines à calculer exposées, dont certaines, mises en action au moyen de l'électricité, sont de véritables merveilles de mécanique. — B. E.

INFORMATIONS

Industrie électrique. — ÉLECTRIFICATION DES CAMPAGNES. — L'Union des Syndicats de l'Électricité informe qu'une section spéciale, en ce qui concerne l'électrification des campagnes, existe à l'Exposition britannique de Wembley, près de Londres : dans cette section sont réunis des appareils, des documents et des brochures concernant l'installation de l'électricité dans les fermes.

Signalons, en outre, que l'on trouvera le meilleur accueil auprès de M. Borlase Matthews, dont l'adresse est : Greater Felcourt, East Grinstead.

Cette résidence est voisine de Londres et la station de chemin de fer est Lingfield.

A un kilomètre de cette gare, L. Borlase Matthews possède une ferme complètement électrifiée, qui présente beaucoup d'intérêt.

M. Borlase Matthews est à la disposition des personnes intéressées pour leur fournir tous les renseignements utiles sur la section électroagricole de l'Exposition britannique.

AUTORISATIONS PROVISOIRES ACCORDÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LIGNES ÉLECTRIQUES. — *Aisne.* — La Compagnie électrique du Nord, 12, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne d'énergie à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution de la commune de Coucy-le-Château.

Alpes (Basses-). — La Société des Forces motrices de la Durance a obtenu l'autorisation provisoire d'exécuter les travaux d'installation d'une ligne à haute tension et de réseaux communaux sur le territoire des communes de Peipin, Aubignosc et Château-Arnoux.

Gironde. — La Société d'Électricité Ballion, Favereau et Cie, à Langon (Gironde), a obtenu l'autorisation de construire, dans la commune de Préchac, une ligne de transmission d'énergie à 5 000 v destinée à relier la ligne de transmission existante de la Trave à Préchac, à la Scierie de la Trave.

La Société Énergie électrique du Sud-Ouest, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'établissement de deux lignes de transmission aérienne de transmission d'énergie électrique à 15 000 v destinées à alimenter l'extension du réseau de distribution publique à basse tension de la commune de Latresne.

Gironde, Charente et Dordogne. — La Société Énergie électrique du Sud-Ouest, siège social, 5, avenue du Coq, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Deux lignes de transmission aérienne à 13 000 v destinées à alimenter le réseau de distribution publique de la commune de Beautiran (Gironde);

2° Une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution des quartiers de Verthamon Artiguemale et Haut-Brion (commune de Passac, Gironde);

3° Sur le territoire de la commune de la Couronne (Charente), une ligne de transmission d'énergie électrique à haute tension destinée à l'alimentation de l'École départementale d'agriculture de l'Oisellerie;

4° Sur le territoire des communes de Varennes et de Lanquais (Dordogne), une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution de cette dernière commune dont elle a obtenu la concession.

Loire-Inférieure. — La Société Énergie électrique de la Basse Loire a demandé l'autorisation d'établir une ligne aérienne de distribution d'énergie électrique de deuxième catégorie sur un terrain faisant partie des dépendances de la ligne de Savenay à Landerneau, commune de Saint-Nicolas-de-Redon.

Loiret et Seine-et-Marne. — La Société l'Énergie industrielle, 94, rue Saint-Lazare, a obtenu l'autorisation d'établir entre Beaumont-du-Gâtinais et Puiseaux, d'une part et de Saint Denis de l'Hôtel et Châteauneuf-sur-Loire, d'autre part, deux lignes d'énergie à haute tension qui seront comprises dans la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

Moselle. — La Société électrique de la Sidérurgie lorraine, siège social à Paris, 5, rue Jules-Lefebvre, a obtenu l'auto-

risation d'établir entre les mines de Montois-les-Montagnes, Sainte-Marie-aux-Chênes et la sous-station d'Amanvillers (Société de la Houve), une ligne de transmission d'énergie à 30000 v destinée d'une part à relier la centrale d'Auboué à la mine de Sainte-Marie, d'autre part à prendre ultérieurement, au poste d'Amanvillers, l'énergie produite par la Société de la Houve.

La Société alsacienne et lorraine d'Electricité, 8, avenue de la Liberté à Sélestat (Bas-Rhin), a obtenu l'autorisation de construire une ligne secondaire à 17500 v destinée à alimenter en énergie à haute tension un poste de transformation qui assurera les besoins des Salines du Haras établies sur le territoire de la commune de Sarralbe.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune d'Arleux, une ligne d'énergie à haute tension destinée à l'alimentation de la Société du Cambrésis.

La Société Electricité et Gaz du Nord a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de transmission aérienne à haute tension à 15000 v au territoire de la commune de Louvignies-Bavai et destinée à alimenter la gare de Bavai.

Nord et Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye des Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation d'établir entre Libercourt et Thumeries une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à alimenter les réseaux communaux de Petit Wahagnies, Wahagnies et Thumeries.

Pas-de-Calais. — La Société électrique du Nord-Ouest, siège social, 53, avenue de Châteaudun, Paris, a obtenu l'autorisation de construire un branchement aérien 15000 v raccordant la ligne Rivery Longueau à la ligne déjà existante Amiens-Ailly-sur-Noye. Ce raccordement permettra d'alimenter d'une façon plus sûre les communes de la vallée de la Noye, en partant directement du poste abaisseur de Saint-Maurice et de pourvoir aux besoins en énergie des divers industriels qui s'y trouvent.

La Société électrique du Nord-Ouest, siège social, 53, avenue de Châteaudun, Paris, a obtenu l'autorisation d'établir un certain nombre de lignes à haute tension, savoir :

Lignes de Fampoux à Rœux ; d'Avesnes-le-Comte à Izel-les-Hameaux ; de Rivière à Bansart ; de l'Arbret à Bienvillers-aux-Bois ; d'Angres à Souchez ; de Saulty à l'Arbret ; de Cuinchy à Auchy et Givenchy ; d'Estaires à Laventie ; de Laventie à Bac Saint-Maur ; d'Achiet-le-Grand à Hébuterne ; d'Angres à Notre-Dame de-Lorette et Noulette ; de raccordement au poste de Sainte-Catherine, à Arras, de Wanquetin à Gouy-en-Artois ; de Bienvillers au-Bois à Souastre ; de Pommier à Berles-au-Bois ; de Souchez à Ablain-Saint-Nazaire.

La Compagnie électrique du Nord, 22, rue de l'Abbaye-des-Prés, à Douai, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement un branchement à 15000 v dérivé sur la ligne de Vendin-Douvrin-La Bassée et destiné à l'alimentation du poste communal d'Hulluch-Bénifontaine.

Rhin (Bas). — La Société Electricité de Strasbourg, dont le siège social est à Strasbourg, 1, rue du 22-novembre, a obtenu l'autorisation d'établir entre Bischwiller et Drusenheim une ligne de transmission d'énergie à haute tension destinée à assurer la continuité de la distribution sur les lignes Bischwiller-Brumath et Drusenheim-Lampertheim.

Cette même société a également obtenu l'autorisation de modifier entre Oberhausbergen et Niederhausbergen, le tracé de la ligne à 12000 v allant de Wolfisheim à Brumath. La modification dont il s'agit étant rendue nécessaire par l'édification de constructions sur le parcours actuel.

Rhin (Haut-). — La Société Elektra-Birseck, à Münschenstein (Suisse) a obtenu l'autorisation d'établir sur le territoire de la commune de Saint-Louis, un nouveau poste de transformation et un poste de sectionnement, et de modifier une ligne aérienne à haute tension.

La Société pétitionnaire qui exploite actuellement la distribution communale de Saint-Louis en vertu de permissions de voirie s'est engagée à placer son réseau sous le régime de la concession.

La Société d'Electricité de Guebwiller et extensions, à Guebwiller (Haut-Rhin), a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1° Un câble souterrain à 5000 v destiné à remplacer sur une partie de son parcours la ligne aérienne qui alimente actuellement le réseau à basse tension de la localité de Reguisheim ;

2° Dans la commune de Soultz un câble souterrain à 5000 v devant alimenter un établissement industriel.

Seine-et-Oise. — La Société Union des Gaz, siège social à Rueil, 9 bis, avenue de Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne aérienne à 2700 v pour courant diphasé à 50 p : s, destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation à installer dans les établissements Boivin, rue du Chemin-de-Fer, à Bougival.

La Société Le Triphasé, siège social, 53, rue des Dames, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir une ligne de transmission souterraine à 15000 v pour courant triphasé à 50 p : s, destinée à l'alimentation d'un poste de transformation communal, quai des Cordeliers, à Mantes.

La Société Le Triphasé a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne aérienne à haute tension à 5500 v pour courant triphasé, à 55 p : s, destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation des Etablissements Verger à Ermont ;

2° Une ligne souterraine à 15000 v pour courant triphasé, à 50 p : s, destinée à l'alimentation du poste de transformation des magasins militaires de Gassicourt.

3° Une ligne souterraine à 15000 v pour courant diphasé, destinée à assurer l'alimentation de la Minoterie Roussel, place Notre-Dame, à Pontoise.

La Société Union des Gaz, siège social à Rueil, 9 bis, avenue de Paris, a obtenu l'autorisation provisoire d'établir :

Une canalisation souterraine à haute tension destinée à assurer l'alimentation du poste de transformation pour les besoins du champ de courses de Maison-Laffitte et éventuellement d'autres postes publics ou privés.

La Société Ouest-Lumière, 3, quai National, à Puteaux, a obtenu l'autorisation de construire une ligne aérienne à 15000 v pour courant triphasé à 50 p : s, destinée à l'alimentation du poste de transformation communal de Mareil-le-Guyon. Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat de distribution aux services publics demandée par cette société et actuellement en cours d'instruction.

La Société d'Electricité du Nord-Est parisien, 7, cité Paradis, à Paris (10e), a obtenu l'autorisation de construire immédiatement :

1 Un branchement aérien à 15000 v, pour courant triphasé à 50 p : s, destiné à alimenter le poste de transformation de l'usine de la Compagnie des Plumes (ancienne Abbaye de Sévigné), à Livry-Gargan ;

2° Un branchement aérien à 15000 v, pour courant triphasé à 50 p : s destiné à alimenter le poste de transforma-

tion de l'usine de l'Union des Entrepreneurs, à Livry-Gargan ;

3° Deux branchements à haute tension destinés à alimenter, l'un la ferme de la Couche, à Trilbardou, l'autre l'usine Nugue, à Trilport.

Somme et Nord. — La Société électrique du Nord-Ouest, 53, avenue de Châteaudun, à Paris, a obtenu l'autorisation d'établir :

1° Une ligne de distribution d'énergie électrique à haute tension à 15 000 v, de Condé-Folie à Airaines (Somme) ;

2° Trois branchements aériens à 15 000 v, destinés à desservir les postes de transformation des communes de Terramesnil, Flixecourt et Beauquesne (Somme) ;

3° Deux lignes à haute tension à 15 000 v pour l'alimentation des réseaux de Barly et de Neuvilette (Somme) ;

4° Deux lignes à haute tension destinées à l'alimentation des postes de transformation des communes de Cappelle-Brouck et de Saint-Pierre-Brouck (Nord).

Transports Communications. — Le nouveau tarif téléphonique en Belgique. — A la suite des remaniements apportés au projet primitif, devant les protestations d'une partie de l'opinion, de nouveaux tarifs téléphoniques ont été établis, en Belgique, de la façon suivante :

Les abonnés sont divisés en deux groupes, suivant qu'ils appartiennent à des réseaux ayant moins ou plus de 1 000 abonnés.

Les premiers payeront une taxe fixe de 150 fr, les seconds une taxe fixe de 250 fr. Les premiers verseront, de plus, 150 fr (soit 300 fr en tout), sur lesquels seront prélevées les taxes pour les communications. Les seconds verseront, aux mêmes fins, 90 fr (en tout 340). L'abonnement est augmenté de 20 fr là où existe le service de nuit.

La taxe pour la conversation locale est fixée à 0,15 fr jusqu'à 5000 communications ; elle est réduite de 0,125 fr de 5000 à 6000 et à 0,10 fr au delà de ce chiffre.

L'abonné doit souscrire un deuxième abonnement à partir de 6000 communications, mais le nombre d'appels est totalisé pour tous les postes d'un même abonné pour appliquer le barème dégressif de 0,125 fr et de 0,10 fr.

La taxe pour la communication régionale est fixée à 0,50 fr, pour une durée de 3 minutes.

Pour l'« inter » (communications interurbaines), les taxes sont de : 1 fr jusque 75 km ; 1,50 fr jusque 125 km ; 2,25 fr jusque 175 km et 3 fr au delà de 175 km.

Elles sont réduites à 0,60 fr, 1 fr, 1,50 fr et 2 fr entre 18 heures et 8 heures.

Les abonnements semestriels sont maintenus, mais doivent être contractés pour deux semestres, au cours de deux années consécutives.

Commerce. — Le commerce extérieur de la France pendant les cinq premiers mois de 1924. — L'administration des douanes communique les chiffres du commerce extérieur de la France pour les cinq premiers mois de 1924. Le tableau suivant donne les valeurs des marchandises importées et exportées du 1er janvier au 31 mai dernier, ainsi que la comparaison avec la période correspondante de 1923 (en milliers de francs) :

	Cinq premiers mois. 1924	1923	Différence pour 1924
Importations :			
Objets d'alimentation...	3 367 208	2 781 658	+ 585 550
Matières nécessaires à l'industrie............	11 191 726	7 525 759	+ 3 665 967
Objets fabriqués........	2 134 855	1 721 799	+ 413 056
Totaux.......	16 693 789	12 029 216	+ 4 664 573
Exportations :			
Objets d'alimentation...	1 717 230	1 234 538	+ 482 692
Matières nécessaires à l'industrie	4 983 431	3 668 448	+ 1 314 983
Objets fabriqués........	10 895 354	6 144 271	+ 4 751 083
Colis postaux...........	803 981	659 309	+ 144 672
Totaux.......	18 359 996	11 666 566	+ 6 693 430

D'après les chiffres ci-dessus, la valeur de nos échanges continue, pour les cinq premiers mois de l'année en cours, de se présenter en progression considérable par rapport à la même période de 1923. Cette augmentation porte sur toutes les grandes catégories de marchandises, tant importées qu'exportées ; elle est de 4664573000 fr ou de 38,8 pour 100 pour les entrées et de 6693430000 fr, soit d'un peu plus de 58 pour 100 pour les sorties. Elle est particulièrement importante en ce qui concerne les exportations d'objets fabriqués, pour lesquelles elle atteint 4751 millions de francs ou 77 pour 100. Ces plus-values, quoique dues principalement à la hausse des prix qui s'est produite d'une année à l'autre, ne doivent cependant pas être attribuées exclusivement à cette cause, qui est elle-même une conséquence directe de l'élévation du niveau des changes étrangers.

Pour les cinq premiers mois de l'année en cours, l'excédent des exportations sur les importations s'élève à 1 million 666 207 fr. Durant la période correspondante de l'année dernière, un excédent d'importations d'environ 362,5 millions avait été enregistré.

Voici le montant des importations et des exportations pendant chaque mois, depuis mai 1923 (en milliers de francs) :

	Importations.	Exportations.
1923		
Mai..................	2 524 206	2 663 896
Juin..................	2 558 336	2 470 501
Juillet..................	2 615 648	2 423 781
Août..................	2 633 217	2 542 820
Septembre..............	2 613 376	2 434 645
Octobre.................	3 068 971	2 813 539
Novembre...............	3 160 504	2 941 386
Décembre...............	3 863 382	3 113 874
1924		
Janvier..................	2 887 921	2 699 833
Février..................	3 713 800	3 918 279
Mars..................	3 622 604	4 354 695
Avril..................	3 292 151	4 027 041
Mai..................	3 177 313	3 360 148

Venue en France de l'attaché commercial de France aux États-Unis. — Dans un précédent « Bulletin R. G. E. » du 26 avril 1924, t. XV, p. 131-B, nous avions informé nos lecteurs qu'un attaché commercial de l'Office national du Commerce extérieur avait aménagé un bureau à New-York. Cet attaché commercial, M. Le Neveu, devant arriver en France vers la fin du mois de juillet 1924, prie les commerçants et industriels qui désireraient le rencontrer de vouloir bien lui écrire d'avance aux bons soins de l'Office national du Commerce extérieur, 23, avenue Victor-Emmanuel III, Paris, en lui indiquant, afin de leur éviter toute perte de temps, les points sur lesquels ils désirent se renseigner. M. Le Neveu leur répondra dès son arrivée en leur fixant les heures et jours de rendez-vous.

L'attaché commercial accomplira ensuite une tournée dans les diverses régions de la France.

Economie industrielle et sociale. — Le livre VI du Code du Travail et de la Prévoyance sociale. — Dans son numéro du 22 juin 1924, le « Journal officiel » pu-

blie, pages 5578 à 5583, une loi, en date du 21 juin portant codification de lois ouvrières, et dont les 133 articles forment le livre IV du Code du Travail et de la Prévoyance sociale, avec les titres : De la juridiction, de la conciliation et de l'arbitrage, de la représentation proportionnelle.

Les 103 articles du titre I Juridiction se rapportent aux attributions, à l'élection et à la compétence des conseils de prud'hommes. Le titre II fixe la constitution des comités de conciliation et des conseils d'arbitrage. Le titre III traite de l'institution, de l'organisation et des attributions des conseils consultatifs du travail.

Un extrait de cette loi sera publié ultérieurement dans la section de législation de la « Revue générale de l'Électricité ».

Congrès. Expositions Congrès national de Navigation intérieure et d'Aménagement des Eaux. — Les titres des rapports présentés à ce Congrès qui doit avoir lieu à Lille du 30 juin au 5 juillet 1924 sont indiqués ci-après.

1. Situation des voies navigables entre Paris et la frontière belge. Projets. Augmentation du tonnage unitaire des bateaux.

2. Organisation de la traction sur les voies navigables reliant le Nord à Paris. État actuel. Améliorations projetées.

3. Tarification de la traction mécanique.

4. Rôle de la navigation intérieure dans le développement du port de Dunkerque. Améliorations des voies navigables utiles pour l'extension de ce rôle.

5. Aménagements actuels et futurs au port de Dunkerque pour le service des bateaux de navigation intérieure.

6. Arrivée, réception, distribution dans la région parisienne et réexpédition des marchandises arrivant par eau, spécialement du Nord.

7. Le Canal du Nord Est. Exposé technique.

8. Le Canal du Nord Est. Exposés économiques.

9. Réseau des voies navigables du Nord. État actuel. Améliorations désirables.

10. Réseau des voies navigables du Nord. Rôle économique des ports existants. Leur outillage. Moyens de développer leur trafic. Ports nouveaux.

11. Canal de l'Est (Branche Nord) et Canal des Ardennes. État actuel. Améliorations désirables.

12. Canal de l'Est (Branche Nord) et Canal des Ardennes. Rôle économique des ports existants. Leur outillage. Moyens de développer leur trafic. Ports nouveaux.

13. Aménagement des eaux non navigables dans la région du Nord. Dessèchements. Irrigations. Services ruraux.

14. Communications diverses.

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES

Divers. — Compagnie lorraine de Charbons, Lampes et Appareillages électriques. — La récente assemblée ordinaire de cette société, dont le siège est à Paris, 56, rue du Faubourg Saint Honoré, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 présentant un solde bénéficiaire de 158 415,31 fr, après attribution d'une somme de 55000 fr au fonds de renouvellement et d'amortissement. Elle a fixé le dividende à 5 pour 100 par action sur le montant du capital versé.

Au cours de l'exercice 1923, les installations des usines de Pagny ont nécessité quelques travaux complémentaires pour satisfaire au développement régulier des commandes de charbons électriques et de balais pour machines électriques.

Rappelons qu'une société nouvelle a été constituée en février 1924 pour l'exploitation de la branche lampes électriques.

Société hydroélectrique de Fure et Morge et de Vizille. — L'assemblée ordinaire de cette société, qui a eu lieu récemment, à Grenoble, au siège social, a approuvé les comptes de l'exercice 1923, faisant ressortir un bénéfice net de 1 189 181,58 fr, après amortissements. Le dividende a été fixé à 9 pour 100, soit 45 fr brut par action. Une somme de 400000 fr a été versée à une provision pour achat de courant thermique en cas de manque d'eau ou pour parer aux dégâts causés par les crues. Le report à nouveau a été fixé à 334 860,93 fr, y compris le report antérieur de 299 516,05 fr.

Compagnies réunies de Gaz et d'Électricité. — L'assemblée ordinaire tenue à Lyon le 28 mai 1924 a approuvé les comptes de l'exercice 1923 faisant ressortir un bénéfice de 3017 185 fr. Un dividende de 10 fr par action a été voté.

L'assemblée extraordinaire qui a suivi a voté le principe de fusion avec la Société anonyme pour l'Éclairage par le Gaz de la Ville de Metz. En conséquence, les actionnaires ont nommé deux commissaires vérificateurs chargés d'apprécier la valeur des apports.

Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille. — L'assemblée ordinaire a eu lieu le 2 juin 1924 sous la présidence de M. Ador, président du conseil d'administration. Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923 se soldant par un bénéfice net de 1485531 fr, dont elle a décidé la répartition suivante : réserve légale, 74276 fr; dividende des actions, 1304437 fr; report à nouveau, 106817 fr. Le dividende brut, fixé à 21,50 fr par action, est mis en paiement, sous déduction des impôts, depuis le 15 juin courant.

Société hydroélectrique des Basses-Pyrénées. — Les actionnaires réunis en assemblée ordinaire le 10 juin 1924, sous la présidence de M. Bubot, ont approuvé les comptes de l'exercice 1923 qui, après affectation de 210000 fr à la réserve générale pour amortissements, de 22000 fr à une provision pour indemnités dues à des familles sinistrées, et de 400000 fr au fonds de gros entretien du matériel, font ressortir un solde disponible de 296691,35 fr. Le dividende a été fixé à 7 fr brut payable le 1er juillet 1924.

Société méridionale de Transport de Force. — L'assemblée ordinaire de cette société, au capital de 12 millions de francs, tenue récemment au siège, 2, avenue Arthur-Mullot, à Carcassonne, a approuvé les comptes et le bilan de l'exercice 1923. Les recettes d'exploitation se sont élevées à 7979651,37 pour 4812846,30 fr de dépenses. En tenant compte du report précédent de 347729,81 fr, et après amortissement de 520 bons decennaux de 500 fr et de la prime de remboursement correspondante représentant au total 2 millions 947854,27 fr, le solde créditeur du compte de profits et pertes ressort à 1756996,21 fr.

Après dotation de la réserve légale, le dividende a été fixé à 45 fr brut pour les actions de capital, sur lesquels 5 fr déjà payés en novembre 1923; à 16,50 fr brut pour les actions de jouissance et à 40 fr brut pour les parts de fondateur. Le solde de 66032,90 fr a été reporté à nouveau.

Société toulousaine du Bazacle. — L'exercice 1923, dont les comptes ont été approuvés par la récente assemblée ordinaire, a été marqué par l'obtention définitive de la concession d'éclairage et de force à Toulouse à la date du 31 juillet 1923 avec effet rétroactif, en ce qui concerne les prix, à dater du 1er juillet.

L'énergie électrique a été, soit produite par les groupes hydrauliques ou thermiques de la société, soit achetée à la Société pyrénéenne d'Énergie électrique, conformément aux

accords intervenus avec cette société, soit, en cas de secours, par la ville de Toulouse.

La production des usines s'est élevée à 16 441 670 kw-h contre 14 257 580 kw-h en 1922; la société pyrénéenne a fourni 8 760 195 kw-h et la ville de Toulouse 114 215 kw-h.

La recette d'énergie et la redevance pour pose de compteur ont produit la somme de 9 408 865,45 fr; les locations diverses se sont élevées à 646 457 fr donnant ensemble un total de 10 055 322,45 fr. Dans cette fourniture, l'éclairage des particuliers entre pour la somme de 5 004 290,86 fr.

Les travaux exécutés en 1923 se répartissent comme il suit : réseaux souterrain et aérien, 950 015,33 fr; usines, appareillage, etc., 103 908,38 fr; branchements divers, 125 780,88 fr; en ajoutant le montant des marchés en cours pour exécution de travaux, soit 260 615,40 fr, les travaux effectués et en cours d'exécution donnent un total de 1 440 319,99 fr.

Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest. — L'assemblée ordinaire tenue récemment au siège social, 6, rue de Petrograd, à Paris, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 et fixé le dividende à 17,50 fr par action.

Société générale d'Énergie électrique. — L'assemblée ordinaire tenue récemment au siège social, 56, rue Laffitte, à Paris, a approuvé les comptes de l'exercice 1923 et fixé le dividende à 45 fr par action.

Forces motrices de la Sélune. — Les actionnaires se sont réunis le 9 mai 1924, à Avranches, pour prendre connaissance des résultats de l'exercice clos le 31 décembre, d'une durée de dix-huit mois.

D'après les comptes qui leur ont été soumis, les recettes brutes se sont élevées à 1 772 130 fr, laissant, après déduction des dépenses d'exploitation, des frais généraux et des charges diverses, un bénéfice net de 262 964 fr.

Le bilan et les comptes ayant été approuvés, l'assemblée générale a, sur les propositions du conseil, réparti le bénéfice disponible de l'exercice de la façon suivante : amortissements, 140 000 fr; réserve légale, 6 148 fr; réserve de prévoyance, 6 148 fr; provision pour impôts, 18 000 fr; dividende de 20 fr aux actions, 90 518 fr; report à nouveau, 2 150 fr.

Ce dividende est payable depuis le 1er juin, sous déduction de l'acompte de 10 fr qui a été versé le 1er octobre 1923.

Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine. — L'Assemblée ordinaire a eu lieu le 3 juin 1924, sous la présidence de M. Maréchal, vice-président du conseil d'administration. Elle a approuvé les rapports et les comptes de l'exercice 1923, clôturant par un bénéfice net de 3 641 147 fr contre 3 161 564 fr en 1922.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée a décidé la répartition ci-après de ce solde bénéficiaire : réserve légale, 174 770 fr; au fonds d'amortissement des actions, 809 175 fr; dividende de 5 pour 100 aux actions en circulation, 2 508 525 fr; report à nouveau, 128 777 fr.

Le dividende brut de 12,50 fr aux 202 682 actions de capital, sera mis en paiement, sous déduction des impôts à partir du 1er juillet 1924.

Compagnie française de Tramways (Indo-Chine). — L'assemblée ordinaire des actionnaires, tenue le 11 juin 1924, au siège, 3, rue de Stockholm, à Paris, sous la présidence de M. Maurice Allain, président du conseil, a approuvé les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1923.

Les recettes de l'année se sont élevées à 607 010 piastres, en augmentation de 75 677 piastres sur l'exercice 1922. Les bénéfices bruts s'élèvent à 1 858 186,81 fr, laissant, après déduction des frais généraux, intérêts sur obligations, amortissement sur obligations et sur matériel et divers, un bénéfice net de 933 317,05 fr.

Le service électrique de la société fonctionne officiellement depuis le 6 août 1923 entre Govap-Cholon-Binthay. Les trains électriques fonctionnent régulièrement et leur fréquence a été l'une des causes de l'augmentation des recettes. Le réseau électrique de la société a une longueur de 14,178 km et le réseau à vapeur, de 24,738 km, soit un total de 38,916 km, non compris Thudaumot. D'après les derniers renseignements reçus, les travaux dans cette dernière direction se continuent normalement ; le conseil pense qu'en septembre prochain les trains à vapeur circuleront sur cette nouvelle extension.

Sur la proposition du conseil, l'assemblée a fixé le dividende à 130 fr brut pour les actions de capital et à 110 fr pour les actions de jouissance.

Une assemblée extraordinaire, tenue ensuite, a décidé l'augmentation du capital social, de 3 millions à 4 millions de francs, par la distribution gratuite aux actionnaires d'une action nouvelle pour trois anciennes, les actions nouvelles étant créées par application des primes d'émission antérieurement versées.

BREVETS RÉCENTS

572 015. — Bethenod (J.). Dispositif de compensation des forces électromotrices de self-induction, 25 janvier 1923.

572 019. — Padé (P.) et Mme veuve Cossard, née A. Langlois; Carton isolant et son procédé de fabrication, 26 janvier 1923.

572 922. — Société : La Métallurgique électrique; Dispositif de commande de disjoncteur, 26 janvier 1923.

572 923. — Weintraut (E.), et la Société alsacienne de Constructions mécaniques; Perfectionnement apporté dans les appareils électriques à vapeurs métalliques, 27 janvier 1923.

572 944. — Antranikian (H.); Procédé de commande électrique à distance avec ou sans fil, 9 novembre 1923.

572 945. — Dubosc (M.-C.-J. A.); Dispositif empêchant tout contact entre l'oreille et l'écoutoir d'un appareil téléphonique, 9 novembre 1923.

572 950. — Société dite : Compagnie générale de Signalisation; Perfectionnements dans les relais électriques, 9 novembre 1923.

572 960. — Société dite : Établissements Léon Hatot; Perfectionnements aux horloges électromagnétiques, 27 septembre 1923.

572 965. — Derbier (C.-M.); Perfectionnements aux piles sèches, 10 octobre 1923.

572 966. — Société anonyme : Brown, Boveri et Cie; Dispositif pour le fonctionnement automatique des pompes à vide dans les installations de redresseurs à courant de grandes dimensions, 12 octobre 1923.

572 968. — Campos (G.); Perfectionnements apportés aux instruments de mesure électriques, 15 octobre 1923.

572 969. — Rochefort-Luçay (O.); Perfectionnements aux postes récepteurs de radiocommunications, 18 octobre 1923.

572 979. — Fontana (C.), Ferrari (V.); Perfectionnements dans les moteurs monophasés, 5 novembre 1923.

572 998. — Muller (E.-W.); Traction par accumulateurs, 26 septembre 1923.

572 999. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Philips Gloeilampenfabrieken; Tube à vide électrique comportant une cathode incandescente, une anode et une ou plusieurs électrodes auxiliaires, 8 octobre 1923.

573 000. — Société dite : The Radioactive Corporation; Haut parleur pour appareil téléphonique, 10 octobre 1923.

573 015. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements dans les systèmes électriques de signalisation, 2 novembre 1923.

573 018. — Société dite : Ateliers de Construction Oerlikon; Démarreur centrifuge pour électromoteurs, 3 novembre 1923.

573 019. — Société dite : Le Matériel téléphonique (Société anonyme); Perfectionnements aux dispositifs électriques de commutation, 5 novembre 1923.

573 024. — Société dite Naamlooze Vennootschap Philip's Gloeilampenfabrieken, Perfectionnements apportés aux tubes à décharge électrique, 9 novembre 1923.

573 030. — Société dite : Naamlooze Vennootschap Handelmaatschappij Carlos (Carlos Corporation), Câble à plusieurs conducteurs pour transport d'énergie, 10 novembre 1923.

573 031. — Corsi (D.), Giorgetti (L.-D.); Brûle-parfum électrique, 10 novembre 1923.

573 032. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Perfectionnements aux interrupteurs électriques, 10 novembre 1923.

573 033. — Société dite : Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson Houston; Dispositif à décharge électrique, 10 novembre 1923.

573 046. — Société dite : Robert Bosch Aktiengesellschaft; Bougie d'allumage, 10 novembre 1923.

573 047. — Société Landis et Gyr S. A.; Disposition d'indicateurs de maximum, notamment pour compteurs d'électricité, 10 novembre 1923.

573 050. — Nouvel (P.); Perfectionnements aux installations électriques de sûreté, 10 novembre 1923.

573 056. — Sigalas (J.-E.); Turbine tournant par pression d'huile obtenue et maintenue par un moteur auxiliaire, 12 novembre 1923.

573 058. — Jank (A.); Machine frigorifique commandée par un moteur électrique logé dans une enveloppe contenant un agent frigorifique, 12 novembre 1923.

573 076. — Société dite : Creed and Cy Ltd et M. Worthington (J.-R.); Perfectionnements aux appareils récepteurs télégraphiques, 12 novembre 1923.

573 079. — Emorine (L.-J.-E.); Perfectionnements aux porte-balais pour dynamos et autres appareils électriques, 12 novembre 1923.

573 080. — Bastaux (P.); Dispositif de fixation des fils électriques dans les douilles, prises de courant, interrupteurs, etc., 12 novembre 1923.

573 088. — Arralot Carrera (L.); Perfectionnements apportés aux cuves d'électrolyse, 12 novembre 1923.

573 092. — Pasigot (J.); Isolateur pour fils aériens, 13 novembre 1923.

RÉUNIONS, CONFÉRENCES, etc.

Société française de Physique :

Vendredi 4 juillet 1924, 20 h 30. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes — Communications :

I. *Sur des variations du potentiel disruptif dans les gaz raréfiés* (projections), par M. G. Dubois;

II. *Sur une propriété remarquable de la colonne positive de l'arc au mercure. Relais à arc de grande puissance* (expériences), par MM. L. Dunoyer et P. Toulon.

Société française des Electriciens :

Mercredi 5 juillet 1924, 20 heures. Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes. — Communications : 1° *Application de la formule de Weber à la déviation des rayons lumineux*, communication de M. Fournier, présentée par M. Lartigue;

2° Discussion de la communication de M. Giroz sur les *redresseurs à vapeur de mercure*, par MM. Joly et Benet;

3° *L'éclairage public en Hollande*, par M. Mariage;

4° *Récupération dans la traction électrique à trafic intense et arrêts fréquents*, par M. Bethenod.

Association amicale des Ingénieurs anciens Elèves de l'Institut électrotechnique de Toulouse (Groupe parisien) :

Jeudi 3 juillet 1924, 20 h 30. Café Sargeot, 30, rue de Châteaudun, Paris. — Réunion mensuelle du groupe parisien. Ordre du jour : Placement de la promotion 1924; organisation du banquet annuel pour octobre.

COURS DES MÉTAUX

Les prix des métaux ci-après sont la reproduction du prix courant légal (cote officielle hebdomadaire) des marchandises en gros sur la place de Paris, rédigé par les courtiers assermentés du Tribunal de la Seine :

A L'ACQUITTÉ	1924		COURS DE LA SEMAINE CORRESPONDANTE		
	21 juin	14 juin	1923	1922	1914
Les 100 kilogrammes.	francs	francs	francs	francs	francs
Aluminium français, 98 à 99 0/0, en lingots de 3 kg et plus, liv. Paris	950	950	725	650	225
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, marques ordinaires, liv. Havre					
Cuivre en barres, Chili, américain ou autres provenances équivalentes, premières marques, liv. Havre					
Cuivre en lingots et plaques de laminage, liv. Havre ou Rouen	549	559	576	387	168,50
Cuivre en lingots propre au laiton, liv. Havre ou Rouen	549	559	576	387	168,50
Cuivre en cathodes, liv. Havre ou Rouen	542,50	552,50	570,50	378	168,50
Cuivre minerai de Corocoro, liv. Havre					
Etain Banka, liv. Havre ou Paris	1 887	1 879	1 526	854	381
Etain Billiton, liv. Havre					
Etain Détroits, liv. Havre	1 883	1 879	1 504	858	366
Etain anglais de Cornouailles, liv. Paris	1 855	1 858	1 486	836	360
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Havre ou Rouen	280,50	285,50	208	148	57
Plomb de provenances diverses, marques ordinaires, liv. Paris	285,50	290,50	213	155	57
Zinc bonnes marques, liv. Havre ou Paris	270,75	279	238	156	58,50
Zinc extra-pur, liv. Havre ou Paris	297	306	257	172	58,50

INDEX ÉCONOMIQUE

DES MATIÈRES DÉTERMINANTES ENTRANT DANS LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Établi par le Syndicat professionnel des Industries électriques.

MATIÈRES	UNITÉ	PRIX samedi 14 juin 1924	PRIX samedi 21 juin 1924	différence
Aciers doux étirés ronds (marché de Paris)				
Barre de 60 mm et plus	100 kg	130 fr	130 fr	0
31 à 59 mm	100 kg	125	125	0
21 à 30	100 kg	130	130	0
16 à 20	100 kg	135	135	0
11 à 15	100 kg	140	140	0
8 à 10	100 kg	145	145	0
4 à 7	100 kg	150	150	0
3 à 3,5	100 kg	160	160	0
Aluminium français 98/99 pour 100 en lingots, liv. Paris	100 kg	950	950	0
Caoutchouc Para plantation crêpe n° 1 disponible	liv. angl.	10 1/2 d	10 3/8 d	— 1/8
Coton brut liv. Le Havre	50 kg	719 fr	690 fr	— 29
Cuivre en cathodes, wagon départ	100 kg	552,50	542,50	— 10
Cuivre tréfilé 30/10, liv. Paris	100 kg	676	666	— 10
Fil de cuivre guipé 2 couches coton 20/10, liv. Paris	100 kg	965	954	— 11
Id 1 couche soie 20/100, liv. Paris	100 kg	6 485	6 475	— 10
*Ébonite, bonne qualité courante, prix moyen, liv. Paris	100 kg	2 175	2 175	0
Émail pour appareillage tôle — blanc	100 kg	665	665	0
Émail pour appareillage tôle — noir	100 kg	1 694	1 694	0
Étain Banka, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	1 879	1 887	+ 8
Fonte de moulage, type n° 3, Longwy, départ usine Est	tonne	370-380	370-380	0
*Fonte hématite, wagon départ	tonne	445	445	0
*Huile pour transformateurs, liv. Paris	100 kg	310	310	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — pour haute tension	100 kg	165	165	0
*Huile pour interrupteurs Shamrock, n° 310 D, wagon usine — pour basse tension	100 kg	200	200	0
*Marbre blanc clair, 40 mm épaisseur, 1 face polie, liv. Paris	1 m²	150	150	0
*Noir de fumée, liv. Paris	100 kg	160	160	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm — épaisseur 7/100 mm	le mètre linéaire	2,65	2,65	0
*Papier pour tôle, 70 cm × 75 cm — » 10/100 mm	le mètre linéaire	2,95	2,95	0
Plomb provenances diverses marq. ord. liv. Le Havre ou Rouen	100 kg	285,50	280,50	— 5
*Porcelaine électrotechnique, isolateur de ligne, double sécurité, tension 15 000 volts, dimension 120/150 environ		6,35	6,35	0
Soie grège Cévennes 13/16, Lyon	1 kg	manque	manque	
Tôle magnétique extra sup. 4/10, wagon-départ	100 kg	325	325	0
*Verre pour cuves d'accumulateurs (verre cathédrale, mesure fixe moyenne) pris à l'usine au détail	1 m²	9	9	0
*Verre à vitres, mesures courantes (en caisse d'une seule mesure) la caisse de 40 feuilles		195	195	0
Zinc extra pur, liv. Le Havre ou Paris	100 kg	306	297	— 9

Prix de la série.

Coefficients à appliquer à partir du 1er janvier 1924, sur le prix de la série du 15 octobre 1922.

Coefficient spécial à appliquer sur les articles conducteurs électriques, nos 51 à 61	1,13
id id 62 à 70	1,15
id id 71 à 91	1,15
id id 93 à 117	1,03
Coefficient spécial à appliquer sur les articles tubes isolateurs acier étiré, n° 208	1,02
Coefficient spécial à appliquer sur les articles pour fourreaux ou tubes isolateurs, nos 213 à 234	1,00
Coefficient global s'appliquant à l'ensemble des articles de la série, y compris ceux déjà modifiés par un coefficient spécial	1,22
Pour ouvrages ne comportant que la main-d'œuvre	1,05

Charbons français autres que les agglomérés quel que soit leur usage (1)

ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES	MAJORATIONS
Arras, Chalon, Toulouse (bassin du Tarn)	30 pour 100 du prix à la mine
Alais, Saint-Étienne, Marseille, Nantes, Bordeaux, Douai, Clermont-Ferrand	28 pour 100 id
Toulouse (bassin de l'Aveyron), Grenoble	26 pour 100 id

NOTA. — Les prix des matières marquées d'un * résultent des prix moyens de vente et sont donnés seulement à titre d'indication.

(1) En vertu de l'arrêté du 21 décembre 1920, fixant le prix de vente des charbons, les charbons français, quel que soit leur usage à l'exception des agglomérés, supporteront une surtaxe ad valorem dont le taux sera déterminé par l'adoption de coefficients variables entre les divers arrondissements minéralogiques, de façon à égaliser sensiblement les surtaxes payées dans ces divers arrondissements pour des charbons de qualités similaires. Ces coefficients sont ceux mentionnés au tableau ci-dessus.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537 531. — Contribution à l'étude des rayons X secondaires; Pethomme. *C. R. Ac. des Sc.*, 3 septembre 1923, t. CLXXVII, p. 494-496, 1 200 mots. — La radiographie de deux fils métalliques croisés placés à quelques millimètres (3 à 6) au-dessus d'une plaque métallique donne une image très nette. Si on interpose entre l'ampoule radiogène et l'écran, à 150 mm du foyer, une plaque de plomb de 3 mm d'épaisseur, on voit apparaître deux autres images situées de part et d'autre de l'image directe et dues aux rayons secondaires ayant pour origine le bord de l'écran. De ces expériences, l'auteur conclut que, pour se protéger contre l'action nocive des rayons X, il y aurait avantage à utiliser des cloisons multiples dont la qualité (nature et épaisseur), le nombre et les distances respectives à la source de radiation seraient fonction de la tension utilisée et de la durée de fonctionnement de l'ampoule. — M.-H. B.

537 531. — Sur les rayons β secondaires produits dans un gaz par des rayons X; Pierre Auger. *C. R. Ac. des Sc.*, 10 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 169-171, 1 000 mots. — En diluant le gaz à étudier dans l'hydrogène, ses atomes plus lourds que ceux de l'hydrogène absorbent seuls les rayons X et émettent des rayons β; ceux-ci sont déviés par le choc. Dans le cas de l'azote, les rayons β ont tendance à s'orienter dans une direction perpendiculaire à la direction de propagation des rayons X, ce qui paraît indiquer que l'électron obéit au vecteur électrique du rayonnement. Cette concentration autour de la direction perpendiculaire est moins marquée avec des gaz plus lourds, comme le chlore. — M.-H. B.

535 33 : 537 531. — Une vérification expérimentale de la théorie des spectres de rayons Röntgen dus à une ionisation atomique multiple; A. Dauvillier. *C. R. Ac. des Sc.*, 10 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 167-169, 1 000 mots. — Cette vérification a été obtenue en provoquant un spectre de fluorescence, plus intense que le spectre produit par bombardement cathodique. Dans ces conditions, les raies supplémentaires, qu'on observe dans le cas du bombardement cathodique, disparaissent, ce qui confirme l'hypothèse, déjà émise par M. Dauvillier, que ces lignes sont dues à des combinaisons entre niveaux dont l'un, celui de plus basse fréquence, présente, par suite du départ d'un ou plusieurs électrons le garnissant normalement, une énergie différente de sa valeur habituelle. — M.-H. B.

538 561 : 535 33-1. — La jonction de l'infrarouge avec avec les ondes électriques; M. E.-F. Nichols et J.-D. Tear. *Revue Générale des Sciences*, 15-30 août 1923, nos 15-16, p. 450-451. Résumé d'un article paru dans *Proceeding of the national Academy of Science of the United States of America*, juin 1923, t. IX, n° 6, p. 211. — Après la découverte des ondes électriques par Hertz en 1888, de grands progrès ont été réalisés rapidement dans la production d'ondes électriques de plus en plus courtes. Lebedew a obtenu des ondes dont il estimait la longueur à 3 mm, et Lampa a cru avoir abaissé cette limite à 4 mm. En 1918, Nobius, répétant les expériences de ces deux savants, montra qu'ils avaient sous-estimé ces longueurs d'onde, qui s'élevaient au moins à 1 cm dans le premier cas et à 7 mm dans le second, et il ne parvint pas lui-même à obtenir des ondes d'une longueur plus courte que 7 mm, non sans de grandes difficultés (*Annalen der Physik*, t. LXII, p. 293, 1920). Simultanément, avec cette avance vers les ondes électriques les plus courtes, des progrès correspondants étaient réalisés dans le spectre infrarouge vers les ondes longues. En 1894, Rubens et Paschen, indépendamment, poussaient leurs déterminations de longueurs d'onde jusqu'à 9,4 μ (16 fois celle de la lumière jaune). En 1897, Rubens et Nichols, par la méthode des « rayons restants », étaient dix fois plus loin des limites connues du spectre infrarouge. Puis, par la méthode de l'isolement focal, Rubens et Wood d'abord réalisaient un nouveau progrès, puis Rubens et von Baeyer, en 1911, obtenaient et mesuraient des ondes calorifiques de 0,32 mm de longueur (*Philosophical Magazine*, t. XXI, p. 689, 1911). L'intervalle qui sépare ces dernières ondes des ondes électriques les plus courtes était resté béant : deux savants américains, MM. E.-F. Nichols et J.-D. Tear, des Laboratoires de recherche Nela, viennent de le combler. Ils ont attaqué le problème du côté des ondes électriques et ils ont réalisé une série d'instruments et de méthodes en grande partie nouveaux. 1° Leur récepteur d'ondes électriques est une forme modifiée du radiomètre de Nichols. Quand des ondes électriques tombent sur un conducteur, elles produisent des courants oscillants de même fréquence dans ses couches superficielles. Une partie de l'énergie de ces courants oscillants est convertie en chaleur par la résistance électrique du conducteur, et ce dernier s'échauffe, par conséquent, très légèrement. Pour utiliser ce phénomène dans un récepteur d'ondes électriques, les ailettes noircies habituelles du radiomètre à suspension de Nichols ont été remplacées par des éléments thermiques formés de dépôts très minces de platine métallique brillant sur des lames de mica. Ces éléments sont protégés d'un côté par un écran et disposés de telle façon autour de l'axe de rotation de la suspension que, lorsqu'ils s'échauffent par l'action des ondes électriques, les forces radiométriques sur les deux ailettes se combinent pour produire la rotation du système récepteur. 2° L'oscillateur était, en principe, le doublet

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

Etablissements DESAULTY

13, rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 507

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 56-06
R. C. : Seine N° 124.891

CONSOLES EN BETON ARMÉ
POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR
ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES
MODÈLE DÉPOSÉ

SAILLIE 1m — POIDS MAX 8 Kg.

CONSOLES
POUR ÉCLAIRAGE A GAZ
NOMBREUSES RÉFÉRENCES

CONSOLES
POUR
ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
MODÈLES & STYLES DIVERS
SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN
25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES
Notices & descriptions sur demande

CONSOLES
EN
BÉTON ARMÉ
POUR
CANALISATIONS ÉLECTRIQUES
BASSE TENSION
BREVETÉES S.G.D.G.

AVANTAGES CONSIDÉRABLES
sur la
CONSOLE MÉTALLIQUE
Stocks importants disponibles

FABRICATION LORRAINE





LAMPE "FAUST"

MONO & DEMI-WATT
AUTOMOBILES
CARBONE
TÉLÉPHONIQUES

Balais pour Moteurs
MAGNÉTOS - ÉQUIPEMENT AUTOMOBILES

Charbons électriques
LUMIÈRE - SOUDURE - PHOTOGRAVURE
CINÉMATOGRAPHES

COMPAGNIE LORRAINE
DE CHARBONS, LAMPES
& APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
(*Anciens Établissements Fabius Henrion*)
56, Faubourg-Saint-Honoré, 56, PARIS
Registre du Commerce : Seine N° 88294

Usines à Pagny-sur-Moselle (Moselle)

UNIS-FRANCE

de Hertz avec de petits cylindres de tungstène remplaçant ceux de platine, et divers autres perfectionnemants. 3° Les auteurs ont utilisé, outre les interféromètres de Boltzmann et de Fabry et Perot, une forme entièrement nouvelle d'analyseur à échelon réfléchissant. L'avantage de ce nouvel instrument est de donner, non seulement des longueurs d'onde exactes, mais aussi la forme approximative de l'onde. 4° Enfin, un des principaux perfectionnements de la méthode consistait dans l'emploi d'un second récepteur identique, sur lequel on déviait une fraction du faisceau de radiations émis par l'oscillateur. Ce second récepteur servait de contrôle pour le fonctionnement de l'oscillateur et permettait d'éliminer, des résultats, les erreurs dues aux irrégularités de l'émission. Par des études patientes et l'emploi des appareils et des procédés qui précèdent, MM. Nichols et Tear sont arrivés à isoler et à mesurer des ondes électriques de plus en plus courtes depuis la limite de Lampa et de Nobius, soit 4 mm jusqu'à 0,22 mm de longueur. Ils ont donc réalisé des ondes électriques plus courtes que les ondes les plus longues connues pour être émises par la matière aux hautes températures. Ils ont, d'autre part, utilisé leur récepteur d'ondes électriques, sous deux formes différentes, pour contrôler la longueur des ondes calorifiques de 0,32 mm obtenues par Rubens et von Baeyer, et ils ont obtenu des résultats identiques à ceux des savants allemands. Ces résultats, qui font le plus grand honneur à l'habileté expérimentale de MM. Nichols et Tear, ouvrent à l'étude la dernière région pratiquement inexplorée du domaine des ondulations spectrales, qui s'étend aujourd'hui sans interruption depuis les ondes longues de la télégraphie sans fil de 20000 m de longueur, jusqu'aux rayons γ les plus courts du radium de 10^{-11} cm de longueur d'onde. — M.-H. B.

535 33 3. — Recherches quantitatives sur le spectre d'étincelle ultraviolet du cuivre dans l'aluminium ; Xavier Wache. *C. R. Ac. des Sc.*, 2 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 39-41, 700 mots. — On s'est servi d'un spectrographe d'Hilger et d'un éclateur à étincelle Beaudoin. L'apparition totale du cuivre dans l'aluminium a lieu pour une teneur en cuivre de 60 pour 100 ; l'apparition totale de l'aluminium a lieu pour une teneur en aluminium voisine de 20 pour 100. Les raies du cuivre sont de grande sensibilité ; elles existent pour des teneurs de l'ordre du millième et résistent à l'introduction de self-inductions croissantes dans le circuit de décharge. — M.-H. B.

537 333. — Recherches sur l'électrodiffusion (migration des ions) ; Alfred Gillet. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 261-263, 800 mots. — On opère avec une solution de sulfate de sodium à 3 pour 100 dans une solution de gélatine à 10 pour 100. On obtient, après refroidissement, une gelée que l'on électrolyse. On analyse les tranches découpées dans l'électrolyte. Tout se passe comme si le cathion seul transportait le courant et comme si l'électrodiffusion vers l'anode était une « anaphorèse moléculaire » entraînant non seulement de l'anhydride sulfureux, mais toutes les molécules d'électrolyte, y compris celle de la soude. — M.-H. B.

537 35. — La force électromotrice des piles, l'affinité chimique et l'attraction moléculaire ; N. Vasilesco Karpen. *C. R. Ac. des Sc.*, 20 août 1923, t. CLXXVII, p. 449-451, 1 000 mots. — L'auteur envisage l'introduction de l'attraction laplacienne exercée sur les molécules et les ions, pour modifier la théorie osmotique des forces électromotrices de Nernst. Cette attraction est la principale cause directe de la réaction chimique et de la force électromotrice. L'affinité, dans le cas où la réaction peut se produire dans une pile réversible, est définie comme étant mesurée par la force électromotrice de cette pile. — M.-H. B.

537.35. — De la superposition des forces électromotrices dans les piles à liquide fluorescent ; A. Grumbach. *C. R. Ac. des Sc.*, 6 août 1923, t. CLXXVII, p. 393-398, 700 mots. — Deux effets ont été observés en lumière monochromatique : l'effet sur l'électrode qui donne une force électromotrice passant par un maximum et change de sens au bout de quelques heures en solution concentrée ; l'effet sur le liquide lui-même qui donne une force électromotrice de sens contraire à la première et qui ne diminue pas rapidement en valeur absolue dans l'obscurité. — M.-H. B.

537 35. — Sur les piles à liquide fluorescent ; A. Grumbach. *C. R. Ac. des Sc.*, 8 janvier 1923, t. CLXXVI, p. 88-90, 1 000 mots. — A la suite des expériences de Goldmann, on pensait que la force électromotrice de ces piles prenait naissance à la surface de l'électrode isolée. M. Grumbach montre qu'il n'en est rien. Dans une solution d'uranine pure (fluorescéinate de sodium), on observe une force électromotrice notable, si on introduit dans la solution, près d'une électrode, un volume, même petit, du même liquide préalablement isolé. — M.-H. B.

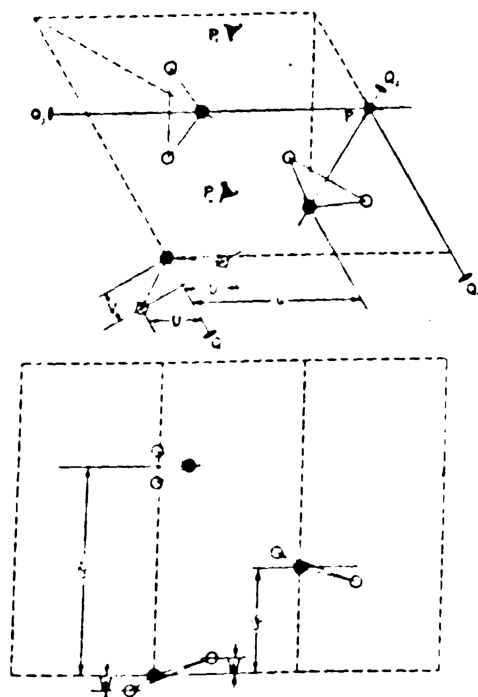
537.43. — Principes de la protection des bâtiments contre la foudre. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 459-460, 1 200 mots. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 17 mai 1923, t. XLIV, p. 471-475, 7 000 mots.

538 22 : 669 24. — Du magnétisme du nickel ; H. Pécheux. *R. G. E.*, XIV, p. 435-438, 2 500 mots, 2 fig., 2 tab. — Déjà, en 1907, l'auteur avait étudié l'influence de la présence des métaux étrangers et celle du recuit sur les propriétés électriques du nickel commercial (résistivité et thermoélectricité ; position des points critiques). Dans des essais récents, exécutés en février et mars 1923, il a recherché l'influence des mêmes causes sur les caractéristiques magnétiques du même métal et étudié, également, les effets de la trempe et du recuit sur la perméabilité du nickel. Ce sont les résultats de ces essais que l'auteur consigne dans l'article en question.

SCIENCES DIVERSES

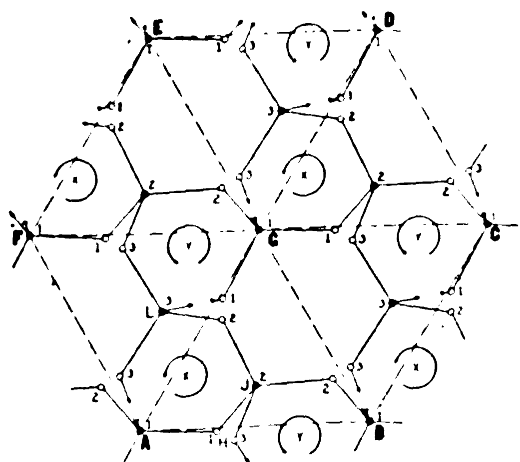
539 1 : 552 45. — La structure cristalline du quartz ; L.-W. McKeehan. *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 503-508, 1 300 mots, 2 fig., 12 tab. — Plusieurs chercheurs ont montré que le réseau cristallin du quartz est hexagonal, et que trois molécules SiO^2 doivent être associées à chaque unité cristalline. Un travail théorique récent de Huggins suggère une disposition simple des centres d'atomes qui est d'accord avec ces faits et avec les rayons atomiques de Si et O déterminés par une autre méthode. L'auteur a reproduit, de son côté, des photographies par la méthode de la poudre appliquée à l'analyse cristalline par rayons X, et a cherché à établir un arrangement atomique en accord avec les intensités observées des raies des figures de *diffraction* obtenues. L'arrangement le meilleur diffère, sur *quelques* points, de celui que suggère Huggins et il présente *une* certaine valeur pour la détermination des formes des atomes composants. L'étude d'autres formes cristallines de la silice a été, en outre, entreprise pour jeter quelque lumière supplémentaire sur cette question. La figure 1 reproduit la disposition la plus générale qui s'accorde avec les données antérieures ; cette figure donne deux projections d'un élément de la structure cristalline, esquissées en pointillé. La projection supérieure est faite sur le plan de base (001) et la projection inférieure sur l'un des plans latéraux (010). Les seuls éléments de symétrie sont les axes de *répétition* d'ordre 2, Q_1, Q_2 et Q_3, et les axes de translation *hélicoïdale* d'ordre 3, P_1, P_2 et P_3. La direction de la *translation* suivant ces axes détermine si le quartz est optiquement droit ou gauche. La symétrie du cristal requiert que : *a)* dans chaque molécule, les deux centres d'atomes d'oxygène soient équidistants du centre de l'atome de silicium, les trois centres déterminant, par conséquent, un triangle isocèle ; *b)* chaque centre d'atome Si est équidistant de deux centres d'atomes d'oxygène de molécules adjacentes, dont les centres d'atomes Si appartiennent à des réseaux différents de celui de l'atome Si considéré ; *c)* chaque centre d'atome d'oxygène est équidistant de deux

centres d'atomes Si, et le plan déterminé par ces trois points coupe le plan de base (00.1) en l'un de ses centres d'atomes Si situé sur l'une de ses rangées principales de points ; *d* la distance entre les membres de paires adjacentes de centres d'atomes différents est 1,82.10⁻⁸ cm. Ces hypothèses fixent



539 : 552.45 — Fig. 1. Un élément de la structure cristalline du quartz.

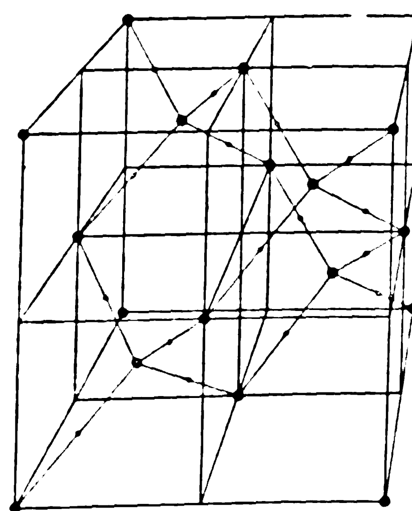
complètement les positions des centres des atomes Si et O pour des valeurs particulières des paramètres *a* et *c* du réseau. L'auteur a recherché les dispositions capables de répondre à ces conditions et d'interpréter les figures de diffraction. Il a essayé ainsi 30 dispositions différentes, et la



539 : 552.45 — Fig. 2. Disposition des atomes dans le quartz.

figure 2 représente la disposition adoptée. Cette figure est une projection des centres atomiques sur un plan de base. Elle contient trois projections de l'élément de structure SiO^2, avec les atomes représentés par des sphères opaques de tailles arbitraires. Une particularité frappante de l'arrangement ici proposé est la conservation de l'identité des groupes SiO^2 situés dans les plans de base. Le cristal peut être considéré comme constitué par des couches de molécules dont les plans sont perpendiculaires à l'axe hexagonal, et espacées de façon que les couches adjacentes sont beaucoup plus voisines les unes des autres que les molécules adjacentes de la même couche. — L. B.

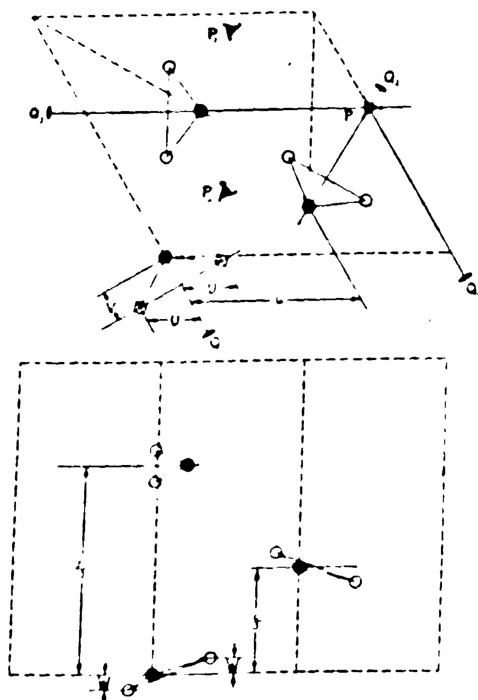
539.11. — **Structures électroniques des spinelles**; M.-L. Huggins. *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 509-516, 2 000 mots. — *Arrangement des atomes.* Le groupe des spinelles, de formule générale $R''R'''^2O^4$, où R'' est un métal divalent (Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) et R''' un métal trivalent (Al, Cr, Fe, Co), a été étudié aux rayons X par W.-H. Bragg, Nishikawa, et Vegard. D'après leurs résultats, les atomes R'' occupent les positions des atomes de carbone dans la structure du type diamant (fig. 1), les autres atomes étant distribués autour des précédents, comme l'indiquent les figures 2 et 3. Chaque atome R'' est entouré de quatre atomes d'oxygène équidistants, disposés en tétraèdre. Autour de chacun des atomes R''', il y a six atomes d'oxygène, aux sommets d'un octaèdre. Il en résulte que chaque atome d'oxygène est entouré par trois atomes R''' équidistants et par un atome R''. — *Arrangement des électrons.* Selon la théorie de Lewis de la structure atomique et son extension par l'auteur aux éléments lourds, il



539.11. — Fig. 1. Disposition des centres atomiques et des paires d'électrons de valence dans le cube élémentaire du diagramme.

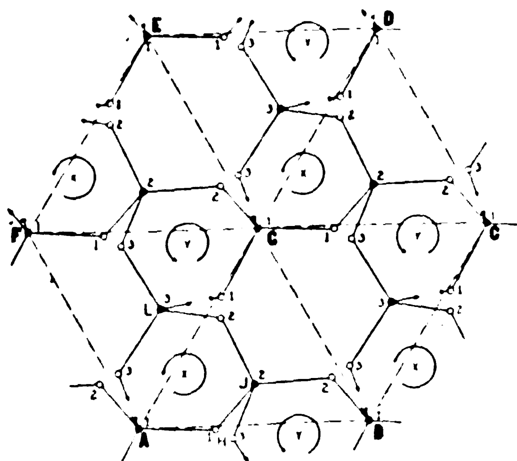
y a six électrons de valence par atome d'oxygène, deux par atome R'' et trois par atome R''', soit au total 32 par « molécule ». Ceci est exactement le nombre requis pour former un tétraèdre de paires d'électrons, un groupe stable de huit, ou octet, autour de chaque noyau d'atome d'oxygène. Puisque, dans tous les autres cristaux étudiés contenant de l'oxygène, il y a un tétraèdre similaire de paires autour de chaque noyau d'oxygène, nous pouvons supposer que cela est le cas dans les spinelles, si une telle supposition conduit à une structure qui soit par ailleurs raisonnable. Ces électrons de valence peuvent être orientés suivant trois modes différents, d'après la symétrie d'ordre trois qui existe autour de la ligne des centres R''-O. Deux de ces orientations sont inadmissibles. Si la troisième est correcte, chaque paire d'électrons est située sur la ligne des centres comprise entre un atome d'oxygène et l'un des quatre atomes qui l'entourent. Un tel arrangement est en complet accord avec la théorie de l'auteur, qui a été complètement vérifiée pour d'autres cristaux et selon laquelle les électrons de valence

centres d'atomes Si, et le plan déterminé par ces trois points coupe le plan de base (00.1) en l'un de ses centres d'atomes Si situé sur l'une de ses rangées principales de points ; *d* la distance entre les membres de paires adjacentes de centres d'atomes différents est 1,57.10⁻⁸ cm. Ces hypothèses fixent



539.1 : 552.45 — Fig. 1. Un élément de la structure cristalline du quartz.

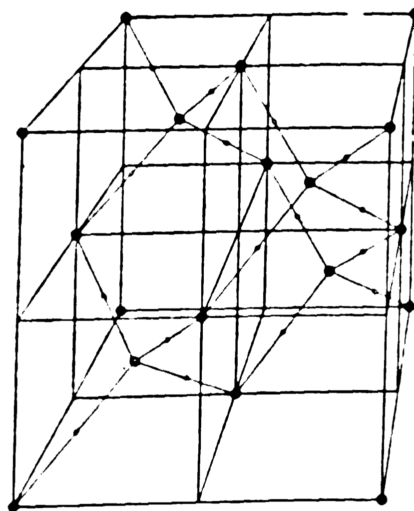
complètement les positions des centres des atomes Si et O pour des valeurs particulières des paramètres *a* et *c* du réseau. L'auteur a recherché les dispositions capables de répondre à ces conditions et d'interpréter les figures de diffraction. Il a essayé ainsi 30 dispositions différentes, et la



539.1 : 552.45 — Fig. 2. Disposition des atomes dans le quartz.

figure 2 représente la disposition adoptée. Cette figure est une projection des centres atomiques sur un plan de base. Elle contient trois projections de l'élément de structure SiO^2, avec les atomes représentés par des sphères opaques de tailles arbitraires. Une particularité frappante de l'arrangement ici proposé est la conservation de l'identité des groupes SiO^2 situés dans les plans de base. Le cristal peut être considéré comme constitué par des couches de molécules dont les plans sont perpendiculaires à l'axe hexagonal, et espacées de façon que les couches adjacentes sont beaucoup plus voisines les unes des autres que les molécules adjacentes de la même couche. — L. B.

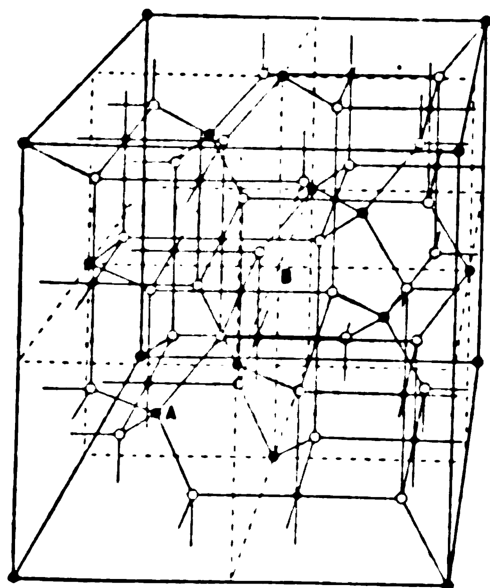
539.11. — Structures électroniques des spinelles; M. L. HUGGINS. *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 509-516, 2 000 mots. — *Arrangement des atomes.* Le groupe des spinelles, de formule générale $R''R'''^2O^4$, où R'' est un métal divalent (Mg, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) et R''' un métal trivalent (Al, Cr, Fe, Co), a été étudié aux rayons X par W.-H. Bragg, Nishikawa, et Vegard. D'après leurs résultats, les atomes R'' occupent les positions des atomes de carbone dans la structure du type diamant (fig. 1), les autres atomes étant distribués autour des précédents, comme l'indiquent les figures 2 et 3. Chaque atome R'' est entouré de quatre atomes d'oxygène équidistants, disposés en tétraèdre. Autour de chacun des atomes R''', il y a six atomes d'oxygène, aux sommets d'un octaèdre. Il en résulte que chaque atome d'oxygène est entouré par trois atomes R''' équidistants et par un atome R''. — *Arrangement des électrons.* Selon la théorie de Lewis de la structure atomique et son extension par l'auteur aux éléments lourds, il



539.11 — Fig. 1. Disposition des centres atomiques et des paires d'électrons de valence dans le cube élémentaire du diagramme.

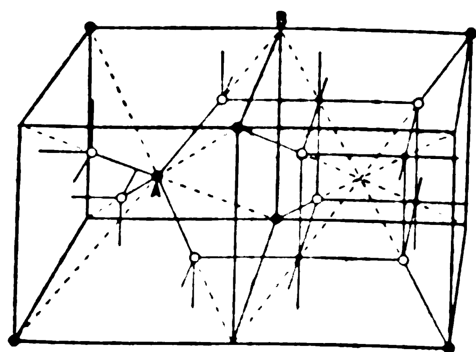
y a six électrons de valence par atome d'oxygène, deux par atome R'' et trois par atome R''', soit au total 32 par « molécule ». Ceci est exactement le nombre requis pour former un tétraèdre de paires d'électrons, un groupe stable de huit, ou octet, autour de chaque noyau d'atome d'oxygène. Puisque, dans tous les autres cristaux étudiés contenant de l'oxygène, il y a un tétraèdre similaire de paires autour de chaque noyau d'oxygène, nous pouvons supposer que cela est le cas dans les spinelles, si une telle supposition conduit à une structure qui soit par ailleurs raisonnable. Ces électrons de valence peuvent être orientés suivant trois modes différents, d'après la symétrie d'ordre trois qui existe autour de la ligne des centres R'''-O. Deux de ces orientations sont inadmissibles. Si la troisième est correcte, chaque paire d'électrons est située sur la ligne des centres comprise entre un atome d'oxygène et l'un des quatre atomes qui l'entourent. Un tel arrangement est en complet accord avec la théorie de l'auteur, qui a été complètement vérifiée pour d'autres cristaux et selon laquelle les électrons de valence

tendent à se distribuer par paires sur la ligne des centres comprise entre atomes adjacents et à l'opposé des faces des polyèdres formés par les paires ou triplets d'électrons les plus extérieurs entourant les noyaux des atomes ainsi joints. — *Les positions des centres des atomes d'oxygène.* Partant de ce point de vue, l'auteur a pu calculer les distances entre centres atomiques adjacents et déterminer les positions des centres d'atomes d'oxygène dans les cristaux



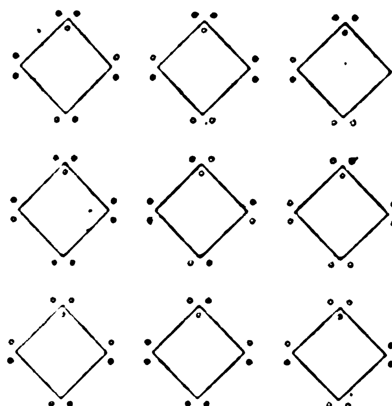
539.11. — Fig. 2. Disposition des centres atomiques dans le cube élémentaire du spinelle.

de $ZnAl^2O^4$, $ZnCr^2O^4$, $ZnFe^2O^4$, $MgAl^2O^4$, $MgCr^2O^4$, $MnAl^2O^4$, $MnCr^2O^4$, $CdCr^2O^4$ et $FeFe^2O^4$, en supposant que la distance Zn — O chez les trois premiers est égale à celle que l'on observe dans ZnO, et que les distances correspondantes dans les différentes spinelles sont égales. — *Rayons atomiques.* On donne ensuite les rayons des atomes présents dans ces cristaux, calculés au moyen de la valeur de la distance R-O. — *La formule correcte des spinelles.* Dans l'arrangement que représentent les figures 2 et 3, les atomes ne se partagent naturellement pas en groupes $R''O$ et R'''^2O^3, ni en ions en R'' et $R'''O^2$. Tout le cristal n'est, si l'on veut, qu'une seule molécule, chaque atome étant retenu par des simples liaisons avec les atomes adjacents. La formule empirique $R''R'''^2O^4$, est donc la seule qui représente correctement le structure de ces substances à l'état cristallin. — *Ferromagnétisme.* La structure électronique de ces cristaux



539.11. — Fig. 3. Disposition des centres atomiques dans deux des cubes élémentaires du spinelle.

et de leurs atomes composants suggère une explication possible, bien que partielle, de la cause du ferromagnétisme. Selon la théorie de l'auteur, les atomes de chrome, de manganèse, de fer, de cobalt et de nickel, possèdent chacun une enveloppe de noyau, contenant à la fois des paires et des triplets d'électrons. En général, on ne doit pas s'attendre à un déplacement d'électrons d'un groupe d'électrons à un autre groupe dans un atome d'un cristal, mais ce changement serait possible dans quelques cristaux. Le ferromagnétisme du fer, de la magnétite, etc., pourrait, dès lors, être le résultat d'une concentration de triplets d'électrons à la



539.11. — Fig. 4. Arrangement des électrons dans un cristal hypothétique aimanté à deux dimensions.

même extrémité de chaque noyau atomique, un peu comme le montre la figure 4, pour un cristal imaginaire à deux dimensions. Mais l'explication n'est que partielle, car elle repose sur l'hypothèse que les propriétés magnétiques d'un cristal résultent d'une distribution dyssymétrique d'électrons dans les atomes qui le forment. Et la raison d'une telle relation entre les propriétés magnétiques et la distribution électronique n'apparaît pas encore.

MESURES ET ESSAIS

531.7 (017). Système simplifié de normalisation utilisant comme bases les unités métriques. *Génie civil*, 12 août 1922, t. LXXXI, p. 167; bibliographie d'un article de Narcisse Desirello, publié dans *Industria* du 15 mai 1922. — L'auteur examine les mérites comparés du système métrique et du système de mesures anglaises, au point de vue de la normalisation.

621.317. — La réalisation des sensibilités multiples dans les appareils de mesures à courant continu et alternatif : L. Joly. *Bulletin de la Société belge des Électriciens*, mars-avril 1922, t. XXXVI, p. 49-58, 2500 mots, 5 fig. — Pour obtenir, avec le même appareil, des mesures d'intensité sur une échelle assez étendue et par conséquent pour avoir un instrument à sensibilités multiples, on utilise soit la méthode du shunt non inductif, soit celle du circuit amovible. L'auteur étudie séparément les avantages particuliers de chacune de ces méthodes, car, suivant le cas, c'est l'une ou l'autre qui donne le meilleur résultat pratique. — 1° *Méthode du shunt non inductif.* On utilise, dans l'appareil de mesure, des bobines en cuivre de très faible résistance, dans lesquelles on admet un courant assez élevé, et qui sont constituées par un petit nombre de tours de fil. On arrive, en cherchant des conditions optimums, à abaisser leur constante de temps et leur résistance, si bien que, par exemple, pour les électrodynamomètres, la différence de potentiel aux bornes n'atteint pas 0,1 V pour une intensité de 10 A, tandis que le coefficient de self-induction est de l'ordre de 1 m H. En ajoutant au circuit une résistance de manganin exigeant

environ 0,4 V pour 10 A, on obtient des circuits qui peuvent être employés indifféremment en courant alternatif ou en courant continu, en dérivation sur des shunts, sans que la self-induction introduise de très grosses erreurs et que le coefficient de température dépasse 0,001 par degré centésimal. Des combinaisons de plusieurs circuits dérivés permettent d'annuler pratiquement ces coefficients de température de l'appareil. Pour un appareil électromécanique de contrôle sur shunt, permettant la mesure des intensités jusqu'à 100 A, on peut obtenir une précision, en courant continu, supérieure à 1 pour 100; avec des shunts pour, respectivement, 30 et 300 A, elle est sensiblement la même que pour 100 A, mais au delà, à partir de 300 A, elle dépasse, en courant alternatif, 1 pour 100 à 50 p : s. D'autre part, si l'on étalonne l'appareil avec une fréquence de 80 p : s, les erreurs indiquées à 50 p : s sont à peu près doublées. L'emploi des shunts conduit donc à une précision en général suffisante dans l'industrie et la multiplicité des sensibilités pour l'intensité est obtenue à l'aide d'une augmentation de prix minime. On peut, et c'est là un avantage intéressant pour la mesure de fortes intensités, placer l'appareil à bonne distance des circuits principaux. Par contre, les circuits de mesure ne sont pas susceptibles de surcharge. Cet inconvénient n'est pas grave avec les ampèremètres, car on retire toujours du circuit un appareil dont l'aiguille dépasse le maximum de la graduation, mais cela peut être plus gênant avec les wattmètres, surtout dans le cas de mesures de très faibles facteurs de puissance. — 2° *Méthode des circuits amovibles.* Dans la construction des appareils de cette catégorie, une difficulté spéciale se présente en ce qui concerne la conservation du champ qui doit être identique pour chacune des bobines. Pratiquement, on a pu établir les divers modèles de bobines de 1 à 300 A, de telle sorte que la lecture directe sur l'échelle commune n'entraîne pas une erreur de 1 pour 100. Un système de correction permet, d'ailleurs, d'obtenir un résultat absolument exact, dans chaque cas, on a pu réaliser ainsi des wattmètres à sensibilités multiples qui, tout en conservant un échauffement normal, donnent toute leur déviation pour une valeur de cos φ inférieure à 0,1. On obtient directement les sensibilités 0,05, 0,5, 1,5 et 10 A, on peut le compléter en combinant la première méthode, c'est à dire en utilisant une boîte de shunts, pour des intensités beaucoup plus élevées. Au point de vue des tensions, l'emploi de deux bobines permet d'obtenir six sensibilités. Cet appareil réalise donc, dans un volume très réduit, la boîte de contrôle nécessaire à l'ingénieur ou au monteur pour toutes mesures industrielles en courant continu ou alternatif. Néanmoins cette solution ne paraît pas susceptible de rivaliser pratiquement avec celle des shunts à cause du prix bien plus élevé et de la manipulation plus compliquée qu'elle impose. Il y a lieu de remarquer enfin que l'emploi de deux appareils séparés, l'un pour la tension, l'autre pour l'intensité — et c'est le cas pour les appareils à shunt — est plus en faveur que celui d'un seul appareil combiné pour la mesure de ces diverses quantités, comme c'est le cas de la deuxième solution. — Y. G.

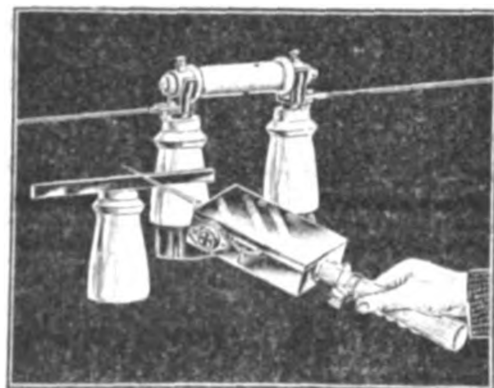
621.396.661.1. — Mesure, à la réception, de l'intensité électrique des signaux radiotélégraphiques; J. Hollingworth. *J. I. E. E.*, avril 1923, p. 501-516, 14 000 mots, 5 fig., 2 tab. — Après avoir rappelé les principes sur lesquels est basée la mesure de l'intensité électrique, à l'antenne de réception, des signaux radiotélégraphiques et discuté la valeur pratique des méthodes d'application correspondantes successivement utilisées, l'auteur passe à la description d'un appareil de mesure, présentant certains caractères d'originalité, qui a été récemment construit au National Physical Laboratory, à la suite de travaux entrepris pour le compte du Sous-Comité A du Bureau de Recherches radiotechniques. — Les signaux reçus (on opère avec les « U R S I ») excitent un amplificateur à plusieurs étages à couplage par résistance. Un galvanomètre est relié à l'anode du dernier triode et maintenu, en temps normal, au 0 à l'aide d'un accumulateur et d'une résistance réglable; la déviation de l'aiguille est produite par la variation du courant d'anode provoquée par l'arrivée des signaux; on reproduit une déviation identique en connectant l'amplificateur, débranché au préalable du circuit récepteur, avec un oscillateur local, par l'intermédiaire d'un circuit de couplage non accordé. La résistance à haute fréquence du circuit récepteur est mesurée à chaque observation. On déduit des lectures, par des formules simples, la valeur du gradient de potentiel appliqué au circuit récepteur.

— L'article explique, dans le détail, l'agencement des différents éléments qui constituent l'appareil complet et développe les raisons des particularités qui le caractérisent : 1° emploi du galvanomètre au lieu du téléphone pour atteindre une sensibilité plus grande ; 2° adoption d'un cadre récepteur en place d'une antenne, en vue de réaliser un dispositif plus transportable; 3° emploi d'un amplificateur à couplage par résistance (stabilité meilleure, possibilité d'opérer sur une bande de longueurs d'onde plus large, inutilité de mettre à l'abri certains organes contre les effets d'induction ; 4° suppression de tout hétérodyne; un seul circuit oscillant est en action à chaque instant, d'où encore inutilité de recourir à l'installation de tout un système d'écrans encombrants et coûteux. — L'appareil décrit a été appliqué à la mesure des signaux « U R S I » émis par « Nantes » et par « Rome » et les résultats obtenus, qui correspondent à une cinquantaine de lectures effectuées à la fin de 1922 et au commencement de 1923, ont été consignés dans deux tableaux. — L'auteur fait connaître que, vu le manque de temps, il n'a pas été possible d'établir la valeur comparative de la méthode exposée et des autres procédés de mesure actuellement en usage. — *Discussion à la section radiotechnique.* D'après une communication faite par un représentant du Bureau des Recherches radiotechniques, l'appareil décrit a été provisoirement adopté comme « standard ». Des exemplaires vont être mis en service, à Glasgow, Aberdeen, Slough et Teddington; les observations seront faites en ces quatre stations, simultanément, de manière à permettre d'acquérir des informations définies sur les causes générales et locales d'affaiblissement des signaux. — La méthode, il convient de le signaler, a été l'objet d'une critique serrée de la part d'un membre qui lui a opposé le procédé par audition d'une sélectivité beaucoup plus marquée, employé par la Marconi Co; le système utilisant un galvanomètre, certainement plus sensible, est inapplicable avec les signaux Morse ordinaires et sa mise en œuvre est considérablement gênée par les perturbations atmosphériques. — L. D.

621.396.622.1. — Indicateur électrique de tension. *E. T. Z.*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 667, 500 mots, 2 fig. — Le cohéreur employé pour déceler les oscillations électriques à haute fréquence peut recevoir l'application suivante: on le soumet à une décharge électrique en lui faisant toucher un conducteur sous tension et la modification microscopique dans la disposition de la limaille, déterminée par ce contact, suffit pour lui donner une conductibilité permettant le passage d'un courant. De là, l'utilisation du cohéreur pour rechercher si un conducteur est sous tension. Les figures 1 et 2 montrent l'appareil construit sur ce principe. Il suffit de toucher avec la pointe T le conducteur à vérifier, sans que l'on ait besoin de mettre un pôle à la terre, ainsi que l'exigent tous les autres appareils connus jusqu'à ce jour. Ce contact détermine, dans l'indicateur, un courant de charge qui rend le cohéreur conducteur; une batterie de piles de poche contenue dans l'appareil débite alors un courant et actionne un voyant S. Après usage, le cohéreur est ramené à son état non conducteur, c'est-à-dire décohéré par le marteau K : le circuit est ouvert et le voyant revient à sa position primitive. Pour s'assurer du bon fonctionnement de l'indicateur, on appuie sur le bouton P qui provoque aussi l'apparition du voyant. La consommation de courant de l'appareil est tellement réduite qu'une batterie ordinaire de poche peut être utilisée pendant plusieurs mois. Pour les tensions ordinaires d'éclairage (100 V à 150 V) en courant soit continu soit alternatif, l'indicateur est employé sans poignée isolante, car la boîte métallique extérieure est suffisamment bien isolée de

la pointe et des organes intérieurs. Pour les tensions plus élevées, jusqu'à environ 3000 v, il suffit de fixer une poignée isolante G mise à la terre par la borne E. Pour des tensions supérieures, on n'a plus besoin de toucher directement le conducteur à vérifier, mais seulement une pièce métallique isolée qui en est voisine et dont la charge par influence suffit à cohérer la limaille. L'appareil peut donc être employé dans toutes les circonstances sans le moindre danger, même en haute tension, pourvu qu'il soit manœuvré convenablement. Il ne doit cependant pas servir à sonder des conducteurs dont on ne connaît pas l'ordre de grandeur de la tension probable et ne peut pas mesurer la valeur



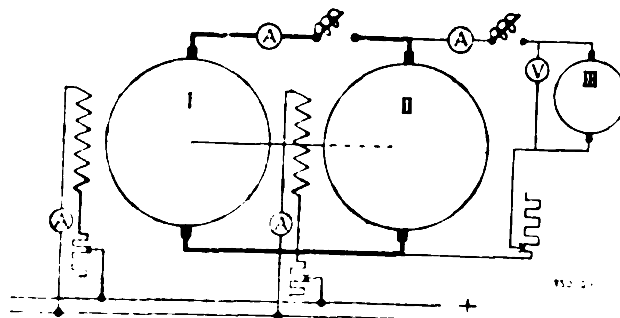


621.396.012 1. — Fig. 1 et 2. Vue du détecteur de tension basé sur les propriétés du cohéreur et son mode d'emploi.

d'une tension. Malgré ces restrictions, le champ des applications de cet appareil est très étendu, comme détecteur de tension, vu sa grande sensibilité. Il peut servir, par exemple, dans les installations ayant un conducteur à la terre, à déterminer n'importe où, par un simple contact, les conducteurs sous tension, à rechercher et à identifier les connexions dans les montages compliqués. On lui trouvera des applications de plus en plus nombreuses lorsqu'il sera entré dans le service courant. — B. H.

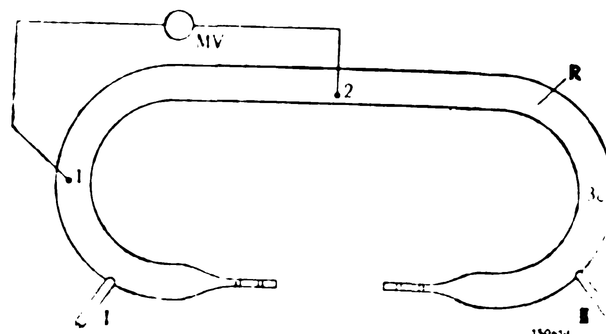
621.311.6.00.14. — Dispositif pour la mesure des pertes dans les isolants et les isolateurs. *Revue B.B.C.*, août 1923, t. XII, p. 151-154, 1 000 mots, 5 fig. — Cet article est consacré à la description d'un montage de wattmètre servant à la mesure des pertes dans les diélectriques d'après la méthode indiquée par Shanklin dans « General electric Review », 1916, t. XIX, p. 842, et à l'utilisation de la méthode. Le wattmètre employé est un appareil à noyau de fer dont la construction a été indiquée dans « Archiv für Elektrotechnik, » 1917-1918, t. VI, p. 288. Les constantes maxima du courant sont 10 m A pour l'intensité et 100 kv pour la tension; il serait facile de modifier le montage pour faire des essais à des tensions encore plus élevées. Cette note se termine par le résumé de quelques mesures faites sur des tubes isolants de différentes origines; trois graphiques traduisent les résultats obtenus. — B. E.

621.313.1.00.14. — Essai d'un moteur à courant continu de 3 900 kw dans les ateliers de la Société anonyme Brown, Boveri et Cie. *Revue B.B.C.*, mai 1923, t. X, p. 97-99, 1500 mots, 3 fig. — Cet article se rapporte à l'essai d'un moteur double à courant continu pour laminoir, dont la puissance en marche continue est de 3 900 kw (1 100 v, 3 400 A, et 60 à 150 t : mn), la puissance maximum étant de 13 250 kw. La figure 1 donne le schéma du montage qui a été réalisé pour les essais; pour la plupart de ceux-ci, on se servait d'une moitié de la machine comme moteur, les mesures étant faites sur l'autre moitié. En dehors des mesures habituelles de résistance, des pertes à vide et du relevé de la caractéristique à vide, on a déterminé les caractéristiques suivantes : variation du courant d'excitation en fonction du temps lors de l'application brusque de la pleine tension aux bornes des enroulements; courbes de ralentissement; moment de démarrage, courbes de vitesse; mesure du débit d'air de ventilation; essais de commutation en court-circuit pour les deux sens de marche et pour des intensités allant jusqu'à 11 000 A, c'est-à-dire plus de trois fois le courant normal; essais de commutation en charge jusqu'à 5 000 A; essais d'échauffement à charge normale; détermination du rendement d'après la méthode indirecte électrique et d'après la méthode des pertes séparées prescrite par l'Union des Syndicats de l'Electricité; essais de l'isolation, et, enfin, une série d'essais auxiliaires. On trouvera dans l'article le schéma complet de cette installation d'essais. Quelques difficultés ont surgi quand il a fallu mesurer des courants très



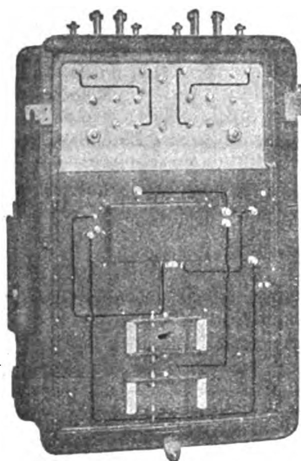
621.313.1.00.14. — Fig. 1. Schéma général des connexions pour les essais.
I, moitié du moteur fonctionnant comme moteur; II, moitié du moteur fonctionnant comme génératrice; III, commutatrice hexaphasée fournissant le courant pour couvrir les pertes.

intenses, allant jusqu'à 11 000 A. Les instruments dont on disposait ne permettaient pas la mesure de courants supérieurs à 3 000 A et on a dû se servir de l'appareil représenté par la figure 2, qui s'est révélé très utilisable et précis comme shunt pour un millivoltmètre. Il se compose d'un tube de cuivre de 700 mm avec refroidissement par circulation d'eau. L'arrivée de cette eau a lieu par un tube flexible placé en I et l'évacuation se fait librement par II vers un canal ouvert. Le shunt se trouve donc mis à la terre par l'intermédiaire d'une grande résistance (le filet liquide) et peut être utilisé

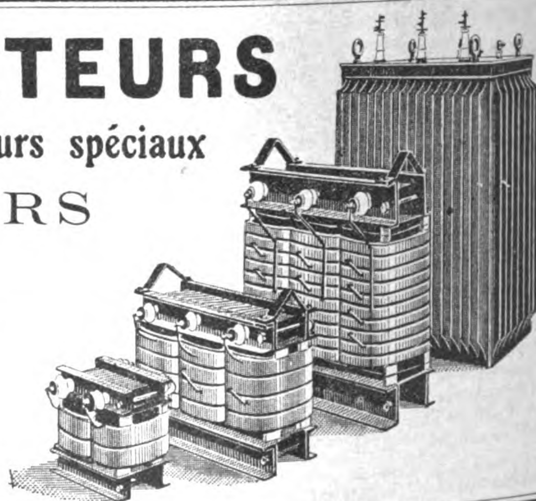


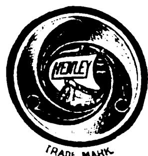
621.313.1.00.14. — Fig. 2. Shunt réalisé pour la mesure de courants pouvant atteindre 15 000 A. 1, 2, 3, bornes du millivoltmètre.

sans autre précaution pour des tensions même supérieures à 500 v. Il a été étalonné, à 15° C, jusqu'à 3 000 A à l'aide d'un shunt de précision. Grâce à la température invariable d'un tel shunt, sa valeur ne change pas s'il est traversé par des courants plus forts que ceux pour lesquels il a été étalonné. D'autres difficultés se sont présentées au point de vue des



Application de tubes « ITALA » sur un wattmètre enregistreur à relais C. G. S.







connexions ; les rails et ponts tournants empêchant de mettre les fils à l'intérieur, on a dû faire passer ceux-ci sur le toit de l'usine et utiliser deux câbles souterrains qui se trouvaient à portée du moteur. Les déterminations de température ont été faites à l'aide de couples thermo-électriques et en partie à l'aide de thermomètres. Celles des enroulements ont également été déterminées par le calcul. Les résultats obtenus pour la valeur du rendement aux différentes charges ont coïncidé très exactement avec les valeurs qui avaient été calculées par avance. — Y. G.

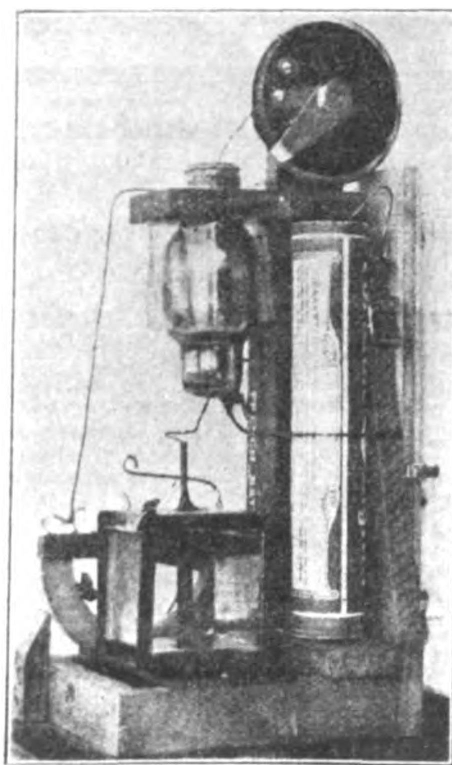
669 913. — Essai des matériaux en fabrication courante, au moyen des rayons X ; Ancel Saint-John. *Chem. and Metall. Eng.*, 15 août 1923, t. xxix, p. 280-283, 2 500 mots, 15 fig. Les objets métalliques sont assez souvent défectueux et ces défauts cachés, en général, peuvent occasionner au fabricant ou à l'usager des difficultés graves. La recherche de ces défauts cachés est grandement facilitée par l'emploi des rayons X ; l'auteur a imaginé une méthode d'application de ces rayons qui facilite beaucoup l'interprétation des résultats. Dans cette nouvelle méthode, les spécimens à éprouver sont plongés dans une dissolution d'un corps dont la transparence aux rayons X soit légèrement différente de celle du corps à essayer ; la solution est contenue dans un vase à parois planes et transparentes aux rayons X ; de cette manière le champ entier est doué d'une transparence sensiblement uniforme. Si le pouvoir absorbant de la solution est moindre que celui du spécimen, sa transparence sera plus grande et le spécimen apparaît plus sombre, le contraire a lieu si la solution possède un pouvoir absorbant plus grand que celui du spécimen. En général, il est avantageux d'utiliser une solution d'un pouvoir absorbant légèrement inférieur à celui du métal à essayer. Cette méthode permet de distinguer les imperfections de la surface extérieure des cavités qui peuvent exister à l'intérieur des pièces en essai. L'auteur a fait de longues recherches pour déterminer la meilleure solution à employer et donne ses préférences au bi-iodure de méthyle (CH^2I^2) dont la densité est 3,34 et qui possède un très grand pouvoir absorbant permettant d'éprouver des spécimens contenant jusqu'à 25 pour 100 de tungstène ; l'article est complété par un certain nombre de radiographies montrant les avantages de la méthode. — E. B.

538.71 (6). Mesures magnétiques en Angola et en Rhodésia par la Mission Rohan-Chabot ; Rohan-Chabot. *C. R. Ac. des Sc.*, 20 août 1923, t. clxxvii, p. 358-360, 500 mots. — Il s'agit de mesures effectuées pendant les années 1912 et 1913 dans le sud de l'Angola et l'ouest de la Rhodésia, de l'Atlantique au Zambèze ; le nombre des stations est de 57, dont 44 en Angola ; elles se répartissent dans une région comprise entre le 13e et le 18e parallèle Sud, le 12e et 26e degré de longitude est. — M.-H. B.

621.39 : 52.252. — Sur l'emploi du pendule entièrement libre comme garde-temps ; G. Bigourdan. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 juillet 1923, t. clxxvii, p. 232-234, 1 000 mots. — L'auteur donne le projet d'un dispositif qui permettrait d'entretenir à distance les oscillations de la pendule garde-temps, au moyen d'une deuxième pendule dont la marche serait contrôlée par la première. — M.-H. B.

535.24. — Photomètre portatif, système Holophane. *Génie civil*, 1er avril 1922, t. lxxx, p. 303, 800 mots. — Ce photomètre permet la réalisation de mesures rapides dans les diverses conditions de la pratique industrielle et, notamment, pour les mesures d'éclairement dans les ateliers. Il comporte trois parties principales : la tête du bloc photométrique ; la lampe électrique avec sa batterie d'accumulateurs et son enveloppe, le rhéostat avec l'interrupteur et le milliampèremètre. Le bloc photométrique se compose d'un dispositif optique à prisme dérivé du système Lummer-Brodhun. Grâce à ce système, la lumière de l'objet dont on veut mesurer l'éclairement parvient directement à l'œil de l'opérateur, tandis que la lumière de la lampe-étalon est réfléchie à angle droit pour venir éclairer une surface de comparaison voisine. — M.-H. B.

621.317.3. — La mesure des phénomènes transitoires. F. G. Terman. *J. A. I. E. E.*, mai 1923, t. xlii, p. 462-466, 4 000 mots, 10 fig. — Les phénomènes transitoires se présentent fréquemment en électricité et sont souvent d'une très grande importance pratique par suite des troubles auxquels ils donnent lieu dans les circuits électriques. En étudiant certains phénomènes à haute tension, le professeur H.-J. Ryan fut amené à établir un nouveau type de voltmètre de crête. L'instrument réalisé peut être avantageusement utilisé dans l'étude de plusieurs types d'oscillations transitoires, au point de vue de leur nature et de leur amplitude. Il y a quelques années, le Dr Clayton Sharp a décrit un appareil de crête employé pour déterminer le facteur de forme d'ondes alternatives de basse fréquence. Cet indicateur était constitué par un tube électronique en série avec un condensa-



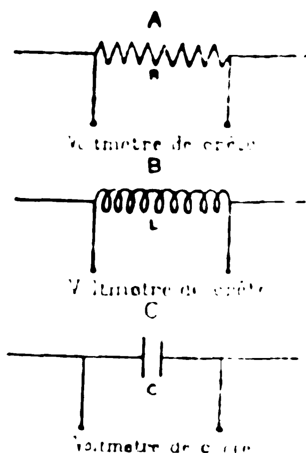
621.317.3. — Fig. 1. Ensemble d'un voltmètre de crête basé sur le principe de l'électroscope à feuille d'or.

teur et utilisait ce principe que le tube à vide permet à un condensateur de se charger, mais ne lui permet pas de se décharger. Le condensateur se chargera donc à la tension de crête et gardera ce potentiel. Ce type d'appareil présente des possibilités remarquables pour l'étude des phénomènes transitoires à haute fréquence. La tension aux bornes d'un condensateur est

$$E = \left(\frac{1}{C}\right) \int i\,dt.$$

Il est visible que le temps mis par la tension aux bornes du condensateur pour atteindre une certaine valeur est fonction de la vitesse avec laquelle est transportée la quantité d'électricité et de l'intensité de courant nécessaire. La vitesse de la charge ne peut être considérablement augmentée, car le courant de saturation des tubes à vide est au plus de quel-

ques centièmes d'ampère. Quand le temps est très réduit, par exemple, pour les fréquences radiotélégraphiques, il est évident qu'avec une faible vitesse de charge qui ne dure qu'une fraction de seconde il faut une capacité très faible



621.317.8. — Fig. 2 et 3. Différents montages du voltmètre de crête.

pour atteindre la tension du phénomène transitoire. L'électroscope à feuille d'or est un condensateur de très faible capacité (de l'ordre de $\frac{1}{1\,000\,000}$ de microfarad) et il donne une mesure de la tension. Dans l'appareil réalisé (fig. 4), on



621.317.8. — Fig. 4. Montage du voltmètre de crête sur une ligne aérienne pour l'étude des phénomènes transitoires.

a particulièrement soigné l'isolement qui est de l'ordre de 10^{15} ohms entre la feuille de l'électroscope et la cage grâce à l'emploi du soufre pour constituer le couvercle de la cage et le support de la feuille d'or. Le tube électronique est recouvert d'un manchon de celluloïd qui a pour but, en maintenant les parois de l'ampoule à une température légèrement supérieure à celle de l'air ambiant, de diminuer la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. En montant cet appareil aux bornes d'une résistance, d'une bobine de self-induction ou d'un condensateur approprié, on peut avoir l'élongation maximum, la pente maximum de l'onde et l'aire maximum de la courbe de tension ou de courant. Les figures 2 A, 2 B, 2 C et 3 A, 3 B, 3 C montrent les différents montages employés. Pour l'étude des phénomènes transitoires sur les lignes aériennes, on utilise un potentiomètre constitué par deux tuyaux en parallèle dans lesquels on entretient une circulation d'eau. La figure 4 représente une installation à 110 000 v dont la consommation d'énergie est de 2 kw. Il faut signaler que l'appareil indique le maximum des perturbations qui se produisent et si des oscillations insoupçonnées et de fréquences différentes coexistent avec celles que l'on étudie, le voltmètre de crête indiquera la plus grande perturbation. — F. K.

621.317.5. — Un compteur de volts-ampères pour courants triphasés. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 740, 500 mots. — Depuis que la question du facteur de puissance s'est révélée comme un nouveau point de vue, important à considérer dans l'établissement des tarifs de consommation, la mesure de la puissance apparente a préoccupé les chercheurs : la solution parfaite reste encore à trouver. Breitfeld a imaginé, dans ce même but, le dispositif suivant. Deux compteurs d'énergie sont branchés en série dans le réseau triphasé : le premier a sa bobine à gros fil dans la phase 1 et sa bobine de tension branchée entre les phases 2 et 3 ; le second a sa bobine à gros fil dans la phase 2 et sa bobine de tension entre les phases 1 et 2 avec une résistance variable dans son circuit. Le premier wattmètre indique

$$E_1 I_1 \sin \varphi,$$

le second,

$$E_2 I_2 \cos (30° - \varphi).$$

On peut démontrer que les indications du compteur sont exactes à 0,4 pour 100 près, pour les valeurs de cos φ comprises entre 1 et 0,2, à condition que la résistance variable soit réglée par un dispositif qui la fasse varier proportionnellement à sin φ. Cet appareil ne saurait présenter d'intérêt ni théorique, ni pratique. L'auteur rappelle le dispositif souvent employé du couplage à 45° des compteurs d'induction dont les indications sont exactes à 3 pour 100 près, dans les limites pratiques du cos φ, soit de 0,41 à 0,61. — F. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.165. — Utilisation des turbines de faible puissance comme détendeurs à vapeur ; L. L'Hoest. *La Technique moderne*, 15 janvier 1923, t. XV, p. 59, 1 000 mots, 2 fig. — Il y a inconvénient, dans certaines usines, notamment celles pour l'industrie chimique ou textile, à utiliser la vapeur à haute pression, servant à la production de la force motrice, pour le chauffage ou le séchage dans les appareils à chauffage par la vapeur. La construction de ces derniers, en effet, exige une pression faible, très souvent inférieure à 1 kg : cm². On peut se servir néanmoins de cette vapeur à haute pression en ayant soin de l'amener à la pression convenable et, pour récupérer l'énergie perdue pendant cette détente, on peut se servir d'une turbine dont l'énergie mécanique est utilisée pour quelques services secondaires. L'article cite ainsi l'application d'une turbine de 120 ch employée, par exemple, à la commande d'une pompe multicellulaire. — Y. G.

PARIS. — SOC. GLE D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537 1 : 537 52 — Le mouvement des électrons dans les gaz sous l'influence des champs électriques et magnétiques. R. N. Chaudhuri, *Phil. Mag.*, septembre 1923, t. XLVI, p. 461-472, 6000 mots, 4 fig., 7 tab. — Dans un travail précédent, Richardson et Chaudhuri ont montré qu'un certain champ magnétique, agissant perpendiculairement au champ électrique, peut arrêter le courant des électrons dans le vide, alors qu'il est insuffisant dès qu'il y a la moindre trace de gaz. Ils ont montré également que, dans l'air et l'azote, le courant résiduel était dû à des chocs entre les électrons et les molécules des gaz. Il pourrait être dû aussi à la formation d'ions lourds, dus à la combinaison d'électrons à vitesse lente avec les molécules de gaz. Comme le champ magnétique est insuffisant pour les ions lourds, ceux-ci vont à l'anode. On a étudié le phénomène avec une source d'électrons constituée par un filament de tungstène de rayon a tendu le long de l'axe d'une anode cylindrique rayon b. Le champ électrique (différence de potentiel V) était appliqué entre le fil chaud et l'anode, et le champ magnétique H était parallèle au filament. Dans ces conditions, les électrons décriront une spirale cycloïdale vers le filament et la distance maximum atteinte par l'électron se déduira de la relation

$$H^2 = \frac{8V\log_e\frac{r}{a}}{\frac{e}{m}r^2\log_e\frac{b}{a}} + \frac{8V_i}{\frac{e}{m}r^2} = \frac{8,4\,V\log_e\frac{r}{a}}{r^2} + 45,0\,\frac{V_i}{r^2},$$

en supposant $a = 0,005$ cm, $b = 1$ cm et où V_i est la tension correspondant à la vitesse initiale des électrons. Lorsqu'il n'y a pas de trace de gaz et qu'on emploie un champ de 100 unités, les électrons de vitesse maximum seront à moins de 0,096 cm, et ceux de vitesse zéro à moins de 0,06 cm de l'axe du filament. L'auteur décrit la disposition de l'appareil qui permet l'introduction du gaz dans le tube à vide. Il donne des résultats pour l'argon et l'oxyde de carbone. Ces résultats comprennent, pour un courant de chauffage déterminé et une tension donnée appliquée entre le filament et l'anode, la pression à l'intérieur du tube, le courant de saturation lorsqu'il n'y a pas de champ magnétique, le courant résiduel avec champ magnétique et le champ magnétique. Dans l'argon, le courant résiduel est très petit. Par exemple, le pourcentage du courant résiduel au courant initial de saturation à la pression de $100 \cdot 10^{-4}$ mm de Hg, est 0,1 dans l'argon, tandis qu'il est de 13,3 dans l'oxyde de carbone. On a trouvé également que, lorsque la vitesse de l'électron s'accroît, le pourcentage du courant résiduel ne s'accroît pas, au moins jusqu'à ce qu'on ait atteint le potentiel d'ionisation du gaz. L'accroissement n'a lieu qu'après qu'on a dépassé ce potentiel. On peut d'ailleurs, en supposant que le courant résiduel est dû aux chocs répétés des électrons avec les molécules du gaz, trouver une expression de la longueur moyenne du trajet de l'électron. Dans l'argon, la valeur trouvée est environ dix fois celle que donne la théorie cinétique. Au contraire, les résultats donnés par les deux théories concordent pour l'oxyde de carbone. C. F.

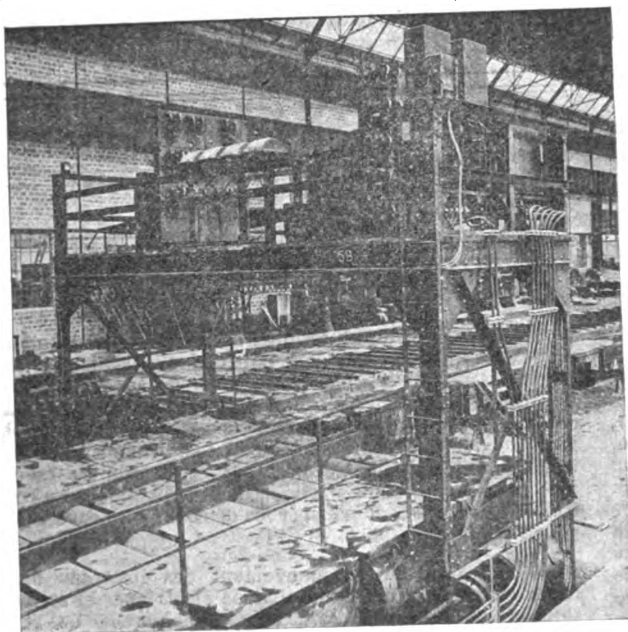
537 1 : 537 52 — Le mouvement des électrons dans l'hydrogène sous l'action de champs électriques et magnétiques. R. N. Chaudhuri, *Phil. Mag.*, septembre 1923, t. XLVI, p. 553-564, 3500 mots, 3 fig. — L'auteur étudie l'effet du champ magnétique perpendiculaire à la direction du champ électrique. Le principe de la méthode est le suivant : la source d'électrons est un filament chaud de tungstène, entouré d'une anode cylindrique concentrique. Un champ électrique, dû à une différence de potentiel V, est appliqué entre le fil chaud et l'anode. Un champ magnétique H agit parallèlement au fil et est perpendiculaire à la direction du champ électrique. Lorsque H est plus grand qu'une certaine valeur critique, les électrons décrivent leur trajet autour du fil chaud, de telle façon que leur distance maximum r de l'axe de ce dernier soit donnée par

$$H^2 = \frac{8V\log_e\frac{r}{a}}{\frac{e}{m}r^2\log_e\frac{a}{b}} + \frac{8V_i}{\frac{e}{m}r^2}, \qquad (1)$$

où b et a sont les rayons respectifs du cylindre et du fil et V_i, l'énergie moyenne des électrons au point d'émission. Dans le vide parfait, un champ magnétique de 14,1 unités arrêtera le courant entre la cathode et l'anode si les électrons sortent avec la vitesse zéro. S'ils sortent avec une vitesse correspondant à 1,5 v., il faudra, pour arrêter le courant, un champ de 16 unités. S'il y a des traces de gaz, il y aura un courant résiduel, malgré le champ magnétique et il pourrait être dû à la combinaison des ions lourds avec les molécules de gaz. Si le courant résiduel est dû aux chocs seulement, on pourra estimer la longueur du trajet moyen d'un électron. Si cette estimation ne concorde pas avec celle trouvée autrement, on peut en conclure qu'une certaine fraction du courant résiduel est transportée par les ions lourds. On déduit la longueur du trajet d'un électron de l'équation (1); c'est approximativement celle d'un cardioïde dont la distance entre la corne et le point milieu de la courbe est égale à la

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



INSTALLATION FAITE AUX ACIÉRIES DE MICHEVILLE

Une des passerelles de commande de l'un des trains de laminoirs.

ENTREPRISES ÉLECTRIQUES DU CENTRE

MONTCEAU-LES-MINES (Saône-et-Loire)

Bureau à PARIS : 16, rue Oberkampf

Téléph. : Roquette 72-75

TOUTES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES D'USINES

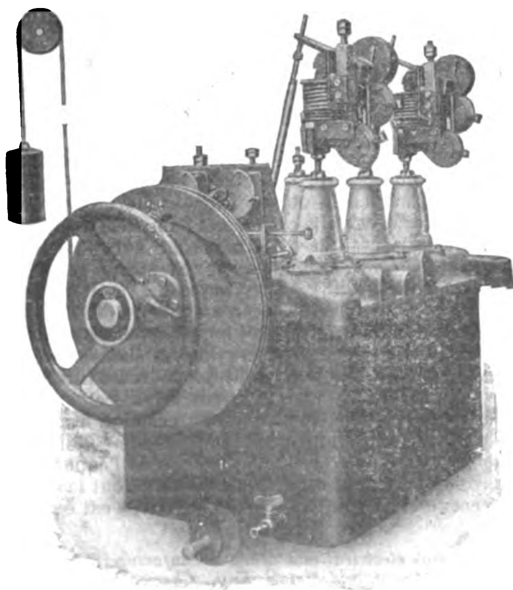
Stations centrales

Postes de Transformations

Réseaux à haute et à basse tension

TRIBUNAL DE COMMERCE DE CHALON-SUR-SAONE : N° 5965

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE A HAUTE ET A BASSE TENSION



DISJONCTEUR DANS L'HUILE avec relais à haute tension et dispositif de réenclanchement automatique



DISJONCTEURS
DANS L'HUILE
de 3 000 à 130 000 volts

Ateliers d'Appareillage électrique, S. A.

SARRELOUIS-Gare

BUREAU CENTRAL DE VENTE :

RAYMOND BORACH, Succrs

STRASBOURG	PARIS
1, rue de la Mésange	3, rue Bourdaloue

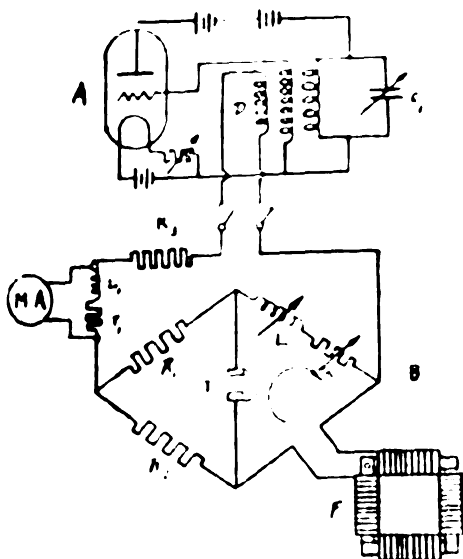
distance maximum r du trajet de l'électron du fil chaud. La longueur du cardioïde est égale à ½ distance r maximum. En effectuant le calcul, on trouve par cette méthode que le trajet moyen d'un électron dans l'hydrogène s'accroît de 1,15 × 10⁻⁵ cm vers 1 750° K à 8,5 × 10⁻⁵ cm vers 2 015° K. Les électrons entrent en collision avec les molécules du gaz quand la température du filament est basse et avec les atomes, quand elle est haute, parce qu'alors l'hydrogène moléculaire est dissocié en atomes par le filament chaud. Entre ces limites de température, les électrons entrent en collision avec les molécules aussi bien qu'avec les atomes. Les trajets moyens obtenus par cette méthode ont été comparés avec ceux déduits de la théorie cinétique dans l'hypothèse que les diamètres des électrons, des molécules et des atomes sont :

	Théorie cinétique.	Par cette méthode.
Pour les molécules,	6,3 × 10⁻⁵ cm à 760 mm	2,5 × 10⁻⁵ cm à 760 mm
Pour les atomes,	25,2 × 10⁻⁵ cm »	8,5 × 10⁻⁵ cm »

En résumé, le pourcentage du courant résiduel dans l'hydrogène dépend dans une large mesure de la température du filament chaud. Le courant résiduel retourne à sa valeur à n'importe quelle température particulière, même si le filament a été chauffé pour donner 100 à 150 fois sa valeur initiale de saturation. Le courant résiduel, sous l'action de champs qui le traversent, est proportionnel à la pression jusqu'à 2 × 10⁻³ mm de H_2 au moins. Les valeurs des trajectoires moyennes dans l'hydrogène sont plus basses que celles données par la théorie cinétique des gaz. — C. F.

MESURES ET ESSAIS

538.221. — Sur la mesure de la perméabilité complexe du fer, H. Nukiyama et Y. Shoji (*J. I. E. E. of Japan*, juin 1923, n° 419, p. 540-563, 19 fig.). — Le rapport entre la valeur effective des harmoniques d'une induction magnétique alternative et la force magnétomotrice est définie sous le nom de perméabilité complexe. Le rapport entre la valeur effective complexe de l'onde fondamentale de l'induction magnétique et la force magnétomotrice est nommée la perméabilité fondamentale complexe. Les auteurs indiquent la méthode pour déterminer l'ellipse fondamentale de la courbe ($\mathcal{B}$, $\mathcal{H}$) à partir de la valeur de la perméabilité complexe. Si S est l'aire de l'ellipse déterminée par la force magnétisante



538.221. — Fig. 1. Dispositif expérimental pour la détermination de la perméabilité complexe.

$$h = \sqrt{2}\,\mathcal{H}\cos(\omega t + \theta),$$

et par l'induction magnétique

$$b = \sqrt{2}\,\mathcal{B}\cos\left(\omega t + \theta - \left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)\right),$$

on a alors

$$S = 2\pi\mathcal{H}\mathcal{B}\cos\varphi\,;$$

et l'induction magnétique

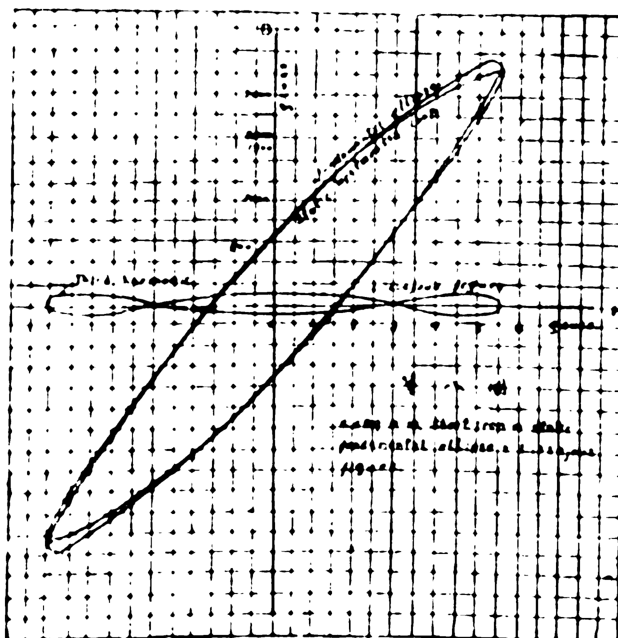
$$b = \sqrt{2}\,\mathcal{B}\cos(\omega t + \theta - \varphi),$$

on a alors

$$S' = 2\pi\mathcal{H}\mathcal{B}\sin\varphi$$

L'auteur appelle cette ellipse l'ellipse réelle. Si S' est l'aire de l'ellipse déterminée par la force magnétisante

$$h = \sqrt{2}\,\mathcal{H}\cos(\omega t + \theta),$$



538.221. — Fig. 2 et 3. Résultats de la mesure de la perméabilité complexe d'une tôle de fer doux de 0,050 mm d'épaisseur. Fundamental ellipse, ellipse fondamentale ; third harmonic, troisième harmonique ; Static hysteresis loop, courbe d'hystérésis statique.

cette ellipse est désignée par les auteurs sous le nom d'ellipse imaginaire. La valeur du vecteur de la puissance perdue dans le champ magnétique alternatif de fréquence f périodes par seconde est donnée par la relation

$$P_h = \frac{f}{4\pi} S + jS$$

Les auteurs se proposent de déterminer la perméabilité complexe en mesurant l'impédance d'une bobine magnétisante disposée d'une manière semblable à celle d'un appareil d'Epstein premièrement sans fer, deuxièmement avec le fer à essayer. Si R_1 et L_1 sont la résistance et la self induction quand le noyau de fer est en place, R et L la résistance et la self induction lorsque les bobines ne contiennent pas de fer, l la longueur du circuit magnétique en centimètres, N le nombre de spires et A la section du noyau de fer en centimètres carrés, la perméabilité complexe est alors

$$\mu = 1 + \left[L_1 - L - j \frac{R_1 - R}{\omega} \right] \frac{l}{4\pi N^2 A} 10^9$$

Les auteurs ont fait l'application de cette méthode à des tôles minces destinées à la confection de membranes de récepteurs téléphoniques à des fréquences variées à l'aide du dispositif de la figure 1; ils ont pu ainsi exécuter sans difficulté des séries de mesures aux fréquences 318, 500, 1 000, 2 000, 3 000 et 5 000 p : s; ils ont pu faire la comparaison des courbes obtenues de cette manière avec celles obtenues par la méthode ordinaire. Les figures 2 et 3 montrent les résultats relatifs à une tôle de fer doux d'une épaisseur de 0,059 mm. — F. B.

621.315.6 072 43 Le Laboratoire de Recherches du Verband deutscher Electrotechniker pour les isolants; O. Eulmann, *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. XXI, p. 181, 1 200 mots. — Ce nouvel organe travaille en collaboration avec l'office d'essais de Dahlem, mais tandis que celui-ci oriente ses études vers le côté théorique, celui-là vise plutôt les applications pratiques. — Son but est de donner à l'industrie des indications sur la forme et le mode d'emploi des isolants et de la mettre à même de juger, par des essais sommaires, de leurs qualités générales. A signaler la discrétion apportée dans ces deux services. Les pièces confiées à l'examen reçoivent un numéro qui n'est communiqué qu'à l'intéressé et sous lequel sont publiés les résultats. Cette méthode a l'avantage d'éviter de jeter le discrédit sur les maisons qui, dans un but d'étude, désireraient faire analyser des matériaux de qualité inférieure. L'auteur souligne tout l'intérêt de l'initiative du V. D. E. et souhaite que les travaux entrepris trouvent le plus large appui dans les milieux industriels. — E. F.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.48 — Note sur la fluctuation du niveau de l'eau dans un réservoir aménagé pour l'utilisation de l'énergie des marées; S. Chapman, *Phil. Mag.*, juillet 1923, t. XLVI, p. 101-108, 2 000 mots. — Cette note est consacrée à l'étude de la variation du niveau de l'eau dans un bassin à utilisation de l'énergie des marées, séparé de la mer ou d'un estuaire par une digue, dans laquelle se trouvent des vannes constamment submergées, et donnant libre écoulement à l'eau vers l'intérieur ou vers l'extérieur. Or ce phénomène correspondant à une variation périodique connue du niveau de la mer, il y aura une ascension et une chute périodiques du niveau du bassin, et l'auteur a cherché à déterminer la grandeur et le caractère de cette fluctuation. Le problème présente un certain intérêt pratique, puisqu'une différence périodique de hauteur entre un tel bassin et la mer est une source d'énergie à laquelle l'homme peut puiser, à la fois pendant les périodes du flux et du reflux. L'insertion de turbines dans les canaux d'écoulement modifie évidemment la vitesse du passage de l'eau, mais l'étude de ce qui se passe dans le cas de canaux ouverts est la première étape à parcourir pour déterminer la puissance utilisable. Les résultats obtenus sont les suivants. La différence de hauteur h entre une mer ou un estuaire dans lesquels la marée produit, en un demi jour lunaire, des variations de niveau obéissant à la loi $H = H_0 \sin \alpha t$, et un bassin d'aire A réuni à la mer par une vanne d'aire a, est représentée par la relation approchée

$$h = h_0 \sin (\alpha t - \varepsilon),$$

où h_0 et ε sont donnés par les relations

$$h_0 = (H_0^2 + k^2)^{\frac{1}{2}} - k$$

et

$$\operatorname{tang} \varepsilon = \left(\frac{2k}{h_0}\right)^{\frac{1}{2}},$$

k ayant pour valeur

$$k = 2{,}018 \cdot 10^7 \left(\frac{a}{A}\right)^2.$$

Le rapport de A à a qui correspond au maximum de puissance est donné par la relation

$$\frac{A}{a} = 7{,}79 \cdot 10^3 H_0^{-\frac{1}{2}}.$$

où H_0 est supposé mesuré en pieds. — L. B.

621.311.21 45 L'installation hydroélectrique de Barbellino (Haute Italie). *Génie civil*, 30 septembre 1922, t. LXXXI, p. 300. Bibliographie d'un article de F. Zanon, publié dans *Industria*, du 15 juin 1922. Étude documentée sur les installations des bassins voisins de la Valteline, dans la vallée Seriana au pied de la chaîne du Barbellino. Projet des usines génératrices Del Dosso et Barbellino.

627.82(43) — Le rôle des barrages-réservoirs dans l'aménagement des forces hydrauliques en Allemagne. *Génie civil*, 2 juin 1923, t. LXXXII, p. 518. Bibliographie d'un article de Scheyss publié dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 19 avril, 6 et 13 mai 1922. — On trouve dans ce mémoire des tableaux et graphiques du débit des principaux fleuves ou rivières allemands, ainsi que des exemples d'installations de barrages réservoirs. L'auteur signale les installations de l'usine de Walchensee, de Leitzach, de Saalach en cours d'aménagement. Dans la région du Rhin : l'usine de la Murg, les barrages sur la Wupper, sur la Ruhr, sur l'Erft. Dans le bassin de la Weser : le barrage de Waldeck.

621.311.21 73) — Les turbines hydrauliques de 3 000 ch de l'usine de la New River (Californie). *Génie civil*, 19 août 1922, t. LXXXI. Bibliographie d'un article de Albert A. Northrop, publié dans *Engineering News Record*, du 23 mars 1922.

Les turbines décrites reçoivent l'eau d'une chute de près de 310 m. Chaque turbine se compose de deux roues Pelton de 1 500 ch l'une. Chaque roue pèse, sans son arbre, environ 25 t, elle est munie de 21 aubages en acier fondu de 0,90 m de large. Le disque de la roue a 3,35 m de diamètre et 125 mm d'épaisseur. La vitesse de rotation est de 171,4 t : mn. L'usine doit recevoir 6 de ces turbines.

667 621.3 493 Avant projet de captage des énergies hydrauliques belges, combinée avec la suppression des crues du bassin de la Meuse et la création de grandes voies navigables Meuse-Anvers; H. Chauvin, *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, février mars 1923, t. 1, 7e série, p. 51-120, 33 000 mots. — Cette étude comprend deux parties. La première est consacrée aux ouvrages ardennais.

l'auteur, après avoir indiqué les bases sur lesquelles il s'appuie (débits, rendements, etc.), expose les projets d'ouvrages à réaliser aux lacs de la Semois et de la Lesse, d'une part, et sur l'Ourthe et l'Amblève, de l'autre. Six usines permettraient d'obtenir 655,5 millions de kilowatts-heure annuellement. Les calculs conduisent à un coût moyen de l'installation de 1,66 fr par kilowatt produit annuellement. — Dans la seconde partie sont traités les ouvrages sur la Meuse et sur la Sambre. Après des considérations d'ordre général et l'énumération des éléments constitutifs de cet aménagement, on trouvera la description détaillée de tous les ouvrages prévues. Sur la Sambre, cinq usines génératrices donneraient annuellement 55 millions de kilowatts-heure ; sur la Meuse, six usines en produiraient 396,5 millions. — B. E.

621.165 Dispositifs pour réduire les pertes à l'évacuation dans les turbines à vapeur, I.-R. Cox. *B.E.A.M.*, 1er septembre 1923, t. XIII, p. 175-181, 3500 mots, 6 fig. — La limite de puissance des turbines à vapeur à grande vitesse est imposée par la considération des pertes à l'évacuation. Le poids de la vapeur quittant la dernière roue d'une turbine est donnée par la relation

$$G = \frac{\tau\pi DhV}{kv},$$

dans laquelle G est le nombre de kilogrammes de vapeur par seconde ; D, le diamètre moyen ; h, la hauteur des aubes ; V, la vitesse de la vapeur quittant le dernier disque, mesurée dans le sens de l'axe ; v, le volume spécifique de la vapeur d'échappement ; τ, le coefficient « d'épaisseur » qui peut être pris égal à 0,95 ; k, un coefficient qui dépend des unités employées. La puissance disponible, exprimée en kilowatts, est donnée par la relation

$$\frac{\tau\pi DhV \times 3600}{kvS},$$

S étant le poids de vapeur consommée par kilowatt-heure. Ces expressions montrent les termes dont dépend la puissance ; pour les grandes machines, le rapport entre la vitesse de la dernière roue et celle de la vapeur est telle que la direction de la vapeur est axiale ou à peu près ; dans ce cas, les pertes à l'évacuation sont égales à

$$L = \frac{V^2}{2gJ},$$

V étant la vitesse de la vapeur à l'échappement et J, l'équivalent mécanique de la vapeur. Si nous prenons le cas d'une machine fonctionnant sous une pression de 18 kg : cm², à une température de 350° C et un vide de 730 mm de mercure, les pertes à l'échappement sont égales, pour des vitesses de la vapeur de

90 120 150 180 210 240 270 300 m : s

à

0,4 0,71 1,11 1,6 2,17 2,84 3,59 4,43 pour 100.

La surface de passage de la dernière roue est égale à

$$A = \tau\pi Dh = 0{,}95\,\pi Dh,$$

cette surface peut donc être augmentée en employant un plus grand diamètre et une plus grande hauteur des aubes, la limite à ne pas dépasser est imposée par des considérations de résistance des matériaux. La contrainte à la base des aubes est

$$\sigma = \frac{1}{2}\mu\omega^2 Dh,$$

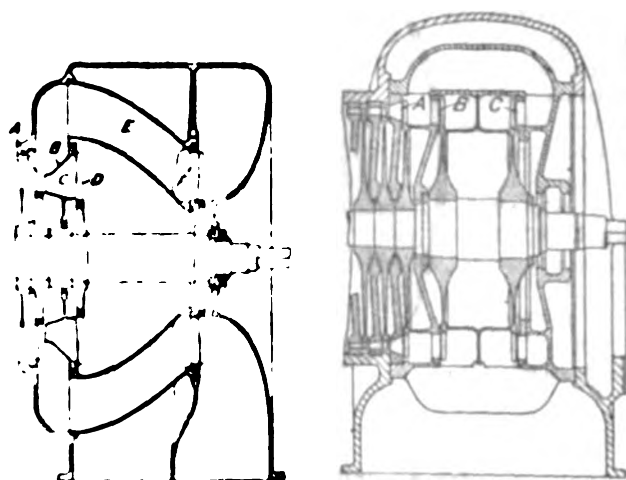
μ étant la masse spécifique du métal ; mais

$$A = \pi Dh,$$

d'où

$$\sigma = \frac{1}{2\pi}\mu\omega^2 A = \text{Constante} \times \omega^2 A$$

et l'on voit que la contrainte est proportionnelle à la section de passage pour une vitesse angulaire donnée. L'augmentation de diamètre de la dernière roue conduit à des constatations du même ordre : il est difficile de dépasser notablement les dimensions employées actuellement. L'auteur examine la manière d'utiliser au mieux le métal de la roue et celui des aubes, il examine ensuite deux cas bien distincts : 1° disque de grand diamètre portant des aubes courtes ; 2° disque de petit diamètre portant des aubes longues. Les deux solutions conduisent sensiblement aux mêmes résultats, chacune



621.165. — Fig. 1 et 2. Disposition de plusieurs roues en parallèle dans le dernier étage d'une turbine à vapeur.

ayant ses avantages et ses inconvénients ; dans les deux cas, le problème n'est résolu que partiellement et incomplètement. En 1911, Delaporte a présenté une solution différente consistant à utiliser deux condenseurs ; une partie de la vapeur de la turbine passe au premier condenseur pendant que le reste passe au second par l'intermédiaire d'une roue à aubes supplémentaire, le vide du second condenseur étant plus grand que celui du premier. D'autres dispositifs ont été proposés et qui consistent en principe à utiliser la vapeur de l'avant-dernier étage dans un système de plusieurs roues disposées en parallèle ; les figures 1 et 2 indiquent les dispositions pratiques qui ont été adoptées. L'auteur montre que l'addition d'un diffuseur est loin de donner les avantages obtenus par l'augmentation de la section de sortie de la vapeur. On sait qu'il y a avantage à prélever une certaine portion de la vapeur à différents étages pour le chauffage de l'eau d'alimentation ; outre l'avantage purement thermique de ce dispositif, on en tire encore un bénéfice dû à la réduction des pertes à l'évacuation résultant d'une diminution du volume de la vapeur d'échappement. La diminution de vapeur pouvant atteindre 20 pour 100, il en résulte une diminution des pertes à l'échappement qui atteint 35 pour 100. Une autre perte à l'échappement est due à la vitesse d'écoulement de la vapeur dans les canalisations allant au condenseur ; cette perte est, en général, faible comparativement à celle due à la dernière roue ; elle est égale à

$$E = \frac{V^2}{2gJ}.$$

V étant la vitesse de la vapeur dans la canalisation d'échappement et s'ajoute à la première, pour le calcul, il peut être avantageux d'utiliser des sections fictives qui se calculeront facilement par la méthode de l'auteur. — L. B.

621.187.12. — L'alimentation économique des chaudières en eau distillée et purgée d'air, Wilhelm MÜLLER. *Der elektrische Betrieb*, 24 février 1923, t. XXI, p. [illegible], 1 200 mots, 3 fig. — Il est de toute nécessité de n'employer pour l'alimentation des chaudières que de l'eau parfaitement épurée ; faute de cette précaution, on s'expose à de nombreux ennuis : incrustations dues au dépôt des sels en suspension, corrosions occasionnées par les gaz (oxygène et acide carbonique), nécessité de décrassages fréquents, usure mécanique des aubages de turbines, etc. On peut y remédier en recourant à des procédés chimiques, mais le résultat est toujours imparfait et il vaut mieux opérer par distillation. Il est du reste à noter que les machines à vapeur fonctionnent en général avec condenseur à surface ; il suffit seulement de compenser les pertes. L'eau est envoyée préalablement dans un réchauffeur, y subit une première purification, puis, de là, passe dans l'évaporateur où s'effectue la distillation. — Le chauffage de l'évaporateur est obtenu par le passage de la vapeur dans un serpentin ; on utilise soit de la vapeur fraîche, soit de préférence la vapeur d'échappement des machines auxiliaires à 2 ou 2,5 atmosphères. — La vapeur produite est ensuite envoyée dans un condenseur. Il y a avantage à modifier cette méthode ; à cet effet, on monte deux ou trois évaporateurs en série, la vapeur d'évaporation de l'un étant utilisée comme vapeur de chauffage de l'autre ; on récupère ainsi le maximum de calories. — Le lecteur trouvera dans cet article quelques types d'installations d'épuration thermique basées sur ce principe et exécutées par la firme « Atlas Werke A. G. », de Brême. — E. F.

621.312.2. — Discussion sur la solution de quelques problèmes des alternateurs à grande vitesse. *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 8[illegible], 2 000 mots, 1 fig. — M. J. W. Burr déclare qu'il est possible de construire des alternateurs de grande puissance, marchant à grande vitesse, ce qui dispense de la réduction par engrenages, et fournissant une tension supérieure à 10 000 V, pour les connecter directement aux barres, sans transformateurs intermédiaires. Il préfère les encoches fermées et préconise, en cas d'accident, de recourir à une diminution lente du champ des alternateurs. — M. R. G. Isaac, parlant de la difficulté d'excitation des excitatrices lorsque la machine a été arrêtée, examine l'explication donnée de ce fait. On a prétendu que le champ principal conserve son magnétisme plus longtemps que l'excitatrice dont les inducteurs seraient démagnétisés par les faibles courants alternatifs engendrés dans le rotor par la variation de flux due aux encoches. Si cette explication est exacte, il faut prévoir une excitation séparée pour l'excitatrice. — M. J.-H. Ellis trouve que la limitation de la vitesse à 3 000 t : mn doit être supprimée. Examinant la circulation des courants dans les arbres des rotors et leur effet sur les tourillons, il dit qu'il a observé des avaries importantes, qu'il a évitées en employant une bague à chaque extrémité du rotor. Il désire savoir s'il a été observé un fait analogue ailleurs. — M. G.-A. Juhlin indique le pourcentage des accidents de stators et rotors de l'usine de la Metropolitan-Vickers Co. Il considère ensuite qu'il n'est pas nécessaire de revenir aux encoches fermées pour éviter les perturbations dues aux dents à cause des inconvénients des premières. Parlant ensuite des excitatrices, il estime qu'une pratique de onze années lui permet d'affirmer que l'instabilité de ces machines est corrigée par un enroulement compound. — M. J. Rosen, répondant à M. Burr, lui dit qu'on n'a pas envisagé les engrenages pour toutes les tailles d'alternateurs. Ils se sont trouvés appropriés pour les plus petites machines à 50 p : s. En ce qui concerne la génération à 25 p : s, on peut aller jusqu'à 10 000 kW. La perte à pleine charge n'excède pas 1,5 pour 100 de la charge extérieure. Pour réduire la longueur d'un appareil comportant une turbine à engrenages, les turbines à haute et basse pression, de même puissance approximative, sont placées côte à côte et couplées par pignons à la même roue dentée de l'arbre à commander. Ceci permet de diminuer de moitié la largeur de la dent d'engrenage lorsqu'on compare ce dispositif à la commande par simple pignon. — C. F.

621.312.2. — Discussion sur la solution de quelques problèmes des alternateurs à grande vitesse. *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 8[illegible]-8[illegible], 2 000 mots. — M. J.-W. Jackin, abordant la question de la ventilation des alternateurs, estime qu'un grand pas en avant a été fait en adoptant le système à circuit fermé parce qu'il permet de ne pas augmenter les risques d'avoir des impuretés en renouvelant l'air. Examinant ensuite la question du refroidissement des rotors, il pense que les difficultés qu'on invoque, en considérant la surpression qu'on doit imposer à l'eau de circulation, eu égard à la force centrifuge, sont plus apparentes que réelles. Il faut cependant que l'eau employée soit neutre à cause des corrosions. — M. H. Paterson estime que le coton n'est pas à employer dans les enroulements des alternateurs parce que leur température est trop élevée. De plus, dans le cas des conducteurs toronés, les torons individuels vibreront et détérioreront l'isolant. A son avis, le mica doit être utilisé pour l'isolement des encoches. Ayant fait ressortir l'inégale flexibilité du cuivre et du mica, il en conclut que cela doit imposer l'usage d'un mica élastique. Il n'a cependant jamais eu d'avaries avec le conducteur ordinaire plein, si celui-ci peut se déplacer légèrement relativement à l'isolement au mica qui doit être alors aussi dur que possible. — M. F.-H. Downie pense qu'on accorde trop d'importance à la réduction des fluctuations du flux dues aux trous dans les stators. En réalité, l'intervalle entre les trous est saturé à pleine charge en raison du grand nombre d'ampères conducteurs par trou. On aurait le même résultat avec des encoches demi-ouvertes. L'auteur relate les essais exécutés sur un petit alternateur triphasé à armature tournante, à [illegible] pôles, 30 kV-A, [illegible] V, à pôles saillants en tôle laminée et possédant des enroulements série sur les pôles avec possibilité de court-circuitage pour former enroulement d'amortissement ; il a observé qu'un interrupteur coupant brusquement le circuit d'excitation sans résistance de décharge réduit très vite le champ quand le circuit n'a pas d'enroulement d'amortissement et que les noyaux des pôles ne sont pas pleins. Quand un court-circuit se produit sur une seule phase, la différence de potentiel du rotor due au flux pulsant excité par la force magnétomotrice peut atteindre de très hautes valeurs (cas 1 et 2 du tableau). D'un autre côté, l'auteur a constitué un enroulement d'amortissement suffisant en réunissant les capots des bobines frontales aux cales et au corps du rotor. Les cas 5 et 8 montrent alors que le flux, grâce aux courants induits dans l'amortisseur, ne met pas plus de temps à tomber à zéro que s'il y avait eu une résistance de décharge dans le circuit de champ.

TABLEAU I

Essais	Tension d'excitation	Résistance de décharge utilisée	Tension maximum du champ à la rupture en volts	Machine court-circuitée	Temps mis par le flux pour tomber à zéro secondes	Bobine série court-circuitée
1	[illegible]	non	[illegible]	non		non
2	[illegible]	non	[illegible]	oui	0,36	non
3	50	oui	[illegible]	oui	1,[illegible]	non
4	[illegible]	non	3[illegible]	non		oui
5	[illegible]	non	4[illegible]	oui	0,95	oui
6	[illegible]	oui	[illegible]	oui	1,[illegible]	oui
7	100	non	[illegible]	non		oui
8	100	non	[illegible]	oui	1,0	oui
9	100	oui	1[illegible]0	oui	1,1	oui

621.312.2 — Auto-amorçage des machines à rotor cylindrique associées à des condensateurs; J. Bethenod, *R. G. E.*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 307-308, 800 mots. — Dans de précédentes études (*La Lumière électrique*, 2e série, 25 décembre 1909, t. VIII, p. 361), l'auteur a exposé une théorie de l'auto-excitation des machines à pôles saillants associés à des capacités, et M. A. Blondel a lui-même développé des calculs très complets sur le même sujet (*Radioélectricité*, novembre 1921, p. 19). Indépendamment de l'intérêt éventuel de ce type d'alternateurs, proposés jadis par M. P. Boucherot (*Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, 2 février 1898, p. 70), ces travaux peuvent être utilisés dans l'étude des transmissions d'énergie à longue distance. Par suite de la capacité du réseau, il peut en effet se produire des surtensions par auto-amorçages, même lorsque l'alternateur n'est pas excité. Le but de la présente note est de préciser les conditions dans lesquelles un tel amorçage peut se produire également avec un alternateur à rotor cylindrique muni d'amortisseurs, ou même avec une machine asynchrone.

621.311.9.00.42. — Comparaison des échauffements de machines obtenus par l'application des règlements de 1913 et par celle des règlements anglais; J. T. Takeuchi, *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1923, n° 420, p. 613-635, 11 fig. — La Commission internationale réunie à Berlin, en 1913, avait décidé que les machines dynamos subiraient une épreuve en charge à un régime unique, l'échauffement limite ne devant pas être dépassé à la fin de cet essai, les essais en surcharge étant entièrement supprimés des différents règlements. Depuis cette époque, les constructeurs anglais se sont efforcés de faire revenir sur cette décision et de faire adopter leur règlement qui prévoit des surcharges importantes avec vérification des échauffements pour la charge normale et en surcharge. L'auteur a étudié cette question et fait la comparaison des deux méthodes au point de vue théorique. La répartition des pertes dans le cuivre et le noyau de fer a une influence marquée sur l'échauffement obtenu et il est peu rationnel de déterminer l'échauffement par une simple somme des pertes respectives. L'auteur a résolu le problème en posant des équations différentielles simultanées tenant compte de la relation qui existe entre les pertes et les actions refroidissantes pour chacune des parties; l'une de ces équations est basée sur les pertes dans le cuivre, l'autre, sur les pertes dans le fer et ces deux équations sont liées par la conductibilité calorifique entre les deux parties. L'auteur discute les résultats; en particulier, le rendement d'une machine ne dépend pas de l'échauffement, si le rapport des pertes dans le cuivre et dans le fer reste constant. Il donne enfin quelques exemples de vérification expérimentale et prouve que l'essai à une seule charge est de beaucoup préférable aux deux essais des règlements anglais. — I. B.

621.314 — L'accroissement de température provenant de la surcharge des transformateurs. *Génie civil*, 8 juillet 1922, t. LXXXI, p. 50. Bibliographie d'un article de Rosskopf, publié dans *De Ingenieur*, du 29 avril 1922. — Formule simple permettant d'établir la durée de la surcharge quand on part d'une température donnée du transformateur.

621.314. — Le compensateur de phase Brown Boveri. *Revue B. B. C.*, juillet 1923, t. X, p. 110-128, 7500 mots, 8 fig. — L'auteur, après avoir exposé la notion de facteur de puissance, rappelé les inconvénients du courant réactif et indiqué rapidement les moyens susceptibles de réaliser une amélioration, décrit le compensateur de phase construit par la Société Brown, Boveri et Co. L'exécution de cet appareil présente une particularité remarquable en ce sens qu'il ne comporte pas de stator. Cette construction extraordinairement simple, qui est de plus une garantie de fonctionnement impeccable, constitue son principal avantage. Mais, par suite de cette construction, le compensateur de phase n'est pas susceptible de développer un couple; il en résulte qu'il doit être entraîné par un moteur extérieur qui est, soit le moteur dont on veut assurer la compensation, soit, mieux encore, un petit moteur asynchrone auxiliaire du type à induit en court-circuit; ce moteur, n'ayant à couvrir que les pertes par frottements, est d'une puissance qui ne s'élève qu'à environ 0,5 pour 100 de la puissance du moteur principal. Un schéma indique comment doit être monté ce compensateur; un verrouillage électrique empêche le démarrage du moteur principal tant que le compensateur est à l'arrêt. L'auteur étudie ensuite l'influence du compensateur de phase sur le moteur asynchrone auquel il est relié; son effet est non seulement d'améliorer le facteur de puissance, mais encore d'augmenter le couple de renversement, c'est-à-dire la capacité de surcharge momentanée; c'est là une propriété particulièrement intéressante pour les moteurs à faible vitesse. On trouvera, en dernier lieu, l'exposé du choix des moteurs auxquels la compensation est applicable, et la comparaison des diverses méthodes de compensation du facteur de puissance applicables à une installation déterminée. — Y. G.

621.314 — Considérations nouvelles sur l'économie et la sécurité de fonctionnement des dispositifs de refroidissement des grands transformateurs; H. Schultze, *Der elektrische Betrieb*, 23 février 1923, t. XXI, p. 40-42, 1200 mots, 1 fig. — Le problème du refroidissement des grands transformateurs n'offre aucune difficulté lorsqu'on se trouve à proximité d'une station génératrice. On peut alors disposer de l'eau nécessaire en quantité abondante, soit qu'il s'agisse d'une usine thermique pourvue de son installation de condenseurs, soit qu'il s'agisse d'une usine hydraulique. Il n'en va plus de même lorsque les postes de transformation se trouvent éloignés des cours d'eau et des lacs. Dans ce cas, il faut opter entre deux solutions : 1° refroidir l'huile par un courant d'eau, celle-ci étant elle-même envoyée dans des tours de réfrigération à air; 2° refroidir l'huile directement par chasse d'air provoquée par ventilateur. Le procédé n° 1 est le plus économique au point de vue installation, mais son application ne va pas toujours sans difficultés. Il faut, en effet, de l'eau très pure, ni ferrugineuse ni carbonatée, faute de quoi les tours s'encrassent et le service en souffre. Il faut, en outre, noter qu'en Europe centrale, par suite des conditions climatologiques, le chauffage des locaux des appareils haute tension s'impose. Rien de plus simple avec le deuxième procédé car c'est l'air lui-même à la sortie du transformateur qui remplit cet office; dans le second, au contraire, on doit utiliser des appareils de chauffage spéciaux (eau chaude ou vapeur basse pression). Cette eau ou cette vapeur circule dans des tuyauteries, d'où risques de fuite et causes futures d'accidents; de plus, il est à prévoir que, d'ici quelques années, on fera un usage courant des tensions supérieures à 110 000 V, et, dans ce cas, on ne peut employer que l'air ou les résistances électriques pour le chauffage. Pour ces diverses raisons, l'auteur incline vers le refroidissement par l'air qui lui paraît occasionner les moindres dépenses annuelles tout en assurant le maximum de régularité et de sécurité. — E. F.

621.314.5 — La tension d'amorçage des redresseurs à vapeur de mercure; A. Günther-Schulze, *E. T. Z.*, 12 juil. 1923, t. XLIV, p. 644, 400 mots, d'après *Archiv für Elektrotechnik*, 1923, t. XII, p. 121-124. — On désigne par tension d'amorçage des redresseurs à mercure, la tension qui est nécessaire pour déterminer, dans un appareil prêt à fonctionner, la naissance de l'arc sur chaque phase, dans chaque circuit d'anode. Cette tension est supérieure à celle qu'exige le maintien de l'arc et un oscillogramme donnant les variations de la tension sur une des branches au début du fonctionnement accuse, aussitôt après l'amorçage, une brusque baisse. La relation entre la tension d'amorçage et les conditions de fonctionnement ou les dimensions du redresseur est très importante, car, lorsque la tension d'amorçage est proche de la tension de service, le maintien d'un bon fonctionnement est difficile à assurer, et il devient impossible si elle lui est égale. Des essais effectués sur des redresseurs à

vapeur de mercure à cuve de verre ont montré que, pour ce genre d'appareil, la tension d'amorçage dépend, beaucoup plus que la tension de service de l'arc, de la pression de la vapeur de mercure : aux faibles pressions, elle est grande, puis elle décroît à mesure que la pression augmente, elle passe par un minimum, puis croît de nouveau pour des pressions toujours croissantes jusqu'à une grande valeur. Si par exemple, un redresseur triphasé à longue flamme a deux anodes chargées chacune avec 10 A et si la pression de la vapeur de mercure correspond à environ 2,9 mm à la suite de l'échauffement de tout l'appareil (cette pression n'est cependant jamais atteinte en fonctionnement normal), une tension continue de 240 V est nécessaire pour déterminer l'amorçage de l'arc sur la troisième anode, alors que la tension de 34 V suffit pour la marche des deux autres anodes déjà en service. Le rapport entre la tension d'amorçage et la tension de service croît rapidement avec la longueur de l'arc. On est aussi porté à faire les tubes d'anodes aussi petits que possible même aux plus hautes tensions, les tubes d'anodes doivent être courts mais pas trop étroits. Une coude d'équerre des tubes préserve mieux contre les allumages directs qu'un allongement exagéré des tubes. Avec l'anode froide, la tension d'allumage est, aux faibles pressions, plus petite et, aux hautes pressions, plus grande qu'avec l'anode chaude. — B. H.

621 352 6 00 42 (73). — Instructions du gouvernement des États Unis pour la construction des piles sèches. *Circular of the Bureau of Standards*, juin 1923, n° 139, p. 1-14, 3000 mots, 8 tab. — Cette note reproduit les instructions officielles du gouvernement fédéral, relatives à l'acquisition par les établissements de l'État des éléments de piles sèches. On y traite successivement des points suivants : 1. Définitions. — 2. Types de piles. — 3. Dimensions des piles. — 4. Carton. — 5. Enveloppe de zinc. — 6. Produits pour le scellement des piles. — 7. Pôles et connexions. — 8. Tensions. — 9. Essais. — 10. Marche des piles. — L. B.

621 355 033 4. — Les impuretés des électrolytes d'accumulateurs. *J. A. I. E. E.*, juillet 1923, t. XLII, p. 703, 300 mots. — Beaucoup de ces impuretés ont des effets nuisibles au fonctionnement et à la durée des éléments. La connaissance de ces effets est nécessaire comme base de la préparation de spécifications concernant l'acide sulfurique employé. Une nouvelle méthode pour mesurer le degré de sulfatation des plaques a été récemment imaginée au Bureau of Standards. La même méthode et les mêmes appareils ont été employés dans la présente recherche avec quelques modifications, et on a déterminé les effets de petites quantités de fer, de manganèse, de platine et de cuivre. On a trouvé que la présence d'une partie de platine sur 10⁶ dans l'électrolyte accroît de 50 pour 100 l'action locale des plaques négatives. L'effet du cuivre est bien moindre, tandis que celui du fer est d'un grand intérêt à cause de son action accélératrice sur les plaques négatives. Les dépôts de bioxyde de manganèse sur les plaques positives obturent les pores et font perdre, sous forme de gaz, une grande partie du courant de charge. On poursuit l'étude de l'effet des autres impuretés. — P. L.

621 315 00 42 (43). — Travaux de la Commission pour les prescriptions relatives aux installations électriques et à leur fonctionnement. *E. T. Z.*, 5, 12, 19 juillet 1923, t. XLIV, p. 617-651, 671-676 et 695-700, 15000 mots. — Les trois articles donnent les règles établies par le Verband deutscher Elektrotechniker, qui seront valables à partir du 1er juillet 1924. Ils contiennent les prescriptions relatives à l'appareillage et aux installations diverses à courant fort. Une distinction est faite entre la basse tension et la haute tension. Sont considérées comme étant à basse tension les distributions où la tension entre deux conducteurs ne dépasse pas 250 V si aucun point n'est mis à la terre, ou les distributions où la tension entre conducteurs et terre ne dépasse pas 250 V. Les chapitres traités sont les suivants. — I. *Prescriptions relatives aux installations* : A. Généralités. — B. Mesures de précautions générales : protection contre les contacts accidentels, mises à la terre, interdiction des locaux contenant de l'appareillage à haute tension, isolement. — C. Machines, transformateurs, accumulateurs. — D. Installations de couplage et de départ. — E. Appareillage : généralités, sectionneurs, démarreurs et résistances, prises de courant à fiches, coupe-circuits, appareils divers. — F. Lampes et accessoires : douilles et lampes à incandescence, lampes à arc, lustrerie, suspensions et lampes à main. — G. Caractéristiques et poses des canalisations : caractéristiques des conducteurs isolés, dimensionnement des conducteurs, généralités sur la pose des lignes, lignes aériennes, installations extérieures, installations intérieures, isolants et isolateurs divers, tubes, câbles. — H. Prescriptions concernant le service dans les différents locaux : locaux de service électrique fermés, ateliers, locaux mouillés, humides ou autres, locaux d'accumulateurs, locaux à dégagements corrosifs, locaux incendiables, locaux susceptibles d'exploser, locaux divers contenant des marchandises facilement inflammables. — J. Installations provisoires, champs d'expériences et laboratoires. — K. Théâtres et autres locaux analogues de réunion, prescriptions générales, prescriptions pour la scène. — L. Prescriptions pour les mines, installations dans les puits de mine et signalisation électrique, mines grisouteuses, conducteurs de traction et appareillage de traction électrique, matériel roulant électrique de mines, matériel de fonçage, abatage à la mine et par d'autres procédés. — L. Excavateurs. — M. Mise en vigueur des prescriptions relatives aux installations. — II. *Prescriptions relatives au service* : généralités, état des installations, tableaux de surveillance, prescriptions, consignes et représentations schématiques, devoirs généraux du personnel de service, service dans les installations électriques, prescriptions pour la mise d'une pièce à la terre, prescriptions pour la mise d'une installation sous tension, travaux effectués sous tension, travaux effectués à proximité de pièces portées à haute tension, prescriptions relatives aux locaux d'accumulateurs, aux locaux susceptibles d'exploser, mouillés et autres, travaux aux câbles, travaux aux lignes aériennes, travaux dans les locaux à expériences et les laboratoires, mise en vigueur de ces prescriptions de service. — B. H.

621 315 14 00 12. — Une étude économique sur la construction des lignes à très haute tension. M. SUZUKI, *J. I. E. E. of Japan*, juin 1923, n° 419, p. 481-485. — Cette étude comporte trois chapitres; dans le premier, l'auteur donne les équations déterminant la hauteur et le poids des supports, d'autres équations montrent les relations qui existent entre le poids des supports et la portée, le poids des supports et les dimensions des conducteurs ainsi qu'entre ce même poids et la tension de fonctionnement. Dans le second chapitre, l'auteur étend sa première étude à la recherche de la solution la plus économique; il donne la formule permettant de calculer la section la plus avantageuse du conducteur, la tension qui donne le prix minimum et la portée la plus économique. Dans le dernier chapitre, on trouvera une analyse de l'estimation des frais d'établissement d'une ligne de transmission en se basant sur les derniers prix unitaires; les formules établies dans les deux premiers chapitres reçoivent une application pratique pour des cas variés et l'auteur en fait une discussion complète. Le travail a été exécuté pour une application immédiate à la ligne de la Inawashiro Hydro Electric Co., dont la longueur atteint 225 km et devant fonctionner sous 115000 V, mais l'auteur pense que les équations étudiées sont d'une application générale. — E. B.

621 316. — Discussion sur l'amélioration du facteur de puissance. *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 896-903, 4500 mots. — M. BUR, parlant de l'usine de Swansea, dit qu'on fait payer les kilowatts de demande maximum, mais qu'on insère toujours une clause précisant que le facteur de puissance ne doit pas tomber au-dessous de 0,8. Si le facteur se

maintient entre 0,8 et 0,9, on accorde une remise variable. Il se propose de recommander pour l'avenir de tarifer les kilovolt-ampères sans aucune restriction pour le facteur de puissance. Il proposera, en outre, d'introduire des clauses telles que le consommateur sera obligé d'améliorer son facteur de puissance. L'achat de celui-ci sera procédé à l'installation d'un appareil améliorant le facteur de puissance dans une sous-station à proximité. — Le major F. E. David présente l'exemple suivant : câble de 5 000 m de longueur, 18 mm² de section, 2 câbles en parallèle, 3 000 v, trois sous-stations avant celle qui alimente les divers feeders, condensateur ayant une capacité de 80 microfarads et débitant 125 kva, à 3 000 v, 50 p : s, trois phases, transformateur de potentiel du côté du départ du condensateur formant résistance de charge et de court-circuit pour le condensateur, tension à la station principale 3 000 v, communique les résultats ci-après.

TABLEAU I

NUMÉROS	CONDITIONS	COURANT DANS LE CABLE (A)	TENSION A LA SOUS-STATION (V)
1	Aucune charge à la sous-station	néant	3 0[illegible]
2	Aucune charge sur les feeders, 44 a dans le condensateur en circuit	44	3 0[illegible]
3	Une pompe, un condensateur hors circuit	40	3 015
4	Une pompe dépensant 28 a, condensateur 44 a	40	3 010
5	Condensateur hors circuit, charge 2 pompes	45	2 [illegible]
6	Charge 93 a, condensateur 44 a	47	2 8[illegible]
7	Tension calculée avec 3 câbles	6[illegible]	2 [illegible]

Le prix total d'une installation de condensateur avec coupleurs et câbles est de 5 10 fr et celui du troisième câble de 18 mm², comprenant les bornes d'attache, les interrupteurs et la pose, de 255 fr. Économie par l'installation d'un condensateur statique, approximativement 2 000 fr. — M. R. Nelson expose que dans le Yorkshire beaucoup de mines ont installé des condensateurs qui ont apporté une amélioration considérable. Le prix du condensateur est récupéré en deux ou trois ans. Il ajoute que la Compagnie Edison, de Chicago, se réserve le droit de vérifier le facteur de puissance du consommateur, une fois tous les six mois. S'il tombe au dessous de 0,7, la compagnie peut, de plein droit, résilier le contrat ou prendre la demande maximum d'après la formule

$$\frac{\text{Maximum demande en kilowatts} \times 70}{\text{Moyenne du pourcentage du facteur de puissance}}$$

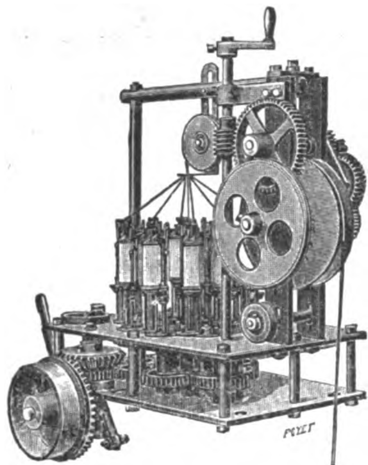
Le facteur de puissance est mesuré à l'entrée de l'installation et la demande maximum est déterminée et fixée comme ci-dessus pour six mois, jusqu'à ce qu'un autre essai soit fait. — C. F.

621.315.00.14. — Calcul graphique des lignes électriques. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 457-458, 5 000 mots, 3 fig. Reproduction d'un article publié dans *E. T. Z.*, 22 mars 1923, t. XLIV, p. 266, 550 mots, 3 fig.

621.315.14.00.12. — Nouvelle base de calcul des conducteurs aériens au point de vue mécanique; Abel Jobin. *Bul. A. S. E.*, mai 1923, t. XIV, p. 227-235, 4 000 mots, 5 fig. — Analyse et exposé des motifs du nouveau projet de règlement officiel pour le calcul de la tension de pose des conducteurs aériens pour lignes de transmission d'énergie en Suisse. On sait, en effet, que les prescriptions fédérales déjà anciennes ne s'ajustent plus à l'actualité en ce qui concerne les lignes aériennes. Par exemple l'ancien règlement n'envisageait que les portées de 50 m au maximum. Appliquées aux grandes portées adoptées aujourd'hui d'une façon générale, ces prescriptions ne réussissent plus à procurer aux conducteurs une capacité suffisante de surcharge. L'innovation principale du nouveau projet consiste à ne plus établir la base des calculs sur la charge limite de *rupture* du métal constituant le conducteur, mais sur sa *charge limite d'élasticité* : cette réforme se justifie pleinement puisque toute charge supérieure à la limite d'élasticité imprime au conducteur des déformations permanentes qui en déterminent l'allongement, et l'exposent à résister de moins en moins aux surcharges ou aux tractions ultérieures. En outre, on s'est efforcé, dans ce nouveau projet, de réaliser des conditions de sécurité semblables pour tous les genres de lignes, qu'il s'agisse de portées de faible ou de grande longueur, de conducteurs de petit ou de gros diamètre, puisque les dangers qui peuvent résulter de la rupture de ces lignes sont, eu égard aux biens comme aux personnes à protéger, indépendants de la section du conducteur et de la portée, dans la plupart des cas. En d'autres termes, quelle que soit la nature de l'effort maximum imposé à la ligne par les intempéries, abaissement de température ou surcharge de glace ou de neige, la contrainte de la ligne sera la même pour les petites portées comme pour les grandes, pour les fils de faible diamètre comme pour les gros conducteurs. Cependant signalons une particularité : pour les calculs relatifs aux surcharges, c'est la valeur normale de limite d'élasticité qui serait admise comme base, tandis que, pour les calculs relatifs aux abaissements de température, on se baserait sur la demi-valeur de la limite d'élasticité, pour obtenir une sécurité double pour les lignes exposées aux grands froids. Ce procédé est justifié par l'observation suivante, c'est que la surcharge accidentelle n'est qu'un phénomène rare, qui n'intéresse jamais qu'un nombre restreint de portées, tandis que l'abaissement de température se produit presque régulièrement chaque année et s'exerce sur toutes les portées d'une façon durable. A titre documentaire, citons un cas de surcharge accidentelle signalé par l'auteur, qui eut lieu en 1922 dans le Tessin, et revêtit les conducteurs d'un manchon de neige de 20 à 25 cm de diamètre, pesant par mètre 8 kg. Ce travail est illustré de nombreux graphiques comparatifs des résultats de l'ancienne et de la nouvelle réglementation, en fonction des portées et des diamètres, dans les différents cas d'application. — L'auteur termine par la suggestion d'une coopération internationale en vue d'unifier sinon les règlements, du moins les principes sur lesquels ils sont établis. — L. C.

621.315.14.00.12. — Note sur le calcul des fondations des pylônes supportant les lignes de transmission d'énergie. H. Chaumont. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 459-463, 2 000 mots, 10 fig. — L'auteur résume, dans cette note, les principales méthodes employées pour le calcul des fondations des pylônes et fait ressortir leur manque de précision. Il montre la nécessité d'effectuer des essais permettant de déterminer les coefficients d'élasticité des différents terrains, si l'on veut faire des calculs justificatifs vraiment mathématiques.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. — Le Gérant : J. BLONDIN



TRESSEUSES

L. DEBRON

CONSTRUCTEUR

91, rue du Centre

LA GARENNE-COLOMBES

(Seine)

Registre du Commerce :
Seine N° 9 742

Téléphone : LA GARENNE 57

RECHANGES

ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

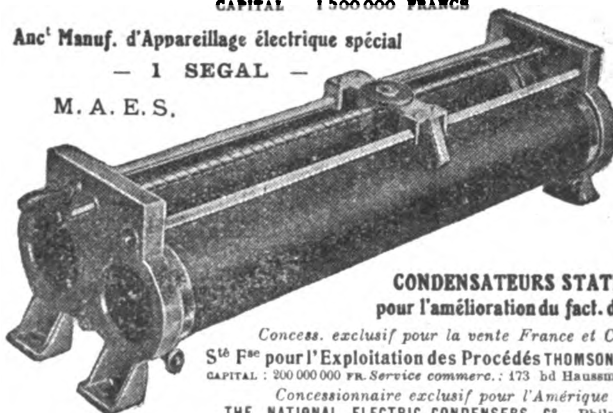
Siège social et Usine
à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce ; Trévoux (Ain) N° 2 896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL 1 500 000 FRANCS

Téléph. : 52
—
Adr. télégr. :
SEGAL-TRÉVOUX

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial
— 1 SEGAL —
M. A. E. S.



CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
Verre, Mica, etc.

RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

Agence générale
FRANCE et COLONIES :
Charles TOURNAIRE
52, R. de Dunkerque, PARIS-X°
Tél. Trudaine 68-61

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
S^té F^se pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON
CAPITAL : 200 000 000 FR. *Service commerc. :* 173 bd Haussmann, Paris
Concessionnaire exclusif pour l'Amérique
THE NATIONAL ELECTRIC CONDENSERS C°, Philadelphie

Agence en ITALIE :
Ing^r CORRADO LANDI
36, Via Mergagni
MILAN

GLACES — VERRES à VITRES — VERRES de COULEURS

Société des Anciens Établissements

PH. DE PANIAGUA, TAULIN, HUBERT & CIE

PARIS, 7, rue de Nemours (XI°) — 69, avenue Parmentier (XI°)
Téléph. : ROQUETTE 16-13 — **Téléph. : ROQUETTE 01-81**

Registre du Commerce : Seine N° 209 706 / Douai N° 6 943

USINE A MARCHIENNES (Nord)

Fournisseur des Compagnies de Chemins de fer, Tramways, etc.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621 315 14 — Pied du poteau « Delta ». *Der elektrische Betrieb*, 10 août 1923, t. XXI, p. [illegible], 600 mots, 2 fig.

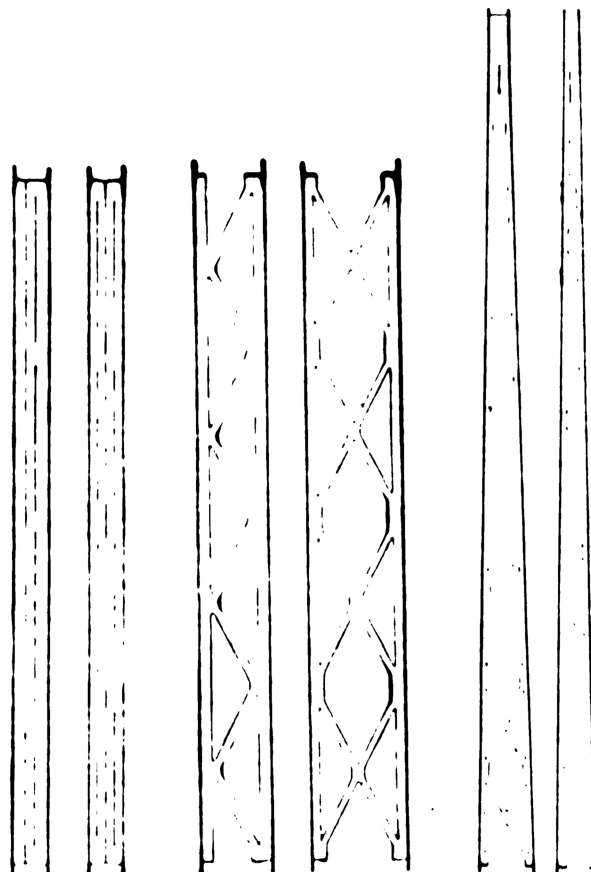
Le pied du poteau « G. H. F. Delta » de la firme Gebr. Himmelsbach A.-G., Fribourg permet de remettre simplement et économiquement en état les poteaux en bois détériorés sans avoir à démonter la ligne. Elle se compose de deux demi-socles en béton, munis à leur partie supérieure de deux supports en fer forgé. Ayant préalablement dégagé



621 315 14. — Pied de poteau G. H. F. Delta en montage.

la partie inférieure du poteau sur une profondeur de 60 à 70 cm, on place les deux demi-socles le long du pied. Une coulée de ciment liquide complète la liaison. Les supports métalliques et le mât sont boulonnés et la terre est pilonnée dans la fouille. C'est alors la base Delta qui supporte le poteau, remplaçant ainsi la partie défectueuse. On se contente de scier cette dernière, qui reste dans le sol pour assurer l'ancrage du système. On protège la partie supérieure par une légère couche de ciment. — E. F.

621 315 14 — Les poutres et poteaux étirés « Jucho ». *Der Betrieb elektrische*, 10 mars 1923, t. XXI, p. 53-54, 800 mots, de 8 fig. — Le procédé breveté de la firme C.-H. Jucho, Dortmund permet d'obtenir des poutres et poteaux en treillis d'une seule pièce, par étirage transversal de fers U (fig. 1, 2,



621 315 14. — Fig. 1, 2 et 3. Phases successives de l'étirage de fers U pour en former des poutres et des poteaux.

3). On commence par exécuter des séries d'entailles étroites, deux séries pour les diagonales simples, trois séries pour les diagonales en croix (fig. 1). Cette opération se fait à froid, la pièce est ensuite chauffée au rouge cerise, puis

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der Elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

AMET (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

BETHENOD (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

BLONDEL (A.) et LAVANCHY (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

BLONDEL (A.) et CARBENAY (F.). — Méthode d'analyse expérimentale des propriétés des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 24 pages, 4 fr.

BLONDEL (A.) et LAVANCHY (C.). — Contribution à la théorie des audions générateurs, conditions d'amorçage et degré d'amortissement des oscillations de faible amplitude obtenues par ces appareils. Une broch., 28 cm × 22 cm, 26 pages, 4 fr.

BLONDIN (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

CARPENTIER (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

CHARPENTIER (P.). — Les phénomènes d'interruption dans l'huile et les possibilités de réglementation des appareils. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

DEFOUR (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

ESBRAN (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

GARIEL (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

GIRAN (H.). — Les industries électrochimiques et électrométallurgiques dans les Pyrénées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 2 fr.

GOUTINEAU (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

GUÉRY (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

JANCULESCO (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

JEOFFRE (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

LATOUR (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

LEFÈVRE (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

LEHMANN (TH.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

LE MONNIER (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

MAYNARD (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

MEYER (P.). — Les artères à 120000 volts du réseau d'Etat de transport d'énergie électrique dans les régions libérées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

MORIN (P.). — L'énergie hydraulique dans le Massif Central de la France. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

NOUGUIER (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

ŒTTINGER (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

OTS-CHEVALIER (L.). — Essai d'une théorie générale des diagrammes vectoriels en électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

PELLION. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, n° 90), 2,75 fr.

PÉROT (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*), n° 87, 2,50 fr.

RACAPÉ (A.). — Poste de 900 kw installé sur les canalisations triphasées, 5250 v, 50 p : s, de la Compagnie d'Electricité de Marseille. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 p., 3 fr.

REYVAL (J.). — La centrale de Comines. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 30 pages, 4 fr.

REYVAL (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

ROTH (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

SPARRE (DE). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs déstinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

SZARVADY (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

THIELEMANS (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

TOGNA (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

WATERNAUX (M.). — Usines hydro-électriques du Louron. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3,50 fr.

WATERNAUX (M.). — L'usine électrochimique de Lannemezan. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

étirée si au lieu de poutres, telles que celles qui sont représentées en figure 2, il s'agit de poteaux (fig. 3), l'écartement des membrures ne reste plus constant, on conduit l'étirage en conséquence. On peut usiner ainsi des pièces atteignant 12 m, qui trouvent avantageusement leur emploi comme supports de lampes, de canalisations ou de trollet. — E. F.

621 315 14 00 2. Train de matériel pour l'exécution des travaux d'établissement des lignes aériennes de distribution d'énergie électrique *Génie civil*, 13 janvier 1923, t. LXXX, p. 47. Bibliographie d'un article de NARDSSA, publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, avril 1921. — Description et fonctionnement de ce train de travaux qui est un chantier roulant où la plupart des manipulations sont effectuées mécaniquement, dans les meilleures conditions techniques d'entretien et de prix de revient.

621 315 2 La pose des câbles sous-fluviaux par lançage. H. MOLHIS, *Bulletin de la Société belge des Électriciens*, décembre 1922, t. XXXVI, p. 317-340, 1 000 mots. — La traversée d'un bras de mer ou d'un estuaire de quelque importance constitue, aussi bien pour l'installateur que pour l'exploitant du réseau une sujétion désagréable à plusieurs points de vue. En particulier le prix d'établissement est généralement élevé, les travaux étant presque toujours exécutés par des personnes étrangères à la technique du réseau. L'auteur pense qu'il vaut mieux diriger complètement cette pose de câble et donne, à cet effet, un procédé simple et économique permettant de s'affranchir des ennuis signalés. — Il décrit l'installation qui fut faite, d'après ces principes, à Blankenberghe à la traversée du chenal d'accès du port de pêche et qui comportait un câble à basse tension formé de trois conducteurs de 19 mm² de section ; la longueur de la passe était de 80 m et le câble a été installé en tranchée dont la profondeur minimum est de 2 m, ce qui garantit bien suffisamment contre les avaries dues aux ancres des bateaux de pêche. Cette tranchée était creusée au moyen d'une lance alimentée par une pompe centrifuge donnant un débit de 15 litres par seconde, avec une pression correspondant à une hauteur d'environ 20 m d'eau. — La dépense d'énergie pour actionner le moteur électrique qui servait à l'opération était assez faible, elle s'est élevée à environ 30 kw h. — Y. G.

621 315 6 — L'isolement en électrotechnie ; A. MATTHIS, *Bulletin de la Société belge des Électriciens*, janvier-février, mars-avril, mai-juin et juillet 1922, t. XXXVI, p. 26-53, 63-73, 117-130 et 152-155, 17 000 mots. — Après avoir rappelé que l'isolant ne joue plus, en électrotechnie, le même rôle qu'au début de l'industrie électrique, l'auteur expose les considérations générales sur ces matériaux, desquelles nous retenons que la molécule est un meilleur isolant que l'atome, et que les gaz et les vapeurs sont des isolants, même s'ils proviennent de solides bons conducteurs. — Il établit ensuite une classification des isolants en quatre groupes principaux : 1° isolants liquides ; 2° isolants malléables et flexibles ; 3° isolants fusibles ou pouvant être moulés ; 4° les autres, parmi lesquels le papier, le coton, etc. Il étudie alors les différentes substances entrant dans ces quatre catégories et qui sont : *a*) les huiles pour transformateurs ; les vernis isolants et particulièrement le vernis émail ; *b*) le caoutchouc ; *c*) la paraffine ; les brais de pétrole, les asphaltes ; les résines, la bakélite, la porcelaine, le verre, ainsi qu'une grande quantité d'isolants « dont le nom est terminé en ite et qui sont probablement aussi nombreux que les fabriques d'isolants », et que l'on considère sous le nom générique de produits moulés ; *d*) les isolants solides non élastiques, infusibles, ne pouvant être moulés. Cette quatrième classe englobe une très grande variété de produits, parmi lesquels l'auteur étudie avec détail le mica et ses composés (micanite, etc.), les papiers presspahn et autres cartons, le coton et les soies, le celluloïd, les toiles huilées et, enfin, l'amiante qui est un silicate de calcium et de magnésium très bon isolant à très haute température. — En dehors des propriétés particulières que l'on exige des isolants suivant les usages pour lesquels on les emploie, ils doivent, d'une façon générale, présenter les suivantes : 1° être homogènes ; 2° avoir un indice hygroscopique faible ; 3° être très stables ; 4° présenter une résistance mécanique suffisante pour les usages auxquels l'isolant est destiné ; 5° posséder une rigidité diélectrique élevée ; 6° être, autant que possible, ininflammable. — La constante diélectrique prend aussi maintenant, de plus en plus d'importance, pour la répartition des contraintes électriques dans les pièces formées de plusieurs diélectriques. — L'essai des isolants est une opération complexe qui comprend les essais élémentaires suivants : mesure de la densité, de l'acidité, et de l'alcalinité, essai hygroscopique, essai d'inflammabilité, détermination de la résistance mécanique, essai de vieillissement, étude de l'action de la chaleur et de celle de l'huile ; ce dernier essai est justifié par le fait que, dans un très grand nombre d'appareils, les isolants industriels sont au contact de l'huile. — Sur le dernier essai, qui est celui de la rigidité, l'auteur s'étend encore plus longuement, car cette opération, qui paraît très simple à effectuer, constitue en réalité une mesure très délicate. Il convient notamment d'étudier à l'avance la forme et les dimensions des électrodes et d'employer un dispositif appliquant les électrodes sur les diélectriques toujours avec la même pression. La forme et les fréquences du courant employé ont aussi leur importance ainsi que la rapidité avec laquelle on applique à l'isolant étudié le maximum de la tension. La température au moment de l'essai, l'état hygrométrique de l'air, ainsi que celui de l'échantillon, doivent être déterminés avec soin. Enfin, la mesure de l'épaisseur de l'isolant devra être vérifiée très soigneusement, puisque c'est un des facteurs importants pour la détermination de la qualité du diélectrique examiné. — Étant donné l'importance considérable jouée par les isolants en électrotechnie, leur fabrication doit reposer sur un contrôle scientifique suffisant, en particulier, il est presque indispensable qu'à l'usine soient annexés un ou plusieurs laboratoires pour effectuer ce contrôle. — On trouvera dans l'article original l'énumération des principales attributions de ces laboratoires et les grandes lignes d'une semblable organisation. — Après quelques notes sur les ennemis de l'isolement, en particulier de l'humidité, à l'influence de laquelle M. Matthis estime qu'on ne saurait attacher trop d'importance, l'article se termine par quelques considérations sur les progrès qu'aura à réaliser, dans l'avenir, l'industrie des isolants. — Y. G.

621 315 6. — A propos de l'isolement des câbles. *J. A. I. E. E.*, décembre 1922, t. XLI, p. 960-981, 22 000 mots, 5 fig. — Cet article est un compte rendu d'une discussion, au Congrès annuel de l'American Institute of electrical Engineers des mémoires de MM. Roper, Simons, Del Mar et Hanson, Middleton, Dawes et Davis, Shrader, Du Bois, Simon, publiés dans les numéros de juin, août et septembre 1922 de *J. A. I. E. E.*, p. 443, 433, 463, 524, 617, 689, 701 et qui ont été analysés dans la *R. G. E.* des 28 avril 1923, t. XIII, p. 709 ; 3 février 1923, t. XIII, p. 36 D ; 7 avril 1923, t. XIII, p. 58 ; 14 octobre 1922, t. XII, p. 116 D ; 10 mars 1923, t. XIII, p. 77 D ; 31 mars 1923, t. XIII, p. 549. — Nous signalerons, dans ce document, les points suivants : 1° les progrès réalisés dans la construction des câbles aux États-Unis, jusqu'à ces deux ou trois dernières années, comparés, en particulier, avec ceux qui ont marqué le développement observé dans les autres branches de l'électrotechnique, ont été à peine sensibles. D'après un rapport présenté par le Comité des Réseaux souterrains de la National electric Light Association, le chiffre moyen des perforations de câbles enregistrées au cours de l'année 1921 dans des installations exploitées à une tension supérieure à 15 000 v a été de 15, environ, par 100 km de canalisation. Cette situation, de l'avis général, ne saurait se prolonger plus longtemps, et il importe, le plus tôt possible, d'y porter remède, en recourant, s'il le faut, à des changements radicaux dans le système d'établissement et les procédés de manutention des câbles ; 2° à la différence de la pratique anglaise, qui consiste à prendre les précautions les plus minutieuses dans la pose des câbles électriques de manière à être à

MANUFACTURE DE RUBANS

Albert GALLANT

Roubaix — Bernay-de-l'Eure — Saint-Étienne

Provisoirement prière adresser la correspondance à Bernay-de-l'Eure.

RUBANS ISOLANTS POUR L'ÉLECTRICITÉ

JACONAS, SERGÉS, TUBULAIRES

FOURNISSEUR DES MINISTÈRES ET DES PRINCIPALES ADMINISTRATIONS

MAISON FONDÉE EN 1796

Représentant : J. COMEAU, 177, Avenue Gambetta, PARIS (20e). — Téléph. : Roquette 11-84

Registre du Commerce : Roubaix N° 10057

"LE MOTEUR ÉLECTRIQUE"

Société Anonyme au Capital de 2.000.000

Siège social et Bureaux : *18, Route de Crémieu, VILLEURBANNE* (Rhône)

Téléphone :
0.80 VILLEURBANNE
Adresse Télégr. :
MECANELEC-LYON

MAISON A PARIS
115, Rue Cardinet
Téléphone :
WAGRAM 24-22

Constructions Électro-Mécaniques

MOTEURS ASYNCHRONES BI et TRIPHASÉS

Réducteurs de Vitesse
Groupes Moto-Pompes et Moto-Sirènes
Lapidaires et Machines à Meuler
Enrouleurs de Courroies

peu près sûr, qu'une fois en place, ces derniers conservent intactes toutes les qualités qui leur ont été reconnues dans les essais en usine, il semblerait qu'en Amérique, en raison notamment des difficultés rencontrées du fait du tirage des câbles à travers des conduits, il n'en soit point ainsi, les épreuves de flexion des câbles, en Angleterre, sont d'ailleurs plus sévères qu'aux États-Unis. Les pertes diélectriques caractérisant les câbles américains de fabrication la plus récente sont du même ordre que celles, très réduites, signalées pour des câbles de construction européenne; l'épaisseur d'isolant adoptée, dans leur construction, est sensiblement plus élevée qu'en Angleterre (de 20 pour 100 environ, à tension égale) ; dans ce dernier pays, les câbles à 33 000 V sont complètement au point et on envisage comme possible la fabrication industrielle de câbles à 44 000 V; aux États-Unis, on en est encore à des installations d'essai à 33 000 V; 3° les problèmes théoriques dont la solution importe aux constructeurs doivent être, de toute nécessité, ainsi que l'ont fait remarquer quelques membres, l'objet d'études suivies ; 4° la théorie de la contrainte minimum de Fernie a été vivement critiquée ; on estime que, pour le moment, vu l'insuffisance des données d'expérience de câbles de construction nouvelle, il n'est point possible de la prendre en considération ; 5° pour ce qui a trait à la perforation des câbles, certains s'en tiennent encore à la théorie ancienne attribuant le fait à des phénomènes d'impact déterminant une séparation moléculaire analogue à une fracture dans l'ordre mécanique ; d'autres, par contre, s'accordent à croire qu'il s'agit, en l'espèce, de phénomènes de conduction résultant des caractères tout particuliers présentés, au point de vue de la résistance électrique, par la matière constituant le revêtement isolant des câbles. Cette matière, à l'instar des isolants dits pyro-électriques ou de troisième classe, étudiés par Steinmetz, se comporte de la façon suivante : l'intensité de courant qui la traverse croît d'abord proportionnellement à la tension appliquée, puis, à une allure plus rapide, jusqu'à ce qu'un point de la courbe de tension soit atteint pour lequel, la résistance électrique diminuant, l'intensité augmente très vite et acquiert, presque immédiatement, la valeur correspondant au court-circuit. La destruction de l'isolant dans ces conditions, est causée, en définitive, par la chaleur dégagée sous l'effet de la concentration d'énergie résultant de l'application d'une tension constante. — L. D.

621.315.6. — Détermination de la valeur chimique des matières de remplissage des garnitures pour courants à haute tension. *Le Génie civil*, 17 juin 1922, t. LXXX, p. 557. Bibliographie d'un article de Lytsnogkart, publié dans *De Ingenieur* du 8 avril 1922. — Résultats de recherches faites au laboratoire pour l'industrie gazière et pétrolifère de l'Université de Delft.

621.315. — Discussion sur la charge admissible dans le modèle anglais normal de câble isolé au papier imprégné. *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 944-949, 4000 mots. — Des critiques ont été faites au sujet de la température de 50° C permise dans les câbles massifs à revêtement de plomb passant dans une conduite. Il ne faut pas perdre de vue qu'il peut y avoir des avaries sérieuses résultant du mouvement du câble dans la conduite. Outre le frottement de l'enveloppe de plomb, il est possible que la température de l'air chaud existant dans la conduite atteigne environ 50° C. Dans le cas des câbles armés, la question du frottement est secondaire et, dans ce cas, on peut aller jusqu'à 60° C. Les différentes valeurs de la résistivité thermique du diélectrique A pour les deux types de câble ont été l'objet d'essais qui montrent qu'alors que les plus basses tensions donnent des valeurs comprises entre 670 à 1200 unités de résistivité thermique, les tensions plus élevées donnent des valeurs plus petites et plus régulières. La moyenne dans ce dernier cas est de 550. En ce qui concerne la résistance du sol qui dépend de la chaleur et de l'humidité dans un district déterminé, il y a un intérêt majeur à la connaître, surtout là où existent déjà des réseaux électriques qu'il s'agit d'étendre. Dans le cas de lignes importantes nouvelles, il faut étudier le trajet à ce point de vue et il faut prendre la partie avant la résistivité la plus élevée, ou bien se résoudre à accroître la section des conducteurs. Le docteur Russell prétend que l'émission des courants vagabonds varie en raison inverse de la racine carrée du diamètre du câble. Des expériences ont été entreprises sur des matériels différents de toutes dimensions ; elles montrent que la loi précédente ne s'applique pas à toute la gamme des grandeurs. Pour celles de 30 mm² et plus, l'émission par unité de surface est pratiquement indépendante de la dimension. Il y a lieu de considérer que la méthode à employer pour obtenir des valeurs dignes de confiance de la résistivité du sol ne doit pas être celle des « geophysical laboratories » parce qu'elle se réfère à de grandes profondeurs, alors que les câbles sont à 1 m environ au-dessous de la surface du sol où les variations par suite des circonstances atmosphériques, sont plus considérables. L'effet de ces perturbations est plus grand que ce qu'on désire mesurer : la méthode est donc inapplicable. — G. F.

621.315.4. — Le fil de terre considéré au point de vue de l'amélioration de la mise à la terre des pylônes des lignes de transmission à très haute tension avec isolateurs à chaîne. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 455-456, 1 800 mots. Analyse d'un article de Benesch, publié dans *E. T. Z.*, 22 mars 1923, t. XLIV, p. 261-262, 2 200 mots.

621.315.4. — Sur le dispositif de mise à la terre par inductance et capacité. Yasusi Watanabe. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1923, n° 420, p. 653-660. — L'auteur propose un nouveau dispositif de mise à la terre du neutre d'un réseau consistant : *a)* en une bobine à noyau de fer en parallèle avec un condensateur ; *b)* en une bobine à noyau de fer mise en série avec une résistance, le tout en parallèle avec un condensateur. L'avantage de ces deux dispositifs consiste principalement en ce qu'il est possible d'utiliser un noyau de fer légèrement saturé pour compenser le courant de capacité sans causer une distorsion appréciable de l'onde, de sorte que l'action du dispositif est aussi parfaite que possible. Le danger de l'emploi de la bobine de Petersen est aussi complètement évité, car la bobine se comporte comme bobine de réactance à noyau saturé. L'auteur explique le fonctionnement de son appareil par une méthode graphique et donne ensuite quelques résultats de ses expériences. — E. B.

621.315.4. — Pratiques actuelles de mise à la terre des systèmes de transmission. *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XLII, p. 928-936, 9000 mots, 7 fig. — L'étude est divisée en deux parties : la première a trait aux lignes qui sont à la tension produite par les générateurs ; la deuxième, aux lignes dont la tension est plus élevée que celle des générateurs. En comparant les installations examinées qui appartiennent à la première classe, on trouve les tendances suivantes : *a)* mise à la terre du neutre ; *b)* l'opinion est que cette mise à la terre a diminué les avaries de ligne ; *c)* l'opinion générale est en faveur de la mise à la terre à travers une résistance ; *d)* on proportionne la résistance de mise à la terre à la tension employée ; *e)* quand on emploie les relais de terre, la résistance du neutre est généralement plus grande que lorsqu'on emploie le relais déphasé ; *f)* la boîte de résistance à grille de fer fondu montée sur isolateur paraît donner toute satisfaction. En divisant la tension par rapport à la terre par la résistance du neutre, on a trouvé une valeur qui représente des « volts par ohm ». Parmi treize valeurs obtenues, on a trouvé que huit d'entre elles variaient de 908 à 2080 ; moyenne, 1 500. Il paraît bien établi qu'il est nécessaire de mettre le neutre à la terre à chaque station génératrice. En ce qui concerne la protection de la résistance du neutre, il y a deux écoles : la première place un disjoncteur entre le générateur et la terre (automatique et commandé à la main) ; la deuxième prévoit un disjoncteur de court-circuit en parallèle avec la résistance. Il semble que, d'une manière générale, on ait confiance dans l'opérateur pour isoler le

feeder avarié, avant que la résistance ne soit détruite. Il y a plusieurs formes de relais de protection dont les plus importantes sont les suivantes : *a)* relais de terre manœuvré par un transformateur de courant sur chaque feeder ; *b)* relais de terre inséré dans la connexion commune à trois transformateurs de courant. Pour la mise à la terre, on peut employer un transformateur connecté en zigzag, en série avec une résistance à trois phases reliée aux barres ou, encore, intercaler entre les barres et la terre un transformateur dont le primaire est en étoile avec point neutre à la terre à travers une résistance et le secondaire en triangle. Il semble que le système de grilles en fer fondu soit adopté partout comme résistance. En ce qui concerne les lignes de transmission de la deuxième classe, la mise à la terre directe du neutre semble être en faveur. Les raisons en sont les suivantes : *a)* Une mise à la terre directe simplifie le problème de l'isolement ; *b)* Les courants maxima d'écoulement à la terre sont moins élevés à cause de la réactance plus élevée de toutes les parties du système et, en particulier, du transformateur élévateur. — Dans les systèmes à mise à la terre directe du neutre, l'intervalle des prises de terre est assez réduit. Ainsi on trouve, dans plusieurs lignes, un intervalle de 50 km seulement. Cet intervalle atteint 210 km lorsque la mise à la terre se fait par l'intermédiaire d'une résistance. En résumé, le seul argument en faveur du neutre isolé est la possibilité de maintenir le service avec une phase à la terre. La mise à la terre du neutre complète, en cas d'une phase mise à la terre, le circuit fermé à travers le générateur qui court-circuite la capacité du système à la terre, et empêche les arcs. Quand on met le neutre à la terre, il faut considérer : 1° la mise en garde contre les tensions et les courants excessifs ; 2° les conditions imposées par les relais sélectifs ; 3° la réduction au minimum des troubles apportés par la manœuvre des moteurs. On peut d'ailleurs considérer que la résistance de terre varie en raison inverse du courant total de charge. En considérant que la capacité électrostatique d'un câble souterrain vaut 25 fois celle d'une ligne aérienne, on peut grouper toutes les hypothèses dans la formule suivante

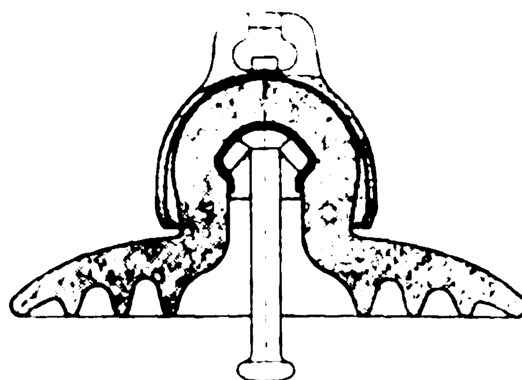
$$(l_a + 25\, l_k) \times f \times R = K$$

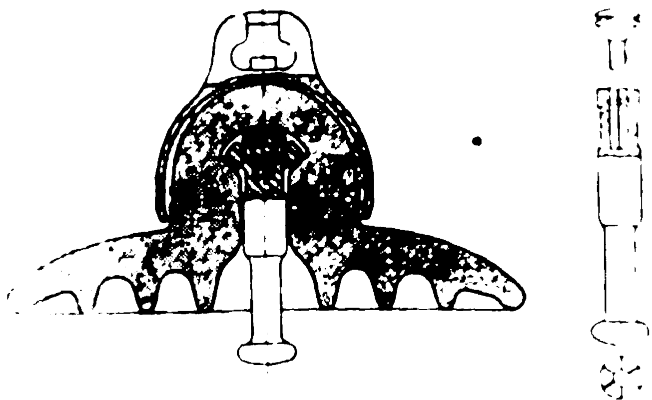
où l_a est la longueur de la ligne aérienne, l_k, la longueur du câble, f, la fréquence du système en périodes par seconde, R, la résistance du circuit de mise à la terre du neutre. Le calcul de K montre des résultats intéressants. On trouve, pour huit lignes de la première classe que K varie de $0{,}008 \times 10^6$ à $3{,}5 \times 10^6$, moyenne, $1{,}04 \times 10^6$; pour sept lignes de la seconde classe, $0{,}012 \times 10^6$ à $2{,}0 \times 10^6$, moyenne, $0{,}52 \times 10^6$. Petersen, l'inventeur de la bobine de mise à la terre, a donné $K = 0{,}1 \times 10^6$. Ce serait donc six à douze fois la moyenne trouvée ci-dessus et deux ou trois fois le maximum. D'ailleurs, une compagnie qui avait pris une valeur élevée de la résistance de mise à la terre a observé des avaries analogues à celles qui arrivaient avec le neutre isolé. Les limites inférieures sont naturellement données par le maximum de courant possible sans occasionner de troubles, lorsqu'une phase est à la terre. Ces limites sont naturellement assez grandes suivant les conditions du matériel. La raison de la prédominance de la terre parfaite pour les tensions élevées est la réactance élevée qui est la conséquence de ces tensions. Par exemple : soit une station de 20000 kv-A et 11 000 v et des générateurs ayant une réactance interne de 6 pour 100, le courant maximum avec neutre directement à la terre serait

$$\frac{200000 \times 1{,}73 \times 10^3}{11000 \times 0{,}06} = 525000 \text{ A.}$$

Mais, si on élève la tension à 132 000 v, avec des transformateurs de 6 pour 100 de réactance, le courant aux barres à haute tension ne sera plus que 30000 A. Au point de vue de la manœuvre des relais, ce système est meilleur, car il permet d'utiliser de grandes intensités pour l'action sélective des relais, en même temps que pour l'emploi de ceux-ci à la fois contre la terre et contre les courts circuits. Cette étude comprend un grand nombre de tableaux donnant les résultats obtenus par les diverses compagnies avec les différents modes d'installation. — C. F.

621 315 62 L'isolateur à alvéole conique ; E. ALTMANN. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. XXI, p. 187-190, 2 200 mots, 11 fig. — Un des meilleurs artifices préconisés pour éviter l'emploi du ciment dans la fixation des ferrures sur les isolateurs paraît être celui de l'alvéole conique, qui permet une liaison simple et assure une bonne répartition des charges, en ce sens que l'effort appliqué à la tige se traduit par une pression uniformément répartie sur la paroi. De plus, la forme conique, par suite du retrait de la porcelaine, est celle qu'il est le plus facile d'obtenir aux dimensions voulues. La figure 1 représente un de ces isolateurs. Immédiatement au-dessous de la tête du battant taillée en





621 315 62. — Fig. 1, 2 et 3. Divers modes de fixation des ferrures dans les éléments d'isolateurs de suspension.

forme de cône est enroulé un fourreau portant à sa périphérie des coins métalliques. A l'aide d'un outil spécial, ces coins sont écartés vers l'extérieur et serrés entre la paroi interne et la tête. On améliore la répartition des pressions en interposant une manchette de carton. On consolide le tout en coulant du plomb fondu. Cette dernière précaution est destinée à prévenir le desserrage que pourraient provoquer les vibrations des chaînes suspendues. La figure 2 représente un deuxième modèle plus perfectionné et qui donne d'excellents résultats. La ferrure fig. 3 entaillée à sa partie supérieure est chauffée dans un four électrique, puis enfoncée à la presse sur le bouton préalablement placé au fond de l'alvéole. Les segments prennent appui sur les parois tandis qu'ils embrassent fortement la tige du bouton. La rigidité du système est absolue et résiste à tous les efforts. La mise en place se fait sans difficulté. — Le matelas intermédiaire se compose d'amiante au sommet, de plusieurs

Etablissements DESAULTY

13, rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 597

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 56-06
R. C. : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



SAILLIE 1m

POIDS MAX 8 Kg.

CONSOLES
POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES



CONSOLES
POUR
ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

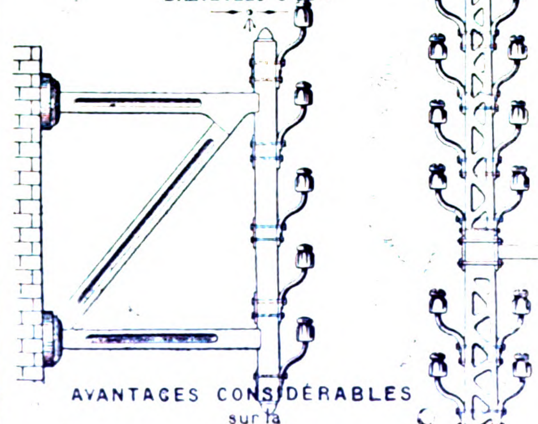
Notices & descriptions sur demande

CONSOLES EN BETON ARME

POUR

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES
BASSE TENSION

BREVETÉES S.G.D.G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES
sur la
CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

FABRICATION LORRAINE





LAMPE

"FAUST"

MONO & DEMI-WATT
AUTOMOBILES
CARBONE
TÉLÉPHONIQUES

Balais pour Moteurs

MAGNÉTOS - ÉQUIPEMENT AUTOMOBILES

Charbons électriques

LUMIÈRE - SOUDURE - PHOTOGRAVURE
CINÉMATOGRAPHES

COMPAGNIE LORRAINE
DE CHARBONS, LAMPES
& APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
(Anciens Établissements ***Fabius Henrion****)*
56, Faubourg-Saint-Honoré, 56, PARIS
Registre du Commerce : Seine N° 88294

Usines à Pagny-sur-Moselle (Moselle)

UNIS FRANCE

couches de toile de chanvre imprégnées d'huile de lin et fortement comprimées sur le pourtour. — E. F.

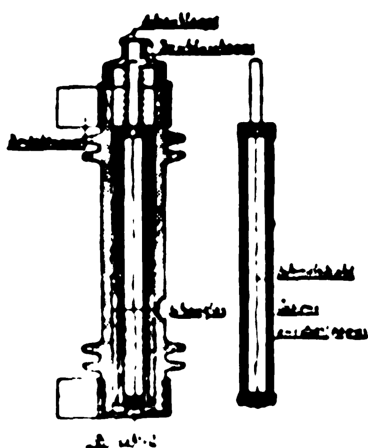
621 315 15. — **Parafoudre pour basse tension et dispositifs de protection modernes** ; G. Reisch. *Der elektrische Betrieb*, 24 avril 1923, t. XXI, p. 85-86, [illegible] mots, 15 fig. — Les anciens parafoudres à distance explosive à l'air libre ne sauraient convenir pour la basse tension. En effet, la distance entre les éclateurs ne peut pas descendre au dessous de 2 à 3 mm, sous peine de risquer des contacts fortuits par l'introduction d'insectes, par exemple. L'appareil ne vaut donc que pour des tensions de plusieurs milliers de volts. Il est de toute nécessité de prévoir une résistance sur le conducteur de terre, faute de quoi on s'expose à fondre les fusibles des transformateurs ou des branchements. Enfin, le trajet du courant dérivé doit éviter les angles. Ces considérations : distance explosive protégée, résistance de terre, trajet rectiligne ont conduit à la construction de nouveaux types de parafoudres. Signalons, en particulier, l'intérêt qui réside dans l'emploi de deux résistances montées en parallèle, la communication avec la terre restant assurée en cas de fusion de l'une d'elles. L'auteur s'est livré à une série de recherches sur la forme des électrodes. Pour que l'étincelle puisse jaillir, il faut que le milieu (ici l'air) devienne conducteur. Cela demande un certain temps, fonction de la régularité du champ électrique compris entre les électrodes. Plus ce temps est long, plus la valeur de la surtension augmente, moins l'appareil est efficace. Le champ le plus régulier serait celui qui serait obtenu en plaçant parallèlement deux électrodes planes de dimensions suffisantes pour que les déformations dues aux bords puissent être négligées, mais on se heurterait à de grosses difficultés pour l'extinction de l'arc. La meilleure solution consiste dans l'utilisation d'électrodes de forme sphérique. Avec des dimensions appropriées, l'extinction de l'arc se fera d'elle-même en courant alternatif ; ce n'est que pour le courant continu qu'on a recours aux souffleurs magnétiques. Le lecteur trouvera dans l'article original la description de quelques appareils destinés à être utilisés à l'air libre. Dans ce cas, l'ensemble du mécanisme (résistances jumelées, éclateurs, souffleur) est fixé dans une boîte en fonte ; celle-ci, quand elle est revêtue d'une enveloppe réfractaire, permet à l'arc de se développer au dehors. Les résistances peuvent être montées sur des pinces à ressort ; on peut alors les démonter commodément. Elles tiennent lieu de sectionneur ; en les retirant, l'appareil est mis hors circuit et peut être visité sans danger. Si d'anciens parafoudres ont été montés sans résistance, il est possible d'en ajouter après coup. On en construit de divers types. Par exemple, on aura une résistance cylindrique, coiffée d'une cloche pour l'emploi au dehors. Cette résistance repose sur une cornière, qui sert en même temps de borne de terre. La fixation de la résistance et de la cloche sur la cornière est réalisée par un boulon isolant qui traverse l'intérieur de la résistance. Ce serait une erreur d'utiliser cette résistance comme organe de support car, en cas de fusion, l'appareil se briserait. Dans la protection contre les surtensions, il est un certain nombre de dispositions à ne pas négliger. C'est ainsi qu'il est bon de placer aux branchements des bobines de self induction. Elles seront constituées par le fil de la ligne et comporteront de 20 à 25 spires de 15 cm de diamètre. Les plaques de terre des parafoudres ne doivent pas être magnétiques ; il faut rejeter le fer, prendre du cuivre, au besoin de l'aluminium. Les points à protéger sont les extrémités de la ligne et les départs des branchements, en général, tous points où se trouvent des appareils délicats. Si le réseau est étendu, il faut également placer des parafoudres aux points hauts. Une autre considération, souvent perdue de vue, est celle de l'avantage qu'on peut retirer du fil neutre non isolé pour la protection de la ligne. Enfin, on doit envisager, lors de l'élaboration d'un projet, la nature des zones traversées au point de vue perturbation atmosphérique. C'est plus souvent sur la basse que sur la haute tension que se produisent les accidents ; les petites installations devraient être parfaitement protégées, ce qui n'est pas toujours le cas. Lors de la construction d'une ligne, les plaques et câbles de terre doivent être mis en place au fur et à mesure de l'avancement des travaux. On se met ainsi à l'abri des dangers d'un coup de foudre susceptible de détériorer les appareils déjà installés. Le fait a été constaté par l'auteur sur un transformateur sur mât où cette précaution avait été négligée. Ceci montre qu'une ligne non en service peut être une cause de dégâts, et que, dans un réseau local sans parafoudres, les maisons, sur lesquelles passent la ligne sont en danger, tout comme un immeuble qui posséderait un paratonnerre sans mise à la terre. — E. F.

621 311 77. — **Quelques considérations techniques sur la valeur des dispositifs de protection contre les surcharges dans les réseaux à haute tension** ; M. Schleicher. *Der elektrische Betrieb*, 24 mai 1923, t. XXI, p. 109-111, 1500 mots. — Depuis quelques années, on cherche à réaliser la protection contre les surcharges au moyen de relais à basse tension. Cette méthode, appliquée tout d'abord aux réseaux à mailles, tend de plus en plus à s'étendre aux réseaux rayonnants. Les systèmes utilisés dérivent de deux types : système à conducteur auxiliaire de station à station, système sans conducteur auxiliaire, ce dernier ayant les préférences de l'auteur. La première catégorie peut, à son tour, être divisée en deux classes, suivant que le conducteur auxiliaire est posé séparément ou qu'il constitue avec l'un des conducteurs principaux un câble spécial. La solution du câble, souvent préconisée par les constructeurs, semble néanmoins présenter de sérieux inconvénients : difficulté de recherche des défauts d'isolement, jonctions coûteuses, remplacement onéreux, trafic interrompu lors d'un accident aux appareils de sécurité. Les systèmes sans conducteur auxiliaire utilisent des relais déclenchés suivant le sens du courant. Ces relais à mécanisme de wattmètre portent divers noms : relais de direction, relais de verrouillage, etc. L'expression de relais à retour de courant n'est pas parfaitement exacte et ne s'emploie plus. On a parfois objecté que les relais wattmétriques protègent mal contre les courts-circuits, ce reproche n'est pas fondé. Il existe des appareils remplissant parfaitement ce but, le relais à double wattmètre, par exemple. Les pertes à la terre sont souvent une cause de court circuit ; il faut, autant que possible, y parer. De nombreuses recherches ont été faites dans ce sens et n'ont pas toujours donné les résultats attendus. En règle générale, il faudra prévoir deux séries d'appareils, les uns pour la protection contre les pertes à la terre, les autres pour la protection contre les courts-circuits. Les travaux de protection d'un réseau nécessitent une grosse immobilisation de capitaux, car l'ensemble du dispositif de sécurité doit être établi dès le début. On peut cependant se demander s'il ne serait pas possible de combiner les deux systèmes déjà décrits, les relais indépendants étant réservés aux centres industriels, chemins de fer, gros consommateurs, tandis que les zones à faible débit, les régions rurales par exemple, seraient équipées avec des relais en liaison. Ceci ne peut guère être tranché que par l'expérience et la solution dépend avant tout des cas spéciaux envisagés. Quoi qu'il en soit, et bien qu'il existe de nombreux types de protection fonctionnant bien, il semble qu'il reste à faire dans le service de surveillance des appareils et qu'il faudrait suivre dans cette voie l'exemple de l'Amérique. Le contrôle y est organisé d'une façon rigoureuse : visites trimestrielles, établissement de graphiques, etc. L'Allemagne ne tardera pas à reconnaître l'importance de semblables mesures. — E. F.

621 311 7. — **Sur l'établissement des bobines de réaction à résonance** ; Susumu Togo. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1923, n° 420, p. 661-668, 12 fig. — Le travail de l'auteur est divisé en quatre parties. 1 Points d'équilibre en résonance. Pour une force électromotrice donnée et une valeur déterminée de la capacité, il est possible de tracer une courbe du courant pour différentes inductances. D'un autre côté, la variation d'inductance d'une bobine à noyau de fer avec courant magnétisant variable peut être représentée par une courbe de substitution ; les conditions d'équilibre peuvent être trouvées par un

recoupement des points de ces deux courbes. — II Réactor élémentaire. L'auteur désigne par ce nom une bobine à un seul trou et à section de fer unité. — III Protection contre la résonance en série ; pour se protéger contre cet effet particulier, il est convenable d'employer un noyau de fer fortement saturé ainsi qu'une résistance en série d'une valeur assez élevée. VI Conclusion. E. B.

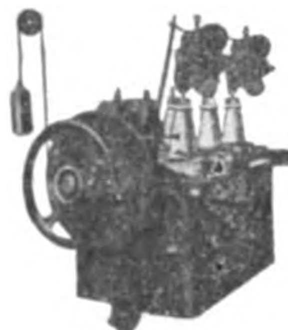
621.311.72. — Fusibles dans l'huile pour haute tension. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 730, 500 mots, 1 fig. — On sait que, si les interrupteurs dans l'huile coupent le courant au moment de son passage à la valeur nulle, les fusibles au contraire effectuent la rupture à l'instant où le courant passe par sa valeur maximum et peuvent, de ce fait, occasionner des surtensions. Mais, outre leur prix élevé, les interrupteurs automatiques n'existent qu'à partir d'une certaine intensité. C'est pourquoi pour les petites puissances on revient volontiers à l'emploi de fusibles. L'article présente un dispositif nouveau de fusible dans l'huile (fig. 1).



621.311.72. — Fig. 1. Fusible dans l'huile pour haute tension. Shauklappe, regard ; Verschlusskappe, chapeau vissé ; Schauglas, brulage ; Schmelzdraht, fil fusible ; Patrone, cartouche en carton.

Aux extrémités d'un tube de porcelaine se trouvent deux garnitures métalliques pourvues de couteaux ; celle du haut comporte un couvercle dévissable qui permet l'introduction de la cartouche dans un bain d'huile qui remplit le tube au tiers de sa hauteur. Un ressort appuie la cartouche sur son siège inférieur. Lors de la fusion du fil, la haute pression due à la vaporisation du métal, chasse l'huile par la partie inférieure de la cartouche qui, brusquement soulevée, coupe le courant déjà réduit du fait de la résistance de la colonne d'air à haute pression, qui remplace la portion fondue du fil fusible. Une ouverture à la partie supérieure permet l'échappement des gaz et le tube de porcelaine n'est soumis à aucune variation sensible de pression ou de température. Le fonctionnement de l'appareil soulève le couvercle du regard supérieur ; un autre regard au niveau de l'huile permet de vérifier l'état du fusible. E. B.

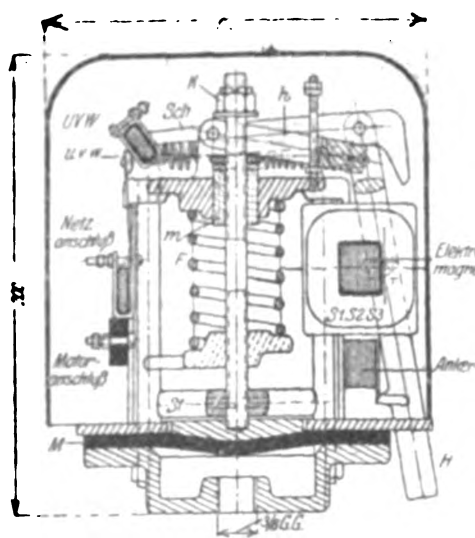
621.311.74. — Interrupteurs automatiques à huile et à cornes ; WILLY AYASSAUS, *Der elektrische Betrieb*, 10 avril 1923, t. XXI, p. 77-78, 1 200 mots, 3 fig. — Ces interrupteurs se déclenchent à la manière ordinaire sous l'action d'un relais et se remettent ensuite automatiquement en circuit, grâce au dispositif imaginé par M. Bollinger. A cet effet dès que le déclenchement se produit, les organes mécaniques de l'interrupteur bandent un ressort. Celui-ci provoque la rotation d'une roue, amène une came au contact d'un déclic et libère le poids qui, entraînant le câble de suspension, produit la rotation du tambour et, par suite, le réenclenchement. Le mécanisme de réglage permet de modifier à volonté le temps qui s'écoule entre le déclenchement et le réenclenchement. S'il s'agit d'une mise à la terre ou d'un court-circuit passager, le service se trouve rétabli ; si, au contraire, la perturbation continue, il y a de nouveau ouverture et fermeture de l'appareil et les phénomènes se reproduisent alternativement jusqu'à complet déroulement du câble. On conçoit que ce mode de fonctionnement puisse présenter des inconvénients graves. Le mécanisme est donc complété par un deuxième dispositif à roue qui, dans le cas de trouble permanent, laisse se produire déclenchement, réenclenchement, et deuxième déclenchement, tandis qu'à



621.311.74. — Fig. 1. Photographie d'un interrupteur à huile à réenclenchement automatique.

partir de cet instant l'interrupteur reste ouvert. On peut compter, pour chaque opération, un déroulement d'environ 0,50 m de câble, avec la longueur généralement adoptée de 5 m, l'interrupteur peut fonctionner dix fois. On reconnaîtra sur la figure ci-jointe le poids et son câble, le tambour et le carter du mécanisme à roues. Le volant sert à remonter le poids quand cela est nécessaire. Pour les grandes intensités, on utilise l'interrupteur à huile, pour les faibles intensités, l'interrupteur à cornes qui est plus économique. Le volant peut être commandé à distance, par exemple, au moyen d'une chaîne. Dans le cas d'un transformateur, on aura intérêt à fixer l'appareil sur son sommet ; enfin, très souvent, il sera commode de prolonger l'axe en dehors du bâtiment, la commande à la main se faisant de l'extérieur. — E. F.

621.311.74. — Interrupteur de pression et de sécurité pour installations automatiques d'alimentation d'eau.



621.311.74. — Fig. 1. Appareil automatique pour l'alimentation en eau. — Netzanschluss, au réseau ; Motoranschluss, au moteur ; Anker, armature.

E. T. Z., 9 août 1923, t. XLIV, p. 764-765, 500 mots, 1 fig. — Le but de ces interrupteurs est de fonctionner à l'appari-

L'ACCUMULATEUR

TUDOR

Manufacture d'Accumulateurs de la Cie Gle d'Électricité

26, RUE DE LA BIENFAISANCE, PARIS (8e) — Tél. Wagram 92-90 et 91

Registre du Commerce de la Seine : N° analytique 21 516

Batteries pour

TOUTES APPLICATIONS

SOCIÉTÉ GRAMME

ANONYME AU CAPITAL DE 3 500 000 FRANCS

TÉLÉGRAMME :
GRAMME-PARIS

TÉLÉPHONE :
Machines { NORD 02-01
{ NORD 15-39
Lampes : NORD 83-26

SIÈGE SOCIAL :
26, Rue d'Hautpoul, PARIS (19e)
Registre du Commerce : Seine N° 29 522

USINES
26, RUE D'HAUTPOUL, Paris
29, RUE D'HAUTPOUL, Paris
200, RUE DE PARIS, Pantin

GÉNÉRATRICES et MOTEURS

A COURANTS CONTINU ET ALTERNATIF

TRANSFORMATEURS -:- APPAREILLAGE

MANUFACTURE DE LAMPES A INCANDESCENCE

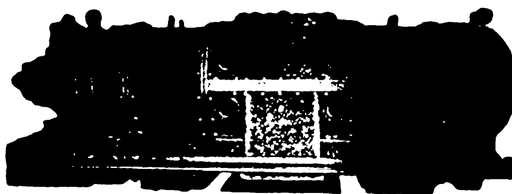
MONOWATT et DEMI-WATT

SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE ROTATIVE

SIÈGE SOCIAL et BUREAUX : 8, avenue Percier, PARIS (8e)

Téléphone : ELYSEES 13-94 — *Registre du Commerce* : Seine N° 26 512

SMR



SMR

TURBO-ALTERNATEURS LJUNGSTRÖM

DE 500 A 10 000 KW

TURBINES ET TURBO-GÉNÉRATEURS « SMR » de 100 à 800 kw à grande vitesse et à réducteurs à engrenages.

tion d'un défaut et de protéger de la sorte le moteur. Le déclanchement doit se répéter à la fermeture aussi longtemps que le défaut subsiste. Les nombreux appareils basés sur le chauffage d'une soudure présentent l'inconvénient que la température de fusion varie avec le temps. La figure 1 représente schématiquement un autre procédé, l'électroaimant comporte trois bobines reliées aux trois phases, les flux s'annulant dans le fonctionnement normal du moteur. Si une phase est coupée, l'électroaimant attire son armature qui libère le levier H, sa partie supérieure oscille vers la droite et rompt les contacts UVW des trois phases. La figure représente l'appareil enclanché, manœuvre qui peut être faite à la main par action sur le levier H, quand l'eau est au niveau le plus bas ou la pression minimum. Si la pression vient à augmenter, la membrane M soulève le levier h jusqu'à ce que, sous l'action de ressorts, le levier Sch rompe les contacts. L'inverse se produit quand la pression décroît. Les écrous St et h, d'une part, m, d'autre part, permettent de régler le minimum et le maximum de pression susceptibles de faire fonctionner l'appareil. — F. B.

STATIONS CENTRALES ET RÉSEAUX

627·621 31(52) Les ressources en énergie hydraulique et l'électrification au Japon. *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, 706-708, 1000 mots, 1 tab. — D'après un rapport de M. Lewis publié dans « Review General Electric », le Japon posséderait, au total, une puissance hydraulique de 10 millions de kilowatts, dont 5,5 environ seraient économiquement exploitables. La majeure partie correspond aux fleuves du Japon central à une distance intéressante des trois principaux centres d'industrie dont la liaison électrique est prévue et même partiellement exécutée: Nagoja et Osaka. Ces deux centres utilisent le courant à 50 p : s et Tokio à 60 p : s, d'où certaines difficultés pour la liaison électrique. Une première table donne les puissances respectives de chacun des fleuves du Japon central, une autre établit, à la date de novembre 1922, la liste des sociétés et des principales installations existantes avec indication de leur puissance et de leur tension et fréquence: leur puissance totale s'élève à 500 000 kw environ. Les seuls centres de Tokio, Nagoja et Osaka exigent 400 000 kw et accusent une augmentation annuelle de leurs besoins évaluée à 50 000 kw. A l'heure actuelle 67 pour 100 de la puissance utilisée est d'origine hydraulique et cette proportion atteindra 80 pour 100, suivant les prévisions. L'électrification des chemins de fer commencée sur la ligne Tokio Kobe (600 km), doit être réalisée dans une période de dix années et augmentera encore la puissance nécessaire. Passant à la construction des usines génératrices, l'auteur signale que les méthodes de travail fonction du reste du tempérament japonais, conduisent à des prix de revient extrêmement élevés et à des délais d'exécution exagérés. Il convient aussi de remarquer que le gouvernement japonais est le propriétaire exclusif de toutes les richesses hydrauliques, indépendamment des riverains. L'auteur termine en donnant quelques indications concernant la législation (demande de concession, homologation des projets, contrôle des travaux et vérification des installations par des ingénieurs de l'État, etc...). — F. B.

627·621 31(45) — Nouvelles installations hydroélectriques dans l'Italie du Sud. *J. A. I. E. E.*, juillet 1923, t. XLII, p. 722, 700 mots. — La Società per le Forze Idrauliche della Sila a reçu, en 1916, la concession de l'aménagement hydroélectrique du massif de la Sila, en Calabre. Les constructions ont commencé en 1921, mais l'importance des travaux préparatoires a rendu les progrès lents. On n'a guère achevé aujourd'hui que quelques routes, des bâtiments, le fonçage de puits d'exploration, les excavations pour les fondations des barrages et environ 500 m de tunnel. Le plateau de la Sila, dont la superficie est de plus de 1000 km², est traversé par un certain nombre de rivières, dont les plus importantes sont le Neto, l'Arvo et l'Ampollino. De son altitude maximum de 1900 m, il descend graduellement à un niveau de 1250 m et tombe ensuite brusquement vers la plaine, qui s'étend jusqu'à la mer. On créera sur ce plateau des lacs artificiels pour y accumuler les eaux des rivières, et, avec une chute utile de plus de 1000 m, on estime qu'on pourra obtenir plus de 100 000 ch. Le prix total de l'installation projetée est estimé à 400 millions de lire. Le Gouvernement paiera une subvention de 50 lire par cheval installé pendant 15 ans, soit environ 100 millions de lire. D'après un récent article, les besoins actuels de la Calabre ne dépassent pas 20 000 ch, mais on pourra placer peut être 30 000 ch en Apulie, où existe une demande d'énergie électrique pour les industries locales et pour l'irrigation. Une partie de l'énergie pourra probablement être transportée en Sicile en franchissant le détroit de Messine, et, vers le Nord, en Campanie. Outre la production d'énergie électrique, le grand volume d'eau utilisé sera aussi disponible pour l'irrigation. On croit que 15 000 hectares de terre, aujourd'hui à peu près incultes, pourront être arrosés dans la plaine de Cotrone, dont le sol passe pour être extrêmement fertile. — P. L.

621 311 21(46) Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante; H. DESBARRES. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 474-475, 5000 mots, 4 fig. — Dans cette étude, l'auteur donne d'abord quelques renseignements succincts sur les stations de pompage de la Compania de Riegos de Levante, destinées à alimenter en eau d'irrigation la région d'Alicante. Il décrit ensuite l'usine génératrice hydroélectrique de Los Almadenes, d'une puissance de 12 600 ch aménagée sur le Haut Segura. De cette puissance totale, 6000 ch sont destinés à la Compania de Riegos de Levante, pour le fonctionnement de ses stations de pompage. L'excédent d'énergie est distribué dans la région de Murcie et d'Alicante.

621 316 — Problèmes et progrès relatifs au contrôle et à l'interconnexion des grands réseaux. *R. G. E.*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 423-424, 1300 mots. Analyse d'un article de H. R. SUMMERHAYES, publié dans *G. E. R.*, juin 1923, t. XXVI, p. 327-337, 7000 mots, 8 fig.

621 311 — La duplication et les mesures de sécurité recommandables dans le matériel électrique d'une usine génératrice. William F. SIMS. *J. A. I. E. E.*, juillet 1923, t. XLII, p. 704-705, 1500 mots. — Pour se prémunir contre les graves interruptions de service, il faut adopter, dans l'installation des usines génératrices, des mesures de sécurité appropriées. Il faut aussi, pour permettre les visites et les réparations sans déranger la continuité du service, doubler certaines parties du matériel et des connexions. L'étendue de ce doublement est une question importante; il faut mettre, en regard de l'amélioration de la sécurité, l'accroissement des frais d'installation et de la complication. Il faut toujours chercher la simplicité de fonctionnement. La disposition des barres omnibus, dans les grandes usines, demande une étude sérieuse. Il faut deux jeux de barres principales, reliés de préférence par des réactances avec faculté de connecter chaque alternateur à l'un ou l'autre, chaque barre étant sectionnée de façon à pouvoir localiser les accidents; ou bien il faut des barres en boucle avec sections reliées par des réactances. Dans les deux cas, il est essentiel que les réactances aient la valeur voulue pour limiter le courant de court-circuit dans toute section à une intensité appropriée à la capacité de rupture des disjoncteurs. En installant isolément les barres de chaque phase dans le bâtiment des interrupteurs, on élimine le danger des courts-circuits entre phases à l'intérieur de l'usine et, si on relie en même temps au point neutre des alternateurs des résistances limitant le courant à la terre à une valeur raisonnable, on réalise une haute sécurité. Il faut de plus introduire, dans l'installation des barres, une duplication suffisante pour permettre de débrancher du réseau chacune de leurs parties, pour visite ou réparations. On groupe souvent les lignes sur des barres

de lignes séparées qui peuvent être reliées à l'un ou l'autre des deux jeux de barres. Lorsque les lignes qui alimentent en parallèle la même sous-station sont branchées sur des barres de lignes différentes, on obtient une grande souplesse de manœuvre sans trop accroître le nombre des disjoncteurs. L'installation de limiteurs de courant à réactance sur toutes les lignes de départ est maintenant reconnue nécessaire pour réduire l'effet des courts-circuits dus aux perforations de câbles. Une garantie de plus, s'ajoutant à un système adéquat de relais sur les lignes elles-mêmes, est l'installation de relais à long retard de fonctionnement sur les interrupteurs de groupe placés entre les barres principales et les barres de lignes. Pour l'alimentation du réseau des appareils de commande, une batterie d'accumulateurs avec double groupe de charge donne une grande sécurité. Le réseau doit être bien sectionné pour permettre les essais nécessaires ; ses parties les plus importantes doivent être doublées et munies d'interrupteurs à deux directions. Il doit pouvoir supporter une épreuve d'au moins 1 500 V par rapport au sol. Pour le circuit d'excitation, dont l'importance est capitale, il faut doubler la source d'alimentation. Si les excitatrices sont montées en bout d'arbre, il faut avoir une excitation de réserve, avec interrupteurs à deux directions. Cette réserve peut être une excitatrice séparée, une batterie ou les deux. Des détecteurs de température logés dans les enroulements des génératrices, avec des appareils indicateurs et enregistreurs appropriés, donnent une garantie importante. Il doit y avoir des détecteurs supplémentaires dans chaque machine pour le cas où une rupture de circuit se reproduirait dans l'un d'entre eux. Il est très recommandable de doubler les synchronoscopes. On assure le service des machines auxiliaires, qui sont aujourd'hui en général actionnées électriquement, en doublant et protégeant le matériel dans toute la mesure raisonnable. Avant tout, il faut pouvoir compter sur la source d'énergie. Une génératrice auxiliaire, n'étant pas affectée par les perturbations du réseau, réalisera à un haut degré la sûreté d'alimentation. Si elle est montée en parallèle avec des transformateurs alimentés par les barres de l'usine, avec un système sûr pour brancher automatiquement les moteurs auxiliaires essentiels à l'une ou l'autre de ces sources, en cas de perturbation à l'une d'elles, les chances de manque d'alimentation sont réduites au minimum. S'il n'y a pas de génératrice auxiliaire, l'alimentation doit nécessairement être prise aux barres de l'usine par l'intermédiaire de transformateurs. Outre le nombre de transformateurs nécessaires pour fournir la charge des moteurs auxiliaires de l'usine, il faut installer un transformateur supplémentaire de chaque tension employée, prêt au service immédiat en cas de brûlure de l'un des autres. Pour réduire au minimum l'effet des perturbations du réseau, on a imaginé de relier la source d'alimentation des transformateurs auxiliaires à chacun des jeux de barres principaux, avec des réactances intercalées entre chaque barre et le point de connexion. L'effet d'un trouble sur l'une des sections aura ainsi moins d'influence pour abaisser la tension de la distribution de force motrice auxiliaire d'une façon qui affecte sérieusement le fonctionnement des moteurs. Avec ce système, il est essentiel d'installer des relais qui débrancheront le réseau auxiliaire de la partie des barres où survient un trouble. Le doublement et le sectionnement des barres de force motrice auxiliaire, avec des interrupteurs à deux directions sur les branchements des moteurs, ou des branchements de secours auxquels on peut relier les moteurs si un défaut se produit dans cette partie du réseau auxiliaire, donneraient une bonne sûreté de service. — P. L.

621.317 8. — Méthodes américaines de tarification de l'énergie électrique tenant compte du facteur de puissance. G. FIRKET. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, juin 1923, t. [illegible], 7e série, p. 198-[illegible], 5 000 mots, 5 fig. — C'est au moment où l'industrie américaine a commencé à travailler pour la guerre que la question du facteur de puissance a pris, aux États-Unis, une importance telle qu'il a fallu en tenir compte dans la tarification de l'énergie. Mais les formules que l'on improvisa à ce moment étaient toutes assez arbitraires, elles ne concordaient en aucun point, si ce n'est qu'elles mécontentaient tous les clients. Les associations techniques intéressées entreprirent en conséquence l'étude méthodique du problème. Elles furent d'abord amenées à définir exactement le facteur de puissance. En effet, si la définition est simple dans le cas du courant monophasé : le rapport de la puissance moyenne à la puissance apparente, on obtient, lorsqu'on la généralise aux courants triphasés, sept définitions différentes, suivant le point de vue auquel on se place. En considérant uniquement les échanges d'énergie, l'American Institute of electrical Engineers a retenu deux définitions correspondant aux expressions

$$A = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \cos\Phi = \cos\left[\text{arc tg}\,\frac{Q}{P}\right]$$

dans laquelle P est la somme des puissances actives dans les différentes phases, Q, la somme des puissances réactives et A le facteur de puissance pour un système polyphasé quelconque, et

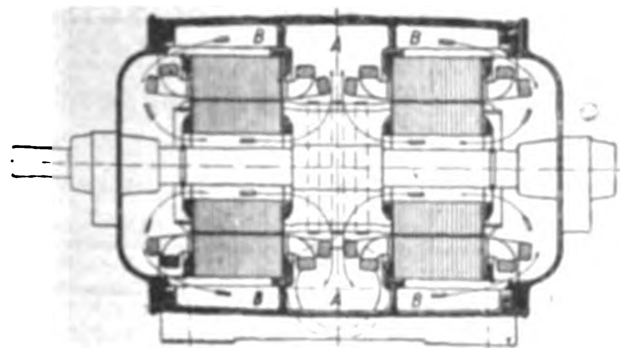
$$A = \frac{P}{P_a} = \cos\Phi = \cos\left[\text{arc tg}\,\frac{Q}{P}\right]$$

P_a étant la somme algébrique des puissances apparentes dans les diverses phases. — Pendant qu'en Europe, notamment en France et en Allemagne, on étudiait analytiquement l'influence du facteur de puissance sur le prix de revient, les Américains, convaincus que cela conduirait à des formules trop compliquées pour être utilisables, se sont contentés de constater l'immobilisation d'une portion plus considérable du réseau par tout client dont le facteur de puissance est défectueux, la difficulté du réglage de la tension et l'augmentation des pertes ohmiques. Les formules de tarification qui en ont résulté sont assez simples pour permettre leur application immédiate et cependant assez rigoureuses pour ne pas paraître arbitraires. Elles s'inspirent des principes suivants : 1° les formules doivent faire ressortir la distinction entre les frais fixes et les frais proportionnels ; 2° les grandeurs électriques apparaissant dans les formules et indiquées par les appareils doivent être définies afin de n'offrir matière à aucune discussion ; 3° la consommation en kilowatts-heure a surtout une grande importance dans les formules, car elle représente quelque chose pour le client ; 4° il faut qu'on puisse faire la distinction entre les clients dont le courant est en avance sur la tension, de ceux dont le courant est en retard ; 5° parmi les divers éléments du prix de revient, seuls doivent être mentionnés dans le tarif ceux qui rapportent plus qu'il ne faudrait payer pour les mesurer, les calculer, les porter en compte, etc. L'auteur donne alors les principales formules usitées, dans ces conditions, en Amérique, décrivant succinctement les appareils de mesure qui leur correspondent. Ces formules sont de trois sortes : celles qui sont basées sur la consommation en kilowatts-heure ; celles qui font apparaître la consommation en kilovolts-ampères et celles qui s'appuient sur la puissance maximum demandée par le client. Une bibliographie des travaux publiés en Amérique sur la question termine cette étude. — B. E.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621 313 25. — Moteur asynchrone à double induit en court circuit. *Der elektrische Betrieb*, 10 juillet 1923, t. XXI, p. [illegible], 500 mots, 5 fig. — La Colner Elektromotorenfabrik Johannes Brunckhen a repris, tout en les améliorant, les idées d'anciens brevets français et anglais. Les deux carcasses d'induit sont calées sur le même arbre. L'enroulement est constitué par des barres de cuivre communes aux deux circuits et soudées en leur partie médiane sur des anneaux

à grande résistance. Les deux inducteurs sont disposés en série pour le démarrage, en parallèle pour la marche normale. Le déphasage de l'un des champs s'obtient en agissant sur les connexions. Il suffit pratiquement d'actionner le volant du combinateur pour réaliser, dans l'ordre voulu, les sept couplages successifs qui correspondent au démarrage. Le combinateur faisant corps avec l'enveloppe du moteur, tous les conducteurs de liaison se trouvent ainsi protégés. On remarquera sur la figure la disposition des flasques de palier, mesure qui a pour



621.313.15. — Fig. 1. Moteur asynchrone à double rotor en court-circuit.

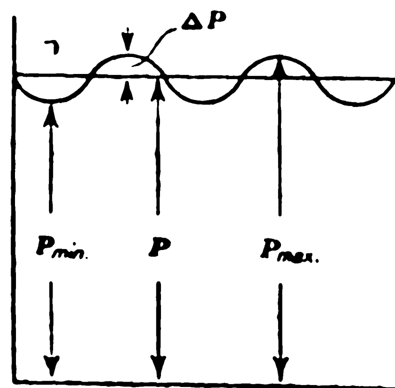
but d'empêcher la pénétration de la poussière et de l'humidité. La rotation du rotor assure une ventilation suffisante, l'air étant aspiré par une ouverture et refoulé par une autre. Ce moteur paraît donner d'excellents résultats ; il ne le céderait en rien aux moteurs à bagues, le facteur de puissance et le rendement y seraient tout aussi élevés. — E. F.

621.313.00.42. — Pertes dans le fer des dents des moteurs d'induction à rotor à bagues. D.-B. Hoseason. *Electrician*, 7 septembre 1923, t. XCI, p. 240-242, 2 800 mots, 9 fig.

On sait que, pour ces moteurs, les pertes mesurées sont toujours plus grandes que celles calculées en se basant sur un essai des pertes dans les tôles ; cette augmentation des pertes est due, en grande partie, à des effets secondaires à fréquence élevée dans les dents et noyaux magnétiques des moteurs ; l'auteur fait l'analyse de ces pertes supplémentaires. La fréquence des variations de flux provoquant les pertes supplémentaires dépend du nombre d'encoches de la machine et de la vitesse du rotor. Si on désigne par S_2 le nombre d'encoches du rotor, la fréquence dans le stator, en périodes par seconde est égale à $\frac{S_2 N}{60}$, N étant le nombre de tours par min., p étant le nombre de paires de pôles du moteur, f la fréquence du courant d'alimentation, la vitesse du rotor est égale à $\frac{60 f}{p}$ et la fréquence de pulsation du flux devient $\frac{S_2 \times 60 f}{60 p} = \frac{S_2 f}{p}$, de même, la fréquence dans les dents du rotor devient $\frac{S_1 f}{p}$ avec S_1 nombre de dents du stator. L'amplitude de ces variations peut être représentée par la figure 1 avec

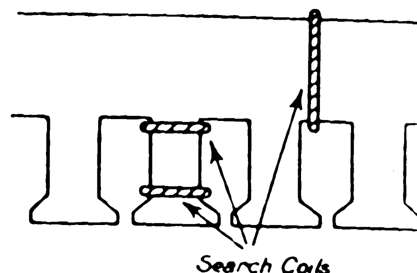
$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{P_{max} - P_{min}}{P_{max} + P_{min}},$$

dans le but de simplifier, l'auteur pose $\frac{\Delta P}{P} = K_p$. Une méthode de détermination de K_p consiste à calculer la puissance maximum et minimum en la supposant proportionnelle à la surface de fer en regard, surface variable suivant les positions relatives des dents du stator et du rotor ; une autre méthode a été indiquée par Carter qui a établi un certain nombre de courbes permettant d'obtenir le coefficient K_p en tenant compte de la longueur de l'entrefer. L'auteur a entrepris une série d'essais pour en déduire directement la valeur des pertes dans les dents ; le stator était alimenté à tension normale et les pertes à vide, par ventilation, etc., étaient soigneusement mesurées ; on alimentait ensuite le rotor de manière à produire le même flux, le stator étant mis en court-circuit ; les pertes étaient alors mesurées soigneusement et on pouvait ainsi obtenir : 1° les pertes dans le stator, à la fréquence fondamentale ; 2° les pertes dans le rotor à cette même fréquence ; 3° les pertes dans le stator et le rotor dues aux pulsations de la fréquence des dents, ce qui donnait un système de trois équations à trois inconnues permettant d'obtenir les valeurs de ces dernières. On a pu



621.313.00.42. — Fig. 1. Amplitude des variations du flux produisant les pertes supplémentaires dans le fer des dents des moteurs d'induction à bagues.

également établir la loi de variation de ces pertes avec l'induction et avec la fréquence ; les pertes sont proportionnelles à la puissance 1,5 de l'induction et proportionnelles à la fréquence qui atteint environ 1 000 périodes par seconde. Afin de pouvoir analyser la pulsation du flux, les dents et le noyau reçurent un certain nombre de bobines d'épreuve placées comme il est indiqué à la figure 2 ; ces bobines alimentaient un oscillographe qui permit d'obtenir quelques courbes. Si l'on pose $\Phi_t = \Phi_m \sin \omega t + K_p \Phi_m \sin \omega t \sin K_f \omega t$,



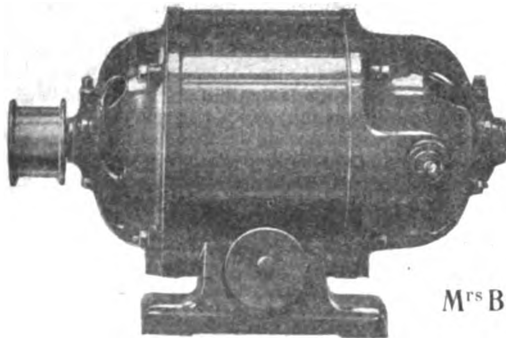
621.313.00.42. — Fig. 2. Disposition des bobines d'épreuve sur les dents et le noyau du stator. Search Coils, bobines d'épreuve.

K_p étant le rapport de l'amplitude de la pulsation à celle de l'onde fondamentale et K_f le rapport de la fréquence de la pulsation à la fréquence fondamentale, la tension dans les bobines d'épreuve est $e = K \frac{d\Phi}{dt} = K\omega \Phi_m \cos \omega t + K_p K_f \Phi_m \sin \omega t \cos K_f \omega t + K_p \Phi_m \cos \omega t \sin K_f \omega t$; en analysant les oscillogrammes et en faisant les corrections nécessaires, on trouve que les pulsations dans les dents sont 5,2 pour 100 de l'onde fondamentale et 0,17 pour 100 dans le noyau, la fréquence étant de 1 500 périodes par seconde. — E. B.

Constructions Électriques MINICUS

Toujours copié !
Jamais égalé !

ASNIÈRES



MOTEURS "UNIVERSELS"

TYPES INDUSTRIELS POUR MARCHE CONTINUE

BREVETÉS FRANCE ET ÉTRANGER

MOTEURS MONOPHASÉS à COLLECTEUR

PUISSANCES : DE 1/30 A 2 3 CH — 1800 - 2400 & 3000 T : MN — 110 & 220 VOLTS

GROUPES "UNIVERSELS", AUTO-RÉGULATEURS p^r charge d'accumulateurs

Adresser la Correspondance à

Mrs BOSSAERT Frères, 10, rue Pauquet, PARIS (16e) - Tél. : Passy 71-74

Registre du Commerce : Seine n° 111 627

MOTEURS

COURANTS ALTERNATIFS et CONTINU

ALTERNATEURS

TRANSFORMATEURS

DYNAMOS POUR ÉLECTROLYSE

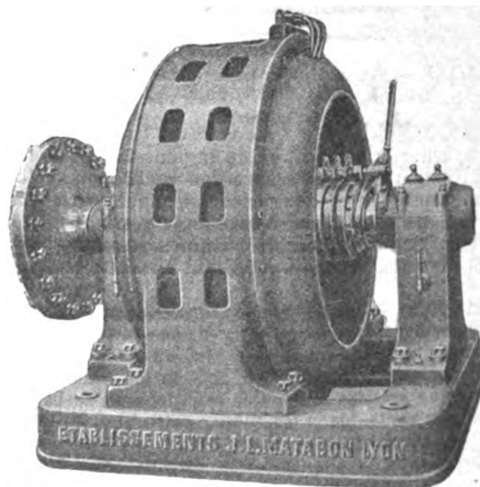
Établ^ts J.-L. MATABON

Constructions électriques

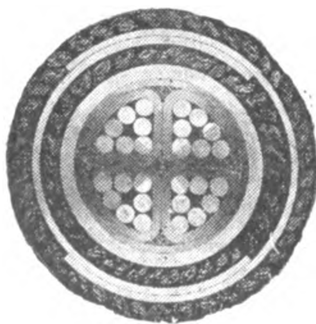
159, Avenue Thiers et Rue de la Viabert

Registre du Commerce : Lyon N° 1 149

Tél. 23-57 **LYON** Tél. 23-57



CABLES



HENLEY

L'expérience des USINES HENLEY dans la fabrication des câbles remonte aux débuts de l'usage de l'électricité.

Leurs recherches constantes et la modernisation continuelle de leurs installation-garantissent la qualité sans rivale de leurs câbles et fils.

W. T. HENLEY'S Telegraph Works C° L^td Londres

AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS Rue Scribe 11 PARIS (9e)

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

621 344 Les électroaimants de manutention. R. Cassens. *La Technique moderne*, 15 janvier 1923, t. XV, p. 51-55, … mots, 10 fig., 2 tab. — De très importants progrès ont été réalisés dans la construction des appareils servant à fixer électromagnétiquement les charges au crochet des appareils de levage. Malgré cela, leur usage est encore peu répandu, pendant la guerre, malgré le défaut de main-d'œuvre on n'a pas constaté de grande augmentation dans l'utilisation de ces appareils. L'auteur décrit un certain nombre de modèles actuels et montre qu'ils sont conçus de façon très rationnelle d'une manœuvre facile et d'une consommation absolument insignifiante vis-à-vis des services rendus. Il donne en particulier des caractéristiques de quatre électroaimants circulaires dont le diamètre varie de 600 à 1 550 mm indiquant la consommation d'énergie électrique et les charges maxima dans les meilleures conditions de service, suivant qu'il s'agit de blocs, de barres, de tôles, etc. Rappelons qu'un article sur la même question avait paru dans la *R. G. E.*, du 16 mars 1918, t. III, p. 397-408. Y. G.

621 346 · 621 944 21 Commande électrique d'un train de laminoirs réversibles. *Revue B. B. C.*, mai 1923, t. X, p. 91-93, 1 500 mots, 7 fig. — Il s'agit de la commande d'un train de laminoirs comportant une paire de cylindres dégrossisseurs et trois paires de cylindres finisseurs dont le diamètre moyen est de 950 mm et servant particulièrement à la fabrication des rails de chemins de fer ou de tramways. Ce laminoir est entraîné par un moteur double à courant continu de 13 500 kw de puissance maximum. Cet article contient divers renseignements sur l'installation électrique et sur les courbes caractéristiques de cette machine. Y. G.

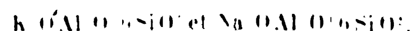
MATIÈRES PREMIÈRES

621 315 6 : 666 5 — La fabrication de la porcelaine électrotechnique. F. H. Riddle. *J. A. I. E. E.*, mai 1923, t. XLII, p. 540-545, 3 500 mots, 1 fig. — *L'argile*. La qualité prédominante de l'argile est la plasticité, c'est-à-dire la faculté de pouvoir être modelée et de changer de forme. On constate que pour faire passer de l'argile à travers un orifice percé au fond d'un cylindre dans lequel on déplace un piston une certaine pression est nécessaire. On a essayé de caractériser la plasticité par la valeur de cette pression initiale qu'il faut appliquer et c'est probablement la méthode la plus intéressante. La cause de la plasticité doit être recherchée dans la nature des fines particules d'argile qui ont les propriétés des substances colloïdales. Beaucoup de phénomènes observés sur les argiles sont ceux que manifestent les substances colloïdales, tels que la propriété d'absorber les sels de leurs solutions, la nature hygroscopique de l'argile séchée, le déplacement des particules en suspension vers l'électrode positive et l'influence considérable qu'ont de petites quantités d'électrolytes sur la fluidité d'un système argile-eau. De plus, les alcalis entraînent une augmentation importante de la fluidité d'une suspension d'argile, tandis que les acides et les sels produisent l'effet contraire. Les systèmes colloïdaux présentent les mêmes réactions. On utilise industriellement ces propriétés en incorporant à la masse plastique une petite quantité de silicate de sodium et de carbonate de sodium, ce qui permet d'obtenir, sans quantité d'eau excessive, une substance fluide et homogène qui ne donnera lieu à aucun retrait important. On ne sait pas exactement ce qui se passe, mais l'action prompte et effective des alcalis suggère une combinaison chimique directe. Quand on chauffe de l'argile à 110° C, l'eau hygroscopique est chassée. A de plus hautes températures — supérieures à 800° C — l'argile perd l'eau incorporée chimiquement et la molécule est brisée dans une réaction endothermique qui absorbe 10,8 calories par molécule gramme, c'est-à-dire par 258 g d'argile. Il se produit une modification importante qui est manifestée par l'expansion de la masse et la perte de la plasticité. A ce point, l'argile a sa plus grande porosité, puisque toute l'eau est disparue. Au point de vue mécanique, la masse est faible et friable. Si l'on élève la température au-dessus de 800° C, une réaction exothermique a lieu que certains attribuent à la polymérisation et d'autres, à la formation de silimanite. A des températures encore plus élevées, l'argile commence à se contracter et la porosité diminue. Le point où cette action commence et la rapidité avec laquelle elle continue, varient avec la nature de l'argile. Cette température est plus élevée pour les argiles pures que pour les argiles impures, et plus il y a de fondants, tels que des alcalis, de la chaux, de la magnésie ou de l'oxyde de fer, plus le retrait est rapide. Les fondants en fusion dissolvent l'argile et le quartz et augmentent ainsi la quantité de substance qui se ramollit. La viscosité de l'ensemble diminue, ainsi que la résistance à la tension superficielle qui, agissant sur l'intérieur, tend à contracter l'argile. Cette tension élevée ferme finalement tout le système poreux à une température suffisamment élevée et on dit que l'argile est vitrifiée. Si on élève davantage la température, le ramollissement de la masse devient de plus en plus marqué et la structure interne est modifiée. L'argile cristallisée est décomposée suivant la réaction



$Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \rightarrow Al^2O^3 \cdot SiO^2 + SiO^2$.

La substance cristalline produite est la silimanite, qui apparaît sous la forme d'aiguilles. A une certaine période du traitement à haute température, plusieurs argiles dégagent des gaz et les oxydes de fer sont décomposés. Ces gaz produisent une structure poreuse qui diminue considérablement la résistance de la substance. Si, finalement, on élève la température suffisamment l'argile fond graduellement et forme une masse compacte. La température à laquelle cette déformation complète a lieu varie suivant la nature et la composition de la substance. Le kaolin pur fond à la température de fusion du platine, 1 755° C. — *Le quartz*. Le rôle du quartz en poudre dans la porcelaine est de servir d'armature réfractaire qui augmente la rigidité de la masse durant la mise à feu et empêche ainsi une déformation excessive. La constitution moléculaire du quartz varie à différentes températures, ces modifications étant rapidement ou lentement réversibles. A la température ordinaire, le quartz α est une forme stable qui, à 575° C, est transformée en quartz β qui devient, à 1 470° C, de la cristobalite β. — *Le feldspath*. Les minerais de feldspath qui intéressent plus particulièrement la porcelaine sont les feldspaths de potasse et de soude



$K^2O \cdot Al^2O^3 \cdot 6SiO^2$ et $Na^2O \cdot Al^2O^3 \cdot 6SiO^2$.

Ce sont des minerais relativement fusibles qui commencent à se déformer vers 1 400° C et qui passent graduellement de l'état cristallin à l'état isotropique. Comme la plupart des silicates, le feldspath fondu est moins dense qu'à l'état cristallin. Les feldspaths de potasse sont préférés pour la fabrication de la porcelaine aux feldspaths de sodium, car ils possèdent une plus grande viscosité à la température du four. — *Substances diverses*. On utilise comme fondants artificiels des silicates synthétiques obtenus en partant du carbonate de calcium, du carbonate de baryum et de la dolomite que l'on calcine avec le kaolin et le quartz. L'emploi de ces fondants est particulièrement désirable pour la fabrication de la porcelaine électrotechnique pour laquelle la conductivité électrolytique du feldspath serait un inconvénient. On utilise de même de l'alumine, de la silimanite naturelle ou artificielle, etc., pour remplacer le quartz, sujet à des transformations cristallines. F. K.

621 315 6 : 666 5. — La fabrication de la porcelaine électrotechnique. — Frank H. Riddle. *J. A. I. E. E.*, juillet 1923, t. XLII, p. 745-747, 2 500 mots, 6 fig. — Les trois précédents articles ont été consacrés à un bref exposé des questions théoriques touchant à la fabrication de la porcelaine. Les articles suivants donneront une courte description des méthodes de fabrication actuelles. Les récents progrès de l'organisation et du contrôle du travail ont été

appliques aux fabriques de porcelaine comme aux autres industries. L'empirisme et les secrets de fabrication sont en voie de disparition rapide. Il est nécessaire d'avoir d'amples magasins pour les matières premières, car pour obtenir un produit de bonne et constante qualité, il faut disposer de certains délais pour essayer les matières premières avant leur emploi et pour pouvoir rejeter les matières défectueuses sans retarder la fabrication. On emploiera des méthodes exactes pour la pesée des diverses matières premières destinées à former la pâte finale. On déterminera avec soin le pourcentage d'humidité dans chaque matière première de façon à composer la pâte d'après le poids de matière sèche. L'ancienne méthode de préparer la pâte par mélange en tenant simplement les matières premières en suspension dans l'eau sans considérer les dimensions du grain, doit être évitée. Beaucoup de céramistes travaillent maintenant les matières dans des broyeurs à silex et arrivent à des dimensions de grain bien déterminées. La pâte broyée passe dans un séparateur magnétique qui la débarrasse du fer magnétique, puis dans un tamis fin (120 mailles au pouce linéaire, 2,54 cm), ensuite dans un filtre-presse qui élimine l'excès d'eau et met ainsi les ingrédients dans un état favorable au travail (environ 22 pour 100 d'eau). L'humidité n'est pas répandue uniformément dans toute l'épaisseur des galettes de pâte sortant du filtre-presse. Pour les rendre plus homogènes, on les fait passer dans un malaxeur. Le façonnage de la pâte pour lui donner sa forme finale exige divers procédés qu'on décrira plus tard. — P. L.

621.315.6 : 666.5 — Fabrication de la porcelaine électrotechnique. Frank H. Riddle, *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XLII, p. 988-995, 5000 mots, 8 fig. — La cuisson des isolateurs doit être effectuée avec soin. Il faut un contrôle très perfectionné pour arriver à obtenir les qualités particulières des isolateurs. Elles nécessitent des températures très précises. Pour mesurer ces températures, on se sert de thermocouples qui sont bien connus, de cônes pyrométriques ou de barres de retrait. Les cônes pyrométriques sont de petits tétraèdres de 5 cm de hauteur qui ont 12 mm de base triangulaire. Ils sont faits avec du kaolin, du flint, du feldspath, etc. Ils sont placés dans un morceau d'argile avant d'être introduits dans le four de façon à pouvoir être observés du dehors par des trous de regard. Chacun de ces tétraèdres se courbe dans des conditions définies de température. Les barres de retrait sont placées dans le four et retirées de temps à autre pour mesurer le retrait d'une manière précise. Dans les fours périodiques, la masse est chauffée lentement à une température déterminée. Les foyers sont toujours alimentés avec de l'air frais et aussitôt que les gaz chauds passent à travers la matière, ils sont envoyés à l'atmosphère et consumés. Leur principal inconvénient est qu'il est impossible de donner la même chaleur à toutes les parties de la matière. Le four à tirage inférieur est rempli de récipients en terre réfractaire dans lesquels on place les isolateurs. Il est à noter que les récipients sont à des distances très différentes de la boîte à feu. Il y a donc des variations dans la température à laquelle la matière est traitée. Il y a quelques années des tentatives furent faites pour introduire le four tunnel, mais ce n'est qu'en 1916 qu'il a été mis au point. Le plus typique est le four Dressler qui est caractérisé par ce fait que les produits de la combustion passent à travers des boîtes de carborundum placées de chaque côté du wagonnet chargé de matière. La chaleur atteint celle-ci par radiation, convection et conduction et non par contact direct. Ce four est très économique. Alors que les fours précédents produisent des gaz qui arrivent dans la cheminée à des températures variant entre 1 100° et 1 300° C, le four Dressler abaisse ces températures jusqu'à 200° ou 250°. On a tracé des courbes de température pour ce système. Elles montrent l'effet remarquable du temps, la température étant pratiquement constante. Ceci permet de procéder à la vitrification à cœur de la porcelaine épaisse. Le four tunnel est construit en briques. On emploie la silice ou la brique de carborundum dans la zone à haute température. Les wagonnets de 80 cm à 120 cm de largeur, ont généralement 1,8 m de longueur ; chacun d'eux possède une languette à une extrémité et une rainure à l'autre, de façon à former chicane afin d'empêcher la radiation et la convection de la chaleur entre les wagonnets. Dans le four Dressler, on a appliqué un nouveau dispositif de chauffage qui consiste en un tunnel divisé en deux parties : la zone de chauffe qui occupe plus de la moitié de la longueur et la zone de refroidissement. — La combustion des gaz a lieu dans deux chambres trapézoïdales placées de chaque côté de l'entrée. Les gaz produits sont amenés vers l'entrée du four par un ventilateur. Les chambres du centre sont construites en briques de carborundum. La section contiguë est en matière réfractaire spéciale, les suivantes n'étant constituées qu'avec des briques réfractaires ordinaires. Finalement, les gaz sont recueillis dans une série de tuyaux de fonte. La cuisson est conduite ici par un courant d'air chaud. Les chambres de combustion produisent un grand volume d'air chaud à une température légèrement supérieure à celle à laquelle on doit chauffer la matière. Comme celle-ci est plus froide que l'air, ce dernier se refroidit et est remplacé par d'autre air chaud provenant des chambres. Alors un courant d'air chaud s'établit à la partie supérieure et il devient progressivement de plus en plus important. Pratiquement, la surface de la section de ce four est le huitième ou le dixième de celle d'un four périodique. On n'arrive pas tout à fait à maintenir la même température entre le haut et le bas ; mais la variation n'est pas suffisante pour introduire des différences dans les qualités de la matière. Des essais le montrent d'une manière générale. — C. F.

621.315.6 : 00.2 — La fabrication des isolants électriques et le but à atteindre. A. Bultemann, *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. XXI, p. 182-185, 2000 mots. — Toute amélioration apportée à l'isolation se traduit par un accroissement de puissance ; le producteur doit donc éviter avec soin tout ce qui pourrait affaiblir la valeur des isolants qu'il livre à l'industrie et connaître pour cela les influences diverses qui entrent en jeu. Ce sont ces influences que l'auteur passe en revue. Après avoir montré comment les phénomènes de perforation résultent d'une sorte de dissociation, il indique brièvement l'influence des constantes diélectriques sur la rigidité d'un ensemble de corps montés en série. Puis, il aborde la question de l'humidité, de la porosité et de la température. Il envisage les moyens de remédier aux défauts du ciment et signale le danger d'emploi de mauvais matériaux. Il souligne le fait que bien des ennuis sont parfois imputables à une mauvaise utilisation de matériaux de bonne qualité. Enfin les isolants doivent avoir des formes judicieuses, fonction des champs électriques. Pour terminer, M. Bultemann attire l'attention sur les travaux de Wagner, destinés à ouvrir des voies nouvelles à la science du diélectrique. — E. F.

DIVERS

53 (062) — Le Cinquantenaire de la Société française de Physique. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 761, 400 mots.

53 (063) — Exposition de Physique et de T. S. F. ; A. C[illegible], *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 886, 1000 mots. — L'auteur donne un compte rendu sommaire de l'ensemble de cette exposition.

5377 (062) — Comité électrotechnique français ; Comptes rendus des séances du 22 décembre 1922 et 8 mai 1923. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 835-836, 1 000 mots.

92 — Nécrologie : Charles Steinmetz. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 729, 400 mots.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

62 47 5. — L'effort industriel français en Pologne *Science et Industrie*, 31 mai 1923, t. VII, p. 3-110, 40000 mots, nombreuses figures. — Ce numéro de « Science et Industrie » est presque exclusivement consacré à divers sujets concernant la Pologne et, notamment, les intérêts français dans ce pays. Les articles du début font connaître la valeur de l'élite polonaise qui comprend des savants, des politiciens, des artistes, des littérateurs émérites dont le rôle important dans le relèvement de leur pays n'est pas encore achevé et exposent l'état actuel de la Pologne en ce qui concerne les situations financière, agricole et industrielle. Les articles suivants traitent des nombreuses industries polonaises : industrie de la houille, du minerai de fer, du bois, des métaux, textile, chimique et surtout de l'industrie des pétroles dont l'importance est considérable. — B. E.

351 838 7. — Théorie et technique élémentaire d'organisation; J. Carssat. *R. G. E.*, 23 et 30 juin 1923, t. XIII, p. 1059-1062 et 1103-1106, 9000 mots, 15 fig. — Il résulte de ses ouvrages que Taylor a occupé dans l'industrie toutes les situations. Dans le cours de ces différents services, il a fait de nombreuses observations et de nombreux essais ; il les a analysés et en a tiré des conclusions. Dans ce temps là, le choix des machines n'existait pour ainsi dire pas et tous les constructeurs et manufacturiers étaient à ce point de vue dans la même situation ; c'est pourquoi Taylor n'a porté ses investigations que sur les trois principales variables de l'époque : les courroies de transmission, la coupe des métaux et le travail humain ; cette dernière, plus particulièrement basée sur l'étude des temps, constitue une analyse très complète de la psychologie ouvrière. Aujourd'hui il n'en est plus de même ; et si l'on veut reprendre l'exemple si souvent cité du chargement sur wagon des gueuses de fonte, on se rend compte qu'une grue électrique équipée avec un électroaimant, servie par deux hommes, fera autant de « travail » que vingt hommes travaillant à bras. Par conséquent, le choix des machines est devenu une variable aussi importante que le travail humain. Alors que l'œuvre de Taylor procède par analyse, celle que présente l'auteur constitue plutôt un essai de synthèse de l'organisation. Son but est simplement de montrer que l'on peut enseigner l'organisation comme l'on enseigne à étudier une machine. Il est indiscutable que, au point de vue social, apprendre à étudier une machine et à la construire économiquement ont le même ordre d'importance. Cet article se divise en quatre parties : l'étude élémentaire du travail humain destiné à orienter les essais de rendement du personnel et à les analyser, la détermination du prix de vente par la synthèse du prix de revient d'une opération, c'est-à-dire l'âme de l'organisation ; la technique d'organisation qui n'est autre que la distribution générale de fabrication ; l'étude du service de recherches et de la fabrication hors série, destinés à préparer l'avenir.

347 728.043. — Le calcul des amortissements et des prix de revient sous l'influence de la dépréciation progressive de l'argent; K. Wilkens. *Der elektrische Betrieb*, 24 février 1923, t. XXI, p. 42-43, 1500 mots. — Par suite de la suppression de l'obligation pour la Reichsbank d'échanger contre de l'or les billets de banque en circulation, la valeur réelle du mark ne dépend plus que de circonstances économiques. Il en résulte les conséquences les plus fâcheuses pour le commerce et l'industrie. Il ne viendrait, en effet, à l'idée de personne d'additionner successivement des francs, des livres et dollars ; il est tout aussi illogique d'additionner des marks, le mark d'hier n'étant plus celui d'aujourd'hui. Pour se garder des risques d'une dépréciation future, le commerçant est conduit à exagérer ses prix de vente, en sorte que la vie devient chaque jour plus difficile. Ne pourrait-on procéder d'une façon logique ? C'est la question que se pose l'auteur. A son avis, le remède est simple. Il consiste à évaluer le papier déprécié suivant son équivalent or au cours du jour. Par là, plus de surprise pour les amortissements ; à l'issue de la période fixée, la valeur de la machine amortie disparaît des livres. Mêmes considérations pour les prix de revient : matériaux et salaires doivent être calculés en or, le prix de vente en marks papier se déduira d'une simple transformation, fonction du change à la date considérée. Suivent quelques considérations sur les moyens propres à remédier à la détresse économique de l'Allemagne : stabilisation du mark et augmentation du rendement du travail. Pour ce dernier point, il faut que le travailleur puisse trouver les objets de première nécessité à des prix en rapport avec son salaire, donc s'astreindre à ne réaliser que des bénéfices modestes sur les articles indispensables à l'existence, quitte à vendre plus cher les objets de luxe et d'exportation qui pourront en outre être frappés de taxes et d'impôts élevés. — E. F.

338 5 44. — Indices du coût de la vie depuis 1920; Fernand Jacq. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 817-819, 2800 mots. — L'auteur se basant sur les dernières statistiques officielles, établit un tableau comparatif des variations des prix depuis 1910 à avril 1923.

331 6 42. — Les causes du chômage en Grande Bretagne *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 683-686, 4000 mots.

347 771 : 347 772 43. — Droit d'utilisation des brevets prolongés et des marques de fabrique; H. Herzfeld. *E. T. Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 711, 1500 mots. — L'article expose et explique certains paragraphes de la loi allemande réglementant la validité des brevets et des marques de fabrique. — B. H.

FINANCES

657 37 065 2. — Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1923; Compagnie Électro-Mécanique. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 759-760, 1000 mots.

657 37 065 2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1923. Le Triphasé (Nord-Lumière). *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 760, 700 mots.

657 37 (065) 2. — Assemblées générales extraordinaires du 6 août 1923. Union d'Électricité. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 810, 600 mots.

657 37 065 2. — Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1923; Compagnie électrique de la Grosne. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 819-820, 600 mots.

657 37 065 2. — Assemblée générale ordinaire du 7 juin 1923; Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 867-868, 2000 mots.

657 37 065 2. — Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1923; Compagnie d'Électricité l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière). *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 927-928, 800 mots.

Paris. — Imp. de l'Imp. et d'Edit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondel.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621 155 1 — Les pertes de vapeur dans les joints dits à labyrinthe *Génie civil*, 28 octobre 1922 [illegible] Wanner [illegible] *La vapeur* [illegible] Après avoir traité la question théoriquement, l'auteur décrit les recherches qu'il a faites à ce sujet au laboratoire de physique de l'École de technique supérieure de Munich au moyen d'une installation comprenant un arbre avec palier à joint à labyrinthe intercalé dans une conduite de vapeur : un moteur électrique fait tourner l'arbre, et on mesure la quantité de vapeur qui traverse le joint et qui se condense dans un récipient de jauge.

621 396 662 2 538 522 — Formules et tables pour le calcul de l'inductance de bobines de forme polygonale. F. W. Grover. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, mai 1923, n° 468, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — Les bobines polygonales trouvent un emploi fréquent dans les radio-circuits. Non seulement elles sont aisées à construire, mais avantageuses au point de vue des pertes d'énergie dans le diélectrique, parce que le contact des fils avec le support isolant n'a lieu que suivant les sommets d'un polygone. Dans ce travail, on établit les formules destinées au calcul de l'inductance de telles bobines. Les cas traités correspondent à des sections triangulaire, carrée, hexagonale et octogonale. On trouve, entre autres résultats intéressants, qu'une bobine circulaire a presque la même inductance qu'une bobine polygonale de même section droite, de même longueur et de même nombre de tours. Cela suggère une présentation des résultats telle que l'on puisse trouver le rayon de la bobine circulaire ayant la même inductance que la bobine polygonale donnée. Ceci connu, on peut obtenir l'inductance de la bobine polygonale au moyen des tables et formules existantes relatives aux bobines circulaires. Les tables ici données fournissent le rayon équivalent des bobines polygonales de construction courante. D'autres cas peuvent être traités par simple interpolation. — L. B.

621 315 4. Sur les phénomènes de ferro résonance : Yasusi Watanabe. *J. I. E. E. of Japan*, juillet 1923, [illegible] p. 618-651, [illegible] fig. — L'auteur étudie le cas d'un circuit contenant un condensateur et une bobine d'induction à noyau de fer; ce problème est l'un des plus importants pour l'étude de la bobine de Petersen. L'auteur décrit les résultats d'études expérimentales sur les différents points suivants : *a* l'effet de la résistance sur la ferro résonance ; *b* les courbes caractéristiques des points d'amorçage en fonction des diverses caractéristiques des circuits ; *c* les phénomènes d'amorçage en fonction de la variation de la résistance sous tension constante ; *d* l'observation des phénomènes d'amorçage au moyen de l'oscillographe à tube de Braun. Exprimant la relation entre le carré de la tension appliquée et le carré du courant par une équation algébrique du troisième degré, l'auteur explique certains phénomènes de l'amorçage du courant de résonance. Il montre également une méthode graphique de représentation des phénomènes d'amorçage. — L'étude est divisée en cinq sections : I. Remarques sur les méthodes mathématiques d'explication des phénomènes de ferro résonance. — II. Équation générale du phénomène d'amorçage. — III. Représentation graphique du phénomène d'amorçage. — IV. Résultats d'expériences faites en vue de vérifier les trois points précédents. — V. Conclusions. — F. B.

621 315 538 55 Sur la charge critique d'une ligne de transmission d'énergie. [illegible] *Bulletin mensuel de l'Association des anciens élèves de l'École centrale lyonnaise*, juin 1923, t. XX, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — Dans la transmission de l'énergie électrique par une ligne à courant alternatif, on sait que en tout point de la ligne on peut considérer deux ondes dont l'une se dirige du générateur au récepteur et l'autre dans le sens opposé. On peut chercher quelles sont les conditions qu'il faut remplir pour supprimer l'onde de retour également [illegible] L'auteur examine quelles sont les [illegible] de cette transmission [illegible] de retour. Il considère d'abord une ligne sans résistance, puis passe au cas un peu plus compliqué où l'on tient compte de la résistance. Il suppose, pour chacun de ces cas, que la condition $\frac{E}{I} = \sqrt{\frac{L}{C}}$ dans laquelle [illegible] est la constante [illegible] du milieu, I l'intensité, L et C la self [illegible] et la capacité du circuit, est satisfaite, condition pour laquelle il n'y a pas d'onde de retour et la ligne n'introduit aucun déphasage entre la tension et le courant. Il compare ensuite la charge critique qui correspond à cette relation à un régime quelconque, puis indique la façon dont doit se faire le calcul de la charge critique, qu'un exemple numérique rend facile à comprendre. Cette notion de charge critique facilite l'étude d'une ligne et permet d'éviter les calculs compliqués masquant souvent le phénomène physique. D'autre part, la comparaison de ce régime permet de se faire une idée assez exacte de ce qui se passe à un régime différent. — Y. G.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621 313 — Moteur triphasé blindé avec ventilation de l'armature *E. T. Z.*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 600, 900

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association* Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du [illegible] janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

mots, 3 fig. — La recherche d'un bon rendement des moteurs pousse à les calculer très exactement et à utiliser judicieusement et complètement le fer et le cuivre. On rencontre souvent des difficultés dans la dissipation de la chaleur produite qui est proportionnelle aux surfaces en contact avec l'air. Aussi étudie-t-on de plus en plus la bonne circulation de l'air dans l'intérieur du moteur de manière à empêcher un échauffement nuisible. Si la machine doit travailler dans un local exposé aux poussières ou à l'humidité, cette circulation de l'air devient dangereuse et on blinde le moteur. Le moteur blindé est plus largement calculé que le moteur normal de même puissance et coûte plus cher, car il est plus lourd. Le moteur décrit ici possède l'avantage d'être blindé tout en avant presque la même puissance massique que les autres ; il est muni à cet effet, d'une double carcasse, une turbine, montée sur l'arbre, aspire l'air du côté de la poulie et le force à circuler entre les deux enveloppes. Il est facile, avec une raclette, de nettoyer les canaux de ventilation compris entre les deux enveloppes. On vérifie l'étanchéité du moteur à la poussière en laissant tomber devant la prise d'air de la turbine de la poudre de talc qui traverse les canaux de ventilation et forme un nuage de l'autre côté de l'axe sans pénétrer à l'intérieur du moteur. — B. H.

621.346 : 621.761.2. — L'équipement électrique des laminoirs de la Société anonyme des Aciéries de Micheville. *R. G. E.*, [illegible] septembre [illegible], t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — Analyse d'un article de M. [illegible], publié dans le *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, janvier 1924, t. [illegible], p. [illegible], [illegible] 000 mots, 9 fig.

621.52. — Le plus grand turbocompresseur monocylindrique du monde. *Revue B. B. C.*, mai 1923, t. X, p. [illegible], [illegible] mots, 13 fig. — Description d'un modèle de turbocompresseur destiné à une usine de production d'air comprimé pour les mines de « The Powell Duffryn Steam Coal Co » dans le sud du pays de Galles. Cette machine a un débit de [illegible] m³ : mn ; elle comprend [illegible] roues et fournit de l'air comprimé à une pression d'environ 7 kg : cm² pour une vitesse de rotation de [illegible] t : mn ; la puissance absorbée en plein fonctionnement est [illegible] kW. Les essais, mentionnés dans cet article, ont établi un rendement de 70 pour 100 par rapport à la compression isothermique. Il y a trois machines semblables installées dans l'usine. — Y. G.

621.346. — Outillage actionné électriquement. *E. T. Z.*, [illegible] juin 1923, t. XLIV, p. [illegible], [illegible] 100 mots, [illegible] fig. — La maison C. et E. Fein, de Stuttgart, a exposé à la foire de Leipzig de 1923 un certain nombre de machines-outils actionnées électriquement. Les figures de l'article représentent deux perceuses à main, une perceuse fixe, un ventilateur de forge, une perceuse universelle et un marteau électrique qui présente cette particularité que l'outil est séparé du moteur de sorte que celui-ci ne participe pas aux secousses continuelles de l'outil. — A. M.

621.346. — L'outil électrique. Wilhelm Dalchau. *Der elektrische Betrieb*, 10 mars 1923, t. XXI, p. 50-51, 1 800 mots. — L'électricité supplantera-t-elle l'air comprimé dans la commande des outils à main ? C'est ce que M. Dalchau se propose de nous exposer. Dans les fabriques de machines, les ateliers de réparation, la petite industrie, la question peut être résolue par l'affirmative. C'est qu'en effet l'outil électrique demande certains ménagements. Les prises de courant, les fils d'amenée doivent être traités avec respect. L'ouvrier de métier y apportera tout son soin ; il évitera que les conducteurs soient exposés à l'eau ou à la boue ; il sera capable d'effectuer lui-même les légères réparations éventuelles ; en cas de besoin, l'électricien ne sera jamais bien loin. Le petit artisan possède peu de machines, il n'a pas le moyen de les remplacer, il les entretiendra avec soin. Et de fait, dans ce champ d'application, on a obtenu d'excellents résultats. Par suite de la pénurie de charbon, on a pensé que la substitution de l'électricité à l'air comprimé serait également possible dans les industries à rayon d'action plus dispersé : chantiers de construction de navires, bassins de radoub, stocks, usines de wagonnage, etc. Les résultats n'ont pas répondu aux espérances. Les conditions sont, en effet, toutes différentes ; il s'agit presque toujours d'installations provisoires et de travaux grossiers, par exemple, ajustage des trous de rivet avant l'assemblage de deux tôles confiés à un personnel fruste, parfois illettré. Celui-ci n'a aucune connaissance de l'appareil qu'on lui met entre les mains, les conducteurs sont accrochés sur des supports de fortune quand ils ne traînent pas à terre ; les fusibles sont remplacés par des fils, etc. En cas d'accident, l'électricien est loin et ne peut intervenir à temps. L'imprudent n'hésite pas à toucher les bornes et reçoit une forte commotion, accident qu'on pourrait au reste éviter en mettant, par une disposition appropriée, les parties métalliques à la terre. Il est bon de placer en regard ce qui se passe avec l'air comprimé : toutes les pièces sont normalisées et un manœuvre avec quelque habitude peut effectuer les réparations courantes. Un tuyau ne peut pas être tordu comme un fil, d'où plus grande sécurité. Ce n'est pas à dire qu'on ne puisse rien attendre de l'électricité, il faut seulement remédier aux défectuosités actuelles, par exemple, adopter des tambours d'enroulement pour les câbles et des boîtes de connexion permettant de faire le branchement correct des appareils. — E. F.

621.341 : 664.127 (73). — L'installation de force motrice de l'American Sugar refining Company de Baltimore. *Le Génie civil*, 15 décembre 1923, t. LXXXIII, p. 5-8. Bibliographie d'un article de R. B. Stevens, publié dans *Power* du 19 septembre 1923. — L'auteur explique dans son article les raisons qui ont fait employer, dans l'installation de cette raffinerie, des machines Corliss pour la production de la force motrice, et adopter la distribution sous forme de courant continu.

621.347. — L'emploi du moteur électrique dans les campagnes. *Der elektrische Betrieb*, [illegible] avril 1923, t. XXI, p. [illegible], [illegible] mots. — La pénurie de la main-d'œuvre et le coût d'entretien de plus en plus élevé des animaux de trait conduisent les cultivateurs à faire un large usage des appareils à commande mécanique. La question du battage, qui doit retenir l'attention d'une façon toute particulière, a fait l'objet de sérieuses études, entreprises au cours des années 1913 et 1914. Elles ont conduit à l'adoption du moteur électrique en raison de sa souplesse vis-à-vis des à-coups et des surcharges. Si certains constructeurs de locomobiles ou de moteurs à explosion ont pu soutenir que les frais de consommation de courant dépassent à puissance égale ceux de consommation de charbon ou d'essence, c'est, ainsi que l'a montré M. Holdak, que les chiffres qu'ils apportent à l'appui de leurs dires ne répondent pas aux conditions de la pratique. Le paysan préoccupé de faire ses battages aussi vite que possible commet souvent l'erreur d'arrêter son choix sur une batteuse à grand débit, par suite, sur un moteur de puissance élevée. Il s'ensuit que, lorsque ce moteur est utilisé à d'autres usages, il est mal chargé et travaille dans de mauvaises conditions, que, d'autre part, l'amortissement atteint un taux élevé et qu'enfin cela oblige le distributeur à prévoir des usines, des lignes ou des transformateurs de dimensions plus grandes qu'il ne serait nécessaire. Le moteur électrique rend aussi les plus grands services dans les autres travaux de la ferme ; il commandera les broyeurs, hache-paille, hache-raves, concasseur de tourteaux, moulin à engrais, pompes à eau et à purin, tarare, trieur, appareils de laiterie, machine à traire, machine à tondre, scie à bûches, ventilateur de forge, etc., tous appareils sur lesquels le lecteur trouvera dans l'article original quelques renseignements documentaires. Il n'est pas, en général, possible d'utiliser un moteur par appareil, en dépit des avantages qu'on en retirerait : moteur parfaitement adapté, consommation de courant minimum ; les frais d'installation apparaissent la plupart du temps comme trop coûteux. Cette application se restreint à quelques cas particuliers : pompe, ventilateur de forge. La commande par

transmission avec moteur unique trouve un obstacle, dans la dispersion des machines, en sorte qu'on donne la préférence aux moteurs mobiles. Il est cependant un endroit où la transmission est parfaitement indiquée, c'est la laiterie, où l'on ne saurait, en raison de la faible puissance et de la faible vitesse des appareils, employer des moteurs séparés. Il convient de signaler le dispositif de Rosenfeld de commande par moteur unique. Celui-ci est monté sur un plateau mobile autour d'un axe vertical, il suffit de le tourner dans la direction voulue, de le verrouiller et de placer la courroie de commande. Une rotation appropriée permet d'actionner à volonté la machine désirée. Il faut également mentionner l'avantage qui résulte du montage en triangle des moteurs triphasés de battage, lorsqu'un procédé spécial permet de passer au couplage en étoile au-dessous de la charge normale. — La question de l'arrosage et de l'irrigation n'est pas encore entrée dans le domaine pratique, on a cherché, ces dernières années, à remédier à l'insuffisance des pluies et c'est dans cet ordre d'idée qu'ont été créés les appareils des firmes « Phœnix », Sanger et Lanniger et « Mannesmann ». E. F.

621.347 La question des contacts de branchement des moteurs mobiles dans les exploitations rurales. Gunther v. Essen. *Der elektrische Betrieb*, 10 mars 1923, t. XXI, p. 49-50, 1 800 mots, 1 fig. — Les moteurs mobiles se sont répandus à profusion dans les campagnes au cours du siècle dernier, malgré cela, on a fait peu de progrès dans la construction des contacts de branchement. Ils sont restés ce qu'ils étaient il y a une quinzaine d'années, un simple agrandissement de prise de lampe de bureau. On les a bien parfois munis de verrouillage destiné à empêcher l'introduction des fiches dans les contacts quand ceux-ci sont sous tension, le seul résultat est d'élever le prix de l'appareil. Le paysan payant plus cher croit alors posséder un organe qui le met à l'abri des accidents. On pense augmenter encore la sécurité en mettant les enveloppes extérieures à la terre. L'auteur s'efforce de démontrer l'erreur de cette conception. Il cite de nombreux exemples où des morts d'hommes ou d'animaux se sont produites parfois en dépit de la mise à la terre, le plus souvent, par suite de mise à la terre défectueuse. A son avis, la question du verrouillage importe peu, le point fondamental est de s'attacher à n'employer que d'excellents isolants. La mise à la terre ne sera pas en général nécessaire, dans tous les cas, elle ne doit passer, au point de vue sécurité, qu'au second plan. Le contact « Edertalsperre » lui paraît être, à l'heure actuelle, le modèle du genre. La mise en circuit s'obtient en introduisant dans des contacts à mâchoire les fiches portées par des tiges de bois. L'appareil, très simple et d'un maniement facile, se recommande par la modicité de son prix. Le type 100 A revient à 30 000 marks (prix de janvier 1923), alors qu'avec les appareils utilisés jusqu'à ce jour il faut compter 90 000 marks. — E. F.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.31 — Etat actuel de l'électrification des chemins de fer. A. Wenkler. *E. u. M.*, 26 août 1923, t. XLI, p. 494-501, 6 500 mots. — Jusqu'en 1900, l'électrification des chemins de fer s'était limitée à des essais et à des installations particulières. Depuis cette date, les travaux de ce genre ont pris une ampleur et une tournure que l'on ne pouvait prévoir. Les lignes qui suivent donnent un aperçu des principales exploitations mondiales des chemins de fer au moyen de l'électricité. — *Autriche.* Ligne Basse-Autriche-Styrie (1908) à voie étroite (76 cm), longues rampes de 25 pour 100, prolongée (1914) par les tronçons Saint-Pölten-Mariazell (91 km), courant alternatif à 6 000 v, 25 p. s. — Ligne de Mittenwald (1912), à gabarit normal (30 km), rampes de 36 pour 100, courant alternatif à 15 000 v, 15 et 16 2/3 p. s. — Ligne de Vienne-Presbourg (1913), longueur 70 km, courant alternatif à 15 000 v, 16 2/3 p. s, sauf dans les agglomérations où on emploie le courant continu. — En 1920 commencement des travaux sur les lignes d'Etat : ligne de l'Arlberg, tronçon de Landeck à Bludenz (tunnel de l'Arlberg, 10 km), rampes de 20 à 31 pour 100 et tronçon Innsbruck-Landeck, ligne du Salzkammergut d'Attnang à Steinach, pentes de 25 pour 100, courant alternatif à 15 000 v, 16 2/3 p. s; alimentation par les usines Ruetz et du lac Spuller, Stubach et de la Mallnitz. — *Suisse.* Ligne de Burgdorf-Thun (1899); lignes Brig-Iselle, Leebach-Wettingen (1906), Spiez-Brig (1913) sur la ligne Paris-Berne-Milan avec tunnel du Lötschberg et des rampes de 25 pour 100, courant alternatif à 15 000 v, 16 2/3 p. s; alimentation par les usines de Spiez et Kandergrund. De 1915 à 1920, prolongement jusqu'à Scherzlingen et Interlaken. — Les lignes rhétiques (Grisons) comprennent 277 km de longueur avec courant alternatif à 10 000 v, 16 2/3 p. s et alimentation par les usines Brusio, de Thusis et Küblis. Sur la ligne du Gothard, le tronçon Lucerne-Chiasso est terminé (1922), l'année 1923 verra la fin de la ligne Zug-Zurich, qui recevra l'énergie électrique des usines du Ritom et d'Amsteg. Le réseau des Chemins de fer fédéraux comprend le tronçon Berne-Thune-Scherzlingen (1919), Brigue-Sion (1921), total en 1922, 357 km. En 1923, ligne Thalwil-Richterswil. Pour 1924, on prévoit la fin du Bâle-Lucerne et pour 1925, Zurich-Berne, pour 1926, Lausanne-Sion, Lausanne-Vallorbe, Lausanne-Yverdon, Lausanne-Genève, Lausanne-Palézieux. Au total pour le réseau des Chemins de fer fédéraux, 877 km. — *Allemagne.* Sont exécutées actuellement les lignes du Mittenwald (58 km), Salzbourg-Freibassing, Berchtesgaden (31 km); Leipzig-Dessau et embranchement (74 km); Lauban-Koenigszelt et embranchement (181 km). En projet, Munich-Ratisbonne (139 km), Salzbourg-Rosenheim-Munich et Kufstein-Rosenheim. Le courant employé partout est alternatif à 15 000 v et 16 2/3 p. s, provenant des usines Muldenstein à Bitterfeld et Mittelstein à Glatz. — *Tchéco-Slovaquie.* On projette l'électrification de lignes à trafic intense qui aboutissent à Prague, tout d'abord, on équipera la ligne Prague-Pilsen. — *Hongrie.* On étudie en ce moment une locomotive à convertisseur mono-triphasé qui permettra de résoudre le problème de l'électrification du réseau. — *Italie.* Riche en énergie hydraulique, l'Italie a électrifié les lignes suivantes : ligne de la Valteline, comprenant les tronçons Monza-Chiavenna, Colico-Sandrio, au total 107 km, courant triphasé à 3 000 v, usines à Morbegno et Robbiate, ligne des Giovi (de 1910 à 1914), allant de Gênes à Turin par Milan, usine à Gênes, la ligne du Mont-Cenis-Turin-Modane, électrifiée de 1912 à 1920; de même Turin-Ronco en 1922; il y a en projet les lignes de Chiasso, du Brenner et Trieste jusqu'à Catane. — *France.* En 1900, on a installé la ligne du quai d'Orsay à Juvisy, la plus ancienne du monde entier, elle est à courant continu, 600 v avec troisième rail, plus tard, (Ille Villefranche (Midi), 22 km), avec courant alternatif à 12 000 v, 16 2/3 p. s, aujourd'hui Perpignan-Bourg-Madame (environ 100 km), Cannes-Grasse (P.-L.-M.). En projet, 8 000 km à électrifier sur les réseaux Paris-Orléans, Paris-Lyon-Méditerranée, Midi au moyen des forces hydrauliques du Rhône, des Pyrénées, de la Dordogne et de la Creuse. Le tronçon Paris-Vierzon (P.-O.) est entrepris (230 km), de même qu'un tronçon (50 km) sur le Midi. — *Angleterre.* Le système à courant continu domine, 1 500 v et troisième rail sur la ligne North-Eastern, par exemple; toutefois, sur la ligne London-Brighton and Southcoast, on emploie du courant alternatif simple. — *Hollande.* Le courant continu sera, à l'avenir, substitué au courant monophasé qui existe sur la ligne Rotterdam-La Haye-Schweningen. — *Suède.* A citer la ligne Rikksgränze qui dessert les mines de Kirunavaara jusqu'au port d'embarquement de Narvik; courant alternatif à 15 000 v, 15 p. s, provenant des usines Porjus. En projet, lignes Stockholm-Gateborg, Jarna-Malmo, Stockholm-Boden-Nordmark-Klaraelvers, à courant alternatif, 25 p. s, plus tard, 16 2/3 p. s. — *Norvège.* A citer, ligne de Rjukanbahn (40 km), Christiania-Drammen (53 km). — *Etats-Unis d'Amérique.* A citer la ligne centrale de New-York à courant continu, 600 v, la partie souterraine de la ligne de Pensylvanie à courant continu, 600 v, le New-York-Newhaven,

courant alternatif à [illegible] v., 25 p : s. Les lignes à long parcours sont Chicago-Milwaukee-Saint Paul à courant continu, Norfolk-Western à courant monophasé avec transformateur sur la locomotive. La première de ces deux lignes, qui est la plus ancienne, aboutit à Seattle. Le premier tronçon électrifié va de Harlowton à Avery ([illegible] km) ; le deuxième, de Othello à Seattle, le tronçon intermédiaire est en construction ; le total sera de [illegible] km. Le deuxième comporte Bluefield-Vivian, à courant alternatif, [illegible] v., 25 p : s, desservant les mines de charbon de Coaldale. — *Mexique*. Les travaux sont commencés sur le tronçon d'Orizaba-Esperanza (ligne de Vera-Cruz à Mexico), pente moyenne 47 pour 100, courant continu à 3000 v. — M. H.

621.332 (494) Inauguration de la ligne de l'Arlberg (Section Innsbruck-Telfs) *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, p. [illegible], 900 mots, 2 fig. — Le manque de charbon a poussé l'administration des chemins de fer autrichiens à

[illegible] — Fig. 1. Ensemble de la ligne de chemin de fer [illegible]. Kraftwerk : usine génératrice ; Unterwerke : sous-station ; Auf elektr. Betrieb umzubauende Bahnlinien : lignes de chemins de fer à transformer en lignes électriques ; Sonstige (elektr. oder mit Dampfbetriebene) Bahnlinien : autres lignes électriques ou à vapeur ; Übertragungsleitungen : lignes de transmission ; Neue Fernmeldelinien : nouvelles lignes télégraphiques.

utiliser les richesses hydrauliques ; les premiers projets datent de 1900. La ligne mise en service d'Innsbruck à Telfs, première station au delà de Zirl, constitue la première section de la ligne de l'Arlberg qui fait partie des premiers projets d'électrification. L'état des travaux des deux premières voies visées par ce projet permettent d'espérer le trafic électrique pour la fin de 1924. Du reste, la pénurie de locomotives électriques ne permettra pas, dès à présent, la suppression totale des locomotives à vapeur sur le tronçon mis en service. Le courant sera fourni par les

621.335 (494) — Fig. 2. Locomotive monophasée couplée 1C + C1. Caractéristiques électriques : courant monophasé, [illegible] v., [illegible] moteurs de 165 kw de puissance permanente à [illegible] t. : mn, correspondant à une vitesse de [illegible] km : h. — Caractéristiques mécaniques : Voie de 1435 mm ; diamètre des roues motrices, [illegible] mm ; des roues porteuses, [illegible] mm ; réduction des engrenages $\frac{1}{3,[illegible]}$; 2 boggies avec châssis intérieur. — Poids : partie électrique, [illegible] t ; partie mécanique, [illegible] t ; poids total, [illegible] t ; poids adhérent, [illegible] t. Charge des essieux : 5 essieux à [illegible] t [illegible] ; maximum [illegible] 500 kg.

usines génératrices de Ruetz et du Spullersee, la première datant de 1912, la seconde en construction. — Ces usines sont reliées par une ligne à 55 000 v, tension qui sera réduite pour l'utilisation, à 15 000 v dans les sous-stations de Zirl, Roppen, Flirsch et Dalaas. Les sous-stations desservent des sections restreintes dans lesquelles le maximum de charge sera notablement supérieur à la charge moyenne, ce qui oblige à prévoir des transformateurs susceptibles de supporter des pointes considérables. Les deux dernières sous-stations auront des transformateurs plus importants du fait de la situation des tronçons qu'elles auront à desservir et qui correspondent aux deux versants de l'Arlberg. La ligne de contact est établie en partie sur pylônes, en partie sur poteaux en bois et on a prévu un isolement possible de chacun des tronçons dans le but d'assurer la sécurité de l'exploitation. Deux types de locomotives ont été livrés jusqu'ici le type 1 C + C 1 (fig. 2) et le type 1 C 1 prévus pour le trafic rapide en palier. Malgré la fréquence 16 2/3 de l'usine on pense pouvoir éviter les troubles dans les circuits téléphoniques ou télégraphiques avoisinant la ligne. — F. B.

621.33 729.1 La construction et l'exploitation d'un chemin de fer électrique à Cuba (1re partie). L. Gerrens. *Electric Railway Journal*, 28 juillet 1923, t. LXII, p. 127-133, 3 000 mots, 10 fig. — Ce réseau appartient à la « Hershey Chocolate Corporation » qui l'a créé pour l'approvisionnement en cannes à sucre de la sucrerie que cette société a installée sur la côte nord de Cuba entre les ports de La Havane et de Matanzas en un lieu dénommé aujourd'hui « Central Hershey ». Désireuse de faire de ce réseau une entreprise en quelque sorte autonome au lieu que ce soit un simple accessoire de la sucrerie, la société décida de l'ouvrir au trafic public et, dans ce but, développa la ligne jusqu'à La Havane d'un côté et Matanzas de l'autre. L'électrification de la ligne fut décidée pour permettre d'établir un service rapide malgré la région montagneuse traversée. La longueur de la ligne principale est de 80 km, et il y a quatre dérivations ayant au total 54 km. Le centre d'exploitation est à Central Hershey où se trouvent l'usine génératrice, les ateliers, les bureaux. L'usine génératrice fut mise en route en février 1921. Elle comprend trois turboalternateurs de la General Electric Company, de 2 000 kw chacun. Sa puissance totale est de 6 000 kw avec un facteur de puissance 0,8, le courant produit étant sous forme triphasée à 2 300 v, 60 p : s. La Central Hershey étant dans la zone tropicale, on a dû prendre des dispositions spéciales pour assurer la ventilation de la salle des machines et des machines elles-mêmes. La vapeur est fournie, à une pression de 18 kg : cm², avec une surchauffe de 80° à 110° C., par quatre chaudières de 500 ch chacune munies de brûleurs à huile. Pour la distribution, la tension est élevée de 2 300 à 33 000 v par deux groupes de transformateurs extérieurs de 3 000 kva chacun. Pour la traction, on emploie du courant continu à 1 200 v. La ligne de contact, en fil de cuivre rainuré n° 0000 (107 mm² environ) est à suspension caténaire, avec une distance de 45,7 m entre supports. On a employé des poteaux créosotés de 11 m avec bras en fer à T galvanisé, placés à 3,05 m de l'axe de la voie et enfoncés de 2,70 m au-dessous du niveau du rail. Sur toute la longueur de la ligne existe un feeder en câble d'aluminium de 400 mm² environ doublé sur une longueur de 12,8 km de part et d'autre de Central Hershey, car c'est la partie la plus dure du profil. La ligne à 1 200 v croise, à plusieurs reprises, dans les villes de Matanzas et de la Havane, des lignes de tramways à 600 v, et des systèmes assurant la continuité de l'une des deux lignes en empêchant le contact des appareils de prise de courant avec l'autre ont été réalisés sur place et suivant les conditions particulières présentées dans chaque cas. Les rails ont été reliés électriquement par des éclisses en cuivre de 107 mm² soudées au chalumeau oxyacétylénique. La société vend du courant à 33 000 v à des compagnies locales de distribution dans les villes desservies par le rail. Les lignes de transmission sont formées de câbles d'aluminium à âme d'acier n° 0 portés sur les poteaux de trolleys par des isolateurs champignons fixés sur des bras en bois avec contre-fiche en fer cornière. Les isolateurs sont prévus pour une tension de 45 000 v. On a à Cuba, beaucoup d'ennuis pendant l'hiver, avec les lignes à haute tension, par suite des brouillards entraînant une grande quantité de sel marin. Il se forme un dépôt salin sur les cloches des isolateurs, principalement ceux montés sur des pylônes métalliques, ce dépôt assez conducteur amène des courts-circuits. Pour enlever ce dépôt, le mieux est de l'essuyer avec du papier pendant qu'il est encore humide. Il a fallu pour les pylônes métalliques, non seulement remplacer les bras métalliques par des bras en bois mais prévoir un isolement correspondant à 66 000 v. Il faut noter que ce phénomène est bien moins sensible sur les parties de lignes montées sur poteaux en bois. — La protection contre les décharges atmosphériques, très violentes et fréquentes d'avril à octobre pendant la saison des pluies, est assurée par des parafoudres électrolytiques, en plus sur la partie de ligne située à l'est de Central Hershey où par suite du relief, les orages sont plus fréquents, on a placé un câble de terre. Pour la ligne de traction, la protection des sous-stations est assurée du côté trollet par des parafoudres électrolytiques à plaques d'aluminium ; les automotrices et locomotives sont protégées par des appareils du même type. Depuis la mise en exploitation, il y a deux ans, il y eut des avaries assez nombreuses et même graves causées à la ligne et aux sous-stations, et l'expérience a montré qu'en raison de la violence particulière des décharges atmosphériques dans ces régions, il y a lieu d'employer les meilleurs procédés de protection. — J. S.

621.33 729.1 — La construction et l'exploitation d'un chemin de fer électrique à Cuba (2e partie). L. Gerrens. *Electric Railway Journal*, 11 août 1923, t. LXII, p. 211-215, 3 500 mots, 6 fig. — Le matériel roulant de la compagnie comprend 10 automotrices à voyageurs, 3 automotrices mixtes voyageurs et bagages et 2 fourgons à bagages automoteurs, une voiture échelle pour l'entretien de la ligne, 7 locomotives de 60 t chacune, 292 wagons de modèles divers et 2 grues dont 1 grue locomotive. Les automotrices sont équipées avec 4 moteurs G. E. 203, de 65 ch chacun, elles sont munies de la commande à unité multiple type PC 101, prise de courant par pantographe. La partie mécanique est de fabrication Brill avec bogies Brill type 27 X — M. C. B., leur capacité est de 50 places assises. Leurs principales dimensions et caractéristiques sont les suivantes :

Longueur	15	m
Largeur	2,60	m
Empattement des bogies	1,[illegible]0	m
Distance d'axe en axe des bogies	8	m
Diamètre des roues	1,10	m
Rapport de réduction des engrenages	6[illegible] : 21	
Poids	33,7	t
Vitesse	64	km/h

Les locomotives ont été fournies par la G. E. Co ; elles sont équipées avec 4 moteurs type 251 A, et comportent la commande à unités multiples, le courant de traction est fourni, sous 600 v, par un groupe convertisseur. En plus du pantographe, les automotrices portent à chaque extrémité une perche de trolet dans le cas où on aurait à les faire passer sur une voie n'ayant pas de ligne à suspension caténaire. Lorsqu'on forme un train au moyen de plusieurs automotrices, on n'utilise qu'un seul pantographe pour capter le courant, et pour éviter d'avoir un câble à 1 200 v courant tout le long du train, on utilise les perches de trolley pour assurer la continuité du circuit de traction d'une voiture à l'autre. Dans ce but, à chaque extrémité de la voiture, on a fixé sur un support une tige de fer de 16 mm qui dépasse d'une longueur suffisante pour venir porter sur la roulette de trolet de la voiture suivante. On établit ainsi, sur toute la longueur du train une connexion très simple, à 1 200 v, à l'abri de l'atteinte du public et des agents du train et permettant la séparation des automotrices l'une de l'autre sans

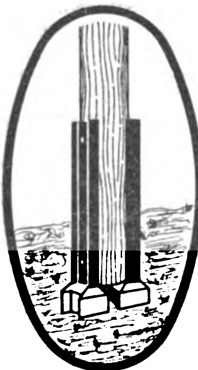
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc, etc., etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18,22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° 2. Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22/27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce....... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

(Registre du Commerce : Seine N° 204.407)

Téleph. : Trudaine 48 18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

13, rue de Longueville — **St QUENTIN (Aisne)** — *Téléph. : n° 1* — *R. C.* : St-Quentin N° 597

11, rue de Provence — **PARIS (9e)** — *Téléph. : Bergère 56-06* — *R. C.* : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

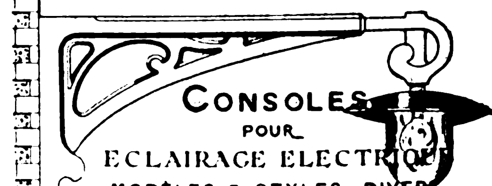
ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



CONSOLES POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES REFERENCES



CONSOLES POUR ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

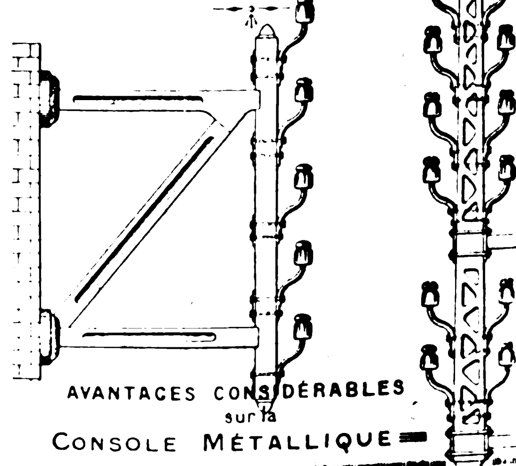
CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S.G.D.G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

manœuvre spéciale. Ces automotrices ont donné de bons résultats, le seul point sur lequel il y ait lieu d'apporter des améliorations est celui de la ventilation, très délicate dans ces régions tropicales où il arrive des pluies soudaines et très violentes. Il faudrait des ventilateurs dans le toit, très puissants et entièrement protégés contre la pluie. Les réparations du matériel roulant sont faites à Central Hershey dans un atelier où l'on procède aussi aux réparations du matériel de la sucrerie. Cet atelier comporte, en particulier, une petite fonderie pour la fonte, le cuivre et l'aluminium dont l'utilité est imposée par les délais assez longs nécessaires pour faire venir des pièces des États-Unis. Pour l'entretien de l'éclairage électrique dont une revision générale est faite une fois par an avant la récolte, on emploie un groupe de soudure oxyacétylénique monté sur un chariot automoteur à moteur à essence. Pour l'entretien du matériel, on a constitué trois équipes : une pour la partie électrique, une pour la partie mécanique et une équipe de nettoyeurs et inspecteurs. La première comprend trois ouvriers ; la seconde est formée d'un contremaître et de 9 à 12 spécialistes : charpentier, riveur, chaudronnier, peintre, etc. Enfin, à chaque terminus se trouve un inspecteur ayant fait un stage dans les ateliers. Une revision complète des voitures est faite tous les quinze jours. Une fois par semaine on envoie un électricien à chaque terminus pour huiler les boîtes à graisser et renouveler, si c'est nécessaire, les balais des moteurs. Les locomotives sont mises en revision après un parcours de 3 200 km et tous les deux ans on procède à une revision complète avec levage de la caisse. En raison du climat tropical, il faut au moins deux fois par an renouveler la peinture avec grattage des pièces en fer des appareils de commande des locomotives et des automotrices pour éviter la rouille. La galvanisation ne tient pas. Toutes les bobines doivent être trempées ou recouvertes de produits imperméables pour éviter l'introduction de l'humidité. Enfin, l'huile des compresseurs d'air est renouvelée tous les 5 000 km. A la fin de l'article, on donne quelques indications sur le trafic du réseau et quelques considérations sur les économies réalisées par l'électrification. La ligne n'ayant pas été exploitée à vapeur sur toute la longueur actuelle, il n'est pas possible de faire une comparaison précise. Toutefois il faut noter qu'actuellement la dépense en huile combustible à l'usine génératrice n'est pas plus grande que celle qui fut nécessaire pour rentrer les récoltes en 1919 et 1920 avec des locomotives à vapeur. Une économie notable résulte aussi de la suppression des stations de pompage d'eau nécessaires avec l'exploitation à vapeur. — J. S.

621 33 43 — L'inauguration du chemin de fer Nord Sud de Berlin *Der elektrische Betrieb*, 10 mars 1923, t. XXI, p. 55-56, 1 800 mots, 1 fig. — La nécessité d'assurer les communications des faubourgs nord et sud avec le centre de Berlin avait conduit à envisager la création de trois nouvelles lignes. La première, partant de Moabit, est restée à l'état de projet. La deuxième Gesundbrunnen-Neukölln a reçu un commencement d'exécution, mais, depuis la guerre, les travaux n'ont pas été repris. La troisième, désignée sous le nom de Nord Sud, vient d'être mise en service sur la section Seestrasse-Porte de Halle. Elle sera prolongée ultérieurement jusqu'à Neukölln avec embranchement sur Hermannstrasse. Il y aura au total vingt stations pour une longueur de 13,5 km. Les garages et ateliers sont installés au terminus nord, c'est là que s'effectuent les travaux d'entretien et de réparation. Le courant est conduit aux postes transformateurs de Wedding et de la Porte de Halle. Le système de protection comporte l'emploi d'un block automatique électrique actionné par le train. — La ville de Berlin avait primitivement songé à exploiter elle-même ce réseau, ce qui aurait entraîné de lourdes dépenses puisqu'il lui aurait fallu posséder ses voitures particulières. Elle a donc renoncé à ce profit et confié l'exploitation à la compagnie du chemin de fer métropolitain qui l'assure avec son propre matériel. Cette solution présente, en outre, l'avantage pour les voyageurs de passer d'un réseau sur l'autre sans prendre de nouveaux billets. Nous ne reproduisons pas les détails de construction et d'organisation du chemin de fer, ces détails ayant déjà paru dans un article de la « E. T. Z. » analysé précédemment dans la « R. G. E. » 23 juin 1923, t. XIII, p. 207 D. — E. F.

621 315 621 33 73 — La ligne de transmission à 110 000 v pour l'alimentation de la station d'Oak Grove (Compagnie des chemins de fer de Portland); H. R. Wakeman et W. H. Lewis, *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XIII, p. 894-899, 3 000 mots. — Cette station est située sur la rivière de Christmas, à environ 87 km de la ville de Portland. On a prévu une puissance de 90 000 kv-a répartie en trois groupes de 30 000 kv-a, dont le premier doit être achevé en septembre 1924. — Actuellement, la compagnie a trois stations d'une puissance totale de 27 000 kw, dont deux sont situées sur la rivière de Clackamas, à 31 et 35 km d'Oak Grove, et une sur la rivière Bull Run tributaire de la Columbia. Il y a cinq circuits à 60 kv avec neutre à la terre. L'un d'entre eux comporte des pylônes en acier. Il fut décidé que, pour la puissance de 90 000 kv-a, on emploierait du fil câblé de 19 mm² environ de section. La tension prévue est de 110 kv ; le neutre est à la terre. L'effort maximum admis pour les conducteurs est de 1 814 kg. Quant aux conditions de surcharge, elles furent déterminées conformément à celles de la classe B, c'est-à-dire : charge des conducteurs, plus 12 mm de glace et une pression de 33 kg/cm² provenant du vent (le conducteur étant enveloppé de 12 mm de glace à la température de 0° Farenheit. On décida d'employer trois types de pylônes : type A jusqu'aux portées de 340 m en alignement et aussi dans les courbes jusqu'à 10° avec des portées n'excédant pas 100 m ; type B jusqu'aux portées de 510 m en alignement et dans les courbes de 8°, à 30° avec des portées inférieures à 150 m ; ces deux types comportent des isolateurs de suspension ; enfin le type C pour les amarrages et pour les courbes au dessus de 30°. On les a calculés pour une surcharge de 10 pour 100 et en considérant qu'avec un conducteur rompu d'un côté du pylône, l'isolateur s'abattrait vers l'intérieur, en augmentant la flèche et réduisant la tension du conducteur ainsi que la charge du pylône. On a utilisé une chaîne d'isolateurs de suspension sur les courbes horizontales jusqu'à 30°. Pour maintenir la distance normale de 0,91 m entre le conducteur et la traverse, il fut nécessaire d'abaisser le point de suspension de l'isolateur de 30 cm sur les pylônes du type A (angle de 8°) et de 60 cm sur le type B (angle de 30°). Cette distance est prise au dessous de la traverse. On réalisa les attaches par des étriers fixes à la traverse de façon à avoir une liberté de déplacement parallèlement à la ligne, mais non transversalement. Ceci réduisit le prix total des isolateurs de 25 pour 100. Les isolateurs sont attachés aux traverses au moyen de crochets en acier forgé dont la limite d'élasticité est de 2 700 kg. Les deux circuits de transmission décrits ci-dessus étaient destinés à transmettre sous la tension de 110 000 v les 90 000 kv-a de Oak Grove. On les reliera à Lents Junction, qui est à une distance de 73 km, par l'intermédiaire d'auto-transformateurs 110 000/60 000. Les circuits existants de 60 kv des autres stations hydroélectriques viendront se juxtaposer aux mêmes barres. Deux compensateurs synchrones de 15 000 kv-a, qui sont alimentés chacun par un enroulement tertiaire des auto-transformateurs, sont prévus pour la correction du facteur de puissance et la régulation de la tension de toutes les lignes à venir. — C. F.

621 333 45 — L'électrification de la ligne Centrale Umbra à courant monophasé, 11 000 v, 25 p : s; Giuseppe S..., *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, 15 mars 1923, t. XXIII, p. ... , 12 000 mots, 11 fig., 1 tab., 4 planches hors texte. — Le Chemin de fer Centrale-Umbra comprend une ligne principale et un embranchement. La ligne principale (107,500 km environ) suit, en grande partie, la vallée du Tibre et relie la station d'Umbertide du chemin de fer Arezzo-Fossato à la station de Terni du chemin de fer de l'État. — L'embranchement (5,500 km environ), se détache de la ligne

principale, Ponte San Giovanni, pour se terminer à Pérouse. Les deux lignes sont à voie normale. La pente maximum et le rayon minimum des courbes sont respectivement de .. pour 1 000 et de 300 m pour la première, de 60 pour 1 000 et de 250 m pour la seconde. L'exploitation, assurée par la Società italiana per le Strade ferrate del Mediterraneo ..., fut ouverte en 1911 avec la traction à vapeur. La traction électrique lui fut substituée progressivement et la remplaça complètement à partir de 1921. L'électrification de la ligne a été effectuée d'après un projet établi par l'A. E. G. Thomson-Houston qui adopta le courant alternatif monophasé à haute tension en raison des bons résultats déjà obtenus avec ce système en Europe et en Amérique. L'énergie est fournie sous forme de courants triphasés 6 000 V, 45 p : s par l'usine hydroélectrique de la Società italiana per il Carburo di Calcio, située à Papigno, 4 km de Terni. Après élévation préalable de la tension à 35 000 V, elle est transmise par une ligne de 50 km à la sous-station de Marsciano, située à peu près au milieu de la voie ferrée principale. La tension est alors abaissée à 3 000 V pour le fonctionnement des moteurs asynchrones triphasés, accouplés à des alternateurs monophasés 11 000 V, 25 p : s reliés à la ligne de contact. L'exploitation est ainsi assurée à l'aide de locomoteurs électriques, alimentés à la tension de 11 000 V, mais pourvus chacun d'un transformateur, dont le secondaire fournit le courant aux moteurs de traction sous une tension pouvant varier de 92 à 653 V. Le transformateur installé sur chaque locomoteur est du type à air. Établi pour 350 kVA, sa puissance peut être augmentée notablement grâce à la ventilation obtenue au moyen d'un motoventilateur. Les moteurs de traction, au nombre de quatre par locomoteur, sont du type série compensé avec trois enroulements de champ. La transmission de mouvement se fait directement des moteurs aux axes au moyen d'engrenages. Les moteurs des trains de marchandises sont seuls pourvus actuellement de moto-ventilateurs. Les locomoteurs pour trains de voyageurs du poids de 47 t, 23 t pour la partie mécanique et 24 t pour la partie électrique, peuvent remorquer des trains de 100 à 130 t, avec une vitesse moyenne de 45 km : h, maximum, 55 km : h. Les locomoteurs pour trains de marchandises pèsent 50 t, 25 t pour la partie mécanique et 25 t pour la partie électrique. Ils peuvent remorquer des trains de 160 à 200 t à une vitesse moyenne de 25 km : h, maximum 30 km : h. Le nombre des trains ayant circulé sur les deux lignes, pendant les neuf premiers mois de 1922, est de 9 040. Il correspond à 33 000 804 t km réelles, soit une consommation de 52 wh par tonne kilomètre réelle remorquée. Le rendement global de l'installation depuis la prise de courant triphasé à 6 000 V jusqu'à la sortie du monophasé à 11 000 V était de 50 pour 100 au début de l'exploitation. Il est monté plus tard à 60 pour 100, par suite d'une meilleure utilisation de la sous-station de Marsciano, et aussi de l'augmentation de la puissance fournie par elle. La chute de tension, sur la ligne, s'est élevée à 15 pour 100 pour une puissance absorbée de 1 500 kW et le facteur de puissance du courant monophasé a varié de 0,60 pour 800 kW à 0,65 pour 1 500 kW. Au point de vue économique, le nombre encore trop restreint de données statistiques ne permet pas d'arriver à des conclusions définitives relatives à ce mode de traction. En ce qui concerne le fonctionnement électrique de l'installation, les sous-stations de Papigno et de Marsciano ont toujours marché régulièrement et les lignes d'alimentation et de contact n'ont donné lieu à aucune remarque spéciale. La partie électrique des locomoteurs a subi diverses modifications de détail, en particulier : insertion de résistances destinées à protéger les transformateurs contre les surtensions et adoption de filtres de laine pour empêcher l'entraînement des poussières par l'air destiné à la ventilation forcée. — P. B.

621.332.3 : 00.46. — Appareil indiquant et permettant d'enregistrer l'usure des fils de trolley. F.-G. Wiswall. *Electric Railway Journal*, 13 janvier 1923, t. LX, p. 118, 800 mots, 5 fig. — L'auteur décrit un instrument qu'il a créé, le « Wireograph », pour enregistrer l'usure des fils de trolet. Les essais ont été faits à Seattle. (Voir *R. G. E.*, 31 mars 1923, t. XIII, p. 108 D.)

621.335 (485). — Constatations effectuées au cours d'un voyage d'études relatif à l'exploitation des chemins de fer à l'aide des automotrices Diesel électriques Polar-Deva, en usage en Suède. R. Jourdan. *Revue générale des Chemins de fer et des Tramways*, septembre 1923, t. XLII, p. 187-202, 5 500 mots, 6 fig. — Dans le but d'étudier la possibilité d'utiliser en France, sur les lignes d'intérêt local, les automotrices dites « Diesel électriques », l'auteur a visité les installations de ce genre de traction qui fonctionnent en Suède et il donne, dans cet article, le relevé des constatations effectuées et des renseignements recueillis. Les lignes visitées ainsi sont les suivantes : 1° ligne de Kryllbo à Bollnäs, longueur 155,5 km ; 2° le réseau de Mellersta Södermanland de 23,4 km ; ces deux lignes sont à voie normale de 1,435 m. On trouvera dans l'article les spécifications des machines utilisées sur ces lignes et des renseignements divers, notamment ce qui concerne la consommation moyenne ; 3° le réseau Norrköping-Valdemarsvik-Arkösund, de 102 km de long ; 4° les lignes de Vaderstad-Skänninge-Bränninge de 44 km, toutes deux à voie étroite de 0,891 m ; 5° le réseau de Halmstad-Nässjö, de 211,6 km ; 6° celui de Skåne-Småland, de 100 km ; 7° le réseau d'Ängelholm-Klippan, de 26 km, ces trois derniers étant de nouveau à voie large. Ces sept lignes ne représentent pas la totalité des installations existant en Suède, elles en constituent toutefois une très notable partie que l'on peut évaluer, d'après la carte du réseau qui accompagne l'article, aux deux tiers de l'ensemble des lignes. Les lignes non visitées sont d'ailleurs d'importance plus faible. Il y a, actuellement, en service six automotrices de 75 ch dont deux pour voie étroite ; 3 de 120 ch ; 3 de 160 ch et 2 de 250 ch ; la première a été mise en service en septembre 1913 et toutes ont donné depuis le premier jour des résultats très satisfaisants. L'auteur a rapporté de ses voyages les principales impressions suivantes : la conception et la construction de ces systèmes de traction sont dignes de retenir l'attention, ce système est d'ailleurs sorti de la période expérimentale et il a donné des preuves pratiques de solidité, de simplicité de conduite et d'économie de fonctionnement aussi bien que d'entretien. Plusieurs dirigeants de réseaux estiment qu'en appliquant intégralement toutes les économies résultant de l'emploi de ces automotrices à l'amortissement de leur prix d'achat, celui-ci pouvait s'effectuer environ en cinq ans sur une base de 150 kilomètres-trains pendant trois cents jours par an. L'automotrice « Diesel électrique » paraît constituer la réalisation de l'étape intermédiaire entre la traction à vapeur et la généralisation future de la traction électrique. — Y. G.

621.337. — La régulation de la vitesse des locomotives à courant alternatif. Ivan Döry. *Bull. A. S. E.*, avril 1923, t. XIV, p. 225-230, 2 500 mots, 14 fig. — Ce travail est un résumé des phases successives des procédés de régulation de la vitesse des moteurs à courant alternatif à collecteurs employés pour la traction. Le principe primitif n'a pas subi de modification essentielle : on s'efforce de réaliser, sur le moteur, une alimentation à *tension variable* suivant la charge, et cette tension d'alimentation est toujours prise aux bornes du secondaire d'un transformateur statique dont le primaire est parcouru par le courant de la ligne de transmission d'énergie. Les premiers moteurs étaient de puissance relativement faible, on pouvait interrompre facilement le courant qui les alimentait. Le transformateur était simplement muni de *prises multiples* reliées à des contacts disposés sur un tambour circulaire comme dans un combinateur. La progression continue de la puissance individuelle des moteurs a bientôt rendu cette commande par touches irréalisable, à cause de la production des étincelles qui en résultait et de la difficulté de mouvoir à la main les combinateurs rendus difficilement maniables par les fortes pressions nécessitées pour l'obtention de bons contacts entre les touches. On a été ainsi conduit à multiplier ces dernières en réunissant chaque

couple de touches voisines par une résistance de protection pour éviter la mise en court-circuit des spires voisines du transformateur, et à remplacer les tambours par des contacteurs commandés par un combinateur principal, parcouru par un courant auxiliaire de faible intensité. De nombreux montages basés sur ce principe ont été proposés. Ce progrès a nui à la sûreté de l'asservissement. Il peut arriver en effet qu'un contacteur fonctionne à faux ou reste collé. Les relais de sécurité n'ont fait que compliquer et multiplier les organes et la câblerie. L'emploi du transformateur additionnel de Lamme apporta une sérieuse amélioration de la régulation. On a proposé divers montages de ce transformateur. Un nouveau progrès fut réalisé par l'emploi du régulateur d'induction ou de tension (Richter). C'est un transformateur à secondaire mobile par rapport au primaire et qui affecte la forme d'un moteur asynchrone dont le rotor peut être calé suivant des angles variables par rapport au stator. Ce procédé a, sur les précédents, l'avantage de substituer une marche continue à la marche par à-coups due au passage de la prise de courant sur les touches. Il n'y a plus à couper fréquemment le courant principal. Ce système donne une régulation très souple. Mais le régulateur ayant un mauvais facteur de puissance, nuit à l'économie du réseau. De plus, il est encombrant, pesant et nécessite une commande spéciale pour ses déplacements. Görges a proposé de réaliser la souplesse du réglage par le déplacement des balais sur le collecteur. Mais ce déplacement nuit à la commutation. L'augmentation continue de la puissance individuelle des moteurs a, du reste, nécessité l'emploi de pôles de commutation, qui exigent une position des balais rigoureusement fixe. C'est aux inconvénients de ces deux derniers procédés que la régulation par prises multiples et contacteurs doit d'avoir continué à être utilisée malgré ses défauts que nous avons signalés. Un dernier perfectionnement qui réunit les avantages du régulateur d'induction et du décalage des balais, sans les inconvénients de ces procédés, est le montage prévu pour la commande d'une locomotive de 1500 ch d'après un brevet de la Pöge Elektrizitätz Aktiengesellschaft. Ce n'est plus le moteur principal dont on règle la tension d'alimentation par décalage des balais, mais son régulateur muni à cet effet d'un collecteur. Le régulateur porte de plus un circuit de compensation. Les balais peuvent être mus à la main; on évite ainsi l'emploi d'un mécanisme moteur délicat. Le régulateur est sans palier, sans entrefer, et prend la forme et l'apparence d'un transformateur à noyau circulaire dont l'un des enroulements est dénudé extérieurement comme un collecteur. — L. C.

621 335 : 621 52 Compresseur pour locomotives électriques et voitures automotrices actionné par le mouvement de la locomotive *Revue B. B. C.*, août 1923, t. x, p. 190, 300 mots, 2 fig. — Il peut être avantageux de produire sur les locomotives électriques l'air comprimé nécessaire aux freins ou aux commandes diverses par un dispositif ne dépendant pas de l'arrivée du courant ; c'est le cas, par exemple, sur des lignes de chemin de fer présentant de fortes et longues pentes. — Sur une locomotive des chemins de fer fédéraux du type 1 B B 1, on a utilisé un compresseur mécanique monocylindrique actionné par un des essieux moteurs. — Le compresseur est pourvu d'ailettes de refroidissement ; un dispositif automatique actionne un clapet de façon à permettre ou à arrêter le fonctionnement suivant la pression dans les canalisations. Ce compresseur débite 1 500 litres par minute pour une vitesse des roues de 300 t : mn. — Les essais effectués avec cette locomotive sur la ligne du Saint-Gothard ont donné de très bons résultats. — Y. G.

621 337 001 — Diagramme de démarrage pour véhicules électriques équipés avec moteurs à caractéristique série. *Revue B. B. C.*, juin 1923, t. x, p. 108-115, 3 000 mots, 7 fig. — Dans cette étude générale, l'auteur donne d'abord les formules fondamentales, puis expose la construction du diagramme de démarrage sur la base des courbes donnant l'effort de traction en fonction de la vitesse ; il étudie ensuite les courbes, en fonction du temps, de la vitesse, du chemin parcouru, de l'accélération et de l'intensité du courant. — Il donne enfin un exemple de construction du diagramme complet relatif à une locomotive devant démarrer avec une charge de 300 t, sur une rampe de 10 pour 1 000 et l'amener rapidement à la vitesse de 60 km : h. — Une construction graphique illustre ces différents calculs. — Y. G.

656 221 Mesure de la résistance de l'air sur le matériel des chemins de fer ; Ch. Maurain, A. Toussaint et R. Pris. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 juillet 1923, t. clxxvii, p. 308-310, 1 050 mots. — On a déterminé le rapport $\frac{R}{V^2}$ de la résistance au carré de la vitesse pour les différents éléments d'un train, avec des modèles réduits au $\frac{1}{30}$ du matériel des rapides du réseau de l'État. On a opéré aussi avec des modèles monoblocs (train fictif dont les éléments étaient réduits à des prismes ayant pour section droite l'encombrement transversal maximum des modèles réels, et avec lesquels on pouvait constituer un train monobloc ayant la même longueur que le train réel). On a observé que la résistance sur ce train fictif était seulement les 28 pour 100 environ de la résistance sur le train réel. Ce résultat démontre l'importance des économies possibles. — M. H. B.

625 622 35 Perfectionnements dans l'éclairage, le chauffage et la ventilation des voitures de tramways. *Electric Railway Journal*, 22 septembre 1923, t. lxii, p. 502-510, 7 000 mots, 11 fig., 6 diagrammes. — L'éclairage, le chauffage et la ventilation sont trois facteurs intimement liés au confort des voyageurs et nécessitant beaucoup d'attention et d'ingéniosité de la part du constructeur de voiture, en raison surtout des conditions très diverses dans lesquelles ces trois éléments doivent fonctionner avec satisfaction. Au point de vue éclairage, l'intensité d'éclairement n'est pas le seul facteur à considérer, mais il faut tenir compte en outre : de l'éclat direct, de l'éclat réfléchi, des ombres, de l'aspect favorable de l'intérieur de la voiture et enfin des conditions d'entretien. Au point de vue intensité d'éclairement, on a reconnu comme de bonne pratique une valeur de 48 à 60 bougies-mètre. Pour ce qui est de l'aspect général de l'intérieur de la voiture, une question importante est celle de la couleur des parois et du plafond. On peut diviser les modes d'installation des lampes en deux classes : disposition suivant une seule ligne axiale, ou disposition suivant des lignes latérales. Dans quelques cas on a employé une combinaison de ces deux dispositifs. La tendance semble être en faveur du premier mode de disposition. On suggère, dans l'article, qu'il y aurait peut-être lieu d'essayer un éclairage indirect au moyen de lampes placées de chaque côté le long des parois et cachées à la vue directe. — Au point de vue ventilation, on a constaté que l'impression d'aise est surtout ressentie par l'arrivée d'air frais sur la figure des voyageurs. Cet effet se produit naturellement avec les toitures à lanterneau, mais n'existe pas dans le cas des toitures en arc simple, et on a cherché à y remédier au moyen de divers systèmes ou modes de construction. Dans les premiers systèmes de ventilation conçus, on avait commis la faute de les combiner avec le chauffage et de réchauffer l'air frais introduit dans la voiture. A cette question de la ventilation, on peut rattacher les procédés à envisager pour supprimer les mauvaises odeurs dans les voitures que même une ventilation active ne suffit pas à faire disparaître. Dans certains cas, où on ne peut recourir à d'autres procédés, la simple installation de ventilateurs qui, en agitant l'air, favorisent l'évaporation naturelle du corps humain, a suffi pour améliorer sensiblement les conditions de ventilation de voitures. — Le problème du chauffage est tout autant une question de bonne distribution de la chaleur et de contrôle de la régularité de la température que de maintien

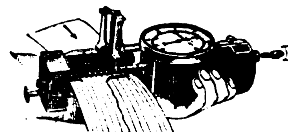
ZIVY & CIE

PARIS (8e)
19 et 31, Rue de Naples
Téléph. : WAGRAM 65-42
Registre du Commerce : Seine n° 35812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Nouveau tachymètre portatif enregistreur.

186-186 bis-188, rue Championnet
PARIS — Téléphone Marcadet 05-52
Registre du Commerce : Seine N° 64309

Chauvin & Arnoux

PYROMÈTRES
TACHYMÈTRES

APPAREILS POUR TOUTES MESURES ÉLECTRIQUES

COSSES ET RACCORDS

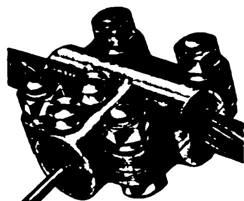
BASSE & HAUTE TENSION

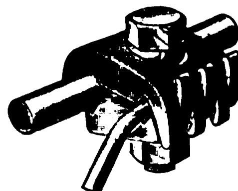




PRONER ET Cie

89, Rue de la Roquette, PARIS - XIe





Téléphone : Roquette 80-28

Registre du Tribunal de Commerce de la Seine n° 124956

Catalogue sur demande

d'une température suffisamment élevée. Si la question du contrôle a été assez étudiée ces temps ci, il reste, par contre, beaucoup à faire du côté distribution de la chaleur. On emploie aux États-Unis soit le chauffage électrique, soit le chauffage au charbon ; l'emploi de l'un ou l'autre de ces deux systèmes dépendant des conditions locales du service à assurer, du climat et des coûts respectifs. On trouvera, dans l'article en question, une description détaillée de l'installation de chauffage au charbon des tramways de Minneapolis. Les radiateurs électriques ont l'avantage de la propreté, absence d'odeurs, de gaz nuisibles et facilité de réglage. On signale dans l'article qu'il serait préférable au lieu de les disposer suivant la pratique habituelle le long des parois, de les placer dans le plancher sous les pieds des voyageurs qui en ressentent ainsi une plus grande impression de confort. Pour déterminer la capacité des radiateurs nécessaires à une voiture, les facteurs à considérer sont : pertes par radiation à travers les parois, chaleur nécessaire pour réchauffer l'air introduit par la ventilation et, enfin, chaleur développée par les voyageurs eux-mêmes. Il est aujourd'hui reconnu, qu'un système de chauffage électrique doit comprendre un procédé de réglage, et il existe actuellement divers types d'appareils automatiques de réglage de la température ou thermostats, d'un fonctionnement certain. Enfin, on signale dans l'article qu'il est d'une bonne précaution de mettre le chauffage en marche sur une voiture un certain temps avant sa sortie du garage, sinon il faudra très longtemps pour obtenir, une fois en marche, une température convenable. — J. S.

629 161 51 (43 Les automotrices à essence de la ligne de tramways Spandau Henningsdorf. *Der elektrische Betrieb*, 10 mars 1923, t. XXI, p. 54-55, 800 mots, 2 fig.

Cette ligne assure un trafic assez irrégulier. Sa clientèle étant essentiellement composée d'ouvriers, les heures d'affluence correspondent à celle de l'ouverture et de la fermeture des usines, c'est cette raison qui a conduit à rejeter la traction électrique et à donner la préférence aux automotrices à essence. Les motrices à deux essieux, mesurent 10,55 m entre tampons, la longueur du châssis est de 9,55 m ; l'empattement, de 3 m ; la largeur de la caisse, de 2,15 m et l'entrevoie, de 1,435 m. Elles comportent 18 places assises et 20 places debout et peuvent atteindre la vitesse maximum de 40 km/h. Elles sont susceptibles, en cas de besoin, de remorquer deux voitures d'attelage. Le moteur de 75 ch, 6 cylindres est placé à l'une des extrémités. Le changement de vitesse comporte quatre vitesses à commande pneumatique, le mécanicien n'a pas à déplacer de train balladeur, les engrenages restant toujours en prise, l'opération consiste à coupler l'essieu moteur sur la vitesse appropriée. Un dispositif analogue existe pour le renversement de marche. Ce procédé se recommande par sa souplesse et par le peu d'effort qu'il exige du conducteur. Pour le démarrage électrique, on utilise une dynamo Bosch de 350 w ; cette dernière assure, en outre, l'éclairage de la voiture et des feux de route. Les freins à disque sont montés sur les essieux, ce qui simplifie la timonerie et diminue l'usure des bandages. Ces automotrices marchent indifféremment dans les deux sens, donc il n'est pas besoin de plaque tournante et, d'une façon générale, elles présentent, au point de vue traction, les mêmes caractères que les motrices électriques. A capacité égale, elles ont sur celles-ci l'avantage d'être plus légères. — E. F.

625 622 1. — Nouvelles méthodes de construction des caisses de voitures de tramways. *Electric Railway Journal*, 29 septembre 1923, t. LXII, p. 491-501, 6500 mots, 27 fig.

Les nouvelles méthodes de construction dérivent de l'application à tous les genres de matériel roulant de l'expérience acquise avec les voitures légères à deux essieux à un seul agent. Une des caractéristiques de la carrosserie actuelle est la tendance à construire des voitures légères à bogies pour être desservies par un ou par deux agents. Pour ce qui est des voitures à deux essieux, la principale modification dans leur conception a consisté à les munir de portes d'entrée et de sortie séparées. Ce résultat a été obtenu de trois façons : soit par un simple allongement de la construction genre « Birney », soit par un allongement avec renforcement du châssis, soit par une construction entièrement nouvelle. On trouvera dans l'article en question des exemples détaillés de ces trois procédés, avec de nombreuses figures, coupes et plans. Il y a lieu de signaler quelques voitures dans lesquelles les côtés au lieu d'être droits sont cintrés de façon à donner une plus grande largeur disponible à la hauteur des sièges. Pour les voitures légères à deux bogies, on a appliqué, dans leurs grandes lignes, les procédés de construction des « safety-cars ». A noter l'emploi très grand de fers à I pour former les montants de caisses et les battants de pavillon. Parmi les voitures offrant de nouvelles méthodes de construction, il faut citer celles des tramways de Minneapolis caractérisées principalement par ce fait que les tôles constituant la poutre longitudinale de la caisse sont fixées intérieurement aux montants qui ne forment qu'une seule pièce avec les battants de pavillon, allant ainsi d'un côté à l'autre du châssis. Extérieurement, on a une garniture en bois contreplaqué. Le châssis de caisse de ces voitures présente également quelques caractéristiques nouvelles. Enfin, à signaler quelques voitures dans lesquelles le toit forme un ensemble indépendant reposant sur quatre solides piliers à chaque coin du châssis. Les montants de caisse en bois ou en métal embouti ne servent plus que comme guide aux châssis de fenêtre. A la fin de l'article on trouvera quelques considérations sur l'emploi de nouveaux matériaux dans la construction des voitures, dont quelques-uns en vue de diminuer l'entretien, tels le métal Monel et différentes sortes d'acier non oxydable. C'est surtout vers l'aluminium et ses alliages, duralumin, que sont orientés les essais et les recherches. A noter dans ce sens une installation d'essai de tuyauterie d'air en aluminium, pour le frein, sur une voiture à Chicago. On emploie de plus en plus des pièces moulées en aluminium. On l'utilise aussi pour faire la carcasse des sièges, les cadres de fixation des radiateurs, ainsi que des carcasses et dessus de combinateurs, et des tubes pour le câblage. Son emploi sous forme de feuilles pour le panneautage est limité en raison de la difficulté éprouvée pour les fixer convenablement sur les parties en fer. Enfin, il y a lieu de signaler l'emploi du bois contreplaqué, quelquefois recouvert sur un ou sur les deux côtés d'une tôle même d'acier ou autre métal. Comme pour l'aluminium, la difficulté pour l'emploi de ces matériaux réside dans la fixation sur les pièces en fer. — J. S.

621 335 : 033 4 436. — Résultats obtenus par l'emploi d'une locomotive de manœuvre à accumulateurs sur les chemins de fer autrichiens. R. MEIXNER et A. WACHOWSKI. *E. T. Z.*, 16 et 23 août 1923, t. XLIV, p. 777-779 et 810-813, 5700 mots, 2 fig., 10 tab. — En vue de l'électrification d'une partie des chemins de fer de l'Autriche, les techniciens compétents eurent à déterminer le type le plus convenable de locomotive de manœuvre à adopter pour les grandes gares. La locomotive électrique alimentée par le courant du réseau lui-même fut écartée parce que constituant une solution coûteuse et peu rationnelle. Restaient donc en présence la locomotive à vapeur et celle actionnée par accumulateurs. Des essais comparatifs furent entrepris avec les deux types de locomotives et les résultats obtenus montrèrent avec évidence la supériorité de la locomotive à accumulateurs sur celle à vapeur pour le service dans les gares. L'auteur, dans son article, expose d'abord les raisons qui militent, à priori, en faveur de la traction par accumulateurs, puis il expose en détail les conditions dans lesquelles furent pratiqués les essais à la station de Saint-Valentin, importante gare de triage. Dans dix tableaux sont relevés les moyennes d'observations effectuées au cours des essais et, finalement, l'auteur établit le prix de revient annuel pour le service de manœuvres dans une gare avec une locomotive électrique et avec une locomotive à vapeur. Des nombres contenus dans cet article, il ressort nettement qu'au point de vue économique la locomotive à accumulateurs est indiscutablement supérieure à celle à vapeur, même si le courant de charge est fourni par une usine thermique. — A. M.

629.113.6 : 73. Les automobiles électriques aux États-Unis. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 745-750, 2 200 mots, 1 carte. — Après avoir signalé qu'un certain avenir est réservé aux voitures électriques sous la forme de voitures de livraison, l'auteur s'inspire, pour justifier son assertion, d'un article de « General Electric Review ». L'American Railway Express C° a mis en service, dans les villes de l'Amérique du Nord, 1 500 camions électriques. New York en possède 1 000 dont certains ont vingt ans de service. Le rayon d'action de ces voitures est restreint et, au delà d'un rayon maximum de 50 km, la voiture électrique ne saurait détrôner les voitures munies d'un moteur mécanique, mais dans ces limites, elle présente, outre les avantages de la propreté, celui d'une sérieuse économie (25 à 30 pour 100). Des essais comparatifs ont montré que, pendant une période donnée, la vitesse réduite étant compensée par une réduction des temps d'immobilisation, l'économie atteint jusque 50 pour 100 à trafic égal. La simplicité de la construction, l'entretien réduit, la conduite facile parlent aussi en sa faveur. De plus, la vitesse fortement limitée, la suppression des produits inflammables, la réduction du nombre de pièces en mouvement sont des avantages qu'il ne faut pas négliger. L'accueil réservé aux débuts de la voiture électrique a enrayé fortement son développement, chaque propriétaire devant prendre à sa charge les dispositifs de recharge de la batterie. Aujourd'hui, les secteurs ont établi des stations de charge, car ils ont compris que la clientèle des voitures électriques était fort intéressante pour eux, la charge de nuit permettant une amélioration du facteur d'utilisation de leur réseau. Des statistiques partielles ont établi qu'il faut compter une consommation de 3 000 kWh par an pour une voiture de 5 t. A côté des voitures électriques, il convient de signaler les chariots électriques, en grand nombre en Amérique, voire même en Allemagne. Ces chariots se prêtent avec une souplesse remarquable à la réalisation de travaux très variés (chargement et déchargement de fours, empilage de marchandises, etc.). Aussi serait-il souhaitable de voir la multiplication rapide de ces engins d'une utilité évidente. F. B.

621.348. La commande électrique des navires. Lichtner, *Der elektrische Betrieb*, 10 mai 1923, t. XXI, p. 97-104, 6 000 mots, 4 fig., 2 tab. — Les machines marines relèvent de trois types : machine à vapeur à piston, moteur Diesel, turbine à vapeur. La machine à vapeur répond parfaitement au but; malheureusement, il semble qu'on soit arrivé à la limite de puissance réalisable. Le moteur Diesel, excellent pour la propulsion des petits navires, a besoin de quelques perfectionnements pour s'adapter aux grosses unités. Pour ces deux raisons, on donne de plus en plus la préférence à la turbine à vapeur, mais celle-ci étant une machine à marche rapide, est un écueil en navigation. On sait qu'une hélice ne devrait pas tourner à plus de 100 t : mn, et si l'on peut, à la rigueur, atteindre 400 à 500 t : mn, on ne saurait dépasser ce chiffre sous peine d'obtenir un rendement déplorable. Les conditions optima sont les suivantes : vitesse angulaire maximum de la turbine, vitesse angulaire minimum de l'hélice, ce qui conduit à envisager l'interposition d'une transmission entre le moteur et le générateur. Les transmissions hydrauliques n'ont pas donné les résultats attendus. Les transmissions mécaniques par engrenages sont sujettes à rupture lors des mouvements de tangage et ne se prêtent pas au renversement de marche. Il faut un dispositif spécial, on a, en général, un étage de marche arrière qui tourne à vide en service normal. Outre les difficultés de construction, il y a là une source continue d'accidents, sans compter le peu d'efficacité du système, puisque, par raison d'économie on se borne à adopter la marche arrière avec une seule des hélices. La transmission électrique évite ces ennuis. Les chances de rupture sont plus faibles. Le réglage et le renversement de marche se font sur les moteurs électriques. Le freinage rapide des hélices est possible. Le mode de propulsion est souple et silencieux et procure une notable économie de combustible. Les moteurs sont groupés à l'arrière et les turbines, placées aussi près que possible de la chaufferie, d'où économie de poids et d'argent sur les tuyauteries. Ce sont les conditions de poids, de vitesse, d'amortissement, etc., qui justifient l'adoption de l'un ou l'autre mode. Les croiseurs et navires de ligne emploieront la transmission électrique, les torpilleurs, la transmission mécanique. La marine marchande réservera l'électricité pour les grands paquebots et se contentera des engrenages pour les navires de moyen tonnage et les cargos. Le courant continu permet des montages simples et un réglage commode de la vitesse ; par contre, on ne peut guère dépasser des tensions supérieures à 750 V, ce qui nécessite des conducteurs de sections beaucoup trop fortes. On emploie donc le courant alternatif (en règle générale le courant triphasé) sous des tensions de 2 000 à 5 000 V. Les alternateurs couplés sur les turbines sont du type ordinaire. L'excitation est prise sur le circuit lumière et peut être amenée sous des tensions qui varient de 60 à 100 V, ceci dans le but d'accélérer la reprise du mouvement lors du renversement de marche. On utilise indifféremment les moteurs synchrones et asynchrones, ces derniers pouvant être montés avec bagues ou en court-circuit. Avec les moteurs à rotor en court-circuit, on pourra faire le démarrage en « étoile-triangle ». Parmi les procédés susceptibles d'augmenter le couple de démarrage, il faut citer celui qui consiste à agir sur la résistance du rotor. Dans les appareils à bagues, il n'y a aucune difficulté ; le processus du démarrage est alors le suivant : la résistance est connectée sur les bagues, puis, le démarrage terminé, celle-ci est mise hors circuit, pendant que la même manœuvre court-circuite l'enroulement secondaire. Il n'en est plus de même avec l'induit en court-circuit ; on a recours alors au procédé Boucherot. L'enroulement comporte deux parties distinctes, l'une à haute résistance et faible self-induction, l'autre à self-induction élevée et faible résistance, en sorte qu'au démarrage c'est la résistance ohmique qui entre en jeu, tandis que, lorsque le moteur acquiert de la vitesse et que, par suite, la fréquence du secondaire diminue, son influence s'annule. Le réglage de la vitesse est un peu plus compliqué. La vitesse est proportionnelle à la fréquence du primaire et inversement proportionnelle au nombre de pôles. Pratiquement, le primaire comporte deux enroulements distincts correspondant à un nombre de pôles différents, par exemple, 40 et 60. On agit, en outre, sur la fréquence en modifiant la vitesse du groupe turboalternateur. Pour inverser le sens de la marche, on permute deux phases. Lors de cette opération, l'hélice, entraînée par les filets liquides, continuerait à tourner pendant quelque temps dans le même sens. On la freine en donnant la valeur maximum au couple de démarrage dans la marche inverse, pour cela on utilise l'enroulement à nombre de pôles maximum, on diminue la fréquence (abaissement de la vitesse de l'alternateur) et on relève la tension au primaire (surexcitation de l'alternateur). On emploie de plus en plus les moteurs synchrones qui travaillent avec un facteur de puissance égal à l'unité, et que l'on fait démarrer en moteurs asynchrones ; on pourrait aussi utiliser l'entraînement par la turbine, mais ce procédé cause une perte de temps. Le changement de marche s'exécute en passant en asynchrone ; le freinage résulte des mêmes manœuvres que précédemment. Un autre mode de freinage consiste à séparer le moteur de l'alternateur (il fonctionne alors en générateur), à le surexciter et le court-circuiter. Les appareils de commande sont groupés dans une chambre spéciale. Dès que la puissance est un peu forte, on n'utilise que des organes à bain d'huile et les manœuvres ne se font qu'après avoir coupé le courant. Cette chambre comporte également une série de thermomètres correspondant aux diverses machines électriques. La question de l'échauffement est, en effet, primordiale ; on estime que la puissance dépensée en chaleur est d'environ 7 à 8 pour 100 de la puissance totale et on ne saurait, en conséquence, apporter trop de soin au refroidissement. Chaque générateur ou transformateur possède son ventilateur. Les isolants peuvent résister à une température continue de 100° C. Il faut encore protéger les machines à l'arrêt de l'action destructive de l'humidité ; on prévoit, à

TOUTES LES APPLICATIONS DU CARBONE

BALAIS LE CARBONE

POUR TOUTES MACHINES ÉLECTRIQUES

PILES AD

PILES ÉLECTRIQUES DE TOUS SYSTÈMES

ANNEAUX-JOINTS DE VAPEUR - CHARBONS POUR MICROPHONES ET APPAREILLAGE

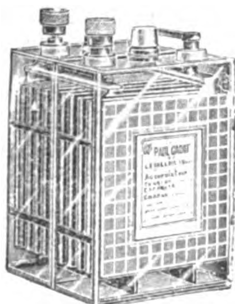
LE CARBONE
Société Anonyme -- Capital 28 000 000 fr
12. rue de Lorraine LEVALLOIS-PERRET (Seine)

Téléphone : WAGRAM 11 98
Adresse télégraphique : CARBOLAC-LEVALLOIS
Registre du Commerce : Seine N° 11 699

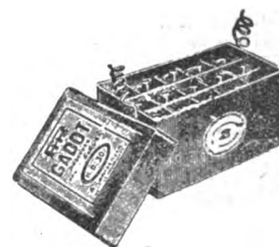


ACCUMULATEURS, PILES POUR T. S. F.

Ceux qui donnent le plus longtemps les meilleurs résultats



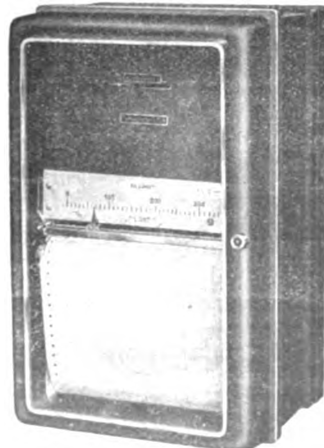
Accumulateurs de chauffage		Batteries de tension accumulateurs	
30 A-h	78.20 fr	40 volts	115 fr
40 A-h	93.15 »	80 volts	230 »
50 A-h	120.75 »	**Piles à grande capacité**	
60 A-h	138.00 »	45 volts	20 fr
80 A-h	166.75 »	90 volts	40 »
100 A-h	204.70 »		



GADOT

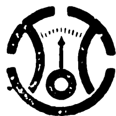
LEVALLOIS-PARIS Porte Champerret - LYON 153, Av^e^. Berthelot - BRUXELLES 39, Boulev. Baudouin
PARIS Galeries de l'Electricité, 44, Av^e^ de la Grande-Armée

R. C. : Seine N° 175 659



TRUB, TAUBER & Cie

ZURICH
3, rue Ampère

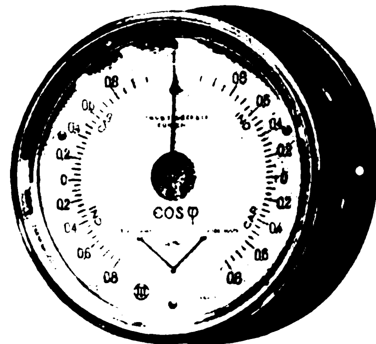


PARIS
36, B^d^ de la Bastille

Teleph. : DIDEROT 14-90 — *Teleg.* : DYN.

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques



INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120 000 volts*

Enregistreur : diagramme utile [illegible] mm coordonnées rectilignes | Réparations Appareils toutes Marques

cet effet un mode de séchage électrique ou à vapeur. Très récemment, on a essayé la turbine Ljungstrom. Chaque turbine actionne deux générateurs. Les moteurs tournent à [illegible] t : mn. L'avantage résulte de l'emploi de vitesses rapides, les moteurs ont alors de faibles dimensions et le rendement est très bon. Par contre, il faut recourir à un réducteur de vitesse à engrenages. Malgré cet inconvénient, les résultats obtenus ont été des plus encourageants. La transmission électrique s'est surtout développée en Amérique et y a fait de notables progrès, alors que les autres nations n'en sont guère qu'à la période d'études. Il convient de mentionner le nom de deux firmes qui se sont spécialisées dans cette construction : la General Electric Co et la Société Westinghouse. — F. F.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

394 (083) Notes sur les travaux de la Semaine des Postes, Télégraphes et Téléphones; M. André. *R. G. E.*, 15 septembre 1923, t. XV, p. [illegible]; [illegible] 200 mots. — Dans cette note, M. André commence par exposer les raisons qui militent en faveur de la substitution du régime de la conversation taxée au régime forfaitaire et en faveur du placement des compteurs de conversations au bureau central et non chez les abonnés ; il passe ensuite en revue les principales questions qui ont été l'objet de discussions à la Semaine des Postes, Télégraphes et Téléphones : communications interurbaines, remplacement des fils téléphoniques actuels par des câbles téléphoniques aériens, développement de la téléphonie rurale, réorganisation du service des colis postaux, organisation financière de l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones. Rappelons, à ce propos, que deux des communications faites à la Semaine des Postes, Télégraphes et Téléphones ont été antérieurement reproduites dans ces colonnes : la communication de M. R. Legouez sur les câbles téléphoniques (*R. G. E.*, [illegible] mai [illegible], t. XV, p. [illegible]) et celle de M. R. de Valbreuze sur la télégraphie et la téléphonie sans fil (*R. G. E.*, [illegible] juin 192[illegible], t. XV, p. [illegible]).

621 394 5 La télégraphie sous-marine. *E. T. Z.*, 14 juin 1923, t. XLIV, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — La première idée de l'emploi d'un câble sous-marin appartient à l'Espagnol Salva en [illegible], mais le premier essai semble dater de 18[illegible]. L'Atlantique fut franchi pour la première fois en 18[illegible] et, en 19[illegible], il existait [illegible] câbles d'une longueur totale de [illegible] milles marins. Tandis que le premier câble transatlantique de 18[illegible] travaillait avec une rapidité de transmission de [illegible] lettres à la minute, les plus récents, d'une longueur égale, travaillent à [illegible] lettres à la minute. — L'isolement est presque exclusivement réalisé avec de la gutta-percha, rarement avec du balata. Le câble États-Unis-Alaska et quelques câbles américains d'une plus grande longueur sont isolés au caoutchouc. La plus grande profondeur atteinte est de [illegible] m. Le récepteur le plus employé est le siphon recorder de Lord Kelvin. Il a une résistance comprise entre [illegible] ohms et 800 ohms, ce qui correspond à des intensités de réception de [illegible] à [illegible] microampères. La rapidité de transmission est augmentée par l'emploi d'amplificateurs construits sur le principe du galvanomètre, tout comme le siphon recorder, et qui permettent de lire les signaux reçus depuis [illegible] microampères à [illegible] microampères. L'article mentionne alors et décrit brièvement l'amplificateur Heurtley et l'amplificateur de Dixon et Cox. Les appareils à tri[illegible] n'ont jusqu'ici été que peu employés. On a également construit des relais sous forme de galvanomètres qui transmettent sur un tronçon de câble les signaux reçus sur le précédent. Des dispositifs auxiliaires, condensateurs et shunts magnétiques servent à améliorer la forme des signaux. G.-W. Milner prétend que la rapidité de transmission dans les câbles est limitée par : [illegible] la sensibilité des récepteurs, mais celle-ci est maintenant poussée si loin qu'elle n'intervient plus ; 2° l'équilibre des circuits artificiels, qui ne peut jamais être parfaitement réalisé à cause des variations de température ; 3° la présence de courants étrangers dus à des potentiels de 0,00[illegible] v à 0,00[illegible] v de la mise à la terre ; 4° la tension d'émission qui dépasse rarement 50 v pour ménager l'isolement du câble ; 5° les courants terrestres dus aux perturbations magnétiques. L'auteur étudie mathématiquement l'intensité en bout de câble d'après la tension d'émission, les résistances des dispositifs émetteurs et récepteurs, la longueur du câble, l'amortissement par unité de longueur et la résistance d'onde. Il compare enfin les déviations relatives du siphon suivant la rapidité de transmission, les réceptions sur siphon et sur relais et les caractéristiques de différents émetteurs suivant la valeur de la capacité employée. — B. H.

621 394 5 629 123 Le navire poseur de câbles « Faraday ». *Electrical Review*, 3 août 1923, t. XCIII, p. [illegible], [illegible] 000 mots, 10 fig. — Le nouveau navire poseur de câbles a, pour sa première campagne, procédé avec deux autres navires à la pose d'un câble télégraphique sous-marin entre Waterville (Irlande) et Canso (Nouvelle-Écosse). Ce câble doit permettre un trafic de [illegible] mots à la minute dans chaque sens et dans ce but le conducteur de cuivre est d'une section plus forte que celle habituellement employée en pareil cas. Le câble est isolé à la gutta, le poids du conducteur de cuivre est de [illegible] livres ([illegible] kg) par mille marin. Il y a huit types différents de protection suivant les profondeurs. Le « Faraday » est un des plus grands navires de son genre à flot et un des plus modernes. Il peut porter [illegible] t de câbles et a un rayon d'action de 10 000 milles. Il a une proue de clipper avec trois poulies pour le déroulement du câble ; la poupe, comme celle des croiseurs, a deux poulies. Il y a quatre cuves pour emmagasiner le câble. L'équipage total y compris les officiers et les équipes de pose du câble est de [illegible] hommes. On donne, dans l'article, une description assez détaillée de la disposition des divers compartiments du navire dont les principales caractéristiques sont :

Longueur totale	[illegible] m
Longueur entre perpendiculaires	[illegible] m
Largeur au maître bau	[illegible] m
Tirant d'eau	[illegible] m
Tonnage brut	5 [illegible] t
Tonnage net	[illegible] t
Vitesse	12 nœuds
Puissance	[illegible] ch

Les chaudières sont disposées pour la chauffe au combustible liquide qui est emmagasiné dans des réservoirs situés en avant et en arrière des cuves de câbles et qui peut être aussi placé dans le double fond du navire servant autrement de water ballast. Ce navire peut emporter [illegible] t d'huile de combustion. — I. S.

621 395 Le téléphone en France et à l'étranger; G. Valensi. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mai 1923, t. X, p. [illegible], [illegible] 000 mots. — Dans cet article, l'auteur revient sur la question, déjà traitée dans ces colonnes, de la nécessité d'une réforme du téléphone en France. Il donne d'abord les statistiques relatives au téléphone pour les principaux pays, les États-Unis arrivant en tête avec [illegible] téléphones par 100 habitants, tandis que la France n'arrive qu'au dix-neuvième rang avec [illegible] poste. Ce chiffre, qui est en même temps la moyenne en Europe, correspond au degré de développement des États-Unis en 19[illegible]. Il donne également la statistique relative aux différentes villes, Stockholm tenant la tête avec 3[illegible] téléphones par 100 habitants et Paris en avant 5,5. Il expose ensuite les traits généraux de l'installation des téléphones aux États-Unis et de l'organisation des services. Pour celle-ci, il étudie de près les cinq caractéristiques du système Bell qui sont : *a*) les compagnies régionales associées ; *b*) la compagnie des longues lignes interrégionales ; *c*) le bureau central d'études, de recherches et de développement ; *d*) l'entreprise de manufacture du matériel et de l'outillage ; *e*) la compagnie financière. Il décrit ensuite l'organisation té-

phonique en France et en début ce qu'il est urgent de faire dans notre pays pour donner au service téléphonique l'importance qu'il devrait avoir. Y. G.

621 395 11. L'influence des irrégularités de construction des lignes avec bobines sur la résistance d'onde *E T Z.*, juin 1923, t. XLIV, p. 548-549, 900 mots. — L'article en question est le résumé d'une étude publiée dans « Archiv fur Elektrotechnik », t. IX, 1922, p. 401-404, par K. W. Wagner et K. Kupfmuller. La transmission des courants alternatifs, par exemple, des courants téléphoniques, sur les longues lignes est fonction de deux grandeurs complexes : la résistance d'onde ($\sqrt{\ }$) et la constante de propagation qui dépendent des constantes de la ligne. Dans le cas de lignes homogènes, ces grandeurs varient très régulièrement avec la fréquence, il en est de même avec les lignes munies de bobines Pupin à intervalles constants. Toutefois la résistance aux ondes mesurée sur des lignes en service s'écarte en plus ou en moins de la valeur théorique calculée et les écarts observés rendent difficile l'exploitation des lignes, surtout si l'on fait usage du renforcement. Les auteurs se sont proposé de chercher les causes de ces écarts et les moyens de les éviter. Par leurs mesures et leurs essais sur des lignes réelles et artificielles, ils ont trouvé que la cause de ces écarts doit être attribuée à des différences parfois très petites dans les constantes des tronçons de lignes formés de bobines et de conducteurs. Ces différences de constantes sont dues en partie à des inexactitudes de fabrication des bobines et de construction des lignes, en partie aussi à la relation existant entre l'inductance des bobines Pupin et l'intensité du courant. Pour remédier à ces défauts, il faut égaliser tous les tronçons entre eux. L'article original donne des renseignements sur la manière de procéder pour mettre une ligne en état de fonctionner convenablement, comme il indique aussi des résultats obtenus. — A. M.

621 395 34 42 La téléphonie automatique. Le système Siemens installé à Southampton. *Electrician*, 13 juillet 1923, t. XCI, p. 33-34, 1000 mots, 3 fig. Le fonctionnement de ce système est basé essentiellement sur l'emploi d'un commutateur rotatif appelé pré-sélecteur, cet appareil en combinaison avec deux relais, est placé sur chaque ligne de transmission. — Les relais assurent le fonctionnement du pré-sélecteur dont le rôle est de chercher une ligne disponible sur dix lignes installées et allant chacune à un recordi sélecteur. Le commutateur du sélecteur peut exécuter un mouvement de rotation et un mouvement vertical, il possède dix roues et dix séries de contacts. Le premier sélecteur est le commutateur qui est actionné par le premier train d'impulsions transmises par le cadran, le second sélecteur est mis en mouvement par le second train d'impulsions transmises par le même cadran du demandeur. — Le mouvement vertical est commandé par le troisième train d'impulsions et le mouvement de rotation, par le quatrième et dernier train d'impulsions, les touches du dernier sélecteur sont alors sur la ligne demandée. Si la ligne est libre, le demandeur entend la sonnerie chez l'appelé ; si la ligne n'est pas libre, le demandeur en est informé par un bourdonnement dans son récepteur. — Lorsque la conversation est terminée, le demandeur, en raccrochant son récepteur, ramène tous les commutateurs au zéro. L'article donne une description sommaire de l'installation réalisée à Southampton, des photographies montrent les tableaux d'abonnés et le tableau de contrôle. E. B.

621 396.11. — Exposé critique des théories de la propagation ; L. Bouthillon. *L'Onde électrique*, mai et juin 1923, t. II, p. 275-289 et 333-357, 2 000 mots, 4 fig. La théorie de la propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la terre a suivi l'évolution de la télégraphie sans fil elle-même qui se divise d'après l'auteur, en trois grandes périodes : 1° celle du début allant jusqu'à la fin des expériences de W. Duddell et J. E. Taylor en Angleterre, de C. Tissot en France, soit environ jusqu'en 1900, époque à laquelle semble définitivement éclairci le phénomène de la propagation des ondes à petite distance ; 2° une période de transition pendant laquelle la préoccupation dominante a été la recherche des grandes portées uniquement par l'augmentation de la puissance des transmetteurs et de la sensibilité des récepteurs. Cette période paraît se terminer actuellement après la mise au point des amplificateurs à lampes et les expériences en vue de la réduction des résistances de terre ; 3° enfin, les années les plus prochaines paraissent devoir être, avec celles de l'exploitation des résultats acquis précédemment, celles des recherches sur la direction des ondes. L'instrument qui manquait autrefois est maintenant au point : c'est le radiogoniomètre. A la réception, les systèmes de cadres et d'antennes commencent à se répandre ; à la transmission, des résultats importants sont acquis pour les petites ondes et seront probablement étendus prochainement aux ondes longues. A ces trois étapes correspondent trois époques de la théorie de la propagation. Dans la première, sont débattues les idées fondamentales sur la propagation à courtes distances, idées qui serviront de point de départ pour les travaux de l'époque suivante où l'on étudiera les phénomènes qui accompagnent la transmission à longue distance. Cette deuxième époque paraît actuellement passée et les esprits sont maintenant orientés principalement vers la considération du chapitre de la théorie de la propagation dont la radiogoniométrie permet l'étude et dont les deux parties principales traitent du caractère de la vibration qui se propage et de la direction de la propagation. L'auteur reprend successivement l'étude de ces trois périodes, en signalant au passage les résultats de la théorie, en indiquant les approximations faites pour les obtenir et en les confrontant avec les expériences. Il étudie, en particulier, l'influence de la courbure de la terre et le rôle de l'atmosphère dans la propagation. En ce qui concerne le rôle du sol, il est acquis que, pour les grandes longueurs d'onde et la propagation sur mer, on peut le considérer comme un conducteur parfait à toutes les distances possibles à la surface du globe terrestre ; au contraire, pour les terrains ordinaires, il est nécessaire de tenir compte de leur conductibilité et aussi de leur constante diélectrique. En ce qui concerne l'influence de la courbure de la terre, il est démontré que les théories de la diffraction autour d'une terre sphérique entourée d'une atmosphère diélectrique ne suffit pas à rendre compte des phénomènes observés. Il est donc nécessaire de faire appel à l'atmosphère pour obtenir l'explication des phénomènes ; mais à ce point de vue, les théories diffèrent et il faudra d'autres études longues et nombreuses pour résoudre le problème. — G. M.

621 396 612.1. — Eclateurs à soufflage de l'étincelle dans un diélectrique gazeux ; J.-L. Breton. *C. R. Ac. des Sc.*, 19 février 1923, t. CLXXVI, p. 471-473, 800 mots. — Le nouveau modèle d'éclateur qui a été retenu pour la réalisation de fours d'induction à grande fréquence n'exige qu'un moteur d'un dixième de cheval ; il est constitué par un disque circulaire de métal ou de graphite, contenu dans un récipient cylindrique hermétiquement clos et rempli de gaz d'éclairage ou de vapeur d'alcool. Ce disque tourne autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par son centre à une vitesse de 3 000 à 4 000 t : mn. Les étincelles jaillissent entre la surface de ce disque et deux électrodes de graphite supportées par des tiges à vis qui pénètrent dans le récipient par des entrées accordéons en porcelaine. Un refroidissement convenable par circulation d'eau ou par ailette permet un fonctionnement ininterrompu de très longue durée. Voir aussi *R. G. E.*, 15 septembre 1923, t. XIV, p. 381. — M.-H. B.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537 531 **La pénétration des rayons cathodiques dans le molybdène**, D. L. Webster et A.-E. Hennings, *Phys. Rev.*, mars 1923, t. XXI, p. [illegible], 2 000 mots, 3 fig. — L'examen de la pénétration des rayons cathodiques dans la matière est importante parce que *a*) il met en évidence les forces agissant sur un électron qui vient au voisinage d'un atome ; *b*) il prouve que les rayons X seront produits au dessous de la surface et seront absorbés par la matière sur une étendue qui dépend de la profondeur de leur production et de la fréquence des rayons considérés. Il faudra donc faire une correction aux mesures relatives aux rayons X dans les travaux précis ; *c*) il vérifie que, puisque chaque rayon cathodique traverse plusieurs atomes avant de s'arrêter, l'intensité des rayons X dépend de ce nombre d'atomes. D'après les expériences de Whiddington, il faudrait s'attendre à une grande discontinuité à la limite d'absorption K de la substance émettrice, puisque les rayons d'une longueur d'onde légèrement plus courte seront absorbés un certain nombre de fois plus que ceux de longueur d'onde légèrement plus longue. Or, dans la plupart des cas, cette discontinuité n'apparaît pas. La caractéristique K est presque sûrement produite par le déplacement des électrons des positions K dans les atomes et leur remplacement par d'autres électrons de *L*, *M*, *N*, etc. D'un autre côté, dans les plus hautes fréquences du spectre continu, les quanta sont plus grands que ceux qu'on peut obtenir en remplaçant par les électrons les plus rapprochés tous les autres électrons de n'importe quelle zone. Il n'est donc pas possible de supposer que ces quanta pourraient être obtenus plus commodément avec les électrons K qu'avec les autres. Les auteurs ont donc cherché une méthode pour examiner s'il y a une discontinuité dans le spectre observé. Ils ont essayé de séparer la part due à l'absorption par les irrégularités superficielles de celle due à la vraie pénétration. Ils ont donné des courbes illustrant leur méthode pour le spectre du molybdène. Il est assez difficile de comparer les résultats obtenus avec ceux des observateurs qui se sont occupés de la question. Ceux qui se rapprochent le plus des nombres des auteurs ont été trouvés par W.-P. Davey qui arrive à des profondeurs moyennes de 0,14 à 0,92 micron pour l'argent avec une tension de 10 à 17 kV. Les rayons X utilisés sont de toutes fréquences. On peut employer des valeurs interpolées déduites des expériences de Whiddington pour l'aluminium et l'or. Cette interpolation permet d'obtenir des valeurs grossières pour le molybdène : *b* = 1,25 × 10[6] kV² cm. Des courbes de la profondeur moyenne x_A et de la profondeur maximum x_{TW} ont été tracées, cette dernière étant calculée d'après la loi de Thomson-Whiddington. A 70 kV on trouve x_{TW} = [illegible] microns, valeur onze fois plus grande que la profondeur observée x_A. C'est surtout vers 15 kV que les deux courbes divergent. Les essais à 21 et 22 kV sont très difficiles à faire d'une manière précise et il ne faut pas leur accorder grande confiance à cause de la faiblesse des rayons à ces tensions. Cependant, après des précautions très grandes, on peut supposer qu'il doit y avoir une absorption constante due aux petites rugosités de l'anticathode d'une hauteur de 1 micron environ. Mais les derniers essais furent effectués avec une surface parfaite qui ne contenait certainement pas de protubérances. L'hypothèse faite plus haut n'est donc plus possible. L'explication probable est que les rayons cathodiques pénètrent en ligne droite dans la première épaisseur d'un micron, mais qu'ensuite leur déviation est telle que des tensions plus élevées n'augmentent que très peu leur pénétration. — C. F.

537 531 **La diffusion des rayons X et la loi de Bragg** ; E. Wolfers, *C. R. Ac. des Sc.*, 22 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 759-762, 1 250 mots. — Les mesures de haute précision faites par Stenstrom, Siegbahn, Hjalmar et par Duane et Patterson ont montré que la loi de Bragg $K\lambda = 2a \sin \alpha$ n'était pas rigoureuse, les angles mesurés dans les ordres supérieurs étant un peu trop petits. La seule explication est jusqu'ici basée sur l'électromagnétisme classique ; les rayons X, traités comme de la lumière, auraient un indice de réfraction inférieur à 1 directement mesurable par une méthode de réflexion totale. Dans une communication précédente (*C. R. Ac. des Sc.*, 2 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 32), l'auteur a déjà montré que ces expériences n'étaient pas indiscutables et, théoriquement, le point de vue exposé soulève des difficultés. Dans cette nouvelle note, M. Wolfers montre qu'il est possible de les lever en expliquant les écarts de la loi de Bragg d'une façon compatible avec la théorie des quanta. Il admet comme seule hypothèse que la diffusion dans un cristal est de même nature que dans un corps quelconque. De l'examen d'un tableau où sont consignés des valeurs observées et calculées pour deux exemples, il résulte une confirmation partielle de la théorie de diffusion par quanta. — M.-H. B.

537 1 + 537 52 — **Le mouvement des électrons dans l'oxyde de carbone**, H. B. Wahlin, *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 517-[illegible], 2 500 mots, 3 fig. — Dans un précédent travail, l'auteur a rendu compte de mesures de mobilités, dont il résulte qu'un électron se fixe très rarement sur une molécule d'oxyde de carbone. Mais, dans une détermination de ce genre, la présence dans le gaz d'une petite

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et C[ie]*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

quantité d'impuretés pouvait en altérer sensiblement les résultats, spécialement dans le cas d'une impureté ayant un caractère électronégatif. Il était donc nécessaire de reprendre ces expériences, en se plaçant dans des conditions de pureté très élevée du gaz expérimenté. Et c'était le but des expériences actuelles. L'oxyde de carbone a été préparé en faisant tomber goutte à goutte de l'acide formique dans de l'acide sulfurique concentré, puis purifiant avec grand soin le gaz dégagé. Les mobilités très élevées obtenues avec ce gaz pur et sec indiquent clairement que les électrons libérés dans ce gaz y restent libres. On a étudié la mobilité des électrons en fonction du champ et de la pression par l'emploi de potentiels alternatifs et de fréquences allant jusqu'à 300 000 p : s, produits au moyen d'un circuit oscillant comprenant un tube à vide. On a pu mesurer, sous une pression équivalente à 733 mm Hg, une mobilité égale à 118 m : s par volt-centimètre, et qui a diminué jusqu'à 81,5 m : s par volt-centimètre lorsque l'intensité du champ était accrue jusqu'à 3 v : cm. La théorie de Townsend-Compton conduit à l'équation suivante pour la vitesse d'un électron dans un champ d'intensité x,

$$v = a\left(\frac{x}{p}\right)\sqrt{B + \left(\frac{x}{p}\right)}$$

Cette relation entre la fréquence et la valeur critique x_c du champ conduit à des valeurs que l'on a trouvées être d'accord avec les résultats relatifs à CO, si a = 1,87.10⁻⁶ et B = 0,005, la pression étant exprimée en millimètres Hg. Cet accord suggère : 1° que le libre parcours moyen est indépendant du champ ; 2° que les collisions des électrons avec les molécules d'oxyde de carbone sont très inélastiques. — L. B.

538 71 44. — Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine et Oise). Ch. DUFOUR, *C. R. Ac. des Sc.*, 15 janvier 1923, t. CLXXVI, p. 176-177, 200 mots. — Au 1er janvier 1923, les valeurs, à la station de l'Institut de Physique du globe de l'Université de Paris (latitude, 48°19'16"; longitude, 2°0'52" E. Gr.) sont les suivantes :

	VALEUR ABSOLUE pour l'époque 1923	VARIATION SÉCULAIRE
Déclinaison	12°16',3	— 10',0
Inclinaison	64°30',3	0',8
Composante horizontale	0,19696	— 0,00009
id. verticale	0,41,08	0,00013
id. nord	0,19242	+ 0,00005
id. ouest	0,04233	— 0,00063
Force totale	0,45915	— 0,00043

M.-H. B.

538 12. — Sur les champs massique et électromagnétique de M. Th. De Donder ; A. BUHL, *C. R. Ac. des Sc.*, 5 février 1923, t. CLXXVI, p. 367-369, 800 mots. — Dans cette note, l'auteur envisage la liaison existant dans les théories einsteiniennes, entre la mécanique classique et l'électromagnétisme. Comme cette liaison est le nœud fondamental des théories en question, il fait remarquer que son étude ne saurait être très originale au fond, mais il croit néanmoins apporter des formules nouvelles exprimant des symétries tensorielles en ayant simplement recours à des déterminants. — M.-H. B.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.7 : 622.9 00.14. — L'étude des installations téléphoniques minières au point de vue de la sécurité. *Génie civil*, 17 juin 1922, t. LXXX, p. 559. Bibliographie d'un rapport de l'United Stades Bureau of Mines, publié dans *Engineer*, du 10 mars 1922. — Description d'essais de sécurité faits sur un téléphone minier de type courant. A la suite de ces essais, le type ordinaire de téléphone de mines, employé aux États-Unis, a été jugé d'un emploi peu sûr dans les atmosphères grisouteuses. Le Bureau des Mines doit proposer une réglementation nouvelle.

621 396 615. — L'emploi des tubes à vide de grande puissance. *Electrician*, 8 décembre 1922, t. LXXXIX, p. 631-632, 1 000 mots, 4 fig. — Des essais ont eu lieu à Rocky Point (États-Unis) avec des tubes à vide de 20 kw. L'antenne Alexanderson recevait le courant à haute fréquence produit par six pliotrons de 20 kw en parallèle et, au cours de ces essais qui durèrent seize heures, des signaux furent transmis à Nauen (Allemagne). Les tubes employés pour ces essais comportent trois électrodes : le filament, la grille et la plaque ; mais le vide est porté à un degré très élevé et l'anode, refroidie au moyen d'une circulation d'eau, au lieu d'être intérieure au tube, enveloppe ce dernier. Dans ces conditions, il a fallu prévoir une étanchéité très soignée entre l'anode cylindrique (en cuivre) et le tube de verre qui la prolonge et par où sortent les conducteurs ; la longueur du cylindre métallique est de 20 cm. La cathode est constituée par un gros filament de tungstène, de 1 mm de diamètre environ en forme de W, porté par de grosses tiges, en tungstène également. Le courant de chauffage est d'environ 50 A sous 90 V. La plaque fonctionne sous une tension continue de 15 000 v par rapport à la cathode. On construit actuellement un tube de 100 kw basé sur le même principe et un tube de 1 000 kw appelé *magnetron* basé sur un principe entièrement différent et déjà décrit dans « R. G. E. » du 10 février 1923, t. XIII, p. 210-219. — M.-C.

621 396 615. — Un nouveau type de lampe à vide très puissante. M.-W. WILSON, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mai 1923, t. XII, p. 600-613, 3 200 mots, 11 fig. — Cet article est la traduction de l'étude parue dans « Electrical Communication » du mois d'août 1922, t. 1, p. 15-21. Nous ne développons pas à nouveau cette question qui a déjà été traitée dans la « R. G. E. » du 10 février 1923, t. XIII, p. 210-219. Rappelons seulement que l'auteur décrit les procédés de construction qui ont permis d'obtenir des lampes dont la puissance atteint 100 kw, alors que la fabrication des lampes dont la puissance dépasse 1 kw est déjà difficile par suite de l'énorme quantité de chaleur qui s'accumule sur la plaque et qui est à dissiper. — B. E.

621 396 62. — Notes sur un récepteur super hétérodyne ; R. LENTZ, *Electrician*, 13 juillet 1923, t. XCI, p. 30-32, 1 100 mots, 5 fig. — On s'est beaucoup préoccupé, au cours de ces dernières années, de trouver une méthode efficace d'amplification en haute fréquence des courtes longueurs d'onde. Il suffit de considérer les courbes caractéristiques des lampes détectrices actuelles pour constater qu'un très faible signal ne peut pas être détecté efficacement ou complètement. Le courant à fréquence acoustique résultant est à peu près proportionnel au carré de la tension à haute fréquence imprimée. Ainsi, donc, le rendement du détecteur diminue très rapidement lorsque l'intensité du signal décroît, jusqu'à ce que l'on arrive à un point pour lequel le détecteur cesse presque de fonctionner. Divers types d'amplificateurs ont été construits pour amplifier l'énergie en haute fréquence avant de l'appliquer au détecteur. Les résultats ont été bons pour les grandes longueurs d'onde, que l'on ait employé le couplage par résistances, le couplage par inductances ou le couplage par capacités. Mais ces mêmes méthodes, employées pour les courtes longueurs d'onde, n'ont guère donné de résultats. La raison en est que la faible capacitance existant entre les éléments des lampes amplificatrices joue le rôle de court-circuit autour du dispositif de couplage, ce qui empêche le transfert d'une différence de potentiel au circuit de plaque extérieur. Une méthode qui semble, cependant, avoir donné de bons résultats, est la méthode super-hétérodyne qui consiste à réduire la fréquence incidente (supposons-la de 1 500 000 p : s, ce qui cor-

respondant à une longueur d'onde de 200 m à une fréquence supérieure appropriée 100 000 p : s par exemple qui peut être convenablement amplifiée ; on fait ensuite passer le courant dans un amplificateur à haute fréquence, on le détecte et on l'amplifie ensuite dans deux ou trois étages à basse fréquence. La transformation de la fréquence du signal incident s'effectue ordinairement au moyen d'un oscillateur hétérodyne et d'un détecteur. Grâce à cette méthode, décrite en détail par l'auteur, il est possible de recevoir les signaux télégraphiques ou à étincelle sans distorsion et avec un aussi bon rendement que pour la réception des signaux à ondes entretenues ; c'est là un résultat étrange, si l'on se rappelle que l'hétérodynation d'un signal télégraphique ou à étincelle au moyen d'un récepteur à réaction ordinaire entraîne une diminution du son et une distorsion. Le rendement de la détection du signal incident avec hétérodynation dépend de la relation de phase avec le courant local. Ce rendement est maximum quand les deux courants sont déphasés de 180° (ou en phase), il est minimum quand les deux courants sont déphasés de 90°. Dans l'hétérodynation ordinaire, la différence de phase initiale sera différente pour chaque train d'onde amortie, puisque la différence de phase initiale dépend des étincelles au poste émetteur. La fréquence des deux courants est pratiquement la même et la longueur du train d'onde est petite en comparaison du temps nécessaire pour former un battement complet à des fréquences audibles. Les trains d'onde différents sont donc redressés avec des rendements différents, et le courant de plaque devient irrégulier. Au contraire la fréquence des battements est élevée dans la super hétérodynation, plusieurs battements se produisant par train d'onde ; la différence de phase initiale entre les deux courants n'a donc plus besoin d'être considérée. — G. M.

621 396 621 Le récepteur neutrodyne. *Radioélectricité*, 1er juillet 1923, t. IV, p. 249-252, 800 mots, 1 fig. — Il s'agit là d'une invention récente du professeur A. Hazeltine qui utilise une bobine tertiaire enroulée sur la bobine secondaire et mise à la terre ; ce dispositif a pour effet de supprimer les effets de capacité entre les enroulements couplés et d'éviter ainsi toute transmission d'énergie par capacité entre les circuits primaires et secondaires. Le schéma du neutrodyne diffère peu d'un amplificateur ordinaire à résonance. Toutefois on remarque, entre les grilles des différentes lampes, la présence de petits condensateurs. L'avantage de l'appareil consisterait en ce qu'il peut fonctionner en autodyne sans qu'aucune énergie à haute fréquence auxiliaire ne soit induite par la lampe oscillatrice et détectrice dans les circuits des lampes précédentes. De cette manière, on évite les brouillages provoqués par le fonctionnement ordinaire des dispositifs à réaction et le rayonnement de l'énergie autodyne par l'antenne de réception. Les oscillations auxiliaires sont localisées dans le circuit de la lampe détectrice. — G. M.

621 396 662.1. — Condensateurs auxiliaires et bobine de charge employés avec des équipements radiorécepteurs simples et construits à la maison. *Circular of the Bureau of Standards*, 23 février 1923, n° 137, p. 1-10, 6 000 mots, 9 fig. — Cette circulaire décrit un équipement auxiliaire destiné à servir avec les montages radiorécepteurs simples signalés dans les circulaires n° 120 et 121. Les condensateurs auxiliaires et la bobine qui y sont décrits peuvent être employés avec l'un ou l'autre des montages simples indiqués dans ces circulaires. La bobine de charge et le condensateur connecté en série avec l'antenne peuvent aussi servir lorsque l'on remplace le cristal détecteur par un détecteur à tube électronique circulaire n° 133, ou lorsque l'on ajoute un amplificateur au dispositif récepteur. Les condensateurs sont du type fixe ; c'est-à-dire que leur capacité n'est pas variable. L'un est placé en série avec l'antenne. L'autre est en dérivation sur le récepteur téléphonique. L'effet du condensateur d'antenne est de permettre d'accroître l'intensité de la réception lorsque les fréquences dépassent 1 000 p : s (longueurs d'onde de 300 m au moins). Il agit donc en sens contraire de l'effet produit par un accroissement du nombre de tours de la bobine d'accord. L'effet du condensateur de téléphone est d'accroître l'intensité des radiosignaux sur lesquels on peut accorder le système récepteur. Enfin, la bobine de charge accroît l'étendue des fréquences que le dispositif récepteur est capable de recevoir. — L. B.

621 396 663 Au sujet de la télégraphie sans fil ; G.-W.-O. Howe. *Electrician*, 12 octobre 1923, t. XCI, p. 390-391, 900 mots, 3 fig. — L'auteur divise les radiogoniomètres actuellement employés en trois types distincts : le système à cadre unique, le système Bellini Tosi, le système Robinson. Il les décrit et en fait une théorie sommaire. — G. M.

621 396 663 Les radiogoniomètres à cadres perpendiculaires. M. Adam. *Rad. électricité*, 1er août 1923, t. IV, p. 300-302, 950 mots, 4 fig. — Dans un article précédent, l'auteur avait étudié les radiogoniomètres à cadres perpendiculaires fixes. Dans le présent article, il décrit un système de deux cadres rectangulaires mobiles autour de leur axe vertical commun. Les deux cadres sont connectés en série par l'intermédiaire d'un condensateur variable. L'un d'eux, appelé cadre principal, est relié d'une façon immuable, l'autre, le cadre auxiliaire, est introduit dans le circuit au moyen d'un inverseur qui permet d'intervertir le sens des connexions. Le reste du montage est effectué comme pour un récepteur sur cadre ordinaire ; la première lampe, détectrice ou amplificatrice, est connectée aux bornes du condensateur d'accord. L'appareil ne comportant qu'un seul réglage est d'une grande simplicité de manœuvre. Ce nouveau radiogoniomètre a été utilisé par les services de la marine américaine lors de la traversée en avion de l'Atlantique. — G. M.

APPLICATIONS THERMIQUES

536 2 . 621 364. — Étude analytique du flux calorifique pénétrant par un seul côté dans une plaque homogène. H.-F. Zangger. *Bull. A. S. E.*, avril 1923, t. XIV, p. 202-203, 3 000 mots, 5 fig. — L'auteur suppose un élément électrique chauffant intercalé entre deux plaques de métal (c'est le cas de nombreux appareils de chauffage électriques, tels que fers à repasser, etc.). La puissance dégagée sous forme de chaleur est constante. La détermination de la répartition des températures à l'intérieur de la plaque à une époque et à une profondeur quelconques pendant le chauffage fait l'objet du premier chapitre. L'auteur se place ensuite dans le cas de refroidissement de la plaque à partir de son point de chauffe maximum (état stationnaire), le chauffage étant alors interrompu. Enfin, l'étude des températures en fonction du temps écoulé et de la profondeur, à partir d'un moment quelconque de la chauffe, fait l'objet du dernier chapitre. Pour terminer, l'auteur donne un exemple pratique avec graphique. — Dans ce travail, il applique les lois classiques de la chaleur spécifique et de la loi de Fourier à une tranche infiniment mince d'épaisseur dx à distance x de la surface de chauffe, et perpendiculaire à la direction de propagation du rayonnement calorifique. — L. C.

536 2 . 621 364 — Variations de température des accumulateurs de chaleur ; ten Bosch. *Bulletin A. S. E.*, avril 1923, t. XIV, p. 193-202, 3 000 mots, 4 fig. — La question du chauffage électrique, particulièrement à l'ordre du jour en Suisse, pose au technicien divers problèmes, dont l'auteur étudie celui de la variation de la température, déperdition, échauffement, conservation dans les corps conducteurs, en fonction du temps, de l'énergie électrique transformée en chaleur et des constantes physiques de conductibilité calorifique, rayonnement calorifique, etc. L'équation fondamentale de départ exprime que la variation de la quantité de chaleur emmagasinée égale la quantité reçue moins la quantité rayonnée pendant le temps dt auquel correspond une variation de température du corps $d\theta$. En com-

basant ces formules avec la loi de Fourrier l'auteur détermine la forme analytique du problème, et étudie les résultats suivant que la chaleur est reçue ou perdue, d'un côté seulement ou des deux à la fois. Ces résultats se traduisent sous forme de courbes de la température à différentes profondeurs dans le métal, au bout d'un temps variable de chauffe ou de retour à l'état initial. Un exemple numérique avec tableau et graphiques illustre cette étude théorique. L. C.

621 367. — Le chauffage sans feu : forges et fours à rivets électriques. Albert Neuburger. *Der elektrische Betrieb*, 24 février 1923, t. XXI, p. 59-60, 1 250 mots, 3 fig. — L'emploi du chauffage électrique trouve un vaste champ d'application dans l'industrie. Il est parfaitement approprié à nombre de machines, par exemple, celles qui concernent la soudure des tôles et des chaînes. Ceci devient fort intéressant avec le renchérissement du charbon chaque fois que les circonstances locales permettent de produire le courant sans passer par la houille. Certains appareils, les forges en particulier, donnent lieu à un véritable gaspillage. Leur rendement ne dépasse pas 9 pour 100, chiffre encore trop optimiste, car, si l'on tient compte des temps perdus, il n'excède pas en réalité 3 pour 100, soit 97 pour 100 de combustible brûlé en pure perte. Ce sont ces raisons qui ont amené à concevoir des machines électriques. La forge décrite dans cet article comporte deux électrodes terminées par des mâchoires mobiles pouvant saisir les pièces les plus compliquées. Les électrodes sont creuses et à circulation d'eau, ce qui assure le refroidissement. Une forge ordinaire nécessiterait 50 à 60 kg de charbon pour 100 kg de fer. En admettant qu'il faille 1 kg de charbon pour produire 1,25 kW h, ce qui est le cas dans une usine bien conduite, la consommation n'est plus que de 12 à 20 kg. Les fours à rivets sont basés sur le même principe : le rivet forme résistance et s'échauffe au passage du courant. Le refroidissement peut être assuré par circulation d'eau dans les électrodes. Il y a un inconvénient : un tel appareil doit être le plus souvent transportable, parfois même il est installé en plein air. Entre autres désagréments, on courrait le risque du gel de l'eau dans les conduites. On a tourné la difficulté en aménageant les électrodes en évaporateurs. On les remplit d'eau au début du travail, quelques litres suffisent pour la journée avec un appareil d'un kilowatt. Si le fonctionnement est intermittent, l'eau se refroidit durant les arrêts et la consommation diminue. Au contraire avec la circulation continue, on ne bénéficie pas de cet avantage et à puissance égale, il faudrait tabler sur 30 à 100 litres par heure. E. F.

621 367. — Chauffage et forgeage électriques. *Der elektrische Betrieb*, 24 mars 1923, t. XXI, p. 66-70, 500 mots, 5 fig. Résumé d'un article de J. Sasse paru dans les A. E. G. Mitteilungen. — L'auteur passe en revue quelques uns des appareils construits par l'A. E. G. Parmi les fours à rivets, il signale un appareil à refroidissement par eau alimenté par du courant monophasé. Un autre type muni du refroidissement à air, assuré par ventilateur, fonctionne sur courant triphasé. Ce dernier présente, entre autres particularités, l'avantage d'un réglage séparé pour le chauffage de chacun des rivets. La puissance est de 6 kVA pour les diamètres inférieurs à 25 mm ; 12 kVA, pour les diamètres inférieurs à 30 mm ; le nombre des rivets chauffés simultanément est de trois. La dépense est d'environ 0,4 à 0,45 kW h par kilogramme de rivet. Nous trouvons ensuite la description d'une forge de 120 kVA pour courant triphasé, le déplacement relatif des trois électrodes permet d'opérer sur les formes de pièces les plus compliquées. La consommation de courant nécessaire pour le travail de 100 kg de métal équivaut à un poids de charbon de 18 à 25 kg. Enfin, pour les pièces qui ne peuvent, sans inconvénient, être intercalées dans le circuit, il existe des fours à moufle équipés avec transformateur abaissant la tension du réseau entre 4,5 V et 15 V et des éléments de chauffage susceptibles de porter la température à 1000° C. — E. F.

621 364 5 00 42 43). — Travaux de la Commission des Appareils de chauffage et de cuisson électriques. *E. T. Z.*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 670-671, 1 200 mots. — L'article contient quelques modifications aux prescriptions et aux explications déjà parues dans « E. T. Z. » 1922, p. 406. Il définit le rendement à l'échauffement : rapport entre la quantité de chaleur absorbée par le contenu utile de l'appareil, évalué en unités électriques et l'énergie électrique consommée. Le temps d'ébullition est le temps nécessaire pour que la quantité d'eau de l'appareil, contenant et contenu non réchauffés et pris à 20° C, soit porté à 96° C. — Le diamètre minimum des résistances chauffantes des coussins est de 0,05 mm. B. H.

621 392 : 669 11. — Essais de soudure à l'arc électrique sur le fer doux et sur la fonte. *Génie civil*, 12 août 1922, t. LXXXI, p. 167. Bibliographie d'un mémoire de Neese, présenté à l'Institut de métallurgie de l'École technique supérieure d'Aix la Chapelle et publié par *Stahl und Eisen* du 29 juin 1922. M. Neese expose en détails les résultats de ses essais. L'article reproduit des micrographies, faites sur des coupes de pièces soudées.

ÉCLAIRAGE

621 328. — Les lampes électriques à main ; Laubold. *Der elektrische Betrieb*, 24 mai 1923, t. XXI, p. 111, 600 mots.

Les lampes électriques à main ont pris récemment une très grande place dans l'industrie. Elles trouvent leur application dans de multiples cas d'éclairage, lors des travaux d'entretien et de réparation des chaudières, des cuves d'industrie chimique, des fours à chambre ou à cornues d'usines à gaz, des canalisations, etc. Malheureusement, elles ont causé de nombreux accidents, parfois mortels, même avec les tensions usuelles de 110 à 220 V. C'est, qu'en effet, l'ouvrier qui travaille à l'intérieur d'une chaudière se trouve placé dans un milieu particulièrement humide et en contact immédiat avec de larges parois métalliques ; dans ces conditions, le corps humain n'offre plus qu'une résistance médiocre au passage du courant ; il s'ensuit que le moindre défaut d'isolement risque de causer les accidents les plus graves. Les mêmes considérations s'appliquent dans une foule de circonstances. Un excellent remède à cet état de choses consisterait à n'employer que de basses tensions inférieures à 32 V, en se branchant, soit sur une batterie d'accumulateurs, soit sur un petit transformateur. Il faudrait, en outre, apporter plus de soin à l'entretien et surtout à la construction des lampes. Il est regrettable de constater dans cet ordre d'idées que l'on perd souvent de vue les prescriptions du Verband deutscher Elektrotechniker. Dans quelques cas particuliers, où on redoute les dangers d'explosion, il y a lieu d'appliquer certaines mesures : report de la prise de courant à l'extérieur du bâtiment, suppression, ou, si la chose est impossible, protection spéciale de l'interrupteur. — E. F.

627 92. — Les phares à grande portée, en navigation aérienne. Capitaine Volmerange. *L'Aéronautique*, mars 1922 ; bibliographié dans *Le Génie civil*, 29 avril 1922, t. LXXX, p. 387. — L'auteur examine tout d'abord les facteurs principaux de la visibilité d'un phare : puissance du feu, distance, transparence atmosphérique, altitude du feu (si l'on se trouve assez loin pour que la rotondité de la terre se fasse sentir). Un diagramme résultant des recherches du Service technique de l'Aéronautique est reproduit dans l'article ; il permet de traiter les problèmes relatifs aux conditions d'installation des phares d'aviation. L'auteur termine par des considérations pratiques sur les phares construits pour les essais.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

661 517. — Quelques points du problème de la fixation de l'azote vus par un électricien ; P. Bunet. *R.G.E.*,

22 septembre 1923, t. XIV, p. 413-416, 4 000 mots. — Des communications et discussions récentes ont encore augmenté l'intérêt que prennent, non seulement les ingénieurs et le monde scientifique et technique, mais encore le grand public à la question de la fixation de l'azote dans le principal but de production des engrais en temps de paix et, malheureusement, aussi des explosifs en temps de guerre. L'énergie électrique intervenait directement avec la plupart des anciens procédés, notamment la combustion de l'azote à la température de l'arc et la fixation de l'azote sur le carbure de calcium obtenu au four électrique. Cette énergie électrique ne joue plus qu'un rôle secondaire avec les récents procédés qui consistent à comprimer fortement un mélange chauffé d'hydrogène et d'azote ; cependant, ces procédés exigent une force motrice assez importante devant être fournie souvent par des moteurs électriques qui peuvent atteindre d'assez grandes puissances. De plus, l'obtention de l'hydrogène par électrolyse de l'eau a été envisagée, et elle est actuellement appliquée sur une échelle assez réduite, mais qui va prochainement se développer ; on va également utiliser l'hydrogène obtenu comme sous-produit dans l'électrolyse aqueuse du sel marin, comme on l'a employé, surtout pendant la guerre, pour l'aéronautique. Enfin, cette production d'hydrogène peut être obtenue par l'utilisation d'excédents de courant de peu de valeur ; elle viendrait en complément dans les usines hydroélectriques à marche très discontinue, comme celles qui alimentent des chemins de fer électriques. Les côtés de la question qui touchent directement les électriciens sont donc assez nombreux. Ce sont ces points de liaison que l'auteur expose dans son article.

661 752 — Fabrication du carbure de calcium. *E. T. Z.*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 667-668, 900 mots, 1 fig., d'après *Iron Journal*, 1922, n° 11-12, p. 270-271. — Un mélange de chaux vive et de charbon porté à une température supérieure à 2 000° C donne du carbure de calcium. Dans les fours construits jusqu'ici du type ouvert, la chaleur produite dans le four se dissipe en même temps que les gaz. Le personnel est incommodé et la matière n'est exposée à l'arc que d'un seul côté. L'entassement entre les électrodes et la paroi du four fait qu'une notable partie de l'énergie électrique consommée ne sert pas à déterminer la fusion du mélange. Les électrodes doivent souvent être retirées. L'arc est déplacé et la matière risque de se refroidir au bec de coulée. Il faut alors déplacer encore l'arc et enfoncer les électrodes pour faire fondre le carbure solidifié qui empêcherait la coulée. Pour remédier à ces inconvénients, un modèle de four fermé est proposé. La cuve est munie d'un couvercle. La sole horizontale conductrice sert d'électrode, les autres électrodes de charbon verticales traversant le couvercle. Les gaz se dégagent par un orifice prévu pour cet usage et s'échappent par un tuyau passant sous la cuve. La coulée se fait par un bec dont les parois font partie de la sole conductrice et une électrode auxiliaire peut être mise en service. Un entonnoir passant entre les électrodes verticales sert à garnir le four. Les matières à traiter s'avancent ainsi rationnellement vers l'arc et les entassements inutiles sont évités. Ce modèle de four continu semble digne d'être retenu, car il est facile à alimenter, d'entretien réduit et permet l'utilisation éventuelle des gaz dégagés. — B. H.

621 37 : 669 753 7. — Dosage électrolytique de l'antimoine; A. Lassieur. *C. R. Ac. des Sc.*, 23 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 263-265, 1 000 mots. — On opère dans une solution de sulfure de sodium et de cyanure de potassium, avec une cathode tournante de platine amalgamé. Le dépôt d'antimoine se fait ainsi sans dégagement d'hydrogène, l'amalgamation limitant la différence de potentiel. On sait que l'hydrogène ne se dégage sur le mercure que sous une tension plus forte que sur le platine : 0,78 V. On opère avec une tension convenable. Le dépôt séché à 100° C ne perd pas de mercure. Le dosage est obtenu en trois quarts d'heure avec une précision convenable. — M.-H. B.

621 371 669 1 — La fabrication du fer électrolytique par le procédé Eustis. *Le Génie civil*, 29 avril 1922, t. LXXX, p. 384. Résumé d'un article de *Iron Age*, 5 janvier 1922. — Ce procédé est applicable à la fabrication des tubes et autres articles en fer électrolytique, en partant du minerai lui-même. Le minerai à utiliser est la pyrrhotite ou pyrite de fer à grande proportion de soufre, minerai très répandu au Canada et aux États-Unis. La réaction préconisée par M. Eustis assure un cycle chimique fournissant du chlorure ferreux en ample quantité comme électrolyte. Ce dernier se sont lié de moins d'impuretés que l'électrolyte généralement employé. De plus, on peut recueillir du cuivre et du soufre comme sous-produits de la fabrication.

621 376 63 6 043 29 — Traitement électrolytique de la paille utilisée pour la nourriture des animaux. *Le Génie civil*, 7 octobre 1922, t. LXXXI, p. 348. Résumé d'une note de G. Pouriau, *E. T. Z.*, 25 mai 1922, t. XLIII, p. 710. — Le procédé de l'auteur consiste à délayer la paille hachée dans de l'eau, on ajoute ensuite de petites quantités de chlorure de potassium, ou de calcium, ou des substances analogues; puis on procède à l'électrolyse. Par ce traitement, le sucre formé subsiste et les substances aromatiques ne sont pas enlevées ; on obtient un fourrage d'une odeur agréable.

COMBUSTIBLES

622 33 43 91 — L'extraction du charbon en Hongrie. *E. T. Z.*, 12 juillet 1923, t. XLIV, p. 669-670, 900 mots. Le traité de Trianon a modifié la situation houillère de la Hongrie, car il lui a pris proportionnellement beaucoup plus de bassins que de territoires ou d'habitants. Les disponibilités évaluées en 1918 à environ 1,72 milliard de tonnes, ne sont plus maintenant que de 0,696 milliard, soit 58,2 pour 100. 12 pour 100 environ de ses forêts lui restent, ce qui correspond à une production annuelle de 150 000 m³ de bois. La nouvelle Hongrie est encore plus mal partagée au point de vue hydraulique. La puissance utilisable était d'environ 1 695 million de chevaux contre 80 700 ch maintenant disponibles, soit 5,0 pour 100. Ces chiffres montrent les difficultés que traverse l'industrie. En 1913, la Hongrie avait besoin de 15 millions de tonnes de charbon et le pays n'en produisit que 10,26. En 1920, la nouvelle Hongrie demandait 8,2 millions de tonnes de charbon dont 2,2 millions de combustible de bonne qualité pour les chemins de fer ou les usines à gaz, 378 000 t de coke et 300 000 m³ de bois. On voit combien peu les disponibilités couvraient les besoins. Le gouvernement rendit intensive l'extraction du charbon qui augmenta rapidement : 3 403 700 t en 1919, 4 636 880 t en 1920, 6 047 880 t en 1921, 7 116 076 t en 1922. Avec des houillères ne représentant que 58,2 pour 100 des houillères de l'ancienne Hongrie, on réussit à obtenir une production de 68 pour 100 de celle de l'ancienne. Les grèves ralentirent pendant quatre semaines, en 1922, l'extraction sans cesse croissante. Des dispositions sont prises pour rendre l'exploitation plus perfectionnée et rigoureusement ininterrompue. — B. H.

662 76 — Sur un procédé de fractionnement thermique des gaz de la carbonisation des combustibles solides; P. Lebeau. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 juillet 1923, t. CLXXVII, p. 319-322, 800 mots, 1 fig. — Un gramme de combustible, renfermé dans un tube de quartz, est chauffé pendant une heure, d'abord à 100° C, puis, par sauts de 100° C, jusqu'à 1 100° C. On mesure le volume des gaz dégagés. L'examen des courbes montre qu'à chaque combustible correspond un maximum, qui est à 800° C pour l'anthracite, alors qu'il n'est qu'à 600° C ou 700° C pour les tourbes et les houilles. Le dégagement gazeux est encore négligeable à 500° C pour l'anthracite, alors qu'avec le lignite il est déjà de 20 m³ à la tonne. Le lignite a son maximum entre 700° et 800° C, le bois de chêne vers 800° C, alors que le bois de pin correspond au maximum des houilles. Cette carbonisation fractionnée, jointe à l'analyse des gaz, apporte à la diagnose des combustibles une méthode nouvelle intéressante pour les

géologues, autant que pour les industriels qui les utilisent. — M.-H. B.

662.76. — Sur la quantité et la nature des gaz dégagés par les combustibles solides sous l'action de la chaleur et du vide : anthracites. P. LEBEAU. *C. R. Ac. des Sc.*, 30 août 19.., t. CLXXVII, p. 456-458, 800 mots. — Les volumes gazeux donnés par les combustibles ne sont pas fonction de leur teneur en matières volatiles, puisque les anthracites pauvres en celles-ci, fournissent des volumes gazeux du même ordre de grandeur que la houille grasse. Le gaz dégagé contient 90 pour 100 d'hydrogène, pas de carbures éthyléniques, 1,5 pour 100 de CO^2 et 5 pour 100 de CO. A 1 000° C une tonne d'anthracite anglais fournit 318 m³ de gaz susceptible d'être utilisé pour la synthèse de l'ammoniac. — M.-H. B.

622.323. — La recherche et l'exploitation du pétrole. *Le Génie civil*, 11 mars 1922, t. LXXX, p. 233, 600 mots. Bibliographie d'un article de M. ARRAL, publié dans les *Annales des Mines*, octobre, novembre, décembre 1921, 300 pages avec nombreuses figures. — L'auteur, dans cette étude assez longue, indique les diverses méthodes d'exploitation en usage aux États-Unis.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144.3. — Un nouveau produit du four électrique : le fer « stainless ». *Le Génie civil*, 6 mai 1922, t. LXXX, p. 411. Bibliographie d'un article de H. VASSEUR, publié dans la *Revue universelle des Mines* de Liège, du 1er mars 1922. — Ce nouvel alliage fer-chrome a fait son apparition en Angleterre. Il ne diffère de l'acier stainless que par sa teneur en carbone qui est au maximum de 0,1 pour 100. Plus doux que l'acier stainless, il convient pour les travaux de forge, d'estampage à la presse, etc.

621.393 : 669.144.3. — Étude d'aciers au chrome préparés par les usines Krupp en vue de la fabrication d'aimants permanents. *Le Génie civil*, 13 mai 1922, t. LXXX, p. 439. Bibliographie d'un article de GUMLICH, publié dans *Stahl und Eisen* des 12 et 19 janvier 1922. — L'auteur indique des essais faits en Allemagne sur des coulées d'acier au chrome de teneurs variées. Certaines de ces compositions donnèrent d'aussi bons résultats comme aimants permanents que l'acier au tungstène.

DIVERS

621.396.5 : 612.821.714.4. — La radioélectricité et la télépathie, ondes hertziennes et ondes de pensée. H. AUBERT. *Radioélectricité*, 1er août 1923, t. IV, p. 277-280, 1 150 mots. — Le professeur Daniel Berthelot, reprenant en quelque sorte les idées de William Crookes et du professeur Branly, s'est demandé récemment « si les irradiations psychiques ne s'expliqueraient pas en admettant que la pensée humaine se propage au dehors par des ondes semblables à celles de la télégraphie sans fil ou de la téléphonie sans fil. Dans la réception des ondes, on constate souvent que le détecteur le plus sensible est un instrument identique au transmetteur et capable d'entrer en résonance avec lui. Ne peut-on pas concevoir que deux cerveaux différents puissent jouer de même, l'un le rôle d'émetteur d'ondes psychiques, l'autre celui de récepteur ? » L'auteur étudie à son tour le problème posé et expose des analogies intéressantes entre un poste de radiotéléphonie et le système nerveux de l'homme. — G. M.

52.691 : 621.315. — Les levers de plans par la stéréoautogrammétrie ; M. SCHWANK. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 5 et 19 février, 2 et 16 avril 1921, t. XLVII, p. 25-27, 37-42, 73-76 et 85-88, 9000 mots, 15 fig. — Nous avons signalé dans la « R. G. E. » du 30 juin 1923, t. XIII, p. 1 041, un appareil automatique permettant d'obtenir les levers topographiques. Dans le but de documenter plus complètement nos lecteurs sur cette question que la construction de nombreuses lignes et usines met à l'ordre du jour, nous rappelons une méthode qui présente également un certain intérêt bien qu'elle ait fait l'objet d'un article déjà un peu ancien. — Dans cette longue étude, l'auteur, après avoir donné quelques généralités sur la photogrammétrie, méthode de levers de plans qui a de trop nombreux inconvénients pour être utilisée en pratique, passe à la stéréophotogrammétrie qui diffère de la précédente méthode par l'emploi de deux clichés à la fois. L'opération se fait avec un appareil qui permet de viser un point quelconque et d'en déterminer les trois coordonnées. Un plan levé ainsi s'établit par interpolation entre un certain nombre de points cotés. — Cette manière de faire est lente et pénible, et, d'autre part, l'exactitude du plan dépend de l'habileté de l'opérateur ainsi que du nombre de points qui sont relevés. Ceci a conduit à obtenir un tracé continu en combinant le stéréoautographe d'Orel, appareil qui permettait de tracer directement et automatiquement des courbes de niveau, avec l'appareil précédent. — Le stéréoautographe se compose d'un système de leviers, chargés de transmettre à un crayon tous les mouvements que font les organes du comparateur, mouvements occasionnés par suite du déplacement de la « marque » sur l'image stéréoscopique du terrain à lever. Ce système de leviers exécute automatiquement toutes les opérations qui, en stéréophotogrammétrie, devraient se faire par le calcul ou graphiquement. Le stéréoautographe transforme donc directement deux projections centrales (les deux clichés) en une projection orthogonale, le plan. Par un mécanisme spécial, il est possible de conduire la « marque » du stéréoscope, sans interruption, à la surface de l'image stéréoscopique du terrain. Le crayon, accouplé au châssis principal du comparateur par les leviers de l'autographe, est forcé de faire en projection orthogonale tous ces mouvements. Tandis que l'opérateur promènera son repère le long d'un cours d'eau, d'un chemin, d'une crête, etc., le crayon dessinera automatiquement et continuellement la projection orthogonale de la ligne suivie. Il est enfin possible de fixer la « marque » de façon qu'elle ne se meuve que dans un plan horizontal ; si, à ce moment, cette « marque » est conduite le long du terrain, il est évident qu'elle sera toujours sur des points de même altitude et le crayon dessinera la projection orthogonale de la courbe de niveau. L'opérateur peut donc à volonté enregistrer avec cet appareil le point, la ligne ou une courbe de niveau. — Le principe du stéréoautographe s'explique assez facilement. L'auteur expose avec quelques détails la théorie de son fonctionnement. Il s'étend ensuite sur les avantages de cette méthode dans son application aux levers de plans techniques. La précision est remarquable ; le trait d'une courbe de niveau tracée à l'autographe est toujours recouvert jusque dans ses moindres détails par le dessin de la même courbe tracée une deuxième fois, même si la seconde courbe est tracée par un observateur différent. L'expérience montre qu'on peut obtenir une richesse de détails qui atteignent, à peu de chose près, la limite donnée par l'échelle. Un gros avantage consiste en ce qu'il est possible de lever le plan de terrains impraticables avec la même exactitude et les mêmes facilités que pour les autres. D'autre part, les plaques photographiques originales représentent un document qui peut toujours être consulté ou mesuré et possédant, par cela même, une haute valeur aux points de vue juridique, scientifique et technique. L'auteur signale, en terminant, que les cas où la méthode ne peut être utilisée sont rares ; ils se réduisent aux empêchements d'ordre photographique comme, par exemple, une forêt très dense, ou lorsque la place choisie est obligatoirement par trop grande ou par trop petite ; il est alors préférable soit de changer l'échelle, soit de laisser résolument une lacune que l'on comble ensuite, s'il est nécessaire, par une méthode habituelle. — Y. G.

SECTION DE LÉGISLATION

621 316 347 414 — A propos d'un projet de constitution d'un groupement de défense de consommateurs d'énergie *R. G. E.*, 23 juin 1923, t. XIII, p. 1072, 200 mots.

347 741 6 347 93 — Arrêt du Conseil d'Etat du 20 mars 1923 concernant la répartition des charges extra contractuelles *R. G. E.*, 16 juin 1923, t. XIII, p. 1031-1032, 150 mots.

361 712 2 017) Décret du 5 juin 1923 rendant obligatoires diverses unifications dans l'exécution des travaux relevant du Ministère du Commerce et de l'Industrie *R. G. E.*, 30 juin 1923, t. XIII, p. 1111, 200 mots.

621 3 (062 Le Comité d'Electricité et la Commission des Distributions d'Energie électrique au Ministère des Travaux publics, J. Parsear *R. G. E.*, 18 août 1923, t. XIV, p. [illegible], 2 500 mots. — Dans cet article, l'auteur donne quelques renseignements sur la composition et les attributions du Comité d'Electricité et de la Commission des Distributions d'Energie électrique au Ministère des Travaux publics.

621 316 351 82. — Application de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique *R. G. E.*, 18 août 1923, t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots.

621 316 351 82 — Sur l'interprétation des articles 22 et 26 du décret du 8 avril 1908 concernant l'instruction des demandes de concession de distribution d'énergie électrique *R. G. E.*, 1er septembre 1923, t. XIV, p. 304, 400 mots.

621 347 351 83. — Loi du 2 août 1923 facilitant par des avances de l'Etat la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes *R. G. E.*, 1er septembre 1923, t. XIV, p. 303-304, 1 000 mots.

351 712 2 033 5. Le cas de force majeure dans l'inexécution des contrats de fourniture d'énergie électrique A. Fonis *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 3 000 mots. — Dans cet article, l'auteur rappelle d'abord les pénalités que peut encourir un distributeur d'énergie électrique pour cessation ou diminution de ses fournitures d'énergie électrique. Il indique ensuite les deux conditions, imprévisibilité et irrésistibilité, que doit remplir un événement pour que le distributeur puisse l'exciper comme constituant un cas de force majeure. Puis, il montre que, si la dernière de ces conditions n'est pas remplie, les conséquences peuvent être différentes pour le distributeur suivant qu'il s'agit d'un contrat avec l'autorité concédante ou avec un particulier. En terminant, il signale un récent arrêt du Conseil d'Etat concernant la répartition des charges extra contractuelles et antérieurement publié dans cette revue, ainsi que trois autres jugements et arrêts qui sont reproduits à la suite de l'article et d'après lesquels la sécheresse exceptionnelle de 1921 constitue un cas de force majeure pour les distributeurs d'énergie électrique produite par des usines hydrauliques.

347 471 5. — Loi du 12 juillet 1923 facilitant la constitution des sociétés coopératives et des sociétés agricoles d'intérêt collectif visées à l'article 22 de la loi du 5 août 1920 et précisant le régime juridique de ces sociétés *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 175-176, 800 mots.

347 471 5. — Circulaire du 1er août 1923 relative aux améliorations apportées par la loi du 30 décembre 1922 et par la loi du 12 juillet 1923 au régime juridique des sociétés d'intérêt collectif agricole *R. G. E.*, 1er septembre 1923, t. XIV, p. 304, 600 mots.

621 316 351 82 Circulaire relative au décret du 24 avril 1923 concernant les concessions de transport d'énergie électrique à haute tension accordées par l'Etat. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1039-1040, 1 200 mots.

621 316 351 811. — Les révocations des permissions de voirie octroyées aux entrepreneurs de transmission et de distribution d'énergie électrique d'après les textes et la jurisprudence, Paul Bougault. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 3 500 mots. — A plusieurs reprises, des « retraits », au sujet des permissions de voirie données par diverses autorités se sont présentés devant la jurisprudence. Un essai de codification autour d'un texte emprunté au décret du 3 avril 1908 a paru nécessaire. C'est cet essai qui est publié dans cet article.

627 8 351 793 — Instruction du 19 octobre 1923 relative à la préparation des projets et à l'exécution des travaux de barrages de grande hauteur *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 812-814, 1 800 mots.

351 8 017 Décret du 29 octobre 1923 relatif aux standardisations rendues obligatoires dans les travaux relevant directement du Ministère des Travaux publics. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 814, 200 mots.

351 818 Décret du 29 juin 1923 supprimant la part contributive de premier établissement des lignes d'abonnés téléphoniques à partir de la deuxième ligne. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 176, 150 mots.

383 1 Arrêté du 2 juin 1923 modifiant le prix de vente des formules de cartes-remboursement cédées aux titulaires de comptes courants postaux *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 176, 100 mots.

351 714 5 — Loi du 30 juin 1923 portant fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1923 *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 173-175, 2 000 mots.

351 714 5 La nouvelle loi de finances du 30 juin 1923 et ses principales innovations ; P. Bougault *R. G. E.*, 8 septembre 1923, t. XIV, p. 341-344, 2 000 mots. — La récente loi budgétaire *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 173-175 n'a pas été beaucoup plus fertile que ses devancières en innovations mais celles qui y sont introduites ont une grande importance ; après en avoir donné une rapide énumération, l'auteur s'arrête à celles qui lui ont attiré des demandes d'explications.

351 714 5 — La loi de finances du 30 juin 1923 et ses principales innovations, Paul Bougault. *R. G. E.*, 15 septembre 1923, t. XIV, p. 359-364, 2 000 mots. — En lisant la dernière loi de finances, on a pu être étonné de voir qu'il y était encore question de l'impôt sur les bénéfices de guerre et même d'une déchéance à encourir pour certaines personnes oubliant de faire en temps utile une réclamation. Bien qu'une disposition très bienveillante du législateur vise principalement les mobilisés ayant réalisé dans certaines conditions ou à des dates données quelques bénéfices et reste par conséquent étrangère aux firmes importantes, l'auteur croit devoir préciser toute la portée des articles 61 et 62 de la loi nouvelle.

351 714 52 — Sur l'application de la loi sur les bénéfices de guerre *R. G. E.*, 18 août 1923, t. XIV, p. 240, 250 mots.

351 714 52 — Sur l'acquittement partiel de l'impôt sur les bénéfices de guerre au moyen des dommages de guerre. *R. G. E.*, 18 août 1923, t. XIV, p. 230, 100 mots.

351 714 72 — Sur la déduction pour l'impôt général sur les revenus d'années antérieures, des sommes à payer pour la contribution sur les bénéfices de guerre. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 1 040, 200 mots.

351 715 1 — Sur l'exonération de la taxe de 1 10 pour 100 sur la valeur des exportations. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XV, p. [illegible], 100 mots.

351 715 1 — Modifications du tableau des droits inscrits au tarif des douanes ainsi que des coefficients de majoration. *R. G. E.*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 449-450, 50 mots.

621 3 : 351 715 5 — A propos des tarifs douaniers concernant l'industrie électrique ; A. Cazeneuve et Jean Rey. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 461-471, 10 500 mots. — Par une circulaire en date du 22 mars 1923, le ministre du Commerce et de l'Industrie a demandé aux syndicats et autres groupements intéressés de formuler leurs observations et leurs desiderata en ce qui concerne la révision de notre tarif douanier actuellement à l'étude. Le Syndicat des Industries électriques, dont une commission, présidée par M. G. Sciama, s'occupe tout spécialement des questions douanières, a répondu à cette circulaire par l'envoi des documents qui sont reproduits dans l'article qui nous occupe. Le premier est une lettre de la Fédération des Syndicats de la Construction mécanique, électrique et métallique, à laquelle le Syndicat des Industries électriques est affilié. Cette lettre, qui répond aux questions générales posées dans la circulaire ministérielle, résume les discussions qui ont eu lieu devant la commission spéciale nommée par la Fédération en vue de l'examen de ces questions ; elle a été rédigée par M. G. Sciama, président de cette commission, et approuvée par les syndicats formant la Fédération. Dans cette lettre, il est d'abord fait observer qu'il serait inutile, actuellement, de chercher à préciser les droits spécifiques à inscrire dans la loi douanière en préparation, ces droits devant nécessairement dépendre des valeurs des objets et marchandises, valeurs qui, dans la situation économique où nous vivons, subissent des fluctuations imprévisibles. Pour cette raison et pour plusieurs autres qui sont exposées dans la lettre, la Fédération est d'avis que la tarification *ad valorem* est à recommander pour la plupart des industries qu'elle représente. La lettre répond, en outre, à trois autres questions : le payement des droits doit-il être fait en francs-or ; quelles sont les industries qui, nécessaires à la vie nationale, doivent faire l'objet d'un régime particulier ; les dispositions d'anti-dumping de la loi du 20 mars 1910 sont-elles suffisantes ? La Fédération considère que la taxation en francs-or n'est pas à recommander, que les industries qu'elle représente sont indispensables à la défense nationale comme l'a prouvé la dernière guerre ; enfin, que les dispositions d'anti-dumping ont besoin d'être renforcées. — Le second document est la lettre par laquelle le Syndicat des Industries électriques adresse un projet de nomenclature douanière des objets et marchandises se rapportant aux industries électriques ; ce projet est une réédition mise au point du projet établi par le Syndicat dès 1917 et complété en 1919 ; la nomenclature qu'il propose est, comme on le verra, beaucoup plus détaillée que celle actuellement en usage.

351 714 52. — Sur l'établissement de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux pour les entreprises des régions libérées dont les exercices de 1919 à 1920 sont, les uns bénéficiaires, les autres déficitaires. *R. G. E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 143, 500 mots.

351 714 52. — Sur l'application de l'impôt sur les bénéfices commerciaux aux commerçants ayant cessé d'exercer depuis moins d'un an. *R. G. E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 143-144, 300 mots.

351 714 72 — Sur le calcul de l'impôt général sur le revenu pour les revenus excédant 7000 fr. *R. G. E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 143, 300 mots.

351 719 3 — Sur l'imposition au titre de l'impôt sur les revenus des réserves d'une société employées en libération d'actions nouvelles. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 176, 200 mots.

351 719 3 — Sur l'imposition des amortissements des immobilisations. *R. G. E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 144, 100 mots.

351 714 5 — Sur l'imposition des intérêts des prêts. *R. G. E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 144, 300 mots.

351 719 3 — Sur l'assimilation à un revenu, en vue de l'application de l'impôt sur le revenu, des actions dont la valeur nominale a été augmentée. *R. G. E.*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 451, 400 mots.

351 714 72 — Sur l'imposition au droit de 10 pour 100 sur le revenu des valeurs mobilières et à l'impôt général sur les revenus des réserves versées au capital d'une société. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 096, 600 mots.

351 714 72. — Sur l'application de l'impôt général sur les revenus à l'assujetti ayant subi une perte sur le prix d'achat d'actions. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1 040, 150 mots.

351 714 52 — Sur le droit de contrôle des agents du fisc pour l'évaluation des bénéfices des assujettis forfaitaires à la taxe sur le chiffre d'affaires. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 30, 200 mots.

351 714 52 — Sur l'imposition, au titre des bénéfices des bureaux français des maisons étrangères. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1 040, 300 mots.

351 719 3 — Sur l'application de l'impôt de 10 pour 100 aux tantièmes des administrateurs d'une société. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 480, 200 mots.

347 772 (73). — Les marques de fabrique et de commerce aux États-Unis ; A. de Carsalade du Pont et P. Regimbeau. *France-Belgique*, juin 1923, t. XV, p. 49-53, 3000 mots. — La législation sur les marques de fabrique et de commerce aux États-Unis présente d'importantes différences avec la nôtre, sa connaissance est cependant assez intéressante pour l'industriel ou le commerçant qui importe des marchandises de leurs marques dans ce pays. Ils trouveront, dans cet article, les indications générales sur l'acquisition d'une marque, la durée de l'enregistrement, les marchandises auxquelles s'appliquent la marque, la liste des quarante-neuf classes dans lesquelles ces marchandises sont réparties et, enfin, quelques exemples de jurisprudence relatifs aux exceptions de la dernière des lois qui régissent ces questions. — Y. G.

347 77 : 44. — Un projet international de protection de la propriété scientifique ; Fernand Jacq. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 35-40, 3 100 mots. — L'auteur, qui a consacré déjà à cette question, qui agite passionnément l'attention des savants, des juristes et de la Confédération des Travailleurs intellectuels, deux études précédentes, analyse et critique le projet d'ordre international que vient d'élaborer la Société des Nations.

347 77 — Décret du 29 septembre 1923, relatif à l'application des dispositions de l'article 306 du Traité de Versailles aux brevets français pris par une société allemande. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 824, 900 mots.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

538.562. — Sur la propagation de certains types d'ondes électromagnétiques. D. R. H[illegible] (*Phil. Mag.*, septembre [illegible], t. XLV, p. [illegible], [illegible] mots). — Dans le cas de réflexion totale à la surface de séparation de deux milieux transparents, la perturbation satisfait aux équations de Maxwell. Elle se propage sans changement de forme comme une onde plane, mais ses propriétés diffèrent de celles du type le plus simple d'onde plane de trois façons : a) l'amplitude n'est pas constante sur un front d'onde défini comme une surface continue joignant les points de phase égale ; b) l'onde n'est pas purement transversale ; c) l'onde ne se propage pas avec la vitesse normale de la lumière dans le milieu. L'auteur examine d'abord les équations du champ électromagnétique. L'équation de divergence et l'équation d'onde pour l'intensité électrique sont

$$\operatorname{div} E = 0$$

$$\left(\nabla^2 - [illegible]\right) E = 0$$

[illegible] est l'opérateur hamiltonien. — On ne considère que les ondes planes et l'axe des [illegible] est perpendiculaire au front d'onde. En coordonnées cartésiennes (1) devient

[illegible]

D'après cette équation, à moins que l'amplitude varie sur le front d'onde de manière que

[illegible]

il doit y avoir une composante longitudinale de E. Si une solution de l'équation d'onde est de la forme

[illegible]

alors

[illegible]

Les deux membres sont respectivement fonctions de x, y et de z, t. Ils sont constants et le cas le plus simple est celui où la constante est nulle. Une solution de ce groupe a été traitée par Lord Rayleigh pour la propagation des ondes électriques le long de cylindres parallèles. L'auteur étudie ensuite les ondes planes polarisées. Si les ondes se propagent avec la vitesse normale de la lumière, elles doivent être soutenues par un milieu matériel. Mais il est possible de trouver des solutions représentant de telles ondes se propageant dans l'éther libre avec une vitesse plus grande que celle de la lumière. Pour une telle solution il y a une région du front d'onde dans laquelle l'amplitude prend des valeurs beaucoup plus considérables qu'ailleurs. Mais il est probable que ceci a un rapport direct avec le mécanisme de l'effet photoélectrique, comme cela paraît possible à première vue. — C. F.

537.52. — Répulsion entre les pôles d'un arc électrique : H. M. B[illegible] (*Phil. Mag.*, juillet [illegible], t. XLVI, p. [illegible], [illegible] mots). — L'auteur indique dans cette courte note que l'effet de pincement lui paraît être un important facteur de la répulsion. On peut considérer un conducteur comme formé d'un grand nombre de filaments parallèles à son axe et dont chacun transporte une certaine partie du courant total. Tous les filaments, en exceptant, naturellement, celui qui se confond avec l'axe, sont soumis à une force qui tend à les pousser vers l'axe. Si, par suite, la colonne conductrice est mobile, elle se contractera de façon à diminuer sa section droite et, par conséquent, à accroître sa longueur. Si elle ne peut le faire, il en résultera une pression hydrostatique, qui sera plus grande suivant l'axe que près de la surface du conducteur. Barx a clairement montré qu'il y a accroissement de pression vers l'axe d'une colonne gazeuse conductrice. Quoiqu'un gaz ne résiste pas, normalement, à des différences de pression, nous ne devons pas oublier que, dans le cas d'un arc, les forces de striction radiales s'exercent plus ou moins uniformément suivant toute sa longueur, de sorte que la vapeur ionisée peut être considérée comme maintenue dans un espace confiné. Le système est analogue à un tube de caoutchouc contenant un gaz sous pression, et porteur de [illegible] à ses extrémités. Si l'on suppose que la colonne conductrice de l'arc est cylindrique et se contracte uniformément, il est aisé de calculer la force F qui s'exerce ainsi sur chaque pôle en vertu de l'effet de pincement. Dans l'état d'équilibre, on a

$$F = \frac{I^2}{[illegible]},$$

où I est l'intensité du courant total. Les résultats expérimentaux obtenus par Duffield suggèrent que la force totale qui s'exerce sur chaque électrode est bien, en effet, à peu près proportionnelle au carré de l'intensité du courant. — L. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques. *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et C°*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du [illegible] janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

537 52 Sur l'ambiguïté de la décharge par étincelle [illegible] *J I E E of Japan* mars [illegible] — Dans le rapport « Quelques recherches sur la tension d'éclatement » paru dans le numéro d'avril [illegible], Bekku et [illegible] démontrent qu'avec un éclateur à sphères les conditions restant les mêmes dans le circuit, tantôt l'étincelle jaillit, tantôt elle ne jaillit pas. Les auteurs désignent ce phénomène sous le nom d'ambiguïté de la décharge par étincelle. Les expériences furent exécutées avec des sphères de [illegible] cm [illegible] cm et [illegible] cm de diamètre ainsi qu'avec un éclateur à pointe. L'écartement variait de [illegible] à [illegible] mm. On a constaté que l'ambiguïté est [illegible] sensible avec les sphères de [illegible] cm de diamètre et qu'il [illegible] a pas avec l'éclateur à pointe. Elle diminue quand on [illegible] les surfaces des sphères. L'auteur du présent article pense que l'explication du phénomène peut être donnée en tenant compte des ions occasionnels existant dans l'air. Supposons que le nombre de ces ions soit de [illegible] par centimètre cube, la distance moyenne d'un ion à un autre de [illegible] mm [illegible] du même ordre de grandeur que la distance d'éclatement employée dans les expériences et l'intensité du champ nécessaire pour l'existence de ces ions varie beaucoup d'un point à un autre, surtout si la surface des électrodes n'est pas propre. Ainsi une des causes de l'ambiguïté est la présence des ions occasionnels. Une autre cause réside dans l'effet de ramassage de ces ions produit par le potentiel de l'électrode. Si l'ion est attiré sur l'électrode avant d'avoir [illegible] l'énergie cinétique suffisante pour ioniser les molécules [illegible], il ne se produira pas de charge. Cet effet de ramassage dépend surtout de la position et de la polarité de l'ion accidentel par rapport à l'électrode. Dans le cas de l'éclateur à pointe, l'absence d'ambiguïté peut être expliquée par l'action de l'effet corona. On pense aussi que l'ambiguïté doit diminuer et disparaître quand la distance de l'éclatement ou la densité des ions accidentels augmente. J S

537 52 Théorie de l'arc électrique [illegible] *Phys Rev* mars [illegible] — L'émission thermoionique de la cathode d'un arc vient en majeure partie de la « tache » de la cathode dont la température est [illegible] K et le diamètre tel que la densité de courant varie de [illegible] à [illegible] A/cm². On a calculé cette densité d'après l'équation de Richardson

$$
[illegible]
$$

On trouve une température plus haute en employant le charbon pur électrolytique au lieu du charbon impur. Pour le carbone on a [illegible] et si on suppose que sa température absolue est de [illegible], la densité de courant est [illegible] A/cm². On a envisagé le rôle de l'émission thermoionique pour des électrodes de tungstène dans l'hydrogène à des pressions correspondant à environ [illegible] mm de mercure. On a vérifié que l'arc avait un diamètre d'environ [illegible] mm quand le courant était de [illegible] A. [illegible] a alors calculé une densité de courant de [illegible] A/cm² qui dépasse de beaucoup la densité possible du courant thermoionique. En déterminant la distribution effective de la température sur la surface de la cathode, Mackay a trouvé que les courants de l'arc sont égaux aux courants thermoioniques, excepté dans le cas de décharges intenses aux hautes pressions de gaz. Le courant de l'arc est alors plus grand que le courant thermoionique. Pour le tungstène, [illegible] T [illegible] K, on en déduit une densité de courant égale à [illegible] A/cm². Les auteurs ont donné un exemple d'arc à basse tension. Dans la vapeur de mercure à [illegible] mm de pression, un courant d'arc de [illegible] A a été observé avec 8 V de différence de potentiel entre les électrodes. La cathode était une bobine consistant en trois tours serrés de fil de tungstène de [illegible] mm de diamètre, enroulé autour d'un fil de fer de même épaisseur qui est ensuite enlevé par dissolution. De chaque côté de la bobine se trouvait un fil de tungstène de [illegible] mm qui était soudé à de solides bornes de molybdène par lesquels passait un courant de [illegible] A. A cause de sa forme la bobine à trois tours étant plus chauffée que les fils droits, on pouvait supposer que l'émission thermoionique venait seulement de la bobine. La surface efficace d'émission peut être calculée en considérant qu'elle est approximativement égale à celle d'un cylindre de [illegible] mm de longueur et [illegible] mm de diamètre, soit [illegible] cm² de surface. La température a été estimée entre [illegible] K et [illegible] K. La densité de courant était [illegible] A/cm². Une étude des arcs à basse tension a établi que l'émission d'électrons par la cathode produit une ionisation suffisante du gaz environnant pour donner une charge d'espace positive juste en dehors de la cathode, ce qui occasionne la saturation de l'émission électronique à une tension relativement basse. L'épaisseur de la région de la chute de la cathode est de l'ordre du trajet moyen des électrons dans le gaz. Il est peu vraisemblable que l'émission photoélectrique puisse être suffisamment intense pour entretenir l'arc et il est probable que les actions chimiques ou le bombardement par des ions positifs ne sont efficaces qu'en ce qu'elles contribuent à la température générale ou locale de la cathode. Les impacts des ions positifs peuvent produire des températures locales élevées qu'il est impossible de déduire de l'équation de Richardson. De plus, dans les gaz à haute pression, la région de la chute cathodique est souvent si resserrée qu'elle donne naissance à une grande intensité de courant capable de faire sortir de la cathode des électrons qui autrement ne participeraient pas au courant de saturation. En d'autres termes, le champ peut extraire des électrons de la région des atmosphères d'électrons. Millikan et Shackelford ne pouvaient extraire des électrons des métaux avec des champs inférieurs à [illegible] V/cm. A la haute température de la cathode l'atmosphère d'électrons s'étend plus loin que la surface de la cathode. C. L.

537 531 Les isochromes des rayons X du molybdène D. L. Webster et A. E. Hennings *Phys Rev* mars [illegible] — Pour interpréter un spectre de rayons X en énergie il faut connaître plusieurs facteurs tels que le coefficient de réflexion du cristal et la valeur de l'énergie de l'ionisation, nombres qui varient d'une longueur d'onde à l'autre, d'une façon à peu près inconnue. Pour les isochromes (courbe de l'intensité en fonction du potentiel pour une fréquence donnée), la plupart de ces fonctions inconnues de la fréquence peuvent se réduire à un facteur qui, tout en étant encore inconnu, est au moins constant pour une courbe isochrome quelconque. En conséquence la forme de l'isochrome peut être déterminée, au moins pour un facteur constant, beaucoup plus aisément que celle d'un spectre. Il y a cependant deux facteurs variables : la diffusion des rayons X par le cristal, ce qui occasionne une petite modification du spectre, et l'absorption de quelques-uns des rayons s'échappant de l'anticathode, absorption qui dépend de la profondeur à laquelle ils sont produits et par suite du potentiel accélérant les rayons cathodiques. Ces erreurs sont de l'ordre de [illegible] pour [illegible]. Les auteurs se sont proposé de calculer les corrections. L'appareil employé a déjà été décrit. Le point important est que le faisceau de rayons X était limité par une fente unique placée près du cristal. La fente de la chambre d'ionisation était plus large que le faisceau incident et celle près du tube était plus large que la tache focale. Aucune de ces fentes ne pouvait donc limiter la largeur du faisceau de rayons X. Ces précautions sont nécessaires parce que la tache focale est plus large à basse tension et grande intensité qu'à haute tension et basse intensité. Pour comparer les divers isochromes, on les a corrigés pour la dispersion et pour l'absorption et ramenés à des échelles proportionnelles. La tension V a été exprimée par le rapport $\frac{V}{h}$ avec $H = \frac{\nu}{e}$ [illegible] V ; l'intensité a été exprimée par le rapport $\frac{I}{I_2}$ où I_2 est l'intensité pour [illegible]. De cette façon toutes les courbes partent du point 1,0 et vont au point [illegible]. Il est d'ailleurs inutile d'aller au delà

de ce point, car, lorsque $V = 2 h\nu$, la reflexion de second ordre de la longueur d'onde moitié de celle envisagée, est comprise dans les rayons à mesurer. Un diagramme a été tracé. Chaque électron est désigné par son quantum potentiel H et sa longueur d'onde. Les longueurs d'ondes avaient été choisies pour que H soit un nombre rond, sauf si le nombre choisi donnait une valeur de la longueur d'onde trop proche des lignes caractéristiques. Ainsi 18,15 kv donne une longueur d'onde entre les raies a et β, au point où les rayons de dispersion de ces raies sont minima. En supposant que chaque collision d'un rayon cathodique avec un électron atomique doive provoquer le rayonnement d'un quantum entier ou rien, on peut trouver la probabilité de radiation à une fréquence particulière quelconque. Car, si un électron pénètre à une profondeur dx, en rayonnant une quantité d'énergie $e\,V_x\,d\nu\,dx$ dans l'intervalle $d\nu$, on a un nombre de collisions radiantes de

$$\frac{e\,V_x\,d\nu\,dx}{h\nu}.$$

Il est vraisemblable que plus un électron issu d'une cathode se rapproche d'un électron atomique, plus il y a de chance de mettre en branle le mécanisme du rayonnement, quelle que puisse être sa nature. Admettons que la distance à laquelle il se rapproche soit le seul facteur qui intervienne ; représentons-la par r, distance de l'électron atomique à la trajectoire rectiligne que suivait le rayon cathodique avant sa collision et ainsi nous faisons complètement abstraction de la force qui l'écarte de cette ligne. Dans une anti-cathode d'épaisseur dx on a n électrons par unité de volume, le nombre d'électrons situés entre r et $r + dr$ de la ligne droite sera en moyenne

$$2\pi n r\,dr\,dx,$$

de sorte que la probabilité pour qu'un électron rayonne une fréquence comprise entre ν et $\nu + d\nu$ sur une épaisseur dx est

$$\frac{e\,V_x\,d\nu\,dx}{h\nu} = \frac{\ldots}{\ldots h}\,\frac{\left(\ldots \right) d\nu\,dx}{\ldots}.$$

C. F.

538 522 — Résistance en courant alternatif et inductance de bobines à une seule couche; C. N. Hickman. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, mai 1923, n° 472, p. 73-104, 6 500 mots, 4 fig., 6 tab. — On emploie ici une méthode d'équation intégrale pour établir les formules relatives à la résistance et à l'inductance en courant alternatif, d'un système de circuits parallèles « aller et retour ». On montre comment ces formules peuvent être appliquées aux bobines à une couche. On les applique ensuite à plusieurs bobines dans lesquelles l'effet de surface est tout à fait prononcé. Les résultats obtenus sont contrôlés expérimentalement. — L. B.

538 55. — Sur quelques propriétés générales des réseaux parcourus par les courants alternatifs en régime permanent. C. Bayet. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 615-618, 3 500 mots, 5 fig. — L'auteur considère un réseau corrigé, c'est-à-dire formé de différents ponts possédant une résistance, une self-inductance et une capacité, auquel on a ajouté des ponts supplémentaires convenables destinés à compenser les capacités entre différents ponts ; il établit alors, en régime stable, les équations de ce réseau. Il termine par un exemple concernant un réseau à 6 pôles et applicable à un circuit téléphonique.

MESURES ET ESSAIS

531 7. — Les mesures physiques et techniques. H. Malmus. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 712-715, 4 000 mots. — Cet article présente quelques remarques faisant suite aux exposés précédemment publiés par M. Wallot. Il rappelle la relation d'application heureuse, préconisée par Wallot

Grandeur = valeur numérique × unité,

et reprend le deuxième exemple dans le but de montrer comment on peut passer de l'équation des grandeurs à la relation numérique, en divisant chacune des grandeurs par son unité dans le système électromagnétique C. G. S. Il souligne ensuite que Wallot ne s'arrête pas à l'équation

$$3.10^{10}\ \text{cm} : s = 1$$

que l'auteur caractérise d'équation mystique, et qu'il a montré qu'il était erroné de considérer le rapport de l'unité de courant dans le système électromagnétique à celle du système électrostatique comme égal à la vitesse de la lumière, ce rapport étant l'inverse d'une vitesse infiniment petite, soit 1 mm par an. Il faut faire disparaître l'illogisme qui consiste à laisser subsister pour une même grandeur plusieurs unités de mesure qui ne soient pas susceptibles de comparaison ; c'est, du reste, là le but des équations de dimensions dans le système absolu, mais on a eu le tort de considérer, comme étant sans dimensions, les facteurs de proportionnalité qui surgissaient, et cela avant d'avoir une vue d'ensemble sur la question. Il devrait être possible aujourd'hui de réaliser l'unité dans la détermination des unités et pour l'ensemble des domaines de la physique. L'auteur considère que le système électrostatique pourrait, avantageusement, disparaître de la physique. Il n'y a guère d'inconvénients à devoir admettre qu'il y ait plus de trois unités fondamentales indépendantes les unes des autres ; ce qui importe, c'est d'avoir l'unité des concepts. Enfin que le choix de l'unité soit arbitraire, quand il s'agit de grandeurs sans dimensions, c'est un fait illustré d'une façon fort intéressante par l'auteur à l'aide de la notion d'angle et de ses diverses expressions numériques qui ont chacune leurs partisans. — E. B.

531 733. — Un nouveau compteur d'écoulement des liquides. *Chem. and Metall. Engin.*, 21 mai 1923, t. XXVIII, p. 904, 800 mots, 2 fig. — Ce compteur est basé sur l'emploi d'un manomètre à mercure soumis à l'action de la différence de pression qui existe entre les deux faces d'un orifice en mince paroi disposé en un point de la canalisation ; la différence de hauteur du mercure dans les deux branches en U du tube est une fonction de la différence de pression et, par suite, de la vitesse d'écoulement du liquide. — Ce principe est utilisé depuis longtemps, l'originalité du système décrit réside dans le fait d'avoir rendu mobile le tube manomètre en le montant sur un système de suspension à couteaux de manière à réaliser une sorte de balance en équilibre dans une position bien déterminée pour toute pression donnée. — Le déplacement angulaire du tube manomètre est utilisé pour commander une aiguille qui porte une plume permettant l'enregistrement des déplacements sur un disque de carton, mobile lui-même autour de son centre en fonction du temps.

La commande de l'aiguille est faite par une came dessinée de telle manière que l'amplitude du déplacement correspondant à une variation de pression donnée soit constante dans toute l'étendue de l'échelle, de sorte que le diagramme peut être intégré au moyen d'un planimètre ordinaire. — L'aiguille appuie sur le papier par simple gravité, elle peut facilement être soulevée pour permettre le remplacement du disque de carton servant à l'enregistrement. L'article est complété par une vue photographique de l'appareil et un schéma montrant la disposition mécanique des différents organes qui le composent. — E. B.

621 317. — Indicateur électrostatique pour hautes tensions. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 634-635, 1 200 mots, 2 fig., 1 tab. Analyse d'un article de A. Palm, publié

dans *E. T. Z.*, 17 juillet 1922, t. XLIII, p. 916-917, 1 200 mots, 1 fig., 1 tab.

621.314 : 621.317. — Les transformateurs d'essais pour stations centrales. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. 549-550, 1 200 mots. Analyse d'un article de A.-B. Hendricks, publié dans *G. E. R.*, juillet 1922, t. XXVI, p. 477-491, 9 000 mots, 55 fig., 1 tab.

621.317.1. — Un galvanomètre à corde à enregistrement rapide. *E. T. Z.*, 5 juillet 1923, t. XLIV, p. 614, 700 mots, 1 fig., d'après *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1922, t. XLII, p. 1. — Par suite de son peu d'inertie, cet instrument est tout particulièrement indiqué pour déceler les variations rapides de courants de faible intensité. Il consiste en un conducteur mince, tendu dans un champ magnétique intense et qui subit une déviation lorsqu'il est parcouru par un courant. L'enregistrement des déplacements du fil est réalisé de la manière suivante : un point du fil éclairé par l'arrière donne une ombre considérablement agrandie sur une feuille de papier photographique qui se déplace. A cet effet, on forme l'image du filament horizontal d'une lampe à incandescence de 3,5 v dans le plan des deux fils du galvanomètre. Une autre lentille projette sur le papier l'image du filament et des fils. On observe ainsi sur le papier une ligne lumineuse horizontale qui est coupée par des traits noirs correspondant aux ombres des deux fils. Ces traits viennent donc en blanc après développement. La netteté du diagramme obtenu dépend de l'épaisseur de ces traits ; aussi on l'améliore considérablement en complétant le premier système optique par deux sortes d'oculaires de Ramsden à lentille cylindrique. Comme fils, on emploie deux bandes de 0,25 mm de large, découpées dans une feuille d'aluminium. Elles donnent un fonctionnement meilleur que les fils de platine jusqu'ici utilisés, car elles sont plus durables, n'introduisent aucune vibration propre nuisible, et permettent de régler facilement la largeur de leur ombre en les disposant plus ou moins de biais. La sensibilité de ce galvanomètre est telle que l'on obtient, sur le papier photographique, des déplacements de 1 mm pour 10^{-3} A ou 10^{-4} A. L'entraînement du papier est assuré par un rouleau en caoutchouc qu'un levier maintient serré contre un autre ; la bande passe entre les deux rouleaux. L'enregistrement des temps est également photographique. Un tube à hélium est monté sur le secondaire d'une petite bobine d'induction dont le primaire est périodiquement interrompu par un diapason entretenu électriquement. L'image de la partie capillaire du tube est photographiée sur le papier où elle donne une série de bandes noires parallèles, perpendiculaires au sens du déplacement. L'examen au microscope permet d'évaluer les temps avec une précision de 0,0005 seconde. — B. H.

621.317.5. — Nouveaux appareils de mesure pour courants polyphasés. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 658, 500 mots, 1 fig. Analyse d'un article de R.-D. Evans, publié dans *Electrical World*, 10 février 1923, t. LXXXI, p. 333-335, 1 800 mots, 6 fig.

621.317.5.00.7. — Tâches d'un service de compteurs. *E. T. Z.*, 7 juin 1923, t. XLIV, p. 555-556, 700 mots. — Dans le numéro du 25 janvier 1923 de « E. T. Z. », M. Kaeppele a publié un article sur l'organisation du service des compteurs d'un secteur électrique et, à cette occasion, il a cité, à titre d'exemple, une erreur de calcul commise par un employé chargé du contrôle des compteurs. Dans le numéro du 7 juin, deux correspondants reviennent sur ce calcul pour le discuter. — A. M.

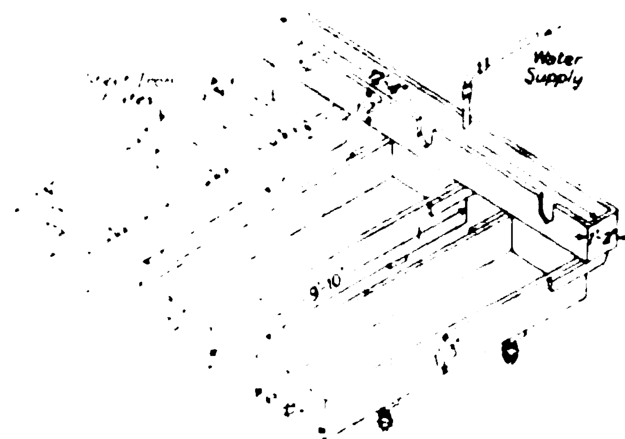
621.317.5.00.14. — Communication au sujet des essais et approbations de compteurs pour courants réactifs. *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 814, 800 mots. — La communication en question se rapporte aux conditions que doivent remplir, en vue de leur approbation, les compteurs de courants réactifs essayés par l'Institut officiel allemand (Reichsanstalt). Cette communication spécifie les indications que doivent porter les plaques des compteurs ainsi que les limites d'erreur tolérées aussi bien pour les compteurs seuls que pour ceux qui sont essayés avec leurs transformateurs de mesures. — A. M.

621.317.5.00.14. — Description d'un appareillage de vérification pour compteurs à haute tension et calcul des facteurs de correction dans le cas de branchements défectueux. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 509-512, 1 200 mots, 2 fig., 1 tabl. Analyse d'un article de D. Faerva, publié dans *E. T. Z.*, 1er et 8 février 1923, t. XLIV, p. 97-100 et 125-128, 4 500 mots, 27 fig., 2 tabl.

621.311.21.031.9. — Essais d'un turbo-alternateur de l'usine d'Aylesbury. *Electrician*, 21 septembre 1923, t. XCI, p. 303-304, 2 500 mots, 7 fig. — Cet alternateur, d'une puissance de 1 500 kv-a, tourne à 3000 t : mn et fournit des courants triphasés 6600 v, 50 p : s ; la turbine, du type Curtis, est munie d'un condenseur « Delas ». Les essais ont donné d'excellents résultats résumés ci-dessous :

Charge	1/2	3/4	1/1	5/4
Rendement de la turbine....	0,68	0,705	0,728	0,73
de l'alternateur..	0,89	0,925	0,935	0,944

La charge était réalisée à l'aide d'une résistance liquide (fig. 1) ; le réglage de cette charge peut s'effectuer facilement en modifiant la hauteur de l'eau dans les bacs et en écartant plus ou moins les électrodes ; celle du milieu de chaque bac est connectée à un fil de phase de l'alternateur ; les deux autres sont à la terre. — E. B.



621.311.21.031.9. — Résistance liquide pour constituer une charge variable dans les essais d'alternateurs. — Water supply, arrivée d'eau ; Sheet Iron Plates, tôles de fer ; 12' 7", etc 12 pieds, 7 pouces (un pied, 30 cm ; un pouce, 2,54 cm).

621.314.00.14. — La nouvelle station d'essais de transformateurs de la Société Brown, Boveri et Cie. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 680-682, 1 500 mots, 6 fig. Analyse d'un article publié dans la *Revue B. B. C.*, juin et juillet 1923, t. X, p. 103-107 et 129-135, 5 500 mots, 17 fig.

537.261. — La mesure des pertes dans les diélectriques ; L. Hartshorn. *B. E. A. M. A.*, août 1923, t. XIII, p. 89-99, 4000 mots, 12 fig. — Lorsqu'un diélectrique commercial est soumis à l'influence d'un champ alternatif, il s'échauffe plus ou moins, ce qui est l'indice de la transformation en chaleur d'une certaine quantité d'énergie électrique, donc d'une perte. Cette perte varie comme le carré de la tension et augmente avec la fréquence ; elle peut donc devenir importante dans les diélectriques soumis à des champs de

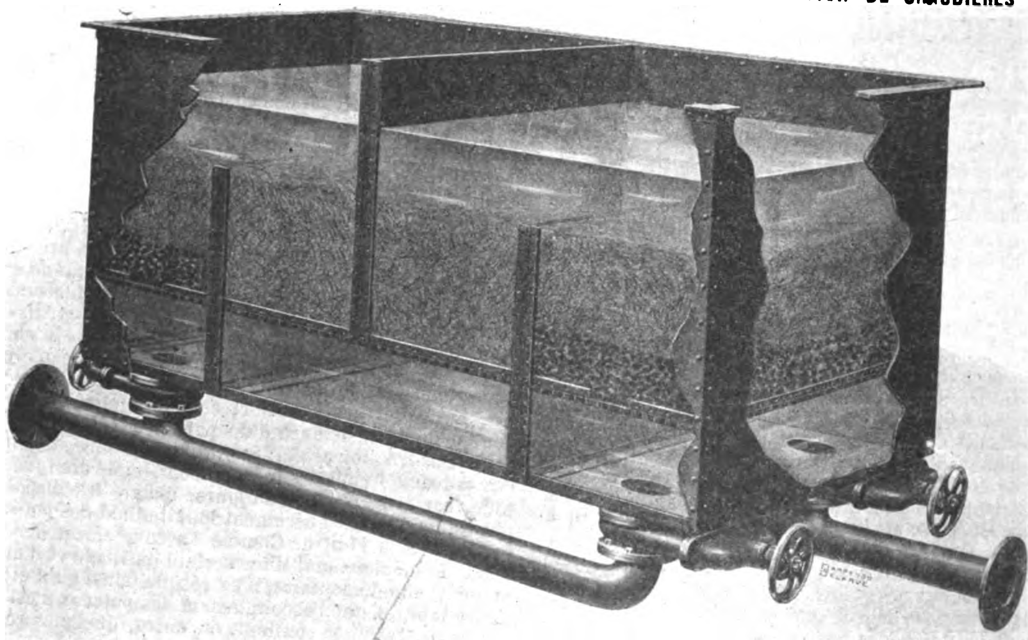
fréquences de l'ordre de celles employées en téléphonie ou radiotéléphonie ou dans le cas des très hautes tensions où l'échauffement produit peut devenir considérable et provoquer une perforation. Le système formé par des conducteurs et un isolant peut être considéré comme un condensateur dont le diélectrique est cet isolant et traité comme tel dans le problème de mesure ou de détermination des pertes. Mais si l'on avait à faire à un condensateur parfait, la tension et le courant seraient en quadrature et il n'y aurait pas de pertes. En fait, puisqu'on constate des pertes dans les diélectriques, c'est que le déphasage du courant en avant de la tension n'est plus $\frac{\pi}{2}$ mais $\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right)$, δ étant appelé « l'angle de perte » du diélectrique considéré. On peut considérer un tel condensateur comme équivalent à un condensateur parfait shunté par une résistance R très grande, ou en série avec une petite résistance. Ce point de vue sert de base aux méthodes de mesures qui sont développées par l'auteur dans cet article. D'autres méthodes comportent la mesure directe des pertes au moyen d'un wattmètre ou d'un calorimètre, ou leur calcul au moyen de la détermination des courbes de l'intensité et de la tension, d'où on peut déduire par intégration de la courbe du courant la charge Q du condensateur à chaque instant. On peut alors tracer la courbe de Q en fonction de V pendant 1 p : s. Cette courbe a l'allure d'un cycle d'hystérésis et sa surface représente la perte d'énergie par période. Mais dans l'article en question, l'auteur traite particulièrement les méthodes basées sur l'emploi d'un pont dans lequel on équilibre le condensateur formé par l'ensemble à étudier, par le système équivalent formé d'un condensateur parfait et d'une résistance convenable. Les ponts qui ont servi à ces mesures sont tous dérivés du pont de Wheatstone, les divers dispositifs surtout utilisés sont ceux de Wien, Fleming et Dyke et Schering. Les principales causes d'erreurs dans ces mesures sont les suivantes : a) capacité par rapport à la terre des différentes branches du pont et pertes à la terre de ces branches ; b) capacités et induction mutuelle entre les diverses branches ; c) effet d'induction entre la source de courant et l'appareil indicateur d'équilibre ; d) déphasages produits par les résistances et les condensateurs. L'auteur indique quelques précautions à prendre pour combattre ces causes d'erreurs. Il s'étend assez longuement sur les expériences de Monasch qui utilise un pont de Wien modifié, sur le procédé de mise à la terre de Wagner, qui est un des moyens les plus précis pour éliminer les erreurs dues aux causes a), et sur le pont de Schering. Il indique également le moyen de mesurer directement les diverses capacités de conducteur à conducteur ou de conducteur à l'armature dans les câbles à plusieurs conducteurs. Le pont de Schering permet des mesures jusqu'à 100 000 v. Monasch a étudié l'effet des harmoniques dans les mesures au pont. Ces essais de détermination des pertes à de hautes tensions ont leur utilité, car ils permettent, sans endommager un câble, de déterminer la limite au delà de laquelle les pertes augmentent jusqu'à produire le claquage. — J. S.

621.315.63 — Mesures de la perditance ; U. Meyer. *E. T. Z.*, 16 août 1923, t. XLIV, p. 779-781, 3 500 mots, 5 fig. — Pour mesurer la résistivité des isolants, on se sert aujourd'hui d'une méthode dans laquelle un condensateur possédant comme diélectrique l'isolant étudié est comparé à un autre condensateur à air ou à mica. Cette méthode présente divers inconvénients par suite de la présence du condensateur témoin dont les propriétés varient suivant les circonstances ou dont les dimensions encombrantes constituent une gêne. L'auteur a imaginé un nouveau pont de mesure dont il expose la théorie et pour l'application duquel un second condensateur n'est pas nécessaire. La nouvelle méthode permet de lire directement et sans calcul les valeurs cherchées de la capacité et de la dérivation. — A. M.

621.315.14 : 674.714 — Essais de résistance de poteaux en bois ; Hauser. Rapport à la Direction supérieure des Télégraphes, Berne. *Bull. A. S. E.*, juin, juillet et août 1923, t. XIV, p. 321-331, 384-401 et 433-445, 5 400 mots, 39 fig., 17 tab. — Ces essais ont été entrepris par la Direction supérieure des Télégraphes en vue d'un réajustement des prescriptions fédérales concernant l'emploi des poteaux en bois. L'auteur s'est proposé d'étudier si deux poteaux accouplés sont plus résistants que deux poteaux simples. Les épreuves ont été nombreuses. On a expérimenté tous les modes d'accouplement connus : par brides, boulons, entretoises, etc. Les poteaux des essais étaient encastrés dans un massif de béton, puis soumis, à leur extrémité supérieure, à une tension croissante, jusqu'à la rupture, mesurée au dynamomètre. Ces essais ont été conduits avec grand soin. Les résultats en sont rassemblés sous forme de tableaux numériques, de graphiques et de nombreuses figures ; ils ont tous montré l'exactitude du calcul des efforts dans le cas des poteaux simples, ainsi que dans le cas des poteaux jumelés, mais pour les petites tractions seulement dans ce dernier cas. La résistance à l'effort est alors plus grande que le double de la résistance d'un poteau simple. Mais, dès que l'effort de traction atteint une valeur notable, la supériorité des poteaux jumelés sur le poteau simple diminue et s'annule, car il se produit toujours, malgré les dispositifs les plus judicieux, un glissement longitudinal des poteaux, l'un par rapport à l'autre. Comme l'accouplement des poteaux exige le déploiement d'un certain outillage et d'un certain matériel supplémentaire, il en résulte, ainsi qu'il est résumé en un tableau, que l'accouplement des poteaux n'est pas économique. L'article contient, en outre, quelques remarques expérimentales concernant la façon dont certains dispositifs d'usage courant se sont comportés au cours des essais. — L. C.

621.394.5 — Mesures sur les câbles pupinisés faites en utilisant l'oscillateur à lampes ; H. de Voogt. *Electrician*, 17 août 1923, t. XCI, p. 107-109, 3 000 mots, 2 fig. — Il est très important de connaître exactement comment des câbles se comportent dans une large bande de fréquences (ω variant de 5 000 à 17 000 radians) ; il est donc nécessaire de posséder un générateur de courants alternatifs à onde pure, à fréquence variable à volonté et permettant l'usage d'un pont genre Wheatstone ; on a utilisé une machine de Franke, mais il est possible d'employer un oscillateur à lampe. L'auteur montre les avantages de la machine de Franke, ainsi que son inconvénient principal, qui réside dans la difficulté presque insurmontable qu'on éprouve à maintenir la fréquence constante. L'oscillateur à lampe est constitué par un circuit comportant une capacité et une inductance, connecté à une lampe à trois électrodes et mis en oscillation par la réaction entre la grille et la plaque de la lampe. La fréquence est réglée à l'aide de la capacité et de l'inductance dans le circuit, le réglage pouvant être exécuté d'une manière continue sur chacun des éléments, afin de pouvoir disposer de l'énergie maximum obtenue pour un rapport à peu près constant entre la self-induction et la capacité. La fréquence du circuit oscillant peut être vérifiée en observant le nombre de battements par seconde produits par l'interférence d'ondes audibles entretenues par un diapason avec les ondes engendrées dans le circuit de l'oscillateur en branchant un téléphone dans ce circuit. De cette manière, il est possible de calibrer l'oscillateur pour des fréquences de 770 à 830 p : s ; avec un diapason de fréquence 800 p : s, pour des fréquences de 970 à 1 030 p : s avec un diapason de fréquence 1 000 p : s, etc. Les fréquences intermédiaires seront facilement obtenues par interpolation des valeurs de la self-induction et de la capacité entre les valeurs observées. L'auteur indique encore une autre méthode pour réaliser ce calibrage et montre l'importance pratique de cette opération, qui doit être faite avec toute la précision possible ; mais la mesure de la fréquence peut encore être réalisée avec toute la précision désirable par une autre méthode utilisant un pont de Wheatstone (fig. 1) ; trois des branches du pont contiennent des résistances ohmiques ; la quatrième contient, en outre, une self-induction et une

SUPPRESSION DES CORROSIONS PAR LE DÉGAZAGE DES EAUX D'ALIMENTION DE CHAUDIÈRES



Tél. : Elysées 23.58 & 54.69
R. C. : Seine N° 148 191 *bis*

UNION THERMIQUE

19, Boulevard Malesherbes PARIS (8e)

Bureau à LYON : 15, rue Victor-Hugo

ÉTABLISSEMENTS L. C. H.

Société Industrielle de Vernis, Peintures et Enduits

Concessionnaire des Marques et Procédés Ch. Lorilleux & Cie, Robt Ingham Clark & Co et Georges Hartog

Reg. du Comm. : Seine 85 456 — Siège Social : 31, Rue Joubert, PARIS (9e) — *Téléph.* : Gut. 60-42, 43 et 44



VERNIS
et COMPOUND
marque

ISOLORY

(1re Marque française)





USINE DE VILLEPARISIS (Seine-et-Marne)
Superficie occupée : environ 6 hectares.



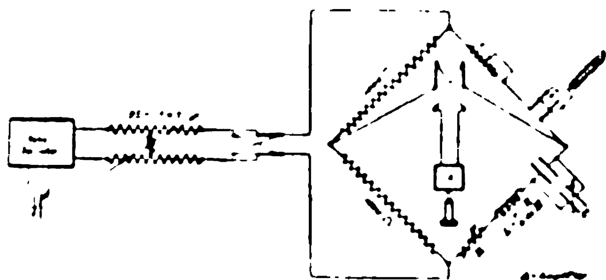
Seuls concessionnaires
pour la vente
en France des VERNIS

BAKELITE

(Procédés BAEKELAND)



...ge ... réglables toutes les deux d'une façon continue. ... peut être compensée si l'on a $\omega^2 l C = 1$; ... la quatrième branche ne contient plus que ... obliques. Les valeurs de l et de C sont ... pour toute une série de fréquences ; on règle ... pour la fréquence désirée et on fait varier la ... du circuit de la lampe jusqu'à obtenir le silence au ... téléphonique ; le câble à éprouver est alors con... puis on fait varier ω et C, de manière à obtenir un



... Fig. 1. Combinaison d'un pont de Wheatstone et ... à lampe pour les mesures sur les câbles ...

...minimum au récepteur ... donne directement la mesure ... l'impédance à l'aide de la formule (ωl ...), la ... permet un ajustage de la fréquence de l'ordre de ... d'une période. L'auteur termine par quelques indications sur l'influence d'un certain nombre de facteurs qu'il ... impossible de faire entrer dans les calculs. E. B.

621.396.661. — Une méthode de mesure des très courtes longueurs d'onde et leur emploi pour l'étalonnage des fréquences. F. W. Dunmore et F. H. Engel. *Proceedings of the Institute of radio Engineers*, octobre 1923, t. XI, p. 467-... 1500 mots, 7 fig. — L'auteur décrit une méthode permettant de mesurer les très courtes longueurs d'ondes et d'utiliser celles-ci pour l'étalonnage des fréquences. Les longueurs d'ondes mesurées variant entre 9 et 10 mètres, ce qui représente des fréquences de 33 000 à 19 000 kilopériodes par seconde. Les appareils destinés à engendrer ces courants à très haute fréquence sont décrits, ainsi que les détails de la méthode employée pour mesurer la longueur des ondes qu'ils produisent sur des fils parallèles en cuivre, d'environ ... mètres de long chacun et tendus entre des isolateurs en verre. L'auteur décrit également une méthode pour étalonner un ondemètre à des fréquences variant entre 30 000 et ... kilocycles, ce qui correspond à des longueurs d'ondes variant de 10 à 850 m. Cette méthode consiste à utiliser les harmoniques produits par un second appareil émetteur à fréquence plus basse ; par combinaison avec les ondes émises par le premier appareil générateur, ces harmoniques produisent une note de battement dans un appareil récepteur accordé sur la fréquence du premier générateur. Connaissant la fréquence de celui-ci par mesure directe sur les fils parallèles et l'ordre des différents harmoniques créés dans le second appareil générateur, la fréquence de ce dernier peut être déterminée sur un intervalle de fréquences variant de 30 000 à 3... kilocycles. G. M.

621.396.67.00.14. — Essais à haute fréquence sur les isolateurs d'antenne. W. W. Brown. *Proceedings of the Institute of radio Engineers*, octobre 1923, t. XI, p. 495-5... ... mots, 28 fig. — Lors de l'installation des alternateurs de 200 kw dans les stations de New-Brunswick, New-Jersey et Marion, on constata que les isolateurs utilisés jusqu'alors dans les antennes de ces stations ne convenaient plus pour les nouvelles machines. Les isolateurs employés dans les circuits à haute fréquence doivent être calculés de telle façon que la densité de flux diélectrique soit très faible en comparaison des densités permises dans les isolateurs destinés aux circuits à 60 p : s. La raison en est que la perte par hystérésis diélectrique, pour une densité de flux donnée, est presque proportionnelle à la fréquence pour les meilleurs isolateurs et le facteur de puissance dans quelques diélectriques moins parfaits augmente comme le carré de la fréquence. En construisant un isolateur qui aura une faible perte diélectrique en courant à haute fréquence, il faudra tenir compte des points suivants : 1° la perte par hystérésis diélectrique est presque proportionnelle à la densité du flux ; 2° la densité du flux décroît lorsque la distance entre les électrodes croît ; 3° la densité du flux est directement proportionnelle à la capacité spécifique inductive du diélectrique. L'isolateur désiré devra donc avoir : 1° une faible densité de flux ; 2° un grand écartement entre les électrodes ; 3° enfin, une faible capacité spécifique inductive. Le type d'isolateur d'antenne qui se rapproche le plus de ces conditions consiste en une tige cylindrique dont la longueur est égale à plusieurs fois le diamètre. Ce type d'isolateur avec un diélectrique de porcelaine est employé presque exclusivement pour les antennes à haute tension. Un isolateur composé d'une tige de porcelaine de 5 cm de diamètre et de 50 cm de longueur avec un chapeau métallique à chaque extrémité présenterait une augmentation de température de la tige de porcelaine beaucoup plus élevée aux extrémités qu'au milieu. Ceci est dû à ce que la perte diélectrique est presque proportionnelle au carré de la densité ; or, la densité est plus grande aux extrémités. La disposition d'un isolateur d'antenne peut encore être telle que la densité diélectrique à une extrémité soit plus grande qu'à l'autre. La densité est ordinairement plus grande à l'extrémité voisine de l'antenne et plus faible à l'extrémité mise à la terre. Ceci est dû au fait qu'une extrémité de l'isolateur peut être soumise à un effet d'écran de la part de la structure environnante au point que le flux diélectrique, qui quitte l'extrémité où ne se produit aucun effet d'écran, atteint l'autre extrémité par la structure environnante, ce qui réduit la densité dans le diélectrique à l'extrémité soumise à l'effet d'écran. Ceci suggère la possibilité de réaliser un écran électrostatique sur l'une ou sur les deux extrémités de ces types d'isolateurs pour réduire la densité à travers le diélectrique. Par l'emploi de ces écrans, la tension limite de ces isolateurs serait grandement accrue et les pertes diélectriques, très réduites. Une série d'essais ont été faits à Schenectady, pour déterminer les caractéristiques de divers types d'isolateurs d'antennes. Pour ces essais, décrits en détail par l'auteur, on a employé des alternateurs de 200 kw à des fréquences variant entre 18 000 et 28 000 p : s. — G. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.24.01. — Bases d'une nouvelle théorie hydrodynamique des turbines hydrauliques. A. Proscurro. *Elettrotecnica*, 25 avril et 5 mai 1923, t. X, p. 2..-2.. et 2..-2.., 10 000 mots, 13 fig. — Les méthodes employées jusqu'à présent, pour le projet et le calcul des turbines hydrauliques modernes, sont basées sur cette hypothèse que l'on peut appliquer aux fluides, circulant entre les aubes, l'équation généralisée du mouvement d'une particule, le long de sa propre trajectoire, comme s'il s'agissait de canaux de section infiniment petite. Or, si cette théorie est suffisante dans le cas de hautes chutes et de faibles débits ou encore de chutes et de débits moyens utilisés avec de petites vitesses angulaires, elle donne lieu à des inexactitudes pour de faibles chutes alliées à de forts débits ou encore pour des vitesses angulaires élevées. On a continué, afin d'obtenir des résultats plus approchés, de subdiviser idéalement les canaux en d'autres de dimensions moindres, par le tracé de la projection méridienne de quelques filets. Mais ce tracé se fait ordinairement en admettant la constance de la vitesse entre les points de chaque section normale, sans tenir compte de ce fait que, les filets étant curvilignes, la pression et, par suite, la vitesse doivent varier nécessairement. Divers auteurs ont aussi donné la loi de la variation

de la vitesse par rapport à la courbure des filets et ont indiqué d'autres procédés pour leur tracé, mais leurs hypothèses sont en général, inadéquates. L'hypothèse de la symétrie par rapport à l'axe a permis d'apporter quelques simplifications aux équations générales. Lorenz assimile l'action exercée sur le courant par les aubes, à celle d'un champ de force continu et symétrique par rapport à l'axe. Supposant négligeable l'épaisseur des aubes, il fait abstraction de la discontinuité qu'elles créent. Mais le courant ne se déplace pas en réalité dans un champ de force (celui de la gravité mis à part). Il se meut dans une série de canaux à parois mobiles, les aubes, sur les surfaces desquelles se développent les réactions qui déterminent la transmission de travail du fluide à la turbine. En outre, si le travail n'est pas nul, le mouvement ne peut pas être symétrique, même s'il ne donne lieu à aucune rotation. Enfin, il semble que l'on ne peut pas faire abstraction de l'épaisseur des aubes, même si on les suppose en nombre infini et d'épaisseur négligeable. Même observation pour les études de Kaplan qui, tout en raisonnant d'une façon différente, arrive à des résultats conformes à ceux de Lorenz, car il place finalement la question sur le même terrain. Pour ces raisons et en considérant, d'autre part, les résultats obtenus par divers expérimentateurs, l'auteur estime que pour faire progresser la théorie des turbines, le moment est venu d'abandonner les hypothèses fondamentales de Lorenz et de revenir aux origines. La théorie exposée par l'auteur est basée uniquement sur l'emploi des équations générales de l'hydrodynamique écrites pour le mouvement relatif. Les résultats sont obtenus, en grande partie, par l'emploi de coordonnées cylindriques (l'une des trois coïncidant avec l'axe de la turbine) ainsi que d'un système particulier de coordonnées curvilignes. Les équations du mouvement, en général non intégrables, ont été laissées sous leur forme différentielle et interprétées graphiquement. La nouvelle théorie a principalement pour but de déterminer l'influence de deux éléments : la variation de la vitesse d'un point à l'autre d'une section normale aux filets et l'épaisseur finie et non constante des aubes. L'auteur, d'autre part, a fait abstraction des frottements, considérant sa théorie comme une première approximation, c'est-à-dire admettant qu'elle peut être l'objet d'études ultérieures. Enfin, le distributeur est supposé satisfaire aux conditions particulières suivantes : dans le passage à travers cet organe, le courant liquide subit à la fois une diminution de pression et une augmentation de vitesse. En outre, tandis qu'à l'entrée la vitesse est généralement dirigée suivant le rayon, elle a, à la sortie, une composante périphérique destinée à imprimer, à la turbine, un mouvement de rotation. Mais dans les turbines modernes, entre le distributeur et la partie tournante, est interposé un espace limité par des surfaces de révolution et quelquefois très ample, puisque l'expérience a montré que cette disposition ne nuit pas au rendement. L'auteur admet que le distributeur est construit de telle façon que, dans cet espace, le courant prend un mouvement parfaitement symétrique par rapport à l'axe, c'est-à-dire que toutes les grandeurs (vitesse, pression) prennent des valeurs égales en tous les points de toute circonférence tracée sur un plan normal à l'axe et ayant son centre sur lui. — P. B.

621 24 — L'évolution de la turbine tangentielle à action *Engineering*, 10 août 1923, t. CXVI, p. 163-164, 3000 mots. — C'est à l'année 1850 qu'on peut faire remonter l'origine de la turbine tangentielle à action. L'idée naquit parmi les chercheurs d'or de Californie ; la première roue à impulsion tangentielle y servit à manœuvrer un monte-charge genre derrick et était actionnée par le même ajutage qui servait à la désintégration des sables aurifères. La première amélioration notable fut apportée, en 1880, par Lester A. Pelton qui eut l'idée de l'auget avec arête centrale de division. De nos jours on désigne couramment sous le nom de « roue Pelton » toutes les roues tangentielles à action. Ces premiers augets avaient des angles droits et une forme tracée surtout avec des lignes droites. On leur a substitué depuis des augets en forme d'ellipsoïde, ce qui a augmenté notablement le rendement de la roue. D'autres améliorations ont porté sur les ajutages dans le but de permettre des variations du débit d'eau de façon à suivre les variations de charge et à pouvoir régler la vitesse. On est arrivé de ce côté à l'ajutage avec pointeau. Il permet de faire varier le débit aussi rapidement que le permet la sécurité de la conduite et on peut, d'autre part, lui donner une forme telle que son rendement reste voisin de l'unité à toutes les charges. Cependant le réglage de la vitesse par ce procédé peut produire des variations de pression dangereuses pour la conduite, et on a recours soit à des ajutages à inclinaison variable de façon à n'envoyer sur les augets qu'une partie de l'eau, soit plutôt des déflecteurs ou des ajutages auxiliaires de décharge. On emploie assez couramment une combinaison d'un ajutage à pointeau commandé à la main et qu'on règle par exemple, toutes les heures et d'un déflecteur commandé par un régulateur automatique. On utilise l'ajutage auxiliaire dans les grandes installations où l'économie d'eau est une question primordiale. Pour absorber l'énergie de l'eau déchargée par cet ajutage auxiliaire, le meilleur dispositif est celui de la chicane tourbillonnaire Ensign, qui, imprimant à l'eau une rotation de 270°, lui fait en quelque sorte user son énergie contre elle-même. Dans la fin de l'article, on cite quelques installations caractéristiques depuis 1884, date à laquelle fut construite la première installation hydroélectrique commerciale. La puissance développée par les roues Pelton était alors de l'ordre de 100 ch.; de nos jours les plus grosses unités atteignent des puissances de l'ordre de 30000 ch. — J. S.

621 187 Production de vapeur avec grand rendement. La nécessité d'un contrôle continu des chaudières. David Brownlie, *[illegible]*, 29 juin 1923, t. XC, p. 705-706, 2000 mots, 1 fig. — L'auteur de l'article prétend qu'en moyenne le rendement réel obtenu dans les chaufferies (non pas le rendement obtenu lors d'un essai spécial) est de l'ordre de 67,5 pour 100, et qu'il pourrait facilement atteindre 77,5 pour 100. On arriverait ainsi à réaliser sur le charbon une économie de 13 pour 100 en adoptant des méthodes convenables pour régler la marche des chaudières. Il faut pour cela, dit-il, un contrôle constant et de chaque jour, non pas seulement de l'ensemble de la chaufferie, mais de chaque chaudière séparément et de ses accessoires. Ce contrôle comporte la mesure du charbon brûlé et son analyse, la mesure de l'eau évaporée, l'analyse détaillée des fumées et la mesure des températures et du tirage en divers points vitaux de la chaudière. Selon l'auteur, l'économie annuelle réalisée pourrait atteindre 2000 livres par an pour une chaudière fournissant 13 000 kg de vapeur à l'heure, soit, pour une chaufferie comprenant 5 chaudières, une économie annuelle de 10 000 livres. D'autre part, les frais d'installation des appareils de contrôle peuvent être évalués à 3 500 livres pour les 5 chaudières, et on peut estimer à 1 200 livres par an les frais pour le fonctionnement du service de contrôle. L'auteur insiste sur la nécessité d'un contrôle permanent et continu et, par exemple, pour ce qui est du charbon, il estime qu'automatiquement tous les quarts d'heure, environ, une certaine quantité devrait être mise en réserve, et que les essais de laboratoire devraient être faits sur un échantillon prélevé sur la réserve journalière ainsi faite pour chaque chaudière, après mélange et broyage. Enfin, il donne un schéma de de l'installation de compteur d'eau qu'il estime le plus convenable d'après ses expériences. Le compteur est placé entre la pompe d'alimentation et l'économiseur. L'installation comporte un by-pass non seulement en cas d'accident au compteur, mais pour permettre de contrôler celui-ci de temps à autre au moyen d'un réservoir. — J. S.

621 311 7 Surtensions, surintensités et conditions de résonance effective dans l'emploi pratique du dispositif de Petersen ; Attilio Inconti, *Elettrotecnica*, 15 juin 1923, t. X, 381-384, 2 000 mots, 3 fig. — L'auteur traite par voie analytique les trois questions énoncées dans le titre de l'article. De l'ensemble des déductions qu'il formule et des

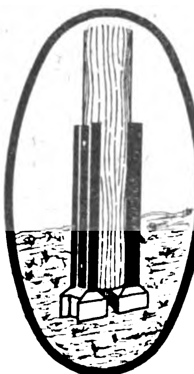
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc, etc, etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18 22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° 2. Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22 27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce....... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine N° 204 07.

Téléph. : Trudaine 48 18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

18 rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 597

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 56-06
R. C. : Seine N° 124.891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

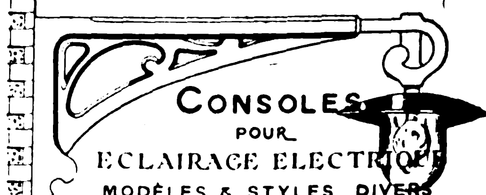
ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



CONSOLES
POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES



CONSOLES
POUR
ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

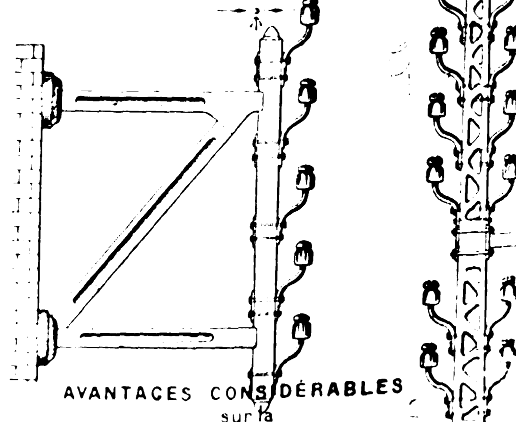
CONSOLES EN BETON ARME

POUR

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S. G. D. G.

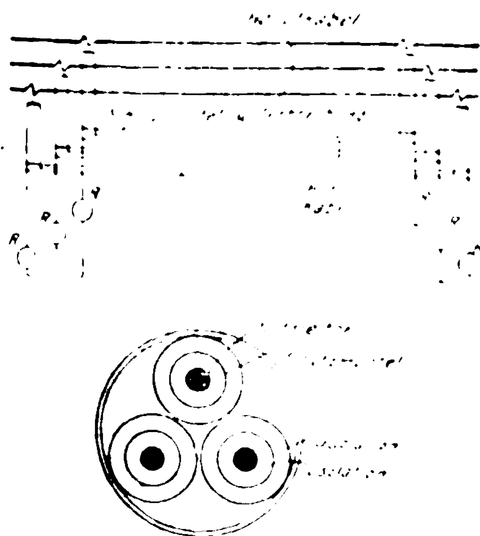


AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

résultats qu'il obtient en donnant des exemples numériques, il tire les conclusions suivantes : a) le dispositif de Petersen, excellent dans sa simplicité théorique, ne diminue pas de valeur s'il est soumis à l'épreuve de la pratique, à la condition de fixer exactement la valeur de la capacité normale de chaque fil par rapport à la terre. Cette valeur ne doit, en aucun cas, être surpassée ; b) la dissonance de la bobine est automatique. Il n'est pas nécessaire, par conséquent, de la déterminer, à priori, par des expériences d'une interprétation difficile ; c) il est très important, dans le calcul de la bobine, de tenir compte des réactances des transformateurs et de la ligne ; d) s'il est vrai que la technique américaine préfère actuellement la mise à la terre franche du neutre, à la mise à la terre par une inductance, il n'en est pas moins indiscutable que la première solution demande une plus grande capacité d'ouverture des automatiques et de fortes réactances des transformateurs. Elle n'est donc pas susceptible d'être étendue à une bonne partie des installations européennes et surtout italiennes. Avec l'augmentation de l'importance des installations de transmission et, par suite, des quantités d'énergie qui peuvent être libérées à travers les courts-circuits, on peut prévoir une limite au delà de laquelle il deviendra pratiquement impossible de construire un matériel capable de supporter des épreuves toujours croissantes. Le dispositif de Petersen, convenablement proportionné, pourra peut-être alors rendre des services importants, même sur les plus longues lignes de transmission.
P. B.

621.311.77. — Montage pour la protection des câbles avec conducteur de secours compensé système Beard-Hunter : *Der elektrische Betrieb*, 24 janvier 1923, t. XXI, p. 25, 900 mots, 3 fig. — Ce montage est une variante du montage Merz Price, c'est à dire un montage différentiel. Il est indiqué sur la figure 1, tandis que la figure 2 montre la coupe du câble de secours, dont chaque conducteur est entouré d'une enveloppe métallique complètement isolée. Ces enveloppes sont interrompues vers le milieu du câble et réunies à leur extrémité à l'âme du câble. Il en résulte que le courant de capacité ne passe plus entre le conducteur principal et le conducteur de secours, mais entre le conducteur principal et l'enveloppe et ne traverse plus le relais, ce qui permet d'employer un relais très sensible, substitution qui n'est pas réalisable avec le système Merz-Price ordinaire. J. C.



621.311.77. — Fig. 1 et 2. Schéma de montage pour la protection des câbles avec conducteur de secours.

Hauptkabel, câble principal. Schutzmantel Unterbrechung, interruption de l'enveloppe protectrice. Hilfskabel, câbles de secours.

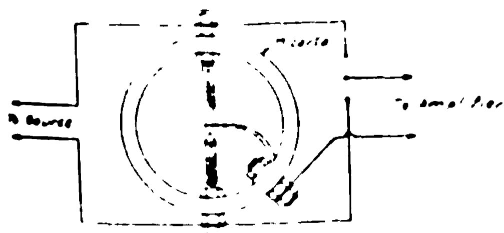
USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (71). — Les récentes installations hydroélectriques du Niagara : Fiske. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, novembre-décembre 1922 et janvier 1923, p. 267-322 et 1-18, 19.000 mots, 21 fig. — Dans la première partie de cette longue étude l'auteur fait l'historique de l'utilisation de l'énergie hydraulique du Niagara et indique les modifications prévues ou récemment exécutées. Ceci l'amène à conclure : a) que le rendement économique de ces installations n'a fait que croître, au fur et à mesure de leur développement, par suite, d'une part, du rendement mécanique élevé (grande hauteur de chute, construction soignée des machines) et, d'autre part, de la façon dont les usines sont exploitées ; b) que les frais de premier établissement ont pu être réduits considérablement par la concentration des capitaux et des droits de propriété sous l'autorité d'organismes puissants et peu nombreux, voire même des pouvoirs publics ; c) que l'abaissement du prix de vente de l'énergie, résultat du bon rendement des installations, a développé la clientèle au point qu'il n'a pas toujours été possible de satisfaire à la demande et que ce développement paraît devoir continuer, justifiant pleinement les modifications qui sont récemment achevées, en construction ou à l'étude. — Dans la deuxième partie, est envisagée plus spécialement la nouvelle usine de la Niagara Falls Power C°, d'une puissance de 100.000 ch. L'auteur y décrit l'installation hydraulique : canal d'amenée, chambre de mise en charge, prise d'eau, conduites forcées souterraines de 5,75 m de diamètre, en donnant des détails sur l'exécution de ces travaux. Il passe ensuite à l'usine elle-même qui comprend trois turbines Francis à une seule roue, à axe vertical fonctionnant à une vitesse de 150 t : mn sous une hauteur d'eau de 65,5 m. Leur puissance individuelle nominale est de 37.500 ch. Il y a trois régulateurs qui sont réglés pour fermer et ouvrir complètement les aubes directrices respectivement en 3 et 4 secondes. On pense que la vitesse de chaque machine n'augmenterait pas plus de 25 pour 100 si toute sa charge venait à être brusquement supprimée. Ces turbines actionnent trois alternateurs construits par des maisons distinctes suivant des plans différents. Leur puissance nominale est, pour chacun d'eux, 32.500 kv-a ; leur vitesse, 150 t : mn et ils fournissent du courant triphasé à la tension de 12.000 v et à la fréquence de 25 p : s. On trouvera dans l'article original des détails sur leur construction, sur la disposition du tableau de contrôle, remarquable en ce qu'elle a permis de réduire le personnel nécessaire pour conduire cette usine de 100.000 ch à trois hommes par poste, sur la ligne de transmission formée de six circuits triphasés à 12.000 v, mais prévus pour une utilisation future à 60.000 v, enfin, sur la sous-station d'Echota, qui doit assurer la distribution de la puissance fournie par la nouvelle usine et, en même temps, assurer la liaison des cinq usines de la compagnie, et qui servira, plus tard, comme sous-station de transformation entre les lignes à 60.000 v et celles à 12.000 v. — La troisième partie de cette étude, rédigée principalement d'après la revue *Canadian Engineer* (16, 23 et 30 septembre 1920), se rapporte à la description de la nouvelle installation de Queenston. Nous ne reprendrons pas cette description, dont les grandes lignes, ont été déjà données dans plusieurs résumés d'articles de divers journaux étrangers parus dans ces colonnes. Voir *R. G. E.*, 11 mars 1922, t. XI, p. 77 D ; 14 octobre 1922, t. XII, p. 117 D ; 24 mars 1923, t. XIII, p. 93 D-94 D ; 5 mai 1923, t. XIII, p. 132 D. Nous signalerons seulement que l'article dont nous nous occupons aujourd'hui contient de nombreuses indications sur l'exécution des travaux hydrauliques, auxquelles il pourra être intéressant de se rapporter, ainsi que des considérations économiques sur l'ensemble de cette installation. Y. G.

621 317 8 — Le tarif combiné dans les stations thermiques et sa capacité d'adaptation aux variations du change; K Gavenk *E. u M.*, 13 mai 1923, t. XXI, p. 281-286, 1 000 mots. — L'auteur rappelle qu'il a proposé un tarif combiné tenant compte des variations des frais d'exploitation. Il se pose maintenant la question suivante : comment doit on calculer les suppléments de prix qui sont conditionnés par les variations du change ? D'après l'expérience faite à l'usine de Dabrowa dont il est directeur, l'auteur indique que les frais d'exploitation annuels sont les suivants, en millions de marks polonais : charbon, 188; personnel, 85, dépenses diverses (fournitures, entretien, intérêts du capital d'exploitation, assurances, impôts, etc.), [illegible]; intérêts du capital d'installation, 88. Il en déduit que le facteur de correction sur le charbon doit intervenir pour [illegible] pour 100, le facteur de correction sur le personnel pour [illegible] pour 100, et le facteur de correction pour le change pour [illegible] pour 100. Appliquant ces facteurs de correction aux prix actuels, il aboutit à cette conclusion que celui du kilowatt-heure devrait être majoré de 89 [illegible] pour 100 par rapport au prix d'avant guerre. — J. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621 396 5 613 3 — Microphone sans diaphragme pour une installation de diffusion radiotéléphonique. P. Thomas *J. A. I. E. E.*, mars 1923, p. [illegible], 3 500 mots, 1 fig. — L'auteur rappelle les conditions fondamentales auxquelles doit satisfaire un dispositif transmetteur pour réaliser, en radiotéléphonie, la transformation, sans distorsion, de vibrations sonores en vibrations électriques, en admettant qu'on fasse usage d'un système d'amplification fonctionnant lui même sans provoquer de distorsion. Il montre que le microphone à grenaille de charbon ne peut fournir un service satisfaisant lorsqu'il s'agit de reproductions musicales comportant plusieurs voix ou plusieurs instruments et décrit une série de tentatives faites, dans des voies différentes, pour résoudre ce problème particulier. M. P. Thomas a été finalement conduit à étudier des appareils sans diaphragme et à tirer parti de l'effet produit par les ondes sonores sur la décharge luminescente provoquée, sous la pression atmosphérique, entre deux électrodes, et qui est caractérisée par un courant de l'ordre de 1 à 20 milliampères, circulant sous une tension aux bornes de 300 à 1 000 V. Les variations correspondantes de l'impédance donnent naissance à des potentiels alternatifs aux armatures d'un condensateur de couplage relié à un amplificateur à plusieurs étages. L'énergie électrique est fournie par un redresseur spécialement construit en vue d'amorcer directement la décharge et d'assurer le passage d'un courant sensiblement constant, malgré les variations de l'impédance. Pour permettre d'agir sur la sensibilité du dispositif, aux différentes



621 396 5 613 3. — Fig. 1. Microphone à décharge luminescente, muni d'une électrode exploratrice. To Source, vers la source de courant. To amplifier, vers l'amplificateur.

fréquences acoustiques, celui ci a été muni d'une électrode supplémentaire dite « d'exploration » (voir la figure 1, représentant un appareil d'essai) ; ladite électrode, qui est perforée, peut être déplacée de manière à utiliser tout ou partie du trajet de la décharge ; on modifie ainsi la courbe de correspondance des effets électriques en fonction de la fréquence, pour laquelle on arrive à obtenir des inclinaisons en sens inverse, en graduant la grandeur de l'intervalle d'éclatement et en réglant l'importance de l'action, foncièrement prédominante, due à la colonne positive. — Le microphone ci-dessus, pourvu d'écrans protecteurs contre l'influence des courants d'air et muni d'électrodes en métal spécial pour réduire au minimum les perturbations dues aux bruits parasites, assure, depuis plusieurs mois, un service régulier à la station américaine de diffusion K. D. K. A. — L. D.

621.396 7 (42) — Le centre radioélectrique de Londres. L'organisation technique des radiocommunications commerciales en Grande Bretagne; W. Sanders *Radioélectricité*, 1er août 1923, t. IV, p. 284-287, 910 mots, 5 fig. — Le centre radioélectrique de Londres comprend un bureau central installé dans la capitale, ainsi que les stations de Ongar, Brentwood et Carnarvon; il assure les radiocommunications avec la France, avec la Suisse, l'Espagne, le Canada et les États-Unis. Les deux stations de Ongar et Brentwood, situées dans l'Essex, à près de 30 km de Londres, sont utilisées dans les relations continentales, la première pour l'émission, la seconde pour la réception. Elles sont commandées directement du bureau central par l'intermédiaire de lignes télégraphiques terrestres et leur fonctionnement est entièrement automatique. Quant à la station de Carnarvon, qui travaille avec les États-Unis, elle est également commandée automatiquement par le bureau central. Ce dernier est le centre de l'exploitation. Les messages, déposés dans la salle du public, sont acheminés vers la salle de l'exploitation au moyen de convoyeurs automatiques et parviennent aux tables de trafic. Aussitôt enregistré, le message est traduit sur une bande de papier en caractères perforés au moyen d'une machine à clavier que l'on utilise exactement comme une machine à écrire. Cette bande actionne, par son passage dans un relais automatique, le manipulateur automatique des stations de Ongar et de Carnarvon. Chaque appareil de transmission automatique est accompagné d'un poste récepteur qui permet à l'opérateur de suivre constamment l'émission du message qu'il expédie. Les appareils de réception automatique employés dans les services européens impriment directement les messages en caractères romains sur une bande de papier, qui est ensuite collée et sectionnée automatiquement sur la formule remise au destinataire. Il existe à Ongar trois stations séparées, affectées respectivement au trafic avec la France, l'Espagne et la Suisse, le Canada. Les antennes sont formées chacune de deux cages de quatre brins suspendues entre deux pylônes métalliques de 100 m de hauteur. On remarquera que l'installation du centre radioélectrique de Londres ne diffère pas sensiblement de celle du centre radioélectrique de Paris. — G. M.

621 396 81 — Note au sujet de la télégraphie sans fil; G.-W.-O. Howe, *Electrician*, 13 juillet 1923, t. XCI, p. 28-29, 600 mots, 2 fig. — Le courant produit dans une antenne réceptrice par l'onde électromagnétique incidente doit modifier, dans une certaine mesure, la grandeur des champs électriques et magnétiques dans son voisinage immédiat. Puisque ces champs servent au calcul du courant créé dans l'antenne, on peut se demander si ce genre de calcul est exact ; en d'autres termes, le calcul de l'intensité du champ basé sur l'intensité mesurée du courant reçu est-il exact ? L'auteur estime que l'oscillation dans l'antenne réceptrice modifie certainement le champ dans son voisinage de telle sorte que le courant est réduit, mais cette réduction est identique à celle calculée en faisant entrer la résistance de rayonnement dans la résistance totale effective de l'antenne réceptrice. La valeur du champ calculée au moyen du courant reçu est la valeur idéale qu'aurait le champ en ce point si l'antenne réceptrice n'existait pas. — G. M.

621 396 8. — L'élimination des parasites. *Electrician*, 6 juillet 1923, t. XCI, p. [illegible], 100 mots, 1 fig. — L'élimination des parasites est un problème dont on recherche depuis

… temps la solution en télégraphie sans fil. L'auteur décrit en quelques mots l'invention d'un Français, M. Marre, qui aurait donné de bons résultats. L'idée n'en est pas nouvelle mais quant aux résultats il faut en attendre la confirmation expérimentale. Le problème de la suppression totale des parasites semble impossible à résoudre, on ne peut qu'espérer améliorer les conditions de la réception, malgré le grand nombre d'inventeurs qui prétendent avoir surmonté la difficulté. — G. M.

621 396 8. — Circuits récepteurs unidirectionnels pour la détermination de la direction des parasites. L. W. Austin. *Proceedings of the Institute of radio Engineers*, août 1923, t. XI, p. 365-367, 900 mots, 2 fig. — Description d'un système à cadre équilibré et à antenne ouverte pour la détermination de la direction des parasites. — G. M.

621 396 82. — Perturbations atmosphériques et communications par télégraphie sans fil. A. de Bellescize. *Radioélectricité*, 15 juillet 1923, t. IV, p. 17-21, 1000 mots, 5 fig. — L'auteur termine la série d'articles concernant l'étude des perturbations atmosphériques et des moyens de les réduire. Il décrit dans ce dernier chapitre quelques systèmes ne respectant pas l'indépendance des oscillations en présence. Enfin, il étudie le système qu'il a imaginé, basé sur la limitation, ce système ayant été précédemment décrit il en rappelle seulement le principe et en discute certaines particularités, notamment la suppression de l'hétérodyne. Ce dispositif a permis l'impression directe, en France, des signaux provenant des stations d'émission américaines. Rien n'empêche d'associer les divers procédés décrits par l'auteur, le perfectionnement résultant de leur combinaison étant égal au produit des perfectionnements individuels. — G. M.

621 396 8 072. — Un laboratoire industriel de télégraphie sans fil en France. *Radioélectricité*, 15 juillet 1923, t. IV, p. 22-29, 1500 mots, 23 fig. — Description des principaux services d'études des compagnies associées de télégraphie sans fil réunies à l'usine de Levallois-Perret. Les recherches relatives à la réception proprement dite se poursuivent en partie dans l'usine et, pour ce qui concerne les études nécessitant des écoutes spéciales, dans un bâtiment situé à Villecresnes. A Lyon-Vénissieux également est installée dans l'usine des pylônes toute une station de recherches dont l'antenne est soutenue par un pylône de 150 m et trois pylônes de 60 m. Les principaux résultats obtenus dans ces laboratoires sont : la création des alternateurs à haute fréquence, de 25 à 500 kw, le couplage électrique des alternateurs à haute fréquence, leur fonctionnement en duplex, l'étude des systèmes antiparasites; l'enregistrement des signaux à distance aux plus grandes vitesses, etc. — G. M.

621 391 93 : 52 68. — Distances et azimuts véritables; P. Besson (?). *Radioélectricité*, 1er juillet 1923, t. IV, p. 242-245, 600 mots, 1 fig. — Le problème des mesures géographiques en radiotélégraphie est particulièrement délicat, étant données les projections géographiques dont nous disposons. Or, la connaissance de la distance exacte, exprimée en arc de grand cercle, et de l'azimut, c'est-à-dire de l'angle sous lequel on voit un poste, est nécessaire à l'exploitation radiotélégraphique. Les cartes ordinaires utilisées en géographie ne donnent pas satisfaction : les projections coniques n'indiquent de vraies grandeurs que dans un rayon très restreint, les cartes marines, qui font connaître la trajectoire loxodromique, indiquent exactement les angles, au détriment des distances. Seule, la projection stéréographique, qui conserve les angles et permet de trouver facilement les distances, convient bien aux applications radiotélégraphiques. C'est précisément celle qu'utilise l'auteur qui publie une carte donnant les vraies distances et les vrais azimuts à portée de Paris. — G. M.

621 396 931. — La radiotéléphonie sur les trains en marche. Jacques Boyer. *La Nature*, 18 août 1923, n° 2576, p. 104-106, 1000 mots, 5 fig. — Après avoir rappelé succinctement les essais effectués en Amérique sur ce sujet, l'auteur décrit l'aménagement d'un poste récepteur dans un wagon-salon de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. Quatre haut-parleurs permettent aux voyageurs d'écouter les nouvelles et les concerts radiotélégraphiques. — M. H. B.

621 396 932. — Progrès récents dans l'application de la télégraphie sans fil à la navigation; J. A. Slee. *Electrician*, 12 octobre 1923, t. XCI, p. 392-393, 1100 mots. — Exposé des perfectionnements apportés aux appareils de bord : télégraphie à grande vitesse, utilisation des ondes très courtes, radiogoniométrie, téléphonie. — G. M.

621 396 7 (44). — Le réseau intercolonial français de télégraphie sans fil. *Radioélectricité*, 1er juillet 1923, t. IV, p. 235-241, 1050 mots. — M. H. Lémery, sénateur, vient de déposer une proposition de loi concernant l'achèvement du réseau intercolonial de télégraphie sans fil. — L'étude de ce réseau, projeté dès 1911 par le Ministère des Colonies, souleva de grandes difficultés d'ordre administratif, exagérées par les rivalités des bureaux. Il n'était pas commencé en 1914. La question fut reprise en 1917 par le Ministère des Colonies, le Ministère de la Guerre, le Ministère de la Marine, au titre de la défense nationale : on redoutait, en particulier, que la guerre sous-marine de plus en plus active ne provoquât l'interruption des communications avec nos colonies, importants organes de ravitaillement. Quatre postes furent commencés à Saïgon, Tananarive, Brazzaville, Bamako. Ils ne sont pas encore achevés. Quant au reste du réseau intercolonial, il fait toujours l'objet de projets et de discussions interminables. M. Lémery soumet la question au Parlement, il réclame un programme définitif et une exécution rapide et immédiate. C'est la politique des radiocommunications françaises qui est en jeu. De grandes stations seraient organisées à Djibouti, à Tahiti, à Nouméa, aux Antilles. Le rapport de M. Lémery donne un historique complet de la question et en montre toutes les répercussions politiques et économiques. — G. M.

621 396 7. — Observations faites à Washington sur les stations de Lafayette et de Nauen, du 1er mars 1922 au 28 février 1923. L.-W. Austin. *Proceedings of the Institute of radio Engineers*, octobre 1923, t. XI, p. 459-465, 1500 mots, 4 tab. — L'auteur donne les résultats d'observations effectuées pendant une année sur l'intensité des signaux reçus à Washington et émis par la station de Lafayette (23 400 m de longueur d'onde) et la station de Nauen (12 500 m). La comparaison de ces deux stations est intéressante à cause de leur grande différence de longueur d'onde. Les trois questions étudiées par l'auteur sont les suivantes : 1° détermination de la formule exacte pour la représentation des conditions moyennes de transmission; 2° l'effet de la longueur d'onde sur le rapport entre l'intensité du signal et les perturbations atmosphériques; 3° l'effet de la longueur d'onde sur le degré de variabilité du signal. Pendant les heures difficiles de réception, en particulier les après-midi d'été, le rapport des intensités des signaux et des parasites est presque le même pour les deux longueurs d'onde, mais la plus grande variabilité de l'onde plus courte constitue un argument en faveur de la plus longue. Cette variabilité peut être due partiellement à la distance plus grande parcourue sur terre par le signal avant d'atteindre l'Océan, ou, en d'autres termes, à une absorption locale plus grande à l'extrémité émettrice. Cette hypothèse paraît valable du fait que la station de Sainte-Assise (14 500 m de longueur d'onde) a une intensité considérablement plus constante. — G. M.

621 397.8. — Une nouvelle télégraphie sous-marine. Application des ondes ultra-sonores. M. Adam. *Radioélectricité*, 1er septembre 1923, t. IV, p. 352-354, 1250 mots

L'auteur étudie l'emploi des ondes ultra-sonores pour la télégraphie sous-marine. Les ondes se propagent dans l'eau avec la même vitesse que les autres ondes élastiques et notamment les ondes sonores. La difficulté à laquelle on se heurte lorsqu'on étudie les applications des ondes ultra-sonores réside dans leur production et dans leur détection. La solution de ce problème, imaginée par M. Langevin, repose sur la transformation, à l'aide de cristaux piézo-électriques, d'oscillations radioélectriques à haute fréquence. Le poste émetteur ultra-sonore est composé d'une lame de quartz piézo-électrique formant l'une des parois d'une petite boîte étanche plongée dans l'eau de mer. La face externe de la lame, recouverte d'une feuille métallique, est en contact avec l'eau de mer; la face interne, également recouverte d'une feuille métallique, constitue l'armature isolée du condensateur. Le condensateur piézo-électrique, alimenté par un courant de haute fréquence, est animé de vibrations mécaniques rapides qui se transmettent à l'eau de mer en donnant naissance à des ondes ultra-sonores. Ces ondes se propagent dans ce milieu avec la vitesse du son. Le courant à haute fréquence employé est produit par un appareil émetteur analogue aux postes radioélectriques et pourvu de lampes à trois électrodes. A la réception, les ondes élastiques propagées par l'eau rencontrent un cristal piézo-électrique dont la période propre correspond exactement à leur longueur d'onde : les ondes ultra-sonores mettent en vibration ce cristal. Sous l'influence de la vibration, les armatures fixées sur les faces du cristal se chargent périodiquement d'électricité à la fréquence des oscillations mécaniques. Le condensateur piézo-électrique récepteur se comporte donc comme une source de courant à haute fréquence. On l'intercale dans un circuit oscillant de réception radioélectrique que l'on accorde sur la longueur d'onde de la vibration. Le courant de haute fréquence qui prend naissance dans ces conditions est amplifié et détecté au moyen d'un amplificateur à lampes. En définitive, la réception s'effectue au son dans un téléphone. M. Langevin utilise d'ailleurs le même cristal et le même circuit oscillant aussi bien pour la transmission que pour la réception. Une seconde application du phénomène est la recherche des obstacles, la localisation des récifs et icebergs par temps de brume. — G. M.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

621 365 · 669 187 La pratique courante de la fabrication de l'acier au four électrique. BRADLEY STOUGHTON. *Chem. and Met. Engineering*, 4 juin 1923, t. XXVIII, p. [illegible], 5000 mots. — Cette pratique n'est pas encore uniforme et cela est dû à la rapidité des progrès réalisés dans cette industrie; en outre, chacun des procédés est protégé par des brevets pour lesquels les usagers doivent payer des redevances; il en résulte une assez grande diversité dans les procédés de fabrication. Les types de fours sont très nombreux et possèdent leurs avantages et inconvénients particuliers. L'auteur en donne la nomenclature en un tableau. On peut les classer en différentes sortes, suivant qu'ils utilisent les mêmes méthodes de chauffage de la charge ou les mêmes procédés pour amener le courant aux électrodes. La méthode de chauffage préférée par l'auteur est celle qui utilise la résistance propre de cette charge; elle offre d'ailleurs certaines difficultés. L'introduction du courant dans le four est le point faible de la plupart des fours actuels et le type à induction est préférable à ce point de vue, mais son rendement est faible et son emploi incommode. Le four à arc avec électrodes en graphite ou en charbon est de beaucoup le plus employé et l'auteur signale les avantages et inconvénients respectifs des deux types d'électrodes. Lorsque les déchets d'acier existent en grande quantité, l'auteur montre l'avantage que possède le four électrique de permettre la fabrication de la fonte synthétique car le carbure est fourni par les électrodes à la température de [illegible] environ, l'acier se carburant facilement à une teneur de [illegible] à [illegible] pour 100 de carbure; ce procédé a été utilisé en grand pendant la guerre et a, depuis, rendu de grands services dans certaines contrées. L'auteur examine ensuite l'ordre dans lequel se succèdent les divers procédés au point de vue de la qualité de l'acier obtenu, et les classe comme suit : 1° procédé au creuset; 2° four Martin acide; 3° four Martin basique; 4° Bessemer acide; 5° Bessemer basique. Le four électrique acide donne, suivant l'auteur, des produits dont la qualité est, en tous points, comparable à celle des aciers obtenus au creuset et il examine les raisons pour lesquelles ces résultats concordent. La méthode la plus économique de fabrication de l'acier de bonne qualité consiste à couler dans le four électrique de l'acier liquide et de l'y raffiner. L'auteur indique les moyens employés pour désoxyder et désulfurer le métal, la manière de traiter et de reconnaître les laitiers, les procédés d'entretien et de réparation des fours, les procédés de recarburation et d'addition des métaux spéciaux destinés à donner des qualités particulières aux produits fabriqués. Dans une autre partie l'auteur montre l'avantage qu'il y a à obtenir un brassage énergique du bain de métal fondu, aussi bien pour l'opération de raffinage proprement dite que pour la recarburation ou les traitements spéciaux. L'opération complète, en partant d'une charge fondue, demande de 3 à 5 heures et consomme [illegible] à [illegible] kW-h par tonne de produits. L'auteur traite ensuite de la fusion et du raffinage des déchets d'acier en partant : 1° de déchets purs; 2° de déchets mélangés. Au four électrique il est possible de traiter une charge prise froide en cinq à six heures avec une dépense de 600 à 800 kW-h par tonne; dans ce cas encore l'auteur recherche si le procédé acide est supérieur au procédé basique, bien que le premier ait quelques inconvénients; l'auteur le tient pour supérieur au second. — E. B.

621 365 · 669 187 Les progrès de la fabrication de l'acier au four électrique. GEVSSI DE COUSSERGUES. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril-mai 1923, p. [illegible], [illegible] mots. *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. XX, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — Dans cette communication l'auteur, après quelques mots sur les avantages du four électrique dans la fabrication de l'acier, passe en revue les différents types de fours électriques utilisés pour l'élaboration de ce métal. — *Four à induction.* N'est pratique que pour l'obtention des aciers durs et spéciaux; nécessite l'emploi de très basses fréquences; par contre assure une consommation très régulière de courant. — *Four à arc libre.* N'a d'intérêt que pour les petites unités. Permet l'emploi de tensions relativement élevées ([illegible] V, par exemple), mais a un mauvais rendement calorifique. Il a subi une modification importante de Rennerfelt qui, en plaçant les trois électrodes dans un plan vertical, a pu obtenir un soufflage magnétique produisant un point chaud qui facilite l'amorçage des réactions. — *Four à arc en métal.* C'est le modèle de beaucoup le plus répandu et surtout les fours triphasés à trois électrodes dont le four Héroult est le précurseur. L'auteur étudie ensuite les variations dans les modalités du travail que l'on peut demander au four électrique et montre que, lorsqu'on parle de la consommation d'un four en courant, il faut préciser très exactement toutes les modalités du travail. Entre autres points soulignés par l'auteur, il faut citer ceux-ci après : les fours électriques ont un moins bon rendement que les fours à gaz au point de vue réactions chimiques donnant un produit gazeux. On évacue toujours du CO au four électrique, tandis qu'au four Martin une partie au moins s'en va à l'état de CO_2. Le laitier est absolument nécessaire pour la bonne tenue de l'arc pendant la fusion et pour la protection des maçonneries pendant l'affinage. Étudiant ensuite la question du rendement, l'auteur donne quelques indications au sujet des pertes calorifiques, dispositions à adopter pour les réduire au minimum et des pertes électriques qui sont dues principalement aux mauvais contacts sur la ligne et à l'induction dans les masses métalliques trop rapprochées du circuit. Enfin, il s'occupe de la relation entre la tension, la quantité des laitiers, la durée de l'opération et la durée du four. Il signale à ce propos une innovation intéressante faite dans

L'auteur étudie l'emploi des ondes ultra-sonores pour la télégraphie sous-marine. Les ondes se propagent dans l'eau avec la même vitesse que les autres ondes élastiques et notamment les ondes sonores. La difficulté à laquelle on se heurte lorsqu'on étudie les applications des ondes ultra-sonores réside dans leur production et dans leur détection. La solution de ce problème, imaginée par M. Langevin, repose sur la transformation, à l'aide de cristaux piézo-électriques, d'oscillations radioélectriques à haute fréquence. Le poste émetteur ultra-sonore est composé d'une lame de quartz piézo-électrique formant l'une des parois d'une petite boîte étanche plongée dans l'eau de mer. La face externe de la lame, recouverte d'une feuille métallique, est en contact avec l'eau de mer; la face interne, également recouverte d'une feuille métallique, constitue l'armature isolée du condensateur. Le condensateur piézo-électrique, alimenté par un courant de haute fréquence, est animé de vibrations mécaniques rapides qui se transmettent à l'eau de mer en donnant naissance à des ondes ultra-sonores. Ces ondes se propagent dans ce milieu avec la vitesse du son. Le courant à haute fréquence employé est produit par un appareil émetteur analogue aux postes radioélectriques et pourvu de lampes à trois électrodes. A la réception, les ondes élastiques propagées par l'eau rencontrent un cristal piézo-électrique dont la période propre correspond exactement à leur longueur d'onde : les ondes ultra-sonores mettent en vibration ce cristal. Sous l'influence de la vibration, les armatures fixées sur les faces du cristal se chargent périodiquement d'électricité à la fréquence des oscillations mécaniques. Le condensateur piézo-électrique récepteur se comporte donc comme une source de courant à haute fréquence. On l'intercale dans un circuit oscillant de réception radioélectrique que l'on accorde sur la longueur d'onde de la vibration. Le courant de haute fréquence qui prend naissance dans ces conditions est amplifié et détecté au moyen d'un amplificateur à lampes. En définitive, la réception s'effectue au son dans un téléphone. M. Langevin utilise d'ailleurs le même cristal et le même circuit oscillant aussi bien pour la transmission que pour la réception. Une seconde application du phénomène est la recherche des obstacles, la localisation des récifs et icebergs par temps de brume. — G. M.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

621 365 : 669 187 La pratique courante de la fabrication de l'acier au four électrique. BRADLEY STOUGHTON. *Chem. and Metall. Engineering*, 3 juin 1922, t. XXVI, p. 1048-1080, 3000 mots. — Cette pratique n'est pas encore uniforme et cela est dû à la rapidité des progrès réalisés dans cette industrie; en outre, chacun des procédés est protégé par des brevets pour lesquels les usagers doivent payer des redevances; il en résulte une assez grande diversité dans les procédés de fabrication. Les types de fours sont très nombreux et possèdent leurs avantages et inconvénients particuliers. L'auteur en donne la nomenclature en un tableau. On peut les classer en différentes sortes, suivant qu'ils utilisent les mêmes méthodes de chauffage de la charge ou les mêmes procédés pour amener le courant aux électrodes. La méthode de chauffage préférée par l'auteur est celle qui utilise la résistance propre de cette charge; elle offre, d'ailleurs, certaines difficultés. L'introduction du courant dans le four est le point faible de la plupart des fours actuels et le type à induction est préférable à ce point de vue mais son rendement est faible et son emploi incommode. Le four à arc avec électrodes en graphite ou en charbon est, de beaucoup, le plus employé et l'auteur signale les avantages et inconvénients respectifs des deux types d'électrodes. Lorsque les déchets d'acier existent en grande quantité, l'auteur montre l'avantage que possède le four électrique de permettre la fabrication de la fonte synthétique car le carbure est fourni par les électrodes à la température de 1 500 degrés environ, l'acier se carburant facilement à une teneur de 3 à 4 pour 100 de carbone; ce procédé a été utilisé en grand pendant la guerre et a, depuis, rendu de grands services dans certaines contrées. L'auteur examine ensuite l'ordre dans lequel se succèdent les divers procédés, au point de vue de la qualité de l'acier obtenu, et les classe comme suit : 1° procédé au creuset ; 2° four Martin acide ; 3° four Martin basique ; 4° Bessemer acide ; 5° Bessemer basique. Le four électrique acide donne, suivant l'auteur, des produits dont la qualité est, en tous points, comparable à celle des aciers obtenus au creuset et il examine les raisons pour lesquelles ces résultats concordent. La méthode la plus économique de fabrication de l'acier de bonne qualité consiste à couler dans le four électrique, de l'acier liquide et de l'y raffiner. L'auteur indique les moyens employés pour désoxyder et désulfurer le métal, la manière de traiter et de reconnaître les laitiers, les procédés d'entretien et de réparation des fours, les procédés de recarburation et d'addition des métaux spéciaux destinés à donner des qualités particulières aux produits fabriqués. Dans une autre partie, l'auteur montre l'avantage qu'il y a à obtenir un brassage énergique du bain de métal fondu, aussi bien pour l'opération de raffinage proprement dite que pour la recarburation ou les traitements spéciaux. L'opération complète en partant d'une charge fondue demande de 4 à 5 heures et consomme 100 à 200 kWh par tonne de produits. L'auteur traite ensuite de la fusion et du raffinage des déchets d'acier en partant : 1° de déchets purs ; 2° de déchets mélangés. Au four électrique il est possible de traiter une charge prise froide en cinq à six heures avec une dépense de 600 à 800 kWh par tonne : dans ce cas encore, l'auteur recherche si le procédé acide est supérieur au procédé basique ; bien que le premier ait quelques inconvénients, l'auteur le tient pour supérieur au second. — E. B.

621 365 : 669 187 Les progrès de la fabrication de l'acier au four électrique. GEORGES DE COUSSERGUES. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril-mai 1923, p. 400-425, 10 000 mots; *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. XX, p. 427-440, 5 000 mots, 4 fig. — Dans cette communication l'auteur, après quelques mots sur les avantages du four électrique dans la fabrication de l'acier, passe en revue les différents types de fours électriques utilisés pour l'élaboration de ce métal. — *Four à induction*. N'est pratique que pour l'obtention des aciers durs et spéciaux; nécessite l'emploi de très basses fréquences, par contre assure une consommation très régulière de courant. — *Four à arc libre*. N'a d'intérêt que pour les petites unités. Permet l'emploi de tensions relativement élevées, 120 V, par exemple, mais d'un mauvais rendement calorifique. Il a subi une modification importante de Rennerfeldt qui, en plaçant les trois électrodes dans un plan vertical, a pu obtenir un soufflage magnétique produisant un point chaud qui facilite l'amorçage des réactions. — *Four à arc en métal*. C'est le modèle de beaucoup le plus répandu, et surtout les fours triphasés à trois électrodes dont le four Héroult est le précurseur. L'auteur étudie ensuite les variations dans les modalités du travail que l'on peut demander au four électrique et montre que, lorsqu'on parle de la consommation d'un four en courant, il faut préciser très exactement toutes les modalités du travail. Entre autres points soulignés par l'auteur, il faut citer ceux ci-après : les fours électriques ont un moins bon rendement que les fours à gaz au point de vue réactions chimiques donnant un produit gazeux. On évacue toujours du CO au four électrique, tandis qu'au four Martin une partie au moins s'en va à l'état de CO^2. Le laitier est absolument nécessaire pour la bonne tenue de l'arc pendant la fusion et pour la protection des maçonneries pendant l'affinage. Étudiant ensuite la question du rendement, l'auteur donne quelques indications au sujet des pertes calorifiques, dispositions à adopter pour les réduire au minimum et des pertes électriques qui sont dues principalement aux mauvais contacts sur la ligne et à l'induction dans les masses métalliques trop rapprochées du circuit. Enfin, il s'occupe de la relation entre la tension, la quantité des laitiers, la durée de l'opération et la durée du four. Il signale à ce propos une innovation intéressante faite dans

les dernières installations françaises et américaines. L'emploi d'une tension variable suivant la phase de l'opération. J. S.

621 365 — L'emploi du four électrique en fonderie d'alliages et dans les traitements thermiques. Fockner. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril-mai 1923, p. 256-270, 5 000 mots, 4 fig. *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. XX, p. ..., 5 000 mots, 4 fig. — Contrairement à ce qui a lieu en sidérurgie, où le four à arc est presque uniquement employé, on trouve dans la fonderie d'alliages des fours de tous genres : à résistance, à induction, à arc sans pouvoir dire quel est le type prédominant. *Fours à résistance.* Les principaux modèles sont le four Baily, le four Morgan où le creuset constitue la résistance électrique et les fours à résistances métalliques extérieures. *Fours à induction.* Sont très appréciés en fonderie ; on peut citer le four Ajax Wyatt et le four de la General Electric Co. et le four de la Compagnie française des Métaux qui permet d'utiliser du courant triphasé. Le four à induction à haute fréquence semble très intéressant ; ses avantages sont les suivants : construction simplifiée, obtention rapide d'une température de 2 000° à 3 000°, suppression de la fusion par ... préalable. Le seul inconvénient réside dans l'appareillage très coûteux pour fournir une puissance importante à des fréquences variant entre ... *Fours à arc.* On utilise surtout les fours à arc au-dessus du bain. Le four Booth est un four cylindrique conique, tournant ... à électrodes horizontales passant par les extrémités planes auxquelles le courant est amené par l'intermédiaire des chemins de roulement. Le trou de coulée est percé dans une des sections planes, le chargement se fait par l'autre côté. Le four Detroit est analogue au précédent, ... oscillant. Le trou de coulée et la porte de chargement sont percés dans la partie cylindrique. Comme four de fonderie à arc entre électrodes et le bain, le plus économique semble être le four construit par la société Brown Boveri et Cie. En résumé, les avantages des fours électriques en fonderie d'alliages sont : facilité de manœuvre, faible encombrement, rapidité de fusion, qualité du produit obtenu, réglage facile de l'atmosphère, faibles pertes par oxydation et volatilisation. Au point de vue des avantages respectifs des divers types, on peut dire que les fours à résistance genre Baily ont l'avantage d'être très robustes et simples, mais ils ne permettent pas d'obtenir de très hautes températures et ont une consommation élevée ; les fours à induction ont un rendement calorifique élevé et une consommation plus réduite, mais ils ne permettent pas un raffinage facile et exigent un chargement préalable de métal liquide, sauf pour les fours à haute fréquence ; les fours à arc sont les plus souples comme exploitation, leur consommation pour les forts chargements se rapproche de celle des fours à induction, mais il faut remplacer les électrodes, ils provoquent des perturbations sur les réseaux et peuvent donner lieu à des pertes par oxydation et volatilisation. Pour ce qui est des fours utilisés pour les traitements thermiques, leur emploi ne date que de 1917 et est surtout développé aux États-Unis. Ils sont trop coûteux en Europe, au point de vue prix de production de la calorie, cependant deux avantages importants peuvent justifier leur emploi : rendement calorifique supérieur et qualité constante de la fabrication, grâce à la possibilité de réglage automatique de la température. Ces fours sont à résistances de graphite ou d'alliages spéciaux. Les principaux sont : le type Baily, le type de la General Electric Co à résistances en ruban de nichrome placées sur les parois latérales du four et celui de la Westinghouse Co où les résistances sont placées quelquefois sur les six faces du four. On peut appliquer aussi l'électricité aux autres formes de fours utilisés dans les ateliers : à bain de plomb, d'huile, de sels, fours rotatifs, poussants, etc. — J. S.

USINES ET ATELIERS, OUTILLAGE

621 822 — Protection de paliers à billes et à galets contre les chocs. *Revue B. B. C.*, mai 1923, t. X, p. 96-97, ... mots, 3 fig. — Pour protéger les paliers contre les chocs dans le sens de l'axe, notamment contre ceux qui proviennent de la mise en place ou du démontage de la poulie, on dispose les roulements à bille de telle façon qu'ils puissent

Fig. 1. Palier à billes avec dispositif de protection contre les chocs avec un seul ressort de chaque côté. — Fig. 2. ... avec dispositif de protection contre les chocs avec plusieurs ressorts de chaque côté.

se déplacer latéralement d'une certaine quantité et qu'ils soient maintenus dans une position moyenne à l'aide de ressorts. Les figures 1 et 2 montrent la réalisation pratique de cette disposition. Des butées convenablement placées limitent la course latérale des roulements dans le palier. — V. G.

621 311 22 : 531 67 — Analyse des vibrations d'un turbogénérateur au moyen du vibrographe. *E. T. Z.*, ... 1923, t. XLIV, p. ..., 800 mots, 4 fig. — Le Dr Geiger, l'inventeur du torsiographe, a imaginé un nouvel appareil, dénommé vibrographe, pour mesurer les fortes vibrations, dont l'amplitude peut dépasser un centimètre et dont le nombre peut s'élever à 3 000 par minute. L'appareil est basé sur le même principe que le sismographe. Il se compose essentiellement d'une masse métallique fixée au moyen d'un ressort en spirale sur un axe monté lui-même sur un bâti qui se place sur la pièce dont on veut analyser les vibrations. Celles-ci se transmettent au bâti et à l'axe du vibrographe, mais non à la masse. Il s'ensuit un mouvement relatif entre la masse en question et l'axe, mouvement que l'inventeur, avec une exactitude suffisante pour la pratique, assimile aux vibrations. Ce mouvement est amplifié et reproduit sur une bande de papier par l'intermédiaire de leviers. Au moyen de son vibrographe, M. Geiger a cherché la cause des vibrations qu'accusait un turboalternateur de 15 000 kw tournant à 3 000 t : mn. On soupçonnait un effet de résonance entre la période propre de vibration de la fondation du groupe et le nombre de tours de celui-ci. Pour déterminer la période propre de vibration de la fondation, on laissa tomber sur une de ses poutres un poids de 60 kg d'une hauteur de ... cm, et le vibrographe enregistra les vibrations obtenues. A la suite de cette expérience, on procéda au renforcement de certaines parties de la fondation, ce qui mit radicalement fin aux vibrations. Le même appareil peut, après modification, servir à déterminer la période propre d'oscillation d'un arbre de turbine à vapeur. Les quatre figures de l'article montrent la construction de l'appareil et son application aux arbres de turbine. — A. M.

PARIS. — SOC. Ame DE L'IMP. ET L'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE

Le Gérant : J. Bousquié

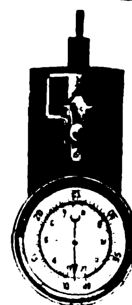
ZIVY & Cie

PARIS (8e)
19 et 31, Rue de Naples
Téléph. : Wagram 65-42
Registre du Commerce : Seine n° 35 912

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes


Tachymètre portatif

186-186 bis-188, rue Championnet
PARIS — Téléphone Marcadet 05-52
Registre du Commerce : Seine N° 64 309

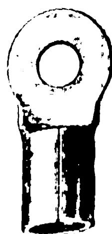
Chauvin & Arnoux

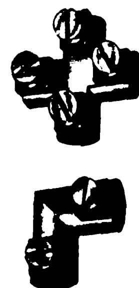
PYROMÈTRES
TACHYMÈTRES

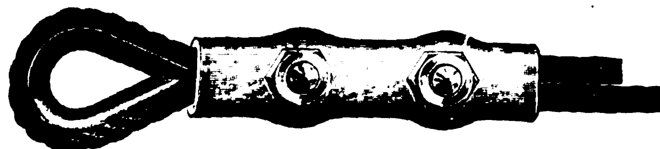
APPAREILS POUR TOUTES MESURES ÉLECTRIQUES

COSSES ET RACCORDS
BASSE & HAUTE TENSION

PRONER ET Cie
89, Rue de la Roquette, PARIS - XIe







Téléphone : Roquette 80-28 *Registre du Tribunal de Commerce de la Seine n° 124 956* **Catalogue sur demande**

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621 3 017 — Règles de normalisation du gros appareillage électrique *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 10 000 mots, 2 fig., 3 tab. — Ces règles ont été établies à la suite d'une étude très approfondie de la quatrième Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, laquelle s'est inspirée des règles établies précédemment par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique et qui ont été publiées dans le fascicule n° 2 des Comptes rendus des Travaux du Comité technique de cette Chambre syndicale, annexé au numéro du 3 juillet 1920 de la « Revue générale de l'Électricité ». Ces dernières règles se trouvent abrogées, la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel ayant donné son accord au texte nouveau, adopté par l'Union des Syndicats de l'Électricité le 4 juillet 1923.

621 312 017 — Règles françaises d'unification des machines électriques *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 400 mots, 1 tabl. — Dans la section IV des Règles françaises d'unification du Matériel électrique établies par le Comité électrotechnique français, publiées en février 1919 dans le fascicule 10 des publications de ce comité et adoptées le 23 décembre 1919 par la Commission permanente de Standardisation siégeant au Ministère du Commerce, il est donné, paragraphes 2, 3 et 4, des définitions de ce qu'on doit entendre par régime normal, régime continu et régime discontinu d'une machine électrique. Sur la demande de plusieurs syndicats affiliés à l'Union des Syndicats de l'Électricité, celle-ci s'est préoccupée de compléter ces définitions par de nouvelles se rapportant aux autres régimes que l'on peut imposer à une machine. La sixième Commission de l'Union a établi, dans ce but, un texte et un tableau reproduit dans cet article et qui ont été adoptés par le Comité de Direction de l'Union dans sa séance du 2 mai 1923.

621 312 3 531 23 — Au sujet des nouvelles méthodes pour la détermination du moment d'inertie des machines électriques *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 500 mots, 5 fig. Analyse d'un article de F. Kessler et E. Schulze, publié dans *E. T. Z.*, 12 octobre et 9 novembre 1922, t. XLIII, p. [illegible] et [illegible], 8 000 mots, 11 fig.

621 311 74 — Note sur les interrupteurs d'excitation, E. Poisson, *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 000 mots, 7 fig. — Après une discussion générale sur les conditions dans lesquelles s'effectue la rupture du circuit d'excitation des génératrices, l'auteur propose trois schémas pour l'insertion rationnelle de la résistance de décharge dans le circuit inducteur : dans le premier un interrupteur principal court-circuite normalement cette résistance qui n'entre donc en jeu que lorsque l'interrupteur principal a quitté ses plots ; la rupture se fait alors avec un deuxième interrupteur ; dans le deuxième schéma, la résistance de décharge est mise en série avec le rhéostat d'excitation. Enfin, dans le troisième schéma, on intercale un condensateur aux bornes du circuit inductif et l'auteur donne la théorie complète du dispositif.

621 314 5 00 2 — Considérations sur la pratique actuelle de la construction des transformateurs statiques, J.-W. Rogers, *Electrician*, 29 juin 1923, t. XC, p. 702-703, 3 000 mots, 2 fig. — L'augmentation de la puissance qui peut être concentrée en un point quelconque d'un système de distribution a rendu beaucoup plus importants les effets anormaux auxquels les enroulements des transformateurs peuvent être soumis à la suite de variations brusques de la charge ou de surtensions. Il est heureux que l'emploi des hautes tensions permette de réaliser plus facilement de grandes unités et réciproquement les conducteurs sont plus faciles à isoler et on peut donner une plus grande rigidité aux bobines. Le transformateur à colonnes, à bobinages concentriques immergé dans l'huile, est celui qui satisfait le mieux aux exigences de la pratique moderne. Dans sa construction on rencontre les caractéristiques suivantes : emploi de tôles au silicium spécialement traitées, refroidissement efficace par les canaux subsistant entre les bobinages basse tension et les noyaux, joints enchevêtrés, bobinage basse tension à couche unique en hélice intérieure au bobinage haute tension divisé en galettes, cylindres isolants entre les deux bobinages et le bobinage basse tension et les noyaux. Les efforts dus aux courts-circuits tendent à comprimer le bobinage intérieur et à agrandir le bobinage extérieur. Si les centres électriques des deux bobinages coïncident, il n'y aura pas d'effort axial, c'est la raison pour laquelle les prises variables se font généralement au milieu du bobinage à haute tension plutôt qu'à l'extrémité. — F. K.

621 314 00 46 — Action des ondes perturbatrices sur les transformateurs *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 000 mots, 10 fig. Analyse d'un article de G. Courvoisier, publié dans le *Bull. A. S. E.*, octobre 1922, t. XIII, p. [illegible], 7 000 mots, 9 fig.

621 314 5 — La théorie du vibrateur de Kapp *E. T. Z.*, 7 juin 1923, t. XLIV, p. [illegible], 400 mots. — Note résumant un article publié par H. Doll dans « Archiv für Elektrotechnik », 1922, t. XI, p. [illegible], sur le vibrateur de Kapp, appareil dont la fonction est de relever le facteur de puissance des moteurs synchrones à courant triphasé. — A. M.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A., The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E., Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng., Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc., Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B., Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M., Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R., General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E., Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag., Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev., Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E., Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* de 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 13 premiers tomes, 520 fr. Abonnement : France, 75 fr; Étranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 376 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Electricite

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVe Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch.). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus.)

621 314 5 Caractéristiques et fonctionnement des convertisseurs dans les réseaux à courant continu *R. G. E.*, [illegible] novembre 1923, t. XIV, p. 720-721, 1 200 mots. Analyse d'un article de T.-F. BARTON et C. M. FEIL, publié dans *G. E. R.*, juin 1923, t. XXVI, p. 378-383, 8 000 mots, 13 fig.

621 311 73 — Rupture des circuits inductifs de grande intensité à courant continu et à courant alternatif. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 180-192, 3 000 mots, 10 fig. Analyse d'un article de Reinhold RÜDENBERG, publié dans le *Bull. A. S. E.*, juin et juillet 1922, t. XIII, p. 248-263 et 290-298, 11 000 mots.

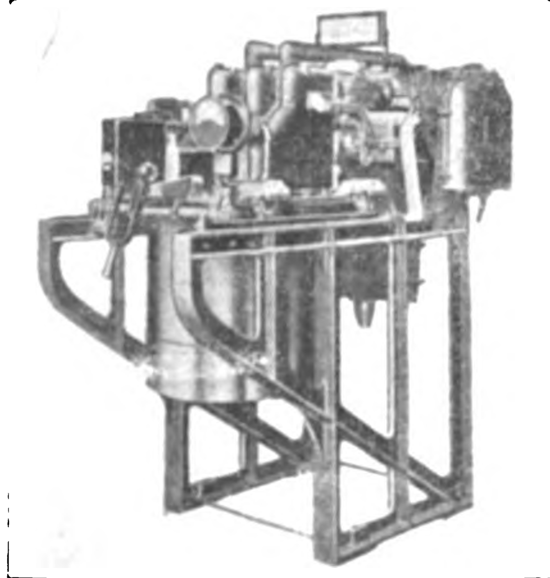
621 311 73 Du disjoncteur ordinaire au disjoncteur extra rapide. Léon VERNIER et Maurice WALKER. *R. G. E.*, [illegible] novembre 1923, t. XIV, p. 699-708, 6 000 mots, 18 fig. Les auteurs exposent les avantages de la protection extra-rapide sur tous les réseaux à courant continu et sa nécessité sur les lignes de traction à tension élevée. Ils comparent les résultats d'essais oscillographiques, pratiqués avec un disjoncteur ordinaire de tableau, un disjoncteur ordinaire de locomotive, un disjoncteur extra rapide construit par la Société française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Ils indiquent les principales caractéristiques que doit présenter un disjoncteur extra rapide, et les données d'essais nécessaires à la discussion des résultats obtenus.

621 311 74 — Nouveaux interrupteurs pour très hautes tensions employés à l'étranger. W. HÜTER. *E. T. Z.*, [illegible] août 1923, t. XLIV, p. 801-805, 6 000 mots, [illegible] fig. — En écrivant cet article, l'auteur s'est proposé de mettre sous les yeux de ses lecteurs allemands le plus possible de renseignements sur l'appareillage moderne à très haute tension, renseignements recueillis dans diverses publications techniques. Naturellement, c'est du matériel américain qu'il s'agit surtout car, en Europe, on ne compte que quelques rares installations au-dessus de 100 000 V, tandis qu'aux États-Unis, les transmissions d'énergie à très hautes tensions sont nombreuses et les plus récentes sont à 220 000 V. D'une façon générale, les Américains préfèrent établir en plein air leurs stations de couplage et de transformation, car c'est la solution qui leur paraît la plus économique, du moins jusqu'à certaines tensions. Cette disposition leur permet l'emploi d'interrupteurs aériens qu'on rencontre même sur les lignes à [illegible] V en dépit des inconvénients inhérents à ce genre d'appareils. Selon les renseignements qui viennent d'Amérique, la formation de la glace ne serait pas un obstacle au fonctionnement de ces interrupteurs. La difficulté d'extinction des arcs constitue, par contre, un point faible qui impose de grands intervalles entre phases si l'on veut éviter l'amorçage d'arcs entre conducteurs ou entre ceux-ci et les pylônes sous l'action du vent. D'après les expériences de Bonnet, la rupture d'une puissance de [illegible] kV-A sous 110 000 V détermine un arc d'une longueur de 4,5 m. A cause des effets de capacité et du déphasage, la coupure du courant de charge des lignes présente particulièrement de grandes difficultés. Ainsi, sur la ligne à 220 000 V de Big Creek à Los Angeles, le fonctionnement des interrupteurs aériens coupant simplement le courant de charge d'une ligne de 43 km détermina la formation d'arcs qui se maintinrent durant six secondes et atteignirent de 18 à 21 m. Aussi l'emploi des interrupteurs aériens est-il limité à l'ouverture et à la fermeture des tronçons de raccordement qui unissent les deux lignes en parallèle de l'installation en question. Pour les très hautes tensions on fait grand usage, en Amérique, dans l'appareillage, d'isolateurs supports en plusieurs pièces formés d'éléments semblables, assemblés par boulons d'une façon rigide. Chaque élément comporte une cloche de 30 cm de diamètre et deux embases qui s'adaptent exactement sur celles des éléments voisins. Cette disposition permet le remplacement facile et économique d'un élément avarié comme elle rend aussi possible une élévation de la tension de l'installation puisqu'il suffit d'ajouter de nouveaux éléments aux isolateurs existants. L'une des figures de l'article représente un sectionneur employé dans les installations intérieures jusqu'à 73 000 V et à l'extérieur jusqu'à 70 000 V. Les isolateurs de cet appareil sont formés chacun de cinq éléments et leur hauteur totale est de 80 cm ; leur tension d'amorçage est de 285 000 V à sec et de 1[illegible]0 000 V sous pluie de 3 mm par minute et inclinée de 45°. Il va de soi que les interrupteurs à huile jouent en Amérique un rôle des plus importants et l'auteur se livre à leur sujet à une étude comparative très détaillée à laquelle nous renvoyons le lecteur et de laquelle nous n'extrairons que quelques renseignements. Les interrupteurs de la Westinghouse sont munis d'isolateurs de sortie du type condensateur, revêtus extérieurement d'un manteau de porcelaine, tandis que ceux de la General electric C° portent des isolateurs de porcelaine remplis d'huile et en plusieurs pièces ; les deux types sont employés sur les lignes à 220 000 V. Les interrupteurs de l'une et l'autre maison comportent des chambres d'explosion dans lesquelles l'arc est rapidement étouffé par la haute pression que développent les gaz produits. Voir à ce sujet la description que donne des installations de Beaumont-Monteux, la *R. G. E.* du 3 juin 1922, t. XI, p. 817-819. — Les interrupteurs à huile des installations à l'air libre pour 220 000 V atteignent des dimensions énormes et des poids formidables. Un tel appareil de la General electric C° pèse, complètement équipé, 41,5 t et son encombrement est de 10,4 m × 5,5 m × 6,4 m. D'après certaines opinions autorisées émises en Amérique, il semblerait que les interrupteurs mastodontes construits dernièrement représentent une limite qu'on ne saurait dépasser. Aussi, pour les tensions futures, si elles doivent être supérieures à 220 000 V, conviendrait-il de chercher une solution dans une autre voie. Les volumes d'huile nécessaires aux interrupteurs de plein air sont si considérables et occasionnent de telles dépenses que, pour 220 000 V, il paraît plus avantageux de placer l'appareillage à l'intérieur d'édifices et d'utiliser des interrupteurs plus petits. Ainsi a-t-on fait à la centrale de Big Creek n° 8 où l'on a logé tous les interrupteurs sous toit, tandis que, dans d'autres installations tout à fait récentes, on s'en est tenu aux interrupteurs à l'air libre. — A la fin de son étude, l'auteur donne certains renseignements sur le matériel à très haute tension employé en France provenant de La Métallurgique électrique, ces renseignements étant tirés de la « R. G. E. » nous ne les reproduirons pas. — A. M.

621 311 74. Les interrupteurs dans l'huile à grand pouvoir de rupture. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 679-680, 1 000 mots, 3 fig. Analyse d'un article publié dans *Revue B. B. C.*, mars 1923, t. X, p. 45-51, 5 000 mots, 10 fig.

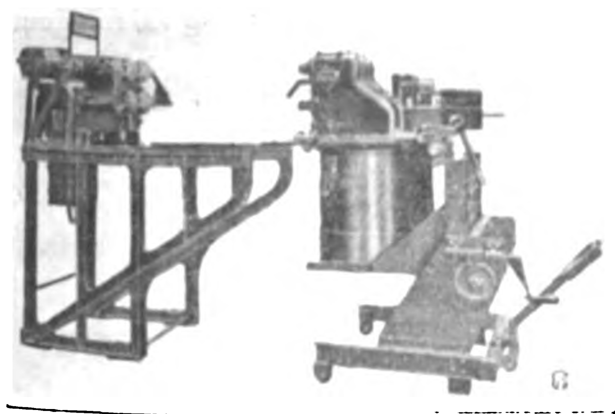
621 311 74 00 2. Progrès récents dans la construction des interrupteurs à haute tension. *Electrician*, 14 septembre 1923, t. XCI, p. 276-277, 1 600 mots, 3 fig. — L'article donne la description d'un interrupteur amovible et pouvant être utilisé seul ou constituer une partie d'un tableau de distribution plus ou moins important et démontable en deux parties. La figure 1 montre cet appareil prêt à fonctionner ; il peut être établi pour des intensités jusqu'à 1 200 A et pour des tensions atteignant 12 500 V. L'élément fixe contient les barres omnibus et les boîtes d'extrémités de câbles ; la partie mobile comprend un interrupteur à huile et les transformateurs nécessaires pour l'alimentation des appareils de mesures. La figure 2 montre les deux parties séparées ; le réservoir d'huile est établi en tôle d'acier ; la partie supérieure est munie de galets, montés sur billes, qui roulent sur les parties dressées du support fixe de manière à en rendre très facile la mise en place ou l'enlèvement. Le mécanisme de l'interruption est entièrement établi en acier et les contacts mobiles sont guidés sur toute la longueur de leur course. La partie mobile de l'ensemble est maintenue en place et verrouillée à l'aide d'un dispositif à engrenages et crémaillère ; lorsque cette partie est enlevée, les contacts fixes sont dissimulés par un

volet qui vient automatiquement se mettre en position. Les barres omnibus sont enfermées dans une caisse en fonte et sont



621.311.74.00 — Fig. 1. Interrupteur amovible en ordre de marche.

maintenues en place à l'aide d'isolateurs de forme appropriée. Les différentes parties constituant l'ensemble sont interchangeables, en particulier, pour satisfaire à diverses nécessités



621.311.74.00 — Fig. 2. Interrupteur amovible séparé en deux parties avec dispositif pour le levage ou l'abaissement du réservoir d'huile.

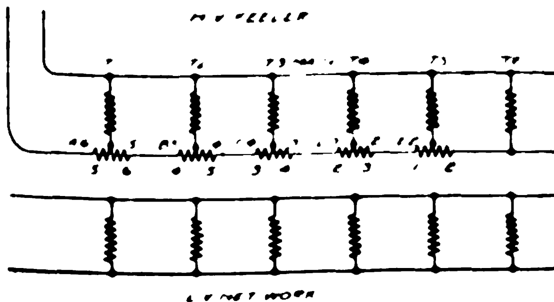
de service, les barres omnibus peuvent être disposées de diverses manières, mais les caisses correspondantes sont interchangeables. — E. B.

621.311.74. Boite souterraine de distribution. *E. T. Z.*, 16 août 1923, t. XLIV, p. 780, 500 mots, 1 fig. — La Compagnie Edison de New York emploie depuis quelques années sur son réseau à courant continu une boite souterraine de distribution munie d'interrupteurs automatiques mettant hors circuit les feeders d'alimentation avariés. Les feeders sont des câbles à deux conducteurs concentriques de 500 ou 1 250 mm², les câbles de distribution par contre sont à un conducteur de 100 ou 250 mm². Les feeders qui viennent des sous-stations aboutissent aux boites de distribution lesquelles sont des cuves ayant un diamètre de 68 cm à la partie supérieure et 71 cm au fond; leur hauteur utile est de 99 cm. Un double couvercle assure l'étanchéité de leur fermeture. Deux rails de distribution de 2,5 cm × 5 cm logés dans la cuve sont reliés, d'une part, au feeder par l'intermédiaire des interrupteurs automatiques et, d'autre part, aux câbles de distribution au moyen de brides facilement amovibles. Les interrupteurs automatiques sont unipolaires et construits pour 1 200 A et 2 400 A; l'encombrement d'un de ces appareils n'est que de 12,5 cm × 15 cm × 25 cm. Un fil pilote actionne la bobine de déclenchement. Dans les câbles doubles, le fil pilote est bobiné avec le conducteur extérieur, fil pilote et conducteur sont de polarité différente. Dans les câbles simples, le fil pilote et le conducteur sont également reliés à des pôles différents. En cas de mise à la terre d'un câble ou en cas de court-circuit intérieur entre les deux conducteurs d'un même câble, la bobine de déclenchement est mise sous tension et l'interrupteur coupe le courant. Les appareils automatiques peuvent être actionnés depuis les sous-stations où des lampes indiquent du reste constamment la position des interrupteurs. Ceux-ci sont également manœuvrables à la main au moyen d'un levier approprié. Plus de deux mille boites de ce modèle sont en service depuis plus de deux ans et elles ont donné entière satisfaction sous tous rapports. — A. M.

621.311.77. — Nouveau type de relais dit « de distance » pour le sectionnement automatique des circuits électriques. Leslie N. Crichton, *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 793-798, 4000 mots, 10 fig. — Dans ce type de relais, le retard au déclenchement, de durée variable, est réglé automatiquement par l'appareil lui-même, en raison de la distance qui sépare ce dernier du point où se produit le défaut. Le résultat est obtenu par une combinaison de deux bobines influencées respectivement par la tension et le courant du réseau et agissant, par induction, simultanément et en sens opposé, sur un disque dont le mouvement est amorti par le couple retardateur d'un aimant permanent entraînant un ressort spiral; ce dernier est relié à un levier pivotant dont un des bras est chargé de fermer les contacts du circuit de déclenchement. Le laps de temps requis pour le fonctionnement du relais est inversement proportionnel à l'intensité du courant I et directement proportionnel à la tension E; il varie donc suivant le rapport $\frac{E}{I} = Z$, c'est-à-dire suivant l'impédance et dépend, en conséquence, directement, de la distance. Lorsqu'un court-circuit franc se produit dans le voisinage de l'appareil, le déclenchement est instantané; lorsque le défaut est éloigné, le déclenchement se trouve retardé, en fonction de la distance, par suite de la tension qui subsiste aux bornes de la bobine de tension du relais, ce qui laisse le temps aux autres relais placés dans le circuit plus près du dérangement, d'agir au préalable. Si la perturbation est un court-circuit sur résistance appréciable, le fonctionnement de l'appareil est naturellement moins rapide, mais ce fait ne présente, dans la pratique, aucun inconvénient sérieux; car, dans ce cas, le courant anormal, limité par la résistance à une valeur plus faible, peut, sans qu'il y ait danger, circuler plus longtemps dans la partie du réseau à sectionner. L'article décrit, dans le détail, le mode de construction du relais, discute ses caractéristiques, fait connaître les moyens prévus pour le réglage du retard au déclenchement en fonction de la longueur des sections à protéger (prises multiples sur la bobine de courant, résistance additionnelle ajustable en série avec la bobine de tension); il indique ensuite la façon de procéder au réglage susdit (dont l'exécution est facilitée grâce à l'emploi de tables ou de courbes représentatives de données fournies par le constructeur) et ajoute, enfin, quelques renseignements permettant à l'exploitant de tirer un parti judicieux de l'appareil dont l'emploi paraît indiqué, en particulier, dans les réseaux à disposition plus ou moins compliquée. Dans les installations avec neutre à la terre, il est nécessaire de pré-

voir un double jeu de relais. l'un pour les courts-circuits entre phases (la tension composée est, dans ce cas, appliquée à la bobine de tension), l'autre, pour les défauts entre phases et terre (la bobine de tension est alors soumise à l'action de la tension simple). Si le neutre est mis à la terre par l'intermédiaire d'une résistance, le « relais de distance » est inapplicable et il convient de recourir à un autre système de protection. Dans bon nombre de réseaux, il sera utile, pour assurer une discrimination irréprochable dans le fonctionnement de l'appareil, de compléter le dispositif par l'adjonction d'un élément directif ; le relais correspondant préconisé dans l'article est du type wattmétrique et l'on fait observer que, pour en obtenir des résultats satisfaisants dans les conditions de déséquilibre accompagnant les courts-circuits, la bobine de tension doit être branchée entre deux fils (tension composée), la bobine d'intensité étant alimentée comme à l'ordinaire par le courant de ligne, correspondant à la tension étoilée. — L. D.

621.316 — Les réseaux secondaires à courant alternatif; D.-K. Blake. *General electric Review*, juin 1923, t. XXVI, p. 390-400, 800 mots, 4 fig. — Plusieurs facteurs importants militent en faveur du « réseau », plus économique et plus désirable que la méthode consistant à alimenter chaque groupe de clients par un seul transformateur. Avec un réseau, on peut réduire la puissance installée totale des transformateurs et améliorer ainsi le facteur de charge ; on peut employer de plus gros transformateurs à rendement plus élevé et moins coûteux par kilovolt-ampère que des petits, on a, de plus, la facilité d'alimenter les clients de deux ou de plusieurs directions ; la diversité de la charge fait diminuer les pertes dans le cuivre et on améliore la régulation de la tension tout en assurant une plus grande continuité de la fourniture d'énergie. Les pertes dans le cuivre, du côté primaire, se trouvent réduites, aussi, surtout si, dans le cas d'un primaire triphasé à quatre fils, on rend communs les fils neutres primaire et secondaire. Avec un réseau bien étudié, la différence entre les consommations totalisées des clients et la consommation au départ des feeders, est réduite à un minimum. Enfin, il est facile de connecter économiquement des charges nouvelles et le nombre de points à surveiller est réduit au minimum, avantage important en cas d'accident. — Les problèmes les plus importants à étudier en vue du meilleur fonctionnement d'un réseau secondaire sont : la protection contre les courts-circuits des transformateurs et du système primaire, la division de la charge



621.316. — Fig. 1. Système de distribution ayant pour but une division convenable de la charge au moyen de bobines placées dans le feeder primaire à chaque transformateur. H. V. Feeder, feeder à haute tension ; L. V. Net Work, réseau à basse tension.

entre les transformateurs et le choix du système de division à adopter. — La protection par fusibles n'est pas intéressante, car un transformateur séparé du réseau transmet sa charge aux autres et il peut arriver que tous les fusibles fondent successivement ; c'est alors un gros travail de les remplacer tous et de remettre le réseau sous tension. L'auteur décrit un protecteur de réseau constitué par cinq enroulements portés par le même noyau et connectés, l'un en série avec le primaire du transformateur (monophasé), les autres étant insérés d'une façon convenable dans le secondaire. En marche normale, le noyau de ces différentes bobines ne se trouve pas excité ; en cas de trouble (court-circuit ou rupture dans le transformateur), une tension se trouve induite dans deux des enroulements ; cette tension appliquée à des fusibles, les fait fondre, ce qui a pour effet de déconnecter le transformateur du réseau ; les autres transformateurs, pourvus du même dispositif, se trouvent seulement un peu surchargés, sans que leurs protecteurs s'en trouvent déséquilibrés. Un dispositif de signalisation quelconque permet d'aller remédier à l'avarie. — L'auteur décrit encore un système, basé sur le retour de puissance et permettant l'installation d'un réseau alimenté par plusieurs feeders, au lieu d'avoir un petit réseau séparé sur chaque feeder radial.

L'impédance des lignes secondaires étant plus élevée que celle des transformateurs, la charge, en général, ne se répartit pas proportionnellement aux puissances installées. Donc, si aucun dispositif spécial n'intervient, un transformateur mis hors service pour cause de surcharge répartira sa charge sur ses plus proches voisins de préférence qui pourront, eux aussi, souffrir de surcharge, et ainsi de suite.

L'auteur expose un système qui semble devoir réaliser une division convenable de la charge. Il consiste en bobines d'équilibrage placées en série dans le feeder primaire à chaque transformateur avec, pour effet, une répartition appropriée de la charge sur chaque appareil, quel que soit l'éloignement du point d'utilisation de cette charge. Le conducteur primaire entre les transformateurs T_3 et T_4 transmet le courant de T_5 et de T_6, tandis que le conducteur T_5-T_6 transmet le courant de T_6 seulement (fig. 1) ; si les transformateurs sont identiques, le nombre de spires de l'auto-transformateur E doit être tel qu'on ait deux fois plus de spires entre T_3 et T_4 qu'entre T_5 et T_6. Les nombres inscrits sous l'auto-transformateur indiquent les nombres de spires relatives, les nombres au-dessus indiquent les intensités relatives. Les auto-transformateurs peuvent consister en une bobine en série avec le feeder et une bobine en série avec le transformateur individuel, ou bien encore en deux bobines en série sur le feeder mais en opposition, avec la connexion du transformateur branchée au point convenable, comme indiqué sur la figure. — L'auteur traite encore des modifications à apporter à l'équipement des régulateurs d'induction en vue de leur fonctionnement en parallèle. Enfin, il termine en posant, sans les établir, quelques formules relatives à l'étude d'un réseau du point de vue économique. Dans le cours de son article il cite les références suivantes : Sur les systèmes comportant des relais à retour d'énergie ; M.-T. Crawford, *Electrical World*, 23 décembre 1922, t. LXXX, p. 1375. — Revue de la pratique de la distribution ; H.-R. Summerhayes, *General electric Review*, mars 1914. — Le système triphasé à quatre fils de Dublin, G. Arcara, *General electric Review*, juin 1914. — Étude économique des distributions secondaires ; P.-O. Reyneau et H.-P. Seelye, *Transactions of the American Institute of electrical Engineers*, 8 octobre 1920, t. XXXIX, p. 1807-1836.

621.316 — Économie réalisée dans une installation importante par l'amélioration du facteur de puissance; M. Barbier. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 497-501, 1 800 mots, 9 fig. — Un grand nombre d'études remarquables ont paru dans la « R. G. E. » (voir l'index bibliographique publié dans le numéro du 18 août 1923, t. XIV, p. 248) sur ce sujet et actuellement la grande majorité des réseaux de distribution consentent à leurs abonnés un tarif dans lequel le prix du kilowatt-heure est influencé par la valeur du facteur de puissance qu'ils ont à leur point de livraison du courant. L'auteur cite simplement le cas concret d'un grand établissement métallurgique qui a pu réaliser une économie considérable par rapport à la tarification qui lui serait faite dans les conditions ordinaires, en relevant son facteur de puissance avec les moyens dont il dispose.

621.316 — L'amélioration du facteur de puissance. *Der elektrische Betrieb*, 10 juin 1923, t. XXI, p. 129.

500 mots, 3 fig — Le modificateur de phase de la « Sachsenwerk Licht und Kraft A G » se compose d'un induit à collecteur auquel est conduit, par trois balais, le courant du rotor et d'un stator non bobiné. Il est entraîné dans le sens convenable et à la vitesse voulue par un petit moteur asynchrone. Son emploi permet de porter la valeur du facteur de puissance à l'unité sans modifier sensiblement le caractère du moteur. En raison de son prix d'achat, son usage n'est intéressant que sur les machines d'une puissance supérieure à 100 kW avec cos φ inférieur à 0,85. Au-dessous, on utilisera plutôt un compensateur de phase entraîné par le moteur lui-même et faisant corps avec lui. La compensation se fait sentir jusqu'à la demi-charge. Si l'on désire une limite plus étendue, il y a lieu de recourir à l'artifice de l'introduction de courant continu dans le rotor, c'est-à-dire qu'on remplace l'excitatrice à courant triphasé par une excitatrice à courant continu. Le moteur fonctionne en moteur asynchrone synchronisé et est susceptible, entre autres avantages, de restituer de la puissance réactive et d'améliorer ainsi le facteur de puissance du réseau. — E. F.

621 316 Le courant réactif dans les installations à courant alternatif, ses causes et ses effets *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 500-507, 3 800 mots, 16 fig. Analyse d'un article de Reinhold Rüdenberg, publié dans *E. K. B.*, 14 mai et 10 juin 1923, t. XX, p. 101-104, 113-118, 8 000 mots, 14 fig.

621 315 15 Protection des installations à courant continu contre les élévations de tension. Kummer. *Bull. A. S. E.*, août 1923, t. XIV, p. 458-433, 2 700 mots, 4 fig., 1 tab. — Les phénomènes qui, d'après l'auteur, sont susceptibles de déterminer l'élévation accidentelle de la tension en un point d'une installation, dans le cas du courant continu, sont : 1° la charge lente des lignes aériennes sous l'influence des troubles atmosphériques ; 2° les coups de foudre dans le voisinage des mêmes lignes ; 3° les surtensions par fonctionnement des disjoncteurs ; 4° les passages directs de la tension d'un point à un autre, comme cela se produit dans les « flashes » au collecteur, par exemple, ou aux points de croisement des lignes aériennes. Comme remèdes aux élévations de tension des deux premiers cas, l'auteur préconise les *parafoudres à résistance* ou les parafoudres « à cornes », mais pourvus d'un dispositif assurant l'extinction, car l'arc à courant continu sur parafoudres à cornes s'éteint moins facilement que l'arc en courant alternatif, ainsi que les conducteurs de terre tendus parallèlement aux lignes aériennes. Contre les surtensions par disjonction, l'auteur recommande l'usage de bons disjoncteurs éventuellement munis de résistance de protection. Il repousse l'emploi de coupe-circuits fusibles, pour les puissances supérieures à 50 kW à partir d'une tension de 300 V. On préviendra enfin les accidents relevant de la 4e catégorie par une construction préventive des machines et en soignant les croisements aériens. — L. C.

621 315.4 — Mises à la terre accidentelles sur un réseau aérien. P. Vinosse. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 509-512, 3 000 mots, 18 fig. — Parmi les ennuis que l'on peut éprouver dans l'exploitation d'un long réseau de lignes aériennes à haute tension, les plus graves et les plus fréquents sont ceux qui résultent de mises à la terre accidentelles. Des amorçages sur un isolateur fêlé, le contact d'une branche apportée par le vent contre un support, etc., causent trop souvent des terres intermittentes sur les câbles d'un réseau. On sait qu'il se produit alors un courant de terre, qui, dans une distribution à point neutre isolé, se ferme par capacité entre le sol et les conducteurs isolés. Les arcs par lesquels se manifeste ce courant créent des surtensions locales, qui ne peuvent qu'aggraver le mal. S'ils persistent, ils ne tardent pas à provoquer l'éclatement complet de l'isolateur défectueux et des déclenchements répétés de l'usine génératrice, en s'étendant aux phases isolées. Finalement, si le support est en fer, le câble se rompt par fusion au point du défaut ; si le support est en bois, c'est lui qui se carbonise à la fixation des ferrures et provoque, par sa chute, la mise en court-circuit des phases. Le service ne peut reprendre que lorsque l'équipe envoyée sur la ligne fait savoir que la réparation est effectuée, ce qui peut demander plusieurs heures. De telles interruptions sont très préjudiciables, même si elles sont rares ; elles deviennent particulièrement graves, par leur fréquence, sur les réseaux où les isolateurs entrent dans la période de vieillissement. La question des terres accidentelles et des phénomènes auxquels elles donnent lieu a été l'objet d'importantes études, celles, entre autres, de Steinmetz, Petersen, Boucherot ; de leur côté, les constructeurs ont cherché également à réaliser des dispositifs de protection et, parmi ceux-ci, les plus connus opèrent par compensation du courant de terre. Telles sont les protections par bobine Petersen, par bobine d'extinction Jonas, par transformateur d'extinction de Bauch. Elles ont pour but de neutraliser le courant de mise à la terre, en supprimant ainsi les arcs et leurs conséquences. Les terres passagères deviennent alors sans importance et les terres permanentes ne causent plus l'arrêt du service. On peut les rechercher et n'interrompre le courant que pour le temps nécessaire à la réparation. Il peut être intéressant, pour un exploitant, de calculer la valeur du courant de mise à la terre sur ses réseaux et de pouvoir déterminer, suivant les cas, la self-inductance à installer comme protection. On sait que, pour un réseau triphasé, le courant est égal à $3\,C\omega\,U_1$, U_1 étant la tension simple, ω la pulsation et C la capacité partielle d'un fil par rapport à la terre. On peut faire une erreur assez forte suivant la façon dont on interprète le mot capacité partielle d'un fil par rapport à la terre, qu'il ne faut pas confondre avec la capacité que présenterait ce fil s'il était seul. La présente note résume les notions nécessaires pour un calcul pratique et en montre une application au réseau de la Société des Forces motrices de l'Agoût.

621 315 4 — Corrosion du fil neutre d'une distribution à courant continu à trois fils quand il est posé nu dans le sol *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 675-678, 3 000 mots, 5 fig. Analyse d'un article de C. Michalke, publié dans *E. T. Z.*, 12 avril 1923, t. XLIV, p. 329-335, 5 000 mots, 8 fig.

621 315 62 — Isolateur à double cape ; G. Benischke. *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 820, 800 mots. — Dans une lettre, l'auteur relève quelques particularités des isolateurs de suspension à double cape du type de la S. A. Motor, comportant deux cloches unies entre elles par un corps cylindrique en porcelaine. L'auteur fait l'historique de ce type d'isolateur et il critique l'emploi d'une cloche supérieure en tôle de fer galvanisée qui, selon lui, ne présente aucun avantage, mais offre l'inconvénient d'être rapidement mise hors d'usage. — A. M.

621 315 4 Transformation de la fréquence au moyen des conducteurs de troisième classe. Mécanisme de production des arcs à la terre et d'autres phénomènes de surtension de caractère cumulatif *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 507-508, 1 200 mots, 1 fig. Analyse d'un article de Charles P. Steinmetz, publié dans *J. A. I. E. E.*, mars 1923, t. XLII, p. 272-279, 5 000 mots, 4 fig.

621 315 4 Tensions induites par les arcs à la terre ; J.-F. Peters et J. Slepian. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 780-792, 6 500 mots, 15 fig., 2 tab. — Trois théories différentes ont été imaginées pour expliquer la production des hautes tensions dans les lignes de transmission, dans le cas où, en un point du circuit, un arc vient à jaillir à la terre. Ces théories utilisent chacune, comme point de départ, la propriété que possède un arc de subir, sous certaines conditions, des variations de résistance importantes. Les caractères qui les distinguent sont mis en lumière par les auteurs dans une étude comparative où, pour donner plus de clarté à leur exposé, ils sont conduits à admettre que les variations de résistance de l'arc sont provoquées par la manœuvre d'un

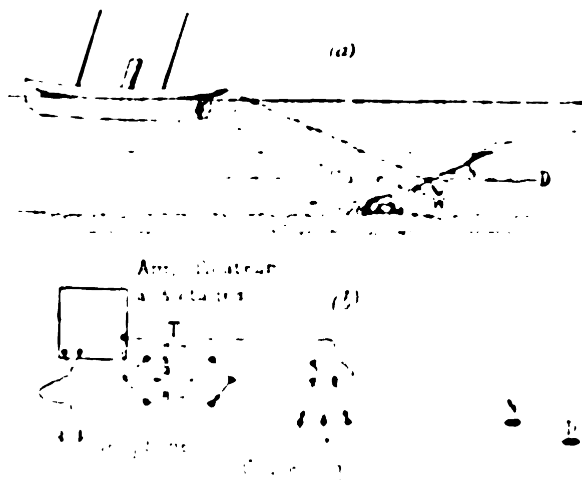
interrupteur fictif dont la fermeture équivaut à l'établissement de l'arc et l'ouverture, à son extinction. A chaque théorie correspond, dans cette hypothèse, un mode différent de commande de l'interrupteur : cette commande est 1° ou bien, placée sous la dépendance de l'oscillation à haute fréquence à laquelle l'arc donne naissance (théorie I dite de la « résistance négative ») ; 2° ou bien influencée exclusivement par les excitations correspondant à la fréquence du courant de travail (60 p : s par exemple) ; 3° ou bien placée à la fois sous la dépendance de l'élément à basse fréquence du circuit (60 p : s par exemple) pour ce qui a trait à l'éclatement de l'arc et de l'élément à haute fréquence (oscillation) pour ce qui a trait à son extinction (théorie III ou de Petersen). Se plaçant dans le cas simple où l'inductance et la capacité réparties d'une transmission sont supposées remplacées par une inductance et une capacité concentrées en deux points déterminés du circuit, MM. Peters et Slepian expliquent successivement du point de vue de chacune des théories citées, le mécanisme de production des surtensions et recherchent les valeurs maxima que ces dernières sont susceptibles d'atteindre dans une transmission à courant triphasé. Examinant ensuite les propriétés de l'arc éclatant dans l'air à l'aide de ses caractéristiques statiques (cas de variations lentes du courant) et dynamiques (cas de variations rapides du courant), ils montrent que ces propriétés ne paraissent cadrer d'une façon satisfaisante qu'avec les faits avancés par la théorie II. Ils décrivent ensuite une série d'essais entrepris dans le laboratoire avec des dispositifs reproduisant à peu près les conditions caractérisant une transmission triphasée avec point neutre isolé ou mis à la terre et au cours desquelles les surtensions dues à la formation d'un arc, avec ou sans intervention d'un jet d'air soufflé, ont été mesurées en utilisant un éclateur à sphères ; un certain nombre d'oscillogrammes ont été pris à la même occasion. L'étude critique de ces derniers, de même que l'examen des résultats donnés par les mesures de tension, ont permis de vérifier avec une approximation suffisante l'exactitude des conclusions fournies par la théorie II, qui, à l'inverse notamment de la théorie I, prévoit la production de surtensions de valeur limitée. Les essais ci-dessus n'ont été effectués qu'à une tension ne dépassant pas 13 200 v, mais les auteurs estiment que pour une tension plus élevée, avec des arcs de plus grande longueur, dans des conditions où l'échauffement des électrodes ne jouerait peut-être pas un rôle aussi important, les résultats ne seraient pas davantage en faveur des théories I et III. Lorsque l'inductance et la capacité, au lieu d'être concentrées, comme dans le cas simple étudié ci-dessus, sont réparties sur tout l'ensemble de la transmission, ainsi que cela a lieu en réalité, les oscillations ne correspondent plus à des ondes de forme sinusoïdale ; des ondes à front plus ou moins raide prennent naissance qui se propagent dans les deux sens à partir du point du circuit où éclate l'arc à la terre. Les auteurs traitent cette question par le calcul et montrent que, par suite de la réflexion que subit l'onde de propagation à l'extrémité de la ligne, une surtension de valeur égale à 2 fois la tension simple neutre à la terre et à 4 fois cette même tension (neutre isolé) est susceptible de se produire en cet endroit. L'expérience prouve que les phénomènes se passent comme il vient d'être indiqué, car, effectivement, la plupart des observations recueillies, au sujet de tensions anormales dans les réseaux à point neutre isolé se réfèrent non point à des tensions développées par rapport à la terre, mais bien à des différences de potentiel prenant naissance entre certaines parties des machines ou appareils. — L. D.

621.316.53 — Les câbles en aluminium et en aluminium armé pour les lignes de transmission aériennes. Léon Le Gros. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 668-673, 3 200 mots, 1 fig. — Dans cet article, l'auteur rappelle le développement rapide de l'emploi de l'aluminium comme conducteur dans les grandes transmissions d'énergie, parallèlement à l'augmentation des tensions de transmission. Il indique successivement les deux causes principales qui ont favorisé ce développement : l'économie réalisée, dans la plupart des cas, sur le prix de revient des lignes et l'augmentation de sécurité, aux tensions élevées, provenant de ce que les diamètres des conducteurs en aluminium, étant plus grands que ceux des conducteurs en cuivre à conductibilité égale, la tension critique à partir de laquelle se produisent des effluves est plus grande pour les premiers que pour les seconds. Un troisième facteur intervient également dans les transmissions à très haute tension : la longueur des portées, qui tend à favoriser l'emploi de l'aluminium armé sur lequel l'auteur s'étend plus particulièrement, exposant les méthodes de calcul des lignes en aluminium-acier et établissant une comparaison entre l'aluminium et l'aluminium armé au point de vue du prix de revient au moyen de formules comparatives basées sur les résultats de la pratique. De cette comparaison, il résulte que, aux prix actuels de l'aluminium et de l'acier, les câbles en aluminium sont plus économiques que ceux en aluminium-acier et qu'il faudrait une baisse d'environ 40 pour 100 du prix de l'acier pour que les deux espèces de câbles soient économiquement équivalentes. L'auteur ajoute, enfin, une dernière considération, que le consommateur français ne doit pas manquer de faire entrer en ligne de compte pour la fixation de son choix entre le cuivre et l'aluminium : ce dernier métal est essentiellement français et sa substitution progressive au cuivre pour les usages électriques est de nature à exercer une influence heureuse sur l'économie nationale.

621.315.5.00.42.43) Projet de spécification, en Allemagne pour les conducteurs enveloppés. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 678-679, 600 mots, 1 tab. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 28 juin 1923, t. XLIV, p. [illegible], 800 mots.

621.315.2.00.4 Appareils à électrodes pour repérer les câbles sous-marins et localiser leurs défauts ; F.-B. Young et W. Jarvis. *J. I. E. E.*, juillet 1923, t. LXI, p. [illegible]-848, 5 000 mots, 3 fig. — Il y a deux causes d'erreurs dans la recherche d'un défaut par un navire câblier : l'une résultant d'une mauvaise interprétation des indications électriques et l'autre, provenant de la difficulté d'obtenir un point suffisamment exact en navigation. La figure 1 montre une disposition qui consiste à remorquer deux électrodes N et D suffisamment protégées et reliées à deux conducteurs qui aboutissent à un transformateur T et à un amplificateur à 3 étages W formé lest pour assurer le traînage des électrodes sur le fond de la mer. Il est possible, dans ces conditions, à un navire de se piloter le long du câble quand celui-ci est parcouru par un courant de fréquence audible qui sera fourni par une batterie d'accumulateurs de 50 v dont le courant est interrompu et inversé par un moteur donnant 300 p : s. Il faut tenir compte des troubles électromagnétiques produits par la machinerie électrique ou à vapeur ; on les corrige en torsadant les deux conducteurs ; on peut d'ailleurs utiliser cet appareillage pour essayer le circuit de temps en temps. En pratique, on emploie une distance d'électrodes DN de 10 m environ. En ce qui concerne la portée, elle dépend du poids du fil de fer formant l'armure du câble, écran qui réduit le champ extérieur dû au courant ; elle est aussi limitée par le courant de capacité entre l'armure et l'âme. A l'endroit du défaut, la résistance à la terre peut varier d'une valeur très basse à l'infini. Le défaut se trouve plus aisément quand la résistance à la terre est faible. On a calculé qu'un défaut à la terre, dans un câble moderne de résistance moyenne (environ 3,1 ohms par mille marin) peut être décelé à 300 milles soit 600 km du rivage avec une force électromotrice efficace de 35 v. Si le défaut est isolé, le courant passant à travers est naturellement nul, mais le câble peut encore être suivi, grâce au courant de capacité, jusqu'à l'endroit où ce dernier courant tombe au minimum d'intensité audible. Dans ce cas, le défaut indiqué par le détecteur sera à une distance *d* de la rupture réelle et du côté du rivage. Jusqu'à 100 milles (185 km) avec le même câble que tout à l'heure, on peut localiser le défaut avec une

approximation de 35 à 45 m. Au delà, la distance d peut atteindre 150 m à 300 milles (370 km), et 1,4 mille à 300 milles (soit 2,5 km à 555 km). — Les auteurs ont établi des courbes indiquant la répartition relative du potentiel le long des câbles mis à la mer à une extrémité : il se produit un effet d'interférence. Il en résulte que le potentiel, à une distance $\frac{\lambda}{4}$ de l'extrémité, peut atteindre $E_1 = 2,35\ E_0$ (E_0, force électromotrice de la batterie). Ceci est une indication précieuse pour la tension à employer. — Les courbes des courants



621.315.5 ... — Fig. 1 et 2. Vue du navire câblier remorquant les électrodes et schéma des connexions électriques.

montrent que l'intensité des signaux reçue par le circuit à électrodes, peut ne pas être régulière. Il en résulte que, si on veut employer le détecteur aux portées extrêmes, il faut se servir d'un courant de fréquences différentes, 300 et 600 p : s. Les maxima et minima pour les deux systèmes de signaux se produiront en des points différents et manqueront simultanément seulement à l'extrémité du câble. Les auteurs font suivre cet exposé d'un compte rendu de deux essais et d'un appendice contenant une théorie mathématique approchée de l'appareil. — C. F.

621.315.32. Nouvelle forme de serre fils pour le raccord des conducteurs. *Der elektrische Betrieb*, 10 août 1923, t. XXI, p. 178, 3 000 mots, 3 fig. — La société Brown, Boveri, Mannheim et Co. a produit, sous le nom « Œil de contact Sigma », un dispositif qui simplifie et améliore les branchements de conducteurs électriques (fig. 1). L'extrémité



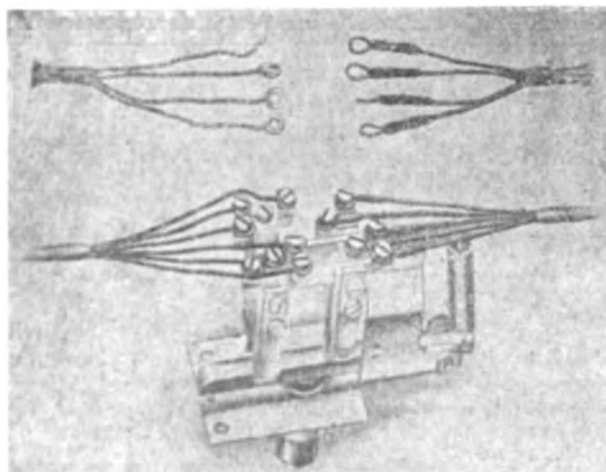
621.315.32. — Fig. 1. Disposition du conducteur dans l'œil de contact sigma.

mité dénudée du fil est cintrée en boucle de dimension convenable au moyen de la pince ronde. On recouvre cette boucle de l'un des œils de la figure 2 ; puis, avec la pince à œil, on rabat les bords de l'appareil. — On remarquera (fig. 3) des branchements d'installation téléphonique exécutés suivant la manière ancienne (partie gauche) et suivant le procédé Sigma (partie droite). On constate immédiatement que le nouveau mode dispense de dénuder le fil sur une trop grande longueur. — Le serre-fil sigma se fait en deux



621.315.32. — Fig. 2. Œillets de différentes dimensions.

dimensions pour les faibles intensités, 5 et 6,3 mm de diamètre extérieur, 2,2 et 3,1 de diamètre intérieur ; pour les



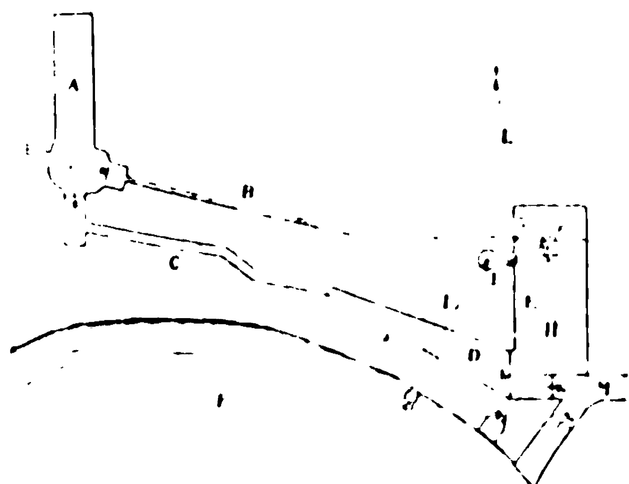
621.315.32. — Fig. 3. Connexions de conducteurs téléphoniques avec le nouveau serre-fil et suivant l'ancien procédé.

fortes intensités, l'œil peut être fileté intérieurement ou non. Les diamètres extérieurs sont de 8 et 10,3 mm ; les diamètres intérieurs, de 3,7, 4,1 et 6,5 mm. — E. F.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS, RÉSEAUX

621.311.21 (45). — De quelques particularités des nouvelles installations hydroélectriques sur les fleuves Tanayro et Aventino. G. Fasso. *Elettrotecnica*, 25 février et 5 mars 1923, t. X, p. 106-111 et 130-135, 4 000 mots, 31 fig. — Les installations hydroélectriques des fleuves Tanayro et Aventino ont été construites par la Società Forze Idroelettriche meridionale. Elles fournissent l'énergie à la région de Naples. Commencées à la fin de 1915, elles sont entrées successivement en service entre le mois de septembre 1921 et le commencement de l'année 1922. — *Installation du Tanayro.* Le Tanayro est un affluent de gauche du Sele. La partie utilisée de son cours est située entre Multempo et Pestosa. Il traverse, entre ces deux points, une étroite gorge de rochers qui donne lieu à une différence de niveau de 200 m sur un parcours de 2 km. Le barrage est établi à Multempo et le débit, en cet endroit, est compris entre 5 000 et 10 000 litres par seconde pendant une période assez longue de l'année. La présence d'une cavité naturelle (30 m de profondeur, 100 m de diamètre à la base et 200 m à la partie supérieure), pouvant servir de bassin de régulation, a conduit à prévoir deux usines : la première alimentée directement par une dérivation prise à Multempo, l'eau, après son travail, venant se déverser dans la cavité naturelle ; la seconde, alimentée par le bassin ainsi constitué et restituant ensuite l'eau au Tanayro. La première usine, la moins importante, comporte deux groupes électrogènes de 840 kW, fournissant des courants triphasés (42 p : s) sous 5 500 V. Dans un but de simplification, toutes les connexions électriques de

cette première usine ont été prolongées jusqu'au tableau de la seconde, toutes les manœuvres étant ainsi effectuées dans celle-ci. La seconde usine comprend trois groupes électrogènes (turbines Francis, courants triphasés à la même fréquence et la même tension que précédemment), quatre transformateurs 3 000/33 000 V de 5 000 kVA et deux transformateurs 3 000/16 000 V de 1 000 kVA. La principale particularité de l'installation consiste dans les dispositions adoptées pour la décharge de l'eau ayant traversé les premières turbines et son utilisation dans celles d'aval. Actuellement, la cavité naturelle à parois calcaires n'a pas encore été aménagée en bassin de régulation, un travail préliminaire indispensable, son imperméabilisation, n'ayant pas été effectué. On a donc été conduit à établir l'installation de façon que, tout en la mettant à même d'utiliser le bassin, elle pût fonctionner indépendamment de lui. On a voulu aussi rendre la marche de la seconde usine indépendante de celle de la première et inversement. Il fallait aussi que la chambre de mise en charge, construite pour permettre le fonctionnement provisoire de la seconde usine, pût être supprimée quand on



Gaz. It., 31-1-1923. — Fig. 1. — Schéma des aménagements hydrauliques de la première chute

disposerait du bassin de régulation. La réalisation de ces conditions est donnée par le schéma de la figure ci-jointe. De la chambre de mise en charge de la première usine A, comme l'eau peut s'écouler par la conduite forcée B, l'eau en excédent (ou toute l'eau en cas d'arrêt de l'usine) traverse deux siphons Gregoretti, à niveau automatique, puis s'écoule par le canal de décharge C. Celui-ci débouche dans un réservoir intermédiaire D pouvant communiquer à volonté, soit avec le réservoir de charge E de la seconde usine (1000 m³), soit avec la cavité naturelle F. L'eau de décharge de la première usine se rassemble dans le canal G, d'où elle peut se déverser, soit dans le réservoir E, soit dans la cavité F. Du réservoir E, l'eau passe dans le puits de charge I et, de là, dans la galerie forcée L de la seconde usine qui peut, d'autre part, être mise en communication directe avec F. L'eau en excédent de F et de E retourne au Tanaro par le canal M. L'auteur signale encore les difficultés rencontrées pour rendre imperméable la galerie forcée (longueur, 310 m; section circulaire, 2 m; charges statiques : à l'origine 22 m, à l'embouchure 37 m), conduisant l'eau à la seconde usine. L'excavation ayant été terminée, on commença par consolider la galerie en remplissant toutes ses fissures avec du ciment armé, et en disposant une armature en tôle sur les parties ainsi renforcées et sur celles où la roche présentait une compacité plus faible. Toute la surface de la galerie fut ensuite recouverte d'une couche de ciment au moyen de la machine américaine « Cement gun » et ses extrémités furent, en outre, garnies de tubes en tôle maçonnés sur la roche. La stabilité fut ainsi assurée, mais il n'en fut pas de même de la perméabilité. Les premières épreuves effectuées donnèrent, en effet, une perte de 300 litres par seconde, qui tomba à 250 litres après les réparations reconnues tout d'abord nécessaires. Un examen plus attentif montra alors que des fissures très faibles, quelques-unes capillaires, s'ouvraient sous la pression de l'eau pour se refermer quand la galerie était vide. Après avoir procédé, jusqu'à un mètre de profondeur, à des injections de ciment dans la roche, les pertes tombèrent à 70 litres par seconde. Ses autres parties ayant été achevées, l'installation commença alors à fonctionner normalement. La mesure des pertes fut néanmoins effectuée périodiquement : on constata ainsi qu'elles diminuaient progressivement et se trouvaient réduites à 30 litres par seconde après six mois de marche. Durant une suspension de service, motivée par d'autres réparations, de nouvelles injections de ciment furent entreprises, et une perte de 10 litres par seconde seulement a été relevée aux dernières épreuves. P. B.

621.311.21.42 — L'installation de pompage et d'accumulation d'eau de la rivière Walkerburn (Angleterre). *Génie civil*, 14 avril 1923, t. LXXX, p. 390. Résumé d'un article de *Engineering*, 17 et 24 février 1923. — Cette installation est destinée à assurer l'alimentation de deux usines textiles fonctionnant en série. L'aménagement de la hauteur totale de chute sur un seul point fut fait à l'usine d'amont, et le canal existant entre les deux filatures fut creusé à une grande profondeur. La puissance fut ainsi doublée, mais elle était encore insuffisante pour les besoins des usines. On songea alors à établir un réservoir sur le cours supérieur de la rivière, de façon à obtenir une chute de près de 275 m. On assura ainsi une réserve d'eau qu'on fait passer dans une turbine Pelton. Les turbines Francis, employées en service ordinaire, sont secourues, dès que la rareté de l'eau l'exige, par le groupe Pelton, récemment installé pour utiliser l'eau de pompage, suivant les mêmes principes que ceux du projet officiel du barrage de la Severn, déjà décrit dans le « Génie civil » du 25 juin 1921.

621.311.498 — Les usines électriques de la Roumanie en l'année 1922. *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 810, 400 mots. — La Fédération des usines électriques des territoires annexés à la Roumanie publie une statistique pour l'année 1922 intéressant 67 usines de Transylvanie et du Banat. Elle contient les renseignements suivants au au sujet de 52 usines : 19 sont alimentées au moyen de moteurs à combustion, principalement des moteurs Diesel, 17 sont actionnées par l'énergie hydraulique et 16 par la vapeur. La puissance totale disponible s'élevait en 1922 à 31 810 kW et l'énergie produite à 64 088 000 kWh dont 50 675 000 distribués. Toutes les catégories de courant sont utilisées. Le nombre d'habitants des localités desservies par ces usines est de 949 102 sur une population totale de près de 6 000 000 âmes, de sorte qu'il existe environ 120 abonnés par 1 000 habitants et l'énergie distribuée pour force motrice et lumière représente 53 kWh par tête. Le prix moyen payé est de 0,40 lei par kilowatt-heure. L'usine la plus importante est celle de Resicza dont la puissance est de 11 300 kW; elle distribue du courant triphasé dont la fréquence est de 20,8 p : s. Dans la statistique en question ne figurent pas les quarante-sept usines de la vieille Roumanie, ni les quatre de la Bessarabie et les six de la Bukovine qui fonctionnent presque toutes au moyen de moteurs Diesel. La plus grande usine de la vieille Roumanie est située dans la région pétrolifère près de Campina ; sa puissance est de 22 000 kW, en second lieu vient l'usine génératrice de Bucarest, d'une puissance de 10 000 kW qui fournit du courant triphasé à la tension de 208 V et à la fréquence de 50 p : s. A. M.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'EDIT., 17, RUE CASSETTE.
Le Gérant : J. BLONDIN

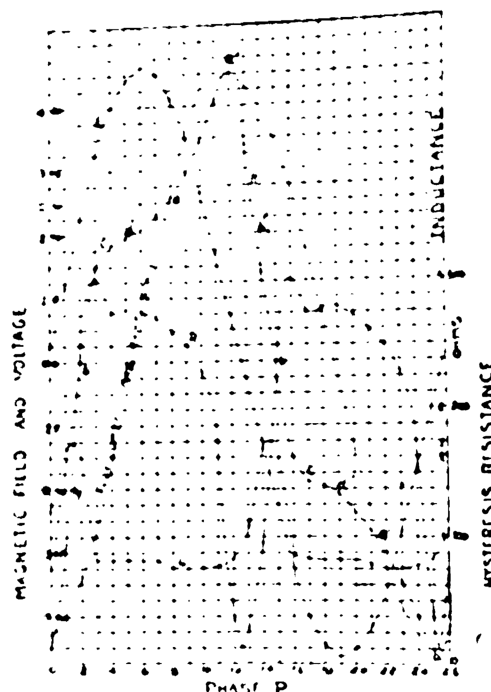
DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

538 12 — Calcul de l'attraction magnétique lorsque la loi Maxwell devient insuffisante. A. [illegible] *R. G. E.*, octobre 1923, t. XV, p. [illegible], [illegible]00 mots, [illegible] fig. — Au début de son article, l'auteur montre comment la formule approximative proposée par M. Lehmann pour la valeur de la force d'attraction par pôle dans une machine dynamo-électrique peut être mise sous une forme plus suggestive et plus facile à calculer en utilisant les méthodes graphiques de ce dernier, puis il établit la formule rigoureuse, principalement pour se rendre compte, dans chaque cas, de l'approximation de la formule de M. Lehmann. Enfin, il termine en mettant en garde contre l'erreur commise trop facilement dans les calculs concernant les circuits magnétiques [illegible] ou présentant de l'hystérésis, en employant une formule qui n'est exacte que pour les circuits non saturés et sans hystérésis.

538 221 — Les caractéristiques du fer déjà magnétiquement actif. Alva [illegible] *Phys. Rev.*, janvier 1924, t. XXIII, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. — L'auteur s'est préoccupé d'étudier les caractéristiques du fer, lorsque deux courants de fréquences différentes agissent en même temps. Il a opéré avec des fréquences de [illegible] p : s produisant un champ magnétique inférieur à [illegible] gauss et avec des fréquences de [illegible] à 1000 p : s produisant un champ magnétique inférieur à 0,01 gauss, ces fréquences étant appliquées simultanément. La méthode, suggérée par Pupin, consiste à mesurer, pour les champs de haute fréquence utilisés, la résistance et l'inductance effectives de bobines enroulées sur des noyaux d'acier laminé, au moyen d'un pont à courant alternatif connecté dans le circuit de la source à haute fréquence qui est coupé synchroniquement, avec un retard de 1 [illegible] seconde, à une phase connue du courant à basse fréquence. La perméabilité est proportionnelle à l'inductance effective, et les pertes par hystérésis ont été obtenues en retranchant la résistance du cuivre et celle calculée pour les courants de Foucault de la résistance totale. Les courbes donnent la variation de la perméabilité et des pertes par hystérésis avec la phase du champ à basse fréquence pour des intensités jusqu'à 4,5 gauss. Elles montrent des maxima et des minima pour des intensités de champ au-dessus de 0,[illegible]5 gauss. Les caractéristiques pour le fer déjà aimanté sont les mêmes que celle de ce fer quand il n'est pas magnétiquement actif, si l'intensité maximum du champ alternatif magnétisant est [illegible] 0,[illegible]5 gauss. Pour des valeurs de l'intensité maximum [illegible] 0,25 gauss, les courbes montrent au contraire une différence marquée. Pour un champ superposé de 4,5 gauss, il résulte des courbes que l'inductance effective et la composante de la résistance effective, due aux pertes par hystérésis pour 20 000 p : s sont des fonctions harmoniques complexes du temps avec une fréquence fondamentale de 60 p : s, lorsque la fréquence superposée est de 60 p : s. Ceci indique que le courant alternatif de haute fréquence est modulé par le courant alternatif à basse fréquence. La perméabilité pour champ magnétisant alternatif de haute

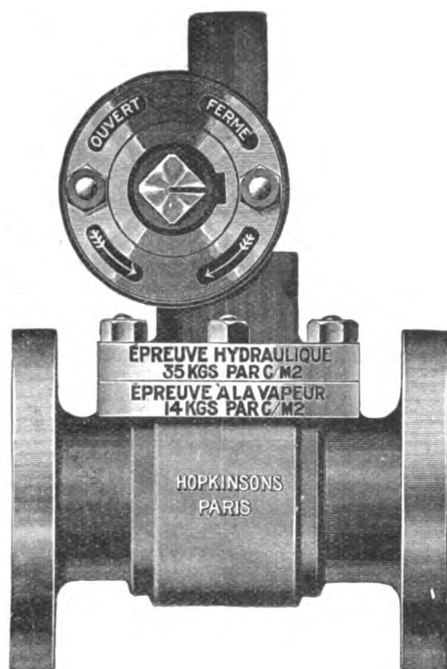


538 221 — Fig. 1. Courbes de la tension appliquée, du champ superposé, de la résistance d'hystérésis et de l'inductance effective. *E*, tension appliquée ; *H*, champ magnétisant superposé ; *R*, résistance d'hystérésis ; *L*, inductance effective. *f* = 20 000 p : s. *f* = 60 p : s. *H* = [illegible],5 gauss. [illegible] divisions de *P* par période du champ à 60 p : s. Magnetic field and Voltage, champ magnétique et tension.

fréquence est maximum pour la partie de la boucle d'hystérésis où le champ magnétisant change de signe, c'est la région bb des courbes (fig. 1 et 2). La perméabilité passe rapidement d'un maximum à un minimum dans les parties bc et b'c' de la boucle. Elle est minimum pour la partie de la boucle où le flux varie le plus rapidement et où la force superposée varie très lentement. C'est la région ce, c'e'. Les pertes par hystérésis sont maxima pour la partie de la

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



Société des Établissements HOPKINSON

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

94, Rue Saint-Lazare, PARIS (IX°)

Registre du Commerce : Seine N° 100494

VALVES et APPAREILS pour CHAUDIÈRES

VALVE DE VIDANGE "HOPKINSON"

N'EST PAS UN ESSAI, MAIS UN SUCCÈS BIEN ÉTABLI
PLUS DE : 100000 EN SERVICE

AVANTAGES SUR TOUS LES AUTRES APPAREILS

Facile à manœuvrer sous toutes pressions
Toutes dilatations et contractions entièrement prévues sous toutes températures
Passage direct et parfaitement libre
Sièges et disques démontables et renouvelables,
en métal "PLATNAM" Hopkinson, spécial pour les mauvaises eaux
Munie du pignon "OPLOK"
supprimant tout effort sur les dents du pignon et de la crémaillère

Catalogues illustrés — Renseignements et Références sur demande.





Dans l'ensemble de ses usines Saint-Chamond, Assailly, Lorette, Rive-de-Gier, le Boucau, Homécourt, Hautmont et Cagliari, la Cie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt est en mesure d'exécuter tous les produits de l'industrie métallurgique :

fontes, ferro-alliages, aciers ordinaires et spéciaux, acier inoxydable « Inal », pièces de forge, pièces embouties, pièces estampées, moulages, profilés, rails, fil machine, tôles, roues, essieux, frettes, bandages, ressorts, outillage, pièces pour automobiles, palplanches « Lackawanna », produits réfractaires, scories de déphosphoration, locomotives, moteurs à gaz pour hauts-fourneaux et aciéries, machines soufflantes, machines d'extraction, machines agricoles, blindages, projectiles, matériels d'artillerie de terre et de bord.

Cie des Forges et Aciéries de la

Marine et d'Homécourt

(Compagnie de Saint-Chamond)

Société Anonyme. Capital : 100 Millions

Direction Générale : 12, Rue de La Rochefoucauld, Paris. 9e

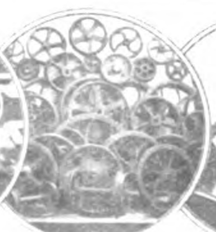
PRINCIPAUX DÉPOSITAIRES ET AGENTS DE VENTE

POUR LA FRANCE
Cie de Dépôts et Agences de Vente d'Usines métallurgiques
(Anciens Établissements Belmon)
96, rue Amelot, Paris (XIe)



POUR L'ÉTRANGER
Société générale pour le Commerce de Produits industriels
(Soucéo)
8, Place Joseph II, Luxembourg

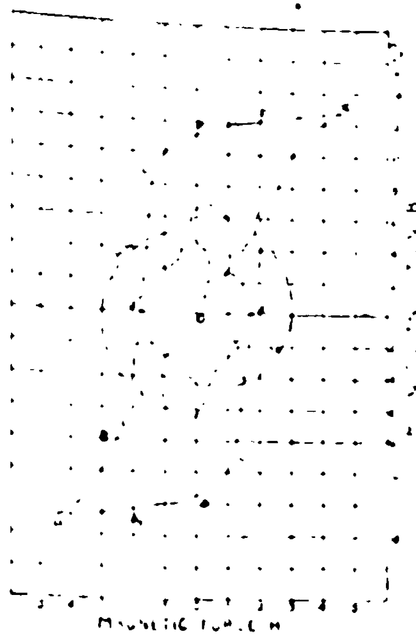







Registre du Commerce : Paris N° 82.987 — St-Étienne N° [illegible]

boucle où le flux du champ superposé approche de sa valeur maximum. Ces pertes sont grandes et pratiquement



538 241. — Fig. 2. Boucle d'hystérésis pour ... de l'inductance et d'hystérésis pour ... H I courbe des pertes par hystérésis ... I courbe d'inductance. Echelle ... les courbes des pertes par hystérésis et d'inductance ... divisions ... B. w. H ... Magnetic force H champ magnétique H. Magnetic induction B induction b.

constantes dans les régions ce et c e. Elles sont minima dans les régions ab et a b. — C. F.

538 221. — **Du magnétisme des aciers.** Hector PÉCHEUX. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XV, p. ...-..., ... mots, 1 fig., 3 tabl. — Dans un précédent article *Revue générale de l'Électricité*, ... septembre 1923, t. XIV, p. ..., l'auteur avait exposé une méthode pour l'étude du magnétisme des métaux, et indiqué les résultats obtenus à propos des essais faits sur le nickel. Poursuivant ses travaux selon la même méthode, mais pour des métaux différents, il consigne dans la présente note, les résultats des expériences faites au sujet du magnétisme des aciers.

538 27. — **Sur la désaimantation du fer par les oscillations électromagnétiques.** *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XV, p. 608, 500 mots. Résumé d'une communication faite par M. S.-K. MITRA à la séance du 7 juin 1923 de la Société française de Physique, section de Nancy.

538 311. — **Note sur le champ magnétique produit par des courants circulaires.** J. J. LA BROWN ..., *Phil. Mag.*, juillet 1923, t. XLVI, p. 108-112, 600 mots, 1 fig. — H. Nagaoka a étudié récemment, dans « Phil. Mag. », ces champs magnétiques au moyen de la série q, mais il y a lieu de remarquer que les résultats auxquels il parvient peuvent être déterminés de façon très élémentaire en utilisant un théorème de Legendre, selon lequel le potentiel d'un système symétrique peut être déterminé lorsque l'on connaît la forme du potentiel le long de l'axe de symétrie du système. Ce que fait l'auteur dans cette courte note. — L. B.

538 311. — **Les forces mécaniques indiquées par la relativité dans un champ électromagnétique. Leur existence peut-elle être démontrée.** A.-M. ... *Phil. Mag.*, juillet 1923, t. XLVI, p. 100-104, 1500 mots. — Dans le travail intitulé « Multenions et invariants différentiels », III, le champ électromagnétique était traité conformément à la théorie de la relativité limitée à un complexe de Riemann. Dans la présente note, sur une base nouvelle et simplifiée, on amène les conclusions obtenues à un état beaucoup plus satisfaisant que précédemment. — L. B.

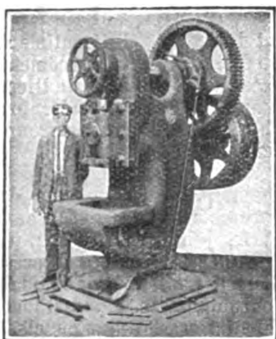
538 51. — **Un développement mathématique de la théorie de la force magnétomotrice des enroulements.** Albert E. CLAYTON, *J. I. E. E.*, juillet 1923, t. LXI, p. 749-787, 27000 mots, 22 fig., 9 tabl. — L'auteur a présenté d'une nouvelle manière la théorie mathématique de la force magnétomotrice dans les enroulements. Sa méthode est applicable non seulement dans les cas les plus usuels, mais aussi dans les cas anormaux comme les enroulements non compensés, les enroulements à changement de pôles, etc. Dans le premier chapitre, il établit la formule de la force magnétomotrice due à une bobine simple, parcourue par un courant constant, la machine ayant un entrefer uniforme. Partant d'une bobine théorique à un tour de fil, il en arrive à cette conclusion : que l'effet du passage d'un courant à travers la bobine considérée est d'établir dans l'entrefer de la machine un champ magnétique équivalent à celui que fourniraient 2, 4, 6 pôles, etc. Il passe alors au cas de la bobine complète, dont un côté occupe une portion appréciable de la circonférence. Il compare les cas divers qui peuvent se présenter au cas de la bobine théorique et en déduit que l'effet de la largeur du côté de la bobine est de réduire l'amplitude de la composante à $2p$ pôles, dans les rapports

$$\frac{\sin p\gamma}{p\gamma} \quad \text{ou} \quad \frac{\sin p\gamma}{s \sin p\gamma'} \quad \text{ou} \quad \frac{\sin p\gamma}{p\gamma},$$

suivant les cas successifs envisagés, 2γ étant l'angle sous-tendu par un côté de la bobine, exprimé en radians ; s, le nombre d'encoches par côté de la bobine ; $2\gamma'$, la largeur de l'encoche en radians ; $2p$, le nombre de paires de pôles correspondant à la composante de la force magnétomotrice. Dans le deuxième chapitre, il examine la force électromotrice résultant de l'action combinée de deux bobines semblables dont les axes forment entre eux l'angle 2γ. Il a supposé que les bobines étaient des bobines théoriques à un tour dans un but de simplification. Dans les chapitres suivants, il examine successivement la force magnétomotrice résultante pour m bobines semblables espacées de 2γ et parcourues par le même courant, le cas ci-dessus avec des bobines uniformément réparties, enfin l'enroulement multipolaire complet. Il passe ensuite à la force magnétomotrice résultante due à une bobine parcourue par du courant alternatif et à l'enroulement polyphasé normal. Il termine par les enroulements à changement de pôles et l'étude des effets des harmoniques élevés dans l'onde de courant. Il montre, en résumé, que tous les types d'enroulements polyphasés se rangent dans une seule catégorie, la méthode étant parfaitement générale et applicable à tous les types d'enroulements. Le travail comporte de nombreuses tables donnant des résultats numériques d'après les formules établies : facteurs d'enroulement, amplitude de la composante de la force magnétomotrice par ampère-tour de bobine, etc. — C. F.

MESURES ET ESSAIS

535 24. — **Note sur le réflectomètre à sphère intégrante.** J.-W.-T. WALSH, *T. I. E. S.*, mai 1923, t. XVIII, p. 170-180, 2300 mots, 3 fig. — Une forme pratique de réflectomètre absolu est celle qui comporte une sphère d'Ulbricht portant une petite ouverture recouverte par la surface à examiner, de sorte que celle-ci reçoit un flux presque parfaitement diffusé lorsqu'on projette un faisceau lumineux sur les parois de la sphère. Si la surface à étudier est à l'abri de l'éclairage direct qui provient à la sphère, le flux reçu par cette surface est égal à b lumens par unité d'aire si l'éclat de la surface générale de la sphère est égal à b lam-



PRESSES FERRACUTE



à Découper, Poinçonner, Former,
à Encocher les Stators et les Rotors,
à Emboutir, Forger, Ebarber, etc.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

FENWICK Frères & C°

112, Boulevard des Belges
LYON

8, Rue de Rocroy, PARIS (10e)

4, Rue de la Bassée
LILLE

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Société anonyme au Capital de 100 000 000 francs

PARIS (9e) — 6, rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine, N° 45 943

CHAUFFAGE AU GAZ

TOUTES LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES
Fours, Etuves, Marmites, Chaudières à Eau chaude et à Vapeur, etc.
TRAITEMENT THERMIQUE DES MÉTAUX
Pour tous Renseignements, s'adresser au SERVICE de VULGARISATION

COKES

CHAUFFAGE INDUSTRIEL — CHAUFFAGE CENTRAL — CHAUFFAGE DOMESTIQUE (Suppression des Fumées)

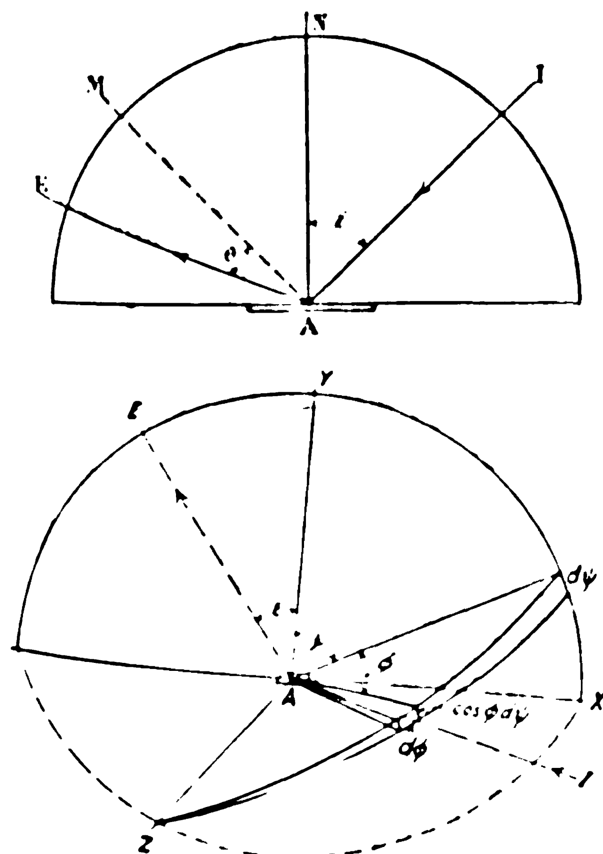
SOUS-PRODUITS

de la Fabrication du GAZ et de la Distillation du GOUDRON

HUILES : Créosotage, Chauffage, Moteurs, Lavage du Gaz, Noir de fumée, etc.
ALCALI, Densité 0,923 — BRAI : Sec, Gras, Liquide, pour Agglomérés, etc.
BENZOL, BENZINE, NAPHTALINE, ANTHRACENE, PYRIDINE
SULFATE D'AMMONIAQUE. Engrais 20,80 0/0 d'Azote, minimum garanti.
VIEILLES MATIÈRES D'ÉPURATION — Cyanogène, Azote, Soufre.
CRASSES DE CORNUES — GRAPHITE pour Electrodes, Creusets, etc.

Pour tous renseignements, s'adresser au SERVICE COMMERCIAL

lerts. Il en résulte que l'éclat de la surface à étudier est égal à ρb lamberts, si cette surface est parfaitement diffusante, ρ étant son pouvoir réflecteur. Ainsi, ρ peut être obtenu en comparant l'éclat de la surface étudiée avec celui des parois de la sphère. Il est clair que le même résultat subsiste lorsque la surface étudiée est un miroir parfait, car, dans ce cas, l'éclat de la surface est celui de l'image d'une portion de la paroi de la sphère vue dans le miroir. On en a conclu que la méthode est d'une application universelle, que la surface étudiée soit ou non un diffuseur parfait, mais un examen plus attentif du problème va nous montrer qu'il ne saurait en être ainsi. Soit A (fig. 1), un élément de la surface non parfaitement diffusante, et soit IA un rayon de la lumière incidente, contenu dans le plan de la figure. Soit AM contenue aussi dans le plan de la figure la direction de réflexion spéculaire de IA et soit AE une autre direction quelconque contenue dans un plan quelconque. L'éclat de A, examiné suivant AE, est proportionnel à l'énergie lumineuse incidente suivant IA et à une fonction des angles NAI, MAE et NAE. Il est légitime de considérer le cas particulier



35 24. — Fig. 1 et 2. Étude du réflectomètre à sphère intégrante.

où cette fonction est indépendante de l'un de ces angles, ne dépendant, par exemple, que des angles NAI et MAE, et pouvant dès lors être mise sous la forme $f(i, \theta)$. Cette supposition implique la condition que l'éclat de la surface est le même dans toutes les directions également inclinées par rapport à la direction de réflexion spéculaire de la lumière incidente. Nous reportant maintenant à la figure 2, considérons un élément A de sa surface, dont AY soit la normale. Supposons que AE, direction suivant laquelle est examinée la surface, se trouve dans le plan du tableau, et que IA, direction de la lumière incidente, fasse un angle Φ avec le plan de la figure, sa projection sur ce plan faisant un angle ψ avec AY. L'angle EAI est alors donné par la relation

$\cos EAI = \cos\Phi \cos(\psi + \varepsilon)$. Il est également clair que, si AI_1 est la direction de réflexion spéculaire de IA, on a

$$\cos\theta = \cos EAI_1 = \cos\Phi \cos(\psi - \varepsilon), \quad (1)$$

et que l'angle d'incidence de la lumière est donné par la relation

$$\cos i = \cos YAI = \cos\Phi \cos\psi \quad (2)$$

de sorte que, si la surface A reçoit un flux parfaitement diffusé (c'est-à-dire un flux dont la densité d'énergie est la même dans toutes les directions), l'éclairement E_1 dû à la lumière incidente dans le cône dont l'angle solide est $\cos\Phi\, d\psi\, d\Phi$ et dont l'axe est IA (voir fig. 2), peut s'écrire

$$E_1 = F \cos i \cos\Phi\, d\psi\, d\Phi = F \cos^2\Phi \cos\psi\, d\psi\, d\Phi \quad (3)$$

L'éclat de A dans la direction AE, dû à cet éclairement, est alors

$$B_1 = F f(i, \theta) \cos^2\Phi \cos\psi\, d\psi\, d\Phi.$$

La figure montre, d'autre part, que l'éclat total de A dans la direction AE est donné par la relation

$$B = 2F \int_{\Phi=0}^{\Phi=\frac{\pi}{2}} \int_{\psi=-\frac{\pi}{2}}^{\psi=\frac{\pi}{2}} f(i, \theta) \cos^2\Phi \cos\psi\, d\psi\, d\Phi \quad (4)$$

Si la surface est un diffuseur parfait, $f(i, \theta)$ est une constante égale à ρ/π, et l'expression précédente se réduit à ρF, ainsi que l'on devait s'y attendre, puisque le flux total incident par unité d'aire de la surface, c'est-à-dire l'éclairement total, est πF. Si, au contraire, la surface n'est pas un diffuseur parfait, $f(i, \theta)$ n'est plus indépendante de i et de θ, c'est-à-dire de ε, et *l'éclat de la surface dépendra de la direction de la ligne de visée*, au lieu d'en être indépendant, comme on l'avait jusqu'à présent généralement supposé. L'auteur montre sur un exemple particulier que cette circonstance, si on la néglige, peut introduire dans la valeur de ρ une erreur au moins égale à 10 pour 100. Il est, d'autre part, intéressant de noter que la source d'erreur qui vient d'être examinée fournit une explication complète des faibles valeurs obtenues pour le facteur de réflexion, dans le cas du carbonate de magnésium, et par l'emploi du réflectomètre de Nutting. Il n'est pas déraisonnable de supposer que, pour cette substance, $f(i, \theta) = m(1 + 0{,}2 \sec i \cos\theta)$. Dans ce cas, l'expression de B devient

$$mF(1 + 0{,}1 \cos\varepsilon),$$

tandis que

$$\rho = \left(1 + \frac{1}{15}\right) m = 1{,}13\, m$$

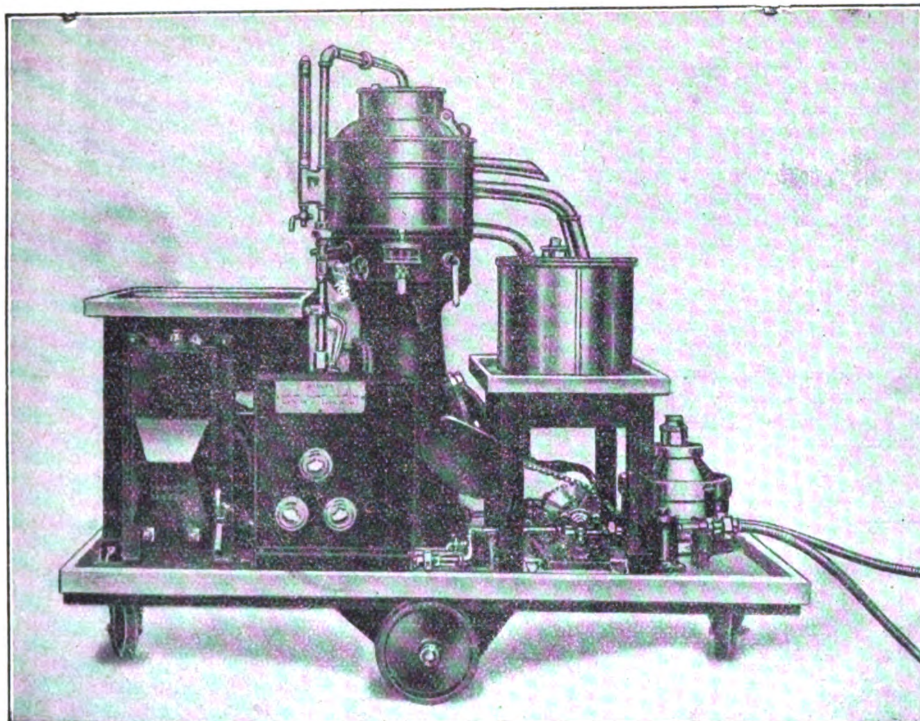
Si

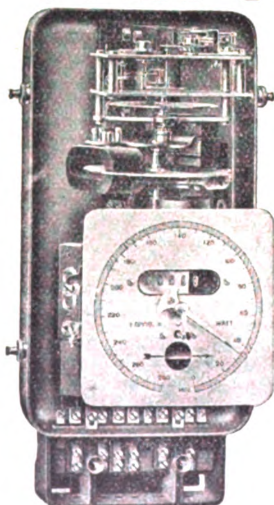
$$\varepsilon = \frac{\pi}{2}, \quad B = 1{,}05\, mF,$$

de sorte que le facteur de réflexion mesuré est trop faible d'environ 8 pour 100, désaccord qui est de l'ordre de grandeur de celui qui a été réellement observé. — L. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

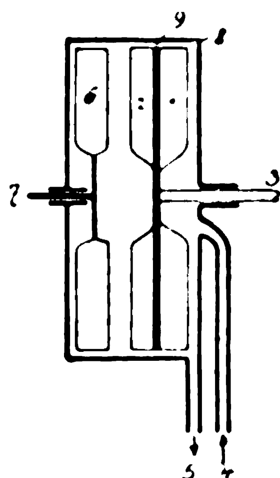
621 187. La surveillance des chaudières avec la collaboration du chauffeur. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 758, 800 mots. — De nouvelles exigences du gouvernement prussien menacent d'entraver une fois de plus le fonctionnement d'une association de contrôle très appréciée des propriétaires d'appareils à vapeur, à savoir les « Dampfkesselüberwachungsvereinen ». Le projet préconise la collaboration des chauffeurs aux mêmes sous diverses formes : formation de commissions de travail, nomination de chauffeurs aux postes de contrôleurs d'exploitation, leur représentation





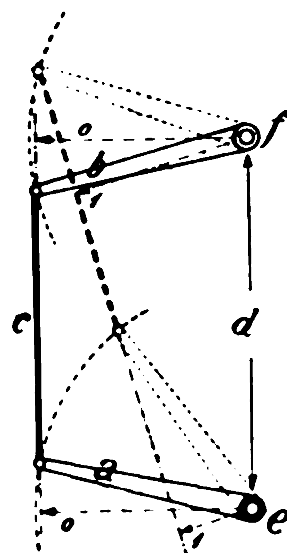
dans les conseils des « Dampfkesselüberwachungsvereinen », etc. Les exigences veulent s'appuyer sur diverses raisons d'ordre politique ou social. L'article constitue une véhémente protestation contre cette mesure considérée comme injuste et dangereuse. — E. B.

621 187 5 Le contrôleur de gaz de combustion Ranarex, Erich Pick, *Der elektrische Betrieb*, 10 août 1923, t. XX, p. 170-174, 1 700 mots, 3 fig. — Le rôle d'un tel appareil est de régler la marche d'une chaufferie. Il faut, par suite, que les indications soient données d'une façon continue et sans retard appréciable et soient facilement visibles de la place de chaque chauffeur. Le mécanisme doit être robuste et simple, insensible tant aux trépidations qu'à l'influence des poussières, de l'humidité et de la chaleur. Ce sont les desiderata qu'il s'est efforcée de réaliser l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft dans le Ranarex. Ce contrôleur, basé sur la différence des poids spécifiques de l'air et du gaz carbonique comporte en principe deux chambres de mesure identiques. L'une d'elles est représentée schématiquement



621 187 5. — Fig. 1. Coupe schématique d'une chambre de mesure du contrôleur de gaz.

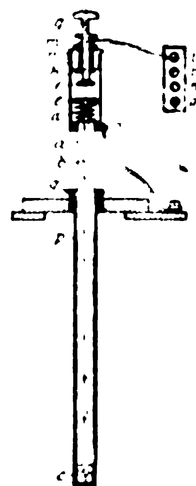
en figure 1. Un disque, dont l'arbre 3 est actionné par un moteur électrique porte, sur l'une des faces, des ailettes de ventilateur 1 qui aspirent les fumées ou l'air par le canal 4, et sur l'autre face, des pales 2 qui impriment aux gaz un mouvement de rotation. Les gaz pénètrent par la fente annulaire 9 dans la partie postérieure de la chambre et en ressortent par le canal 5. Par suite de leur rotation, ils agissent sur les aubes 6 de la roue de mesure, d'où, pour l'arbre 7, un certain couple de rotation. Les gaz de combustion traversent, avant leur arrivée en 4, trois filtres où se déposent suie et poussière ; il s'ensuit qu'ils se refroidissent et se saturent d'humidité. On doit placer l'air de comparaison dans les mêmes conditions ; dans ce but, on lui fait traverser un humidificateur. Les deux chambres étant à la même pression et à la même température, les deux propulseurs étant animés de la même vitesse (environ 3 000 t : min), le rapport des couples de rotation des roues de mesure est égal à celui des poids spécifiques. Le moteur est branché sur le réseau d'éclairage et consomme environ 50 W. — La figure 2 représente le dispositif employé pour évaluer le rapport des deux couples. Les arbres e et f des roues de mesure portent des leviers a et b d'égale longueur, réunis à leurs extrémités par une bielle c de longueur inférieure à l'entre-axes d. Dans la position pleine, les bras de levier e o, f o sont égaux ; les moments le sont aussi. En marche, le système articulé prend sa position d'équilibre (position pointillée) ; le rapport des moments est égal à celui des bras de levier e 1, f 1. L'axe e porte une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué donnant la proportion de CO^2. Un mécanisme actionné par le moteur donne simultanément l'enregistrement des indications. Le moteur est placé à la partie supérieure et commande, par courroie, les propulseurs à disque. L'ensemble de l'appareil est enfermé dans un carter en aluminium, impénétrable à la poussière et pourvu de nervures de refroidissement. Le cadran et l'enregistreur sont munis de lampes d'éclairage. Il peut arriver qu'après une certaine durée de service des poussières ténues viennent encrasser les chambres de mesure et faussent



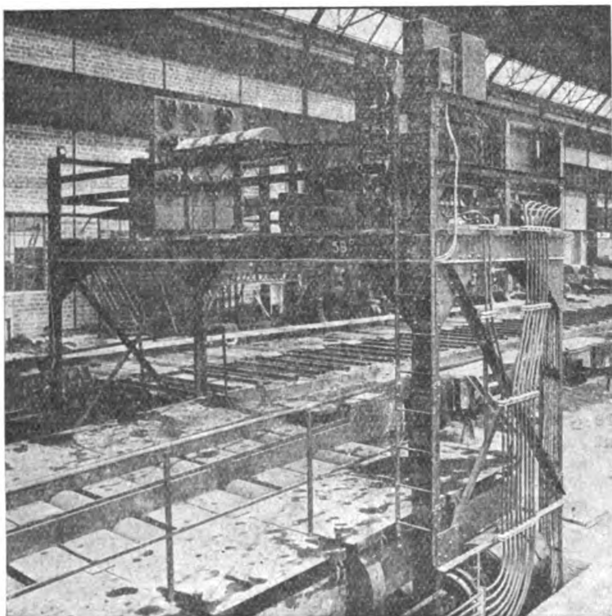
621 187 5. — Liaison Ranarex.

ainsi la valeur des indications. On y remédie en modifiant le zéro de l'échelle, opération qui se pratique à l'aide d'un tambour. Ce réglage, ainsi que, de temps en temps, le graissage des paliers et le remplacement du gravier, du coton et de la sciure des filtres, constituent tout l'entretien du Ranarex. On construit aussi des appareils plus petits basés sur le même principe, mais où l'on substitue au moteur une commande à manivelle. Ces appareils à main, qui seront très utiles pour les travaux de révision, peuvent également être employés chaque fois qu'on n'a pas besoin d'indications constantes ou d'enregistrement continu. — E. F.

621 314 Protecteurs de transformateurs *E. T. Z.*, 21 juin 1923, t. XLIV, p. 590, 200 mots, 1 fig. — Lorsqu'on


621 314. — Fig. 1. Protecteur de transformateur.

veut efficacement protéger un transformateur, il faut tenir compte non seulement de la valeur de la charge, mais encore



INSTALLATION FAITE AUX ACIÉRIES DE MICHEVILLE

Une des passerelles de commande de l'un des trains de laminoirs.

ENTREPRISES ÉLECTRIQUES DU CENTRE

MONTCEAU-LES-MINES (Saône-et-Loire)

Bureau à PARIS : 16, rue Oberkampf
Téléph. : Roquette 72-75

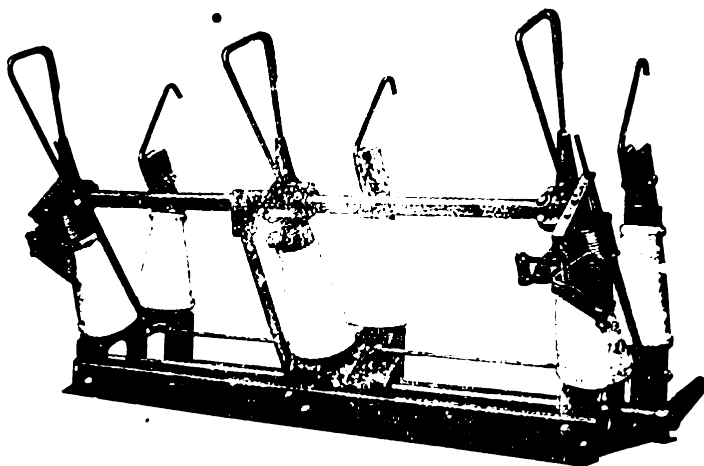
TOUTES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES D'USINES

Stations centrales
Postes de Transformations

Réseaux à haute et à basse tension

TRIBUNAL DE COMMERCE DE CHALON-SUR-SAONE : N° 5965

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
A HAUTE ET A BASSE TENSION



Type Q a. avec relais à haute tension à action différée.
(Même modèle avec dispositif de réenclenchement automatique).



INTERRUPTEURS A CORNES

Jusqu'à 30000 Volts - 20 Ampères



ATELIERS D'APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE, S. A.
SARRELOUIS-Gare

Bureau Central de Vente :

RAYMOND BORACH, Succ^r

STRASBOURG — 1, rue de la Mésange
PARIS — 3, rue Bourdaloue

de la température prise par le transformateur au moment où la surcharge se produit. On a construit, sur ce principe, des avertisseurs qui fonctionnent lorsque la température de l'huile dépasse une certaine valeur. Comme tout thermomètre à maximum servant à produire un contact doit employer une source d'énergie à basse tension par l'intermédiaire d'un dispositif délicat qui est lui-même à vérifier, un constructeur propose un annonciateur de température établi de la manière suivante, qu'indique la figure 1. Dans le tube en acier a est placé une baguette métallique b, maintenue par une goutte d'alliage fusible c. La fusion de cet alliage libère la baguette qui, poussée par le ressort d, vient par son extrémité portant la plaque e frapper la plaque métallique f qui est reliée à la tige g en matière isolante. Ce mouvement détermine ainsi le contact de e avec f et de f avec la garniture h normalement isolée de e par le tube n qui entoure le contacteur. C'est ainsi que s'effectue le contact qui actionne le système électrique avertisseur, lampe ou sonnette d'alarme. Pour remettre le protecteur en état de fonctionnement il suffit de plonger le tube dans de l'eau bouillante pour faire fondre l'alliage c. On retire le tube de l'eau et on appuie sur la tige isolante jusqu'à ce que la baguette b soit maintenue en place. — B. H.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.2. — Moteurs autosynchrones. — A. [illegible], *Electrician*, 6 et 20 juillet 1923, t. xci, p. [illegible] et [illegible], 1800 mots, 13 fig. — L'auteur rappelle d'abord ce qu'on entend par facteur de puissance dans les distributions en courant alternatif, et montre rapidement les désavantages d'un facteur de puissance faible. Si, en effet, on considère une installation quelconque, elle doit être dimensionnée pour l'énergie totale (énergie active, énergie réactive), alors que seule l'énergie active est réellement utilisée. On conçoit donc qu'en améliorant le facteur de puissance qui, en général, est voisin de 0,75, on peut augmenter la puissance réelle des installations existantes sans avoir rien à y modifier. On sait que le moteur synchrone surexcité permet d'améliorer le facteur de puissance d'une installation. Mais son emploi est limité par suite des conditions spéciales de sa mise en route et, dans certains cas, de ses caractéristiques de marche. On voit l'intérêt que présente un moteur ayant, au point de vue de sa mise en route et de sa marche, les caractéristiques d'un moteur asynchrone et le même effet de compensation au point de vue du facteur de puissance qu'un moteur synchrone. Ce moteur existe et a été inventé en 1900 par l'ingénieur suédois Danielson. L'article en question en donne une description succincte et ses caractéristiques de fonctionnement seront indiquées dans un prochain article. Ce moteur peut être vraiment appelé « autosynchrone » en ce sens qu'il se met « automatiquement » au synchronisme. C'est, en réalité, la combinaison d'un moteur asynchrone normal et d'une excitatrice à courant continu couplée avec ce moteur. Le moteur est démarré comme un moteur asynchrone ordinaire, et un commutateur à deux positions permet, une fois le démarrage achevé, de brancher l'excitatrice sur le rotor, qui prend alors automatiquement la vitesse de synchronisme. En réglant la tension de l'excitatrice, on peut surexciter le rotor et régler l'action de compensation. Il n'est pas absolument nécessaire que l'excitatrice soit directement entraînée par le moteur, et on peut également utiliser une autre source convenable de courant continu pour fournir du courant magnétisant au rotor. Dans le cas d'un moteur asynchrone triphasé, un des enroulements du rotor est parcouru par un courant double de celui passant dans les autres enroulements et doit être dimensionné en conséquence. On peut aussi, dans ce cas, employer le système étoile triangle pour le démarrage. — J. S.

621.313.25. — Sur la représentation graphique de la puissance et du glissement dans le diagramme rigoureux d'une machine asynchrone. — V. [illegible], *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. xiv, p. 653-657, 2700 mots, 6 fig. — Dans un diagramme à intensité constante, la représentation du glissement et des puissances ne présente aucune difficulté. Il n'en est pas de même dans un diagramme à tension constante lorsqu'on cherche à représenter ses grandeurs en partant de l'épure définitive. L'auteur indique une solution élémentaire de ce problème basée sur une relation géométrique entre les grandeurs de même nature aux régimes symétriques de l'intensité ou de la tension constante.

621.313.1. — Étude des phénomènes qui accompagnent la mise en circuit d'un moteur série à courant continu déjà lancé et pourvu d'un shuntage inductif. — Hilpert, *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. xliv, p. 7[illegible], 900 mots. — Soit un moteur série dont le champ est réduit par shuntage de l'excitation. Si on le sépare du réseau et qu'on l'y branche à nouveau directement, alors qu'il est encore en vitesse, on s'expose à des phénomènes de surintensité dans l'induit et dans le shunt des inducteurs, phénomènes analogues aux courts-circuits instantanés du réseau. On peut réduire ces surintensités par un shunt possédant une self-induction élevée. Mais l'expérience a montré que les courants de Foucault dans le fer du moteur et dans le shunt inductif sont susceptibles d'occasionner des surintensités dans les enroulements inducteurs. Si on calcule la valeur du courant au moment du réenclenchement du moteur, on est conduit à un système d'équations différentielles du deuxième au quatrième ordre, dont la solution ne peut être obtenue que par approximations successives. Dans le cas où il n'y a pas de courants de Foucault, l'auteur montre que la valeur maximum du courant est indépendante du coefficient de self-induction du shunt et il arrive à cette conclusion, que Biermans avait déjà énoncée, qu'on évite les surintensités si les constantes de temps de l'enroulement d'excitation et de son shunt sont les mêmes. Les courants de Foucault, notamment dans le fer de l'enroulement shunt, augmentent cette valeur maximum ; il convient donc de les réduire par feuilletage du fer. — F. B.

621.313.75. — 621.313.2. — Moteurs à cages d'écureuil à grand couple de démarrage et courant de démarrage réduit. — J. F. Watt, *Engineering*, 10 août 1923, t. cxvi, p. 164-166, 2000 mots, 6 fig. — Le but de cet article est de donner une méthode permettant de prédéterminer les caractéristiques de marche des moteurs Boucherot lorsqu'on connaît les caractéristiques des enroulements. L'auteur commence d'abord par rappeler brièvement les avantages et inconvénients des moteurs à cage d'écureuil ordinaire : simplicité de construction, robustesse, mais, par contre, très gros appel de courant si on les branche directement sur le réseau au démarrage. Si on les branche par l'intermédiaire de résistances ou d'auto-transformateurs ou d'inductances, le couple est très faible et ne permet pas le démarrage en charge du moteur. Parmi les différents procédés employés pour augmenter le couple au démarrage, tout en limitant le courant statorique, celui de Boucherot, qui consiste à munir le rotor de deux enroulements, l'un extérieur, très résistant et ayant une faible inductance, l'autre, intérieur, peu résistant, mais ayant une grande inductance, présente un certain intérêt ; toutefois, il a, ainsi qu'il est montré dans l'article, quelques inconvénients. Pour établir des formules permettant de prédéterminer les caractéristiques de marche de ces moteurs, l'auteur utilise le procédé bien connu qui consiste à réduire l'enroulement rotorique au nombre de tours de l'enroulement statorique et à traiter ensuite le moteur comme un transformateur statique. Il établit ainsi les formules permettant de déterminer le courant statorique, la différence de potentiel par phase de l'enroulement statorique et le couple développé par le moteur. Il donne un exemple d'application numérique de ces formules en supposant que le moteur en question est d'abord un moteur à cage d'écureuil ordinaire, puis un moteur Boucherot. Les résultats obtenus montrent que, dans ce dernier cas, si le couple de démarrage est augmenté et le courant statorique diminué, par contre, en marche normale, le facteur de puis-

sance et le rendement sont notablement diminués et que surtout le couple en surcharge est très inférieur à ce qu'il est dans le premier cas, ce qui peut être considéré comme une des causes du peu d'emploi des moteurs Boucherot. L'auteur termine en signalant une modification de ce type de moteur dans lequel l'enroulement rotorique interne est une roue bobinée qui est ouvert pendant la période de démarrage. — J. S.

621 313 621 311.75 Perfectionnements dans les moteurs d'induction et les dispositifs à force centrifuge destinés à court circuiter les résistances de démarrage *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XV, p. 506, 1000 mots, 1 fig. Analyse d'un article de K. K. Svens, publié dans le *B. S. F.*, mars 1923, t. XIV, p. 137-146, 4100 mots, 16 fig.

621 311 75 621 313 Sur le démarrage des moteurs triphasés à cage d'écureuil. Tosmio Hasegawa *J. I. E. E. of Japan*, mars 1923, n° 416, p. 227-239, 13 fig. — On a réalisé dans ces dernières années, de différentes manières le problème du démarrage des moteurs triphasés à cage d'écureuil, c'est-à-dire l'augmentation du couple ou la suppression du gros appel de courant au démarrage. Dans l'article en question on examine chacune de ces méthodes séparément et on indique, pour chacune, ses caractéristiques spéciales au point de vue des emplois commerciaux. En particulier, en ce qui concerne les rotors à double cage, on en donne une petite théorie, avec résultats d'essais et analyse de leurs caractéristiques, on indique également leur utilisation dans quelques catégories d'emploi des moteurs asynchrones. Enfin on donne quelques suggestions sur les perfectionnements futurs de ces moteurs, avec une discussion sur l'influence de la nature du métal des anneaux extrêmes du rotor. — J. S.

621 311 75 Calcul du rhéostat de démarrage d'un moteur à excitation série *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XV, p. 96 D-98 D, 1 100 mots, 4 fig. Analyse d'un article de H. Svens, publié dans *E. T. Z.*, 25 avril 1923, t. XLIV, p. 381-383, 1 600 mots, 4 fig.

621 311 75 : 621 313 — Sur une méthode graphique pour la détermination des rhéostats de démarrage. Sosu Hasegawa *J. I. E. E. of Japan*, mars 1923, n° 416, p. 240-253, 11 fig. — Il existe de nombreuses formules et méthodes graphiques pour la détermination des rhéostats de démarrage. Mais il existe peu de documents ou études sur les problèmes concernant l'élément temps. Cet article donne une méthode graphique simple pour ces déterminations dans le cas des rhéostats et compensateurs de démarrage pour moteurs à courant continu à excitation shunt ou série. — J. S.

621 311 75 · 621 313 1 Abaques universels pour le calcul des rhéostats de démarrage des moteurs à courant continu *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. 539-540, 1000 mots, 3 fig. Analyse d'un article de A. T. Dover, publié dans *J. I. E. E.*, août 1922, t. LX, p. 867-884, 7 000 mots, 14 fig.

621 313. 2 — Un moteur électrique à impulsion pour la mise en marche des appareils enregistreurs. W.-F. Joachim, *Journal of the Franklin Institute*, août 1923, t. CXCVI, p. 225-230, 1 500 mots, 5 fig. — Le principal but auquel répond l'établissement de ce petit moteur synchrone était de créer une source de puissance très petite, compacte, et capable de mettre en mouvement les tambours à film des appareils enregistreurs institués par le comité national pour l'aéronautique. Les parties actives de ce moteur sont peu nombreuses et simples. Elles consistent en quatre bobines créant le champ magnétique, une armature mobile, une roue à rochet et deux linguets. Les bobines, opérant par paires, tirent alternativement l'armature d'une paire de faces polaires à l'autre paire, mouvements qui produisent une avance, toujours de même sens, de la roue. On obtient ainsi une rotation très régulière. Ce moteur a 3,49 cm de longueur, 3,01 cm de largeur et 2,22 cm de hauteur, avec un volume de 18 centimètres cubes et un poids de 75 gr. Il produit approximativement 6·10⁻⁵ ch, avec un rendement de 10 pour 100. Sa vitesse varie entre 0 et 55 t.: mn, le couple exercé étant égal à 209,0 cm g. à la vitesse qui correspond à l'application d'une force électromotrice de 8 v. En raison de son faible encombrement, de sa légèreté, de sa faible vitesse de rotation et de son absolue synchronisation, ce moteur se recommande pour la mise en marche d'appareils enregistreurs automatiques de toute espèce. — L. B.

621 345 La perforatrice électropneumatique. *Der elektrische Betrieb*, 10 mai 1923, t. XXI, p. 106-107, 600 mots, 1 fig. — La caractéristique de cette machine est de travailler toujours avec le même volume d'air. Le compresseur alternatif pulsateur rappelle, dans son ensemble, la disposition d'un moteur vertical à explosion à deux cylindres, à bielles décalées de 180°. La partie supérieure de chaque culasse porte une tubulure reliée par une canalisation à la tubulure correspondante du cylindre de la perforatrice. Il y a, par suite, alternativement refoulement sur l'une des faces du piston de la perforation et aspiration sur l'autre. A la mise en route on aspire l'air extérieur et on le comprime dans le réservoir aménagé entre les deux cylindres. Dès qu'on atteint la pression de travail 2,5 à 3 at), on interrompt la communication avec l'extérieur. L'ensemble formé par les deux cylindres du compresseur, le réservoir intermédiaire, les canalisations de raccord, les chambres inférieure et supérieure du cylindre de la perforatrice, constituent une capacité de volume invariable dans laquelle circule, dans un sens ou dans l'autre, le fluide comprimé. On réalise comme on le voit, le principe précédemment énoncé. Pratiquement il y a toujours quelques fuites dues à de légers défauts d'étanchéité. A cet effet, le piston d'un des cylindres compresseurs est légèrement modifié, de sorte que ce cylindre fonctionne comme compresseur additionnel ; on dose la quantité d'air frais introduit par réglage de la soupape d'aspiration. Le moteur électrique de 6 ch attaque l'arbre à manivelle par engrenages. L'ensemble du groupe moto-compresseur est fixé sur un chariot. La perforatrice proprement dite comporte un cylindre à deux tubulures avec piston de commande du fleuret et dispositif de rotation à cliquets. Le pulsateur assure la commande directe ; il n'y a pas de distributeur, ce qui fait de cette machine un appareil robuste et d'un maniement facile. Une fois le travail terminé, une soupape permet d'évacuer à l'extérieur l'air comprimé qui se trouve au-dessus du piston, par suite l'outil remonte et peut être dégagé. L'emploi de cette perforatrice se recommande dans les carrières, où, par suite de la dispersion des chantiers il est plus facile de poser de légers conducteurs électriques que de lourdes et coûteuses tuyauteries. On peut également en attendre de bons services dans les houillères et les ardoisières ainsi que dans les travaux publics. — E. F.

621 977. — Presse à mitraille à commande électrique ; Besnier, *Der elektrische Betrieb*, 10 juillet 1923, t. XXI, p. 149-150, 600 mots, 2 fig. — Le renchérissement des prix donne une nouvelle importance à l'utilisation des riblons, mais pour qu'on puisse les passer utilement au four Martin, il faut encore prendre quelques précautions. Les déchets traités étant, en général, ténus, occupent une place énorme, d'où risque de rouille et dépréciation de leur valeur. La manutention est onéreuse. Le chargement nécessite des ouvertures fréquentes du four, d'où perte de chaleur, gaspillage de combustible et diminution de rendement. Depuis longtemps, on avait essayé de parer à ces inconvénients en formant des paquets compacts ficelés à la main. Ce travail revenant fort cher, une amélioration fut apportée par l'emploi de la presse hydraulique ou à vapeur. Celle-ci est presque toujours installée en plein air, où les intempéries, le gel, par exemple peuvent la mettre hors service ; de là l'idée de l'actionner électriquement. C'est le cas de la presse D. E. M. A. G.

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

Adresse Télégraphique : HOLOPHANE-PARIS

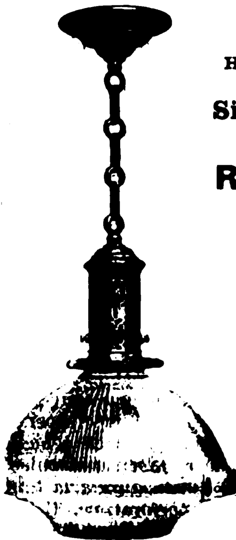
HOLOPHANE

Téléphone : ÉLYSÉES 07-73

Capital : 6 500 000 Fr.

Siège Social : 156, BOULEVARD HAUSSMANN, PARIS (VIIIe)

Registre du Commerce : Seine N° 31 336



RÉFRACTEURS HOLOPHANE

RÉFRACTEURS

à deux directions
pour l'éclairage
des
voies étroites,
quais, etc.



ÉCLAIRAGE

d'extérieur public et privé

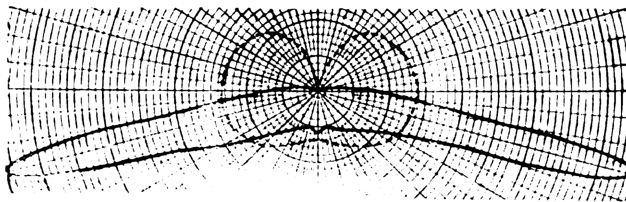
REFRACTEURS
à
quatre directions
pour l'éclairage
des
carrefours
et croisements



Fournisseur de la Ville de Paris

RÉFLECTEURS EN VERRE
Reflecteurs métalliques
DIFFUSEURS
Réflecteurs - Réfracteurs
RÉFLECTEURS de vitrine
LUSTRES

DEMANDER NOTRE CATALOGUE



Courbe des intensités lumineuses

Dans nos salons d'exposition, vous trouverez tous nos MODÈLES SPÉCIAUX pour l'éclairage d'extérieur public et privé et pour l'éclairage d'intérieur.

Visitez notre laboratoire de photométrie



Constructeurs d'appareils électriques

notez pour vos

ISOLANTS

QUE LES ÉTAB^ts P. BARNIER

R C : Romans N° 3 088 ✠ *95, Avenue Victor-Hugo,* ***VALENCE*** *(Drôme)* ✠ **USINES A VALENCE**

SUCCURSALES ET DÉPOTS :

47, rue de Beaune (prolongée) **PARIS** (7e) Tél. FLEURUS, 00-04
1, cours Fauriel **St-ETIENNE**
27, quai Sainte-Croix **BORDEAUX**
13, rue du Chalet **MARSEILLE** Tél. 53-10

FABRIQUENT LES VERNIS ISOLANTS JAUNE, NOIR — A L'AIR ET A L'ÉTUVE
LES SOIES, LES TOILES, LES PAPIERS HUILÉS

CARTON PRESSPAHN
TOILE ISOLANTE CAOUTCHOUTÉE NOIRE ET GRISE
TOILE CHATTERTONÉE

Deutsche Machinenfabrik A. G., Duisbourg (fig. 1). Le piston 1 étant entièrement relevé, le chargeur 8 remplit la cage de la presse. Le moteur électrique 7 commande par vis sans fin et engrenages le mouvement des vis 4 et provoque la descente du piston. Il y a compression verticale. Dès que la hauteur désirée de la balle est atteinte, le piston 9 est poussé en avant. Son mouvement est provoqué par deux moteurs électriques actionnant par engrenages (lignes en pointillé) deux vis sans fin. Cette compression horizontale détermine un feutrage de la masse ; la pénétration est si intime que les liens sont inutiles. Le piston 9 sert également à éjecter la balle, qui peut être reçue sur un wagonnet, comme cela est le cas ici. Les pistons sont ramenés à leur position primitive. Dans sa montée, 9 bute sur les tiges 12, provoque le déplacement des bielles 10 et entraîne le basculement du chargeur 8 qui a été rempli pendant le pressage. Les balles obtenues varient suivant le modèle employé. Elles pèsent de 100 à 300 kg dans les petites presses, de 500 à 850 kg dans les moyennes, de 800 à 1 100 kg et plus dans les fortes. La production oscille, suivant la nature des déchets et le poids des balles, entre 20 et 70 t par journée de huit heures. — E. F.

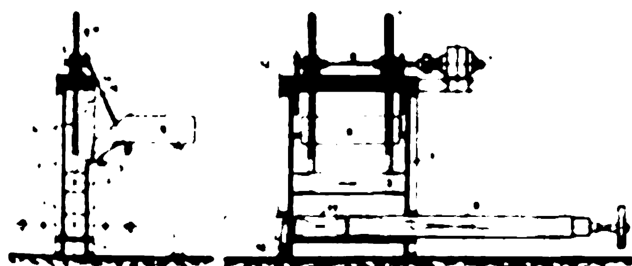


Fig. 3,6 621 977. — Schéma d'une presse à mitraille à commande électrique.

621 346 : 681 624 Innovations apportées à la commande électrique des machines rotatives. *Der elektrische Betrieb*, 10 juin 1923, t. XXI, p. 127-128, 800 mots, 4 fig. — Ces sortes de machines utilisent, outre leur moteur principal, un certain nombre de moteurs auxiliaires ; par suite, il leur faut une foule d'appareils accessoires (résistances, appareils de mesure, coupe-circuits, etc.). Jusqu'ici on se contentait de concentrer les plus petits de ces appareils sur un tableau, les autres étaient disposés à proximité des moteurs. Il en résultait une foule d'inconvénients : mauvais aspect de l'atelier, fortes dépenses d'installation, entretien délicat par suite du défaut d'accessibilité, risque d'erreurs de montage, etc. C'est pour y remédier que la « Sachsenwerk Licht und Kraft A. G. » a imaginé un pupitre spécial qui centralise les commandes et contient l'ensemble de l'appareillage. Une série de bornes numérotées permet de faire très simplement les connexions entre le pupitre et les machines. Les parois pourront être ajourées, ce qui assure un bon refroidissement des résistances. Enfin, on peut y joindre des lampes témoins ; il est ainsi facile de s'assurer que la machine est bien hors service lors de la préparation du travail. — E. F.

TRACTION ET LOCOMOTION

385.15. Le nouveau régime des chemins de fer français : FERNAND JACQ. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 207-211, 4 500 mots. — L'auteur, qui avait examiné précédemment (*R. G. E.*, 2 décembre 1922, t. XII, p. 805), les résultats d'exploitation des chemins de fer français en 1921 (période de transition entre l'ancien et le nouveau régime), analyse cette fois les résultats obtenus au cours de l'année 1922, première année d'exploitation normale sous le régime créé par la loi organique du 28 juin 1921.

621 335 00 46. — Explosion d'une locomotive électrique. *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 810, 700 mots. — Le 2 avril de cette année, une explosion se produisit sur une locomotive électrique monophasée de la ligne du Gothard et causa la mort d'un homme. Il fut nettement établi par la suite que cet accident fut la conséquence d'un violent court-circuit qui prit naissance entre spires de l'enroulement à basse tension du transformateur et détermina la vaporisation d'une certaine quantité d'huile. Sous l'influence de la pression, les gaz produits s'échappèrent de la cuve du transformateur et, s'engageant dans les canaux qui servent de logement aux câbles, gagnèrent les combinateurs où ils formèrent avec l'air un mélange explosif. Une étincelle produite par la manœuvre d'un combinateur détermina l'explosion. — Peu de jours avant l'accident, le transformateur en question avait été démonté et l'on suppose qu'au cours du remontage l'enroulement aura été endommagé ou qu'un corps étranger s'y sera logé. — Pour éviter le retour d'un semblable accident, il fallait donner un passage libre aux gaz ; à cet effet, on a pratiqué dans le couvercle du transformateur des ouvertures que l'on a naturellement munies de dispositifs de protection contre l'humidité et les poussières ; on a, de plus, bouché hermétiquement les canaux où sont logés les câbles qui vont du transformateur aux combinateurs. — A. M.

621 336 Un courant de 5 400 ampères capté à la vitesse de 90 km : h. *Electric Railway Journal*, 28 juillet 1923, t. LXII, p. 135-137, 2 200 mots, 3 fig. — Cet article donne la description des dispositifs et installations réalisés par la General electric Company sur sa ligne d'essais à Erie afin d'y étudier les meilleures conditions pour le captage du courant par pantographe sur une ligne aérienne, aux grandes vitesses. Les essais réalisés n'ont porté que sur la ligne et ont abouti à l'adoption d'une suspension caténaire, composée avec suspension « lacée » du fil de contact. Les pylônes sont espacés de 300 pieds (91,50 m) environ. Le câble porteur est un câble d'acier à sept brins et de haute résistance mécanique ; il a 16 mm de diamètre et supporte le feeder par des pendules verticaux de longueur telle que les points d'attache du feeder se trouvent dans un plan horizontal. Ce feeder supporte lui-même les fils de contact, au nombre de deux, placés à 5,58 m au-dessus du niveau des rails et soutenus au moyen d'un câble de cuivre n° 0, qui s'attache alternativement à l'un et l'autre fil de contact. Les points d'attache sur un même fil sont distants de 6,10 m l'un de l'autre, l'espacement entre le point d'attache au feeder et le point voisin sur l'un des fils est de 1,52 m, la distance des points d'attache sur le feeder étant de 3,05 m. La tension de ce câble de « laçage » est telle que les fils de contact sont placés à environ 15 cm au-dessous du feeder, ce qui donne une longueur de câble de 1 005 pieds (306,50 m) pour 1 000 pieds de longueur de ligne (305 m). Ce dispositif de suspension a supprimé les points durs sur la ligne. Des essais ont été faits sur un certain parcours avec un espacement de 9,15 m au lieu de 6,10 m, sans donner une différence appréciable dans le fonctionnement. Le train d'essai comprenait une locomotive gearless de 110 tonnes, pouvant atteindre une vitesse de 145 km : h et un wagon portant des grilles de résistance formant rhéostat réglable au moyen de contacteurs pour régler l'intensité du courant passant par un des pantographes d'essais monté sur ce wagon. Un deuxième wagon renfermait les appareils indicateurs de vitesse et d'intensité du courant capté. Les pantographes employés étaient du type 6 E 605 of Chicago, Milwaukee and Saint Paul Railway, à commande pneumatique. La pression était normalement maintenue entre 13,5 et 16 kg : cm². En raison des forts courants à capter, les bras des pantographes étaient renforcés de bandes de cuivre, et des shunts flexibles étaient placés à toutes les articulations. Plusieurs essais furent faits à des vitesses variant de 50 à 60 miles à l'heure (80 à 96 km : h), le courant capté variant de 4 000 A sous 1 500 V à 5 000 A sous 810 V. L'abaissement de la tension est dû à la capacité

limitée de la sous-station. Dans un des essais, on a pu capter avec un seul pantographe 5 400 A à 91 km : h sans aucune étincelle à la ligne de contact. La pression du pantographe soulève les fils de 75 mm environ au-dessus de leur position normale. Le nouveau système de suspension peut s'appliquer aussi bien au courant alternatif et, comme il élimine la formation d'arcs au contact, ce qui est une des plus grandes causes d'usure des fils de trolet, il permettrait d'employer des tensions beaucoup plus élevées à la ligne de contact. — J. S.

629 156 218. — Voitures employées dans la formation de trains. *Electric Railway Journal*, 29 septembre 1923, t. LXII, p. 569-572, 4 000 mots, 14 fig. — L'emploi de rames ou trains est considéré dans cet article, comme le meilleur moyen d'enlever rapidement les voyageurs aux heures d'affluence tout en congestionnant le moins possible les rues déjà très encombrées à ces moments. Ces rames ou trains sont formés soit d'une voiture motrice et d'une ou plusieurs remorques, soit de plusieurs unités motrices avec commande par un système à unité multiple. Un facteur important pour la détermination du type de train à adopter dans une exploitation réside dans le fait de savoir si, en dehors des heures d'affluence, on utilisera encore des trains ou des voitures indépendantes. Dans ce dernier cas, la constitution des trains au moyen de plusieurs unités motrices accouplées apparaît comme un système plus souple. En dehors de ces deux systèmes, il faut citer les trains articulés, formant, dans leur ensemble, une unité indivisible et dont il existe deux modèles : l'un à Milwaukee formé de deux voitures montées sur trois bogies dont un servant d'articulation aux deux voitures, l'autre à Detroit formé de trois voitures montées sur quatre bogies ; ce dernier a été l'objet de descriptions antérieures. Dans le même ordre d'idées de voitures accouplées mécaniquement de façon permanente, on peut aussi citer le système utilisé à Minneapolis. L'accouplement est réalisé par une barre creuse servant de passage aux connexions électriques et à la tuyauterie d'air, et qui est reliée à voiture au moyen d'un joint à rotule. Enfin, il faut signaler les essais faits avec des trains formés d'une voiture motrice et d'une remorque sur laquelle sont montés deux moteurs, en particulier aux tramways de Pittsburg où, en n'utilisant ces deux moteurs que pour la marche avant, on a réduit à trois le nombre de câbles d'interconnexion entre les deux voitures. L'article donne quelques détails sur les dispositions adoptées pour les portes, surtout sur les remorques, pour accélérer l'entrée et la sortie des voyageurs, dispositions liées d'ailleurs aux procédés de recette employés en Amérique. Il est évident que la formation de ces rames est largement facilitée par l'emploi d'accouplements automatiques, dans lesquels on est arrivé en ces derniers temps à incorporer les câbles d'interconnexion pour la commande à unités multiples. On a cherché à utiliser, pour former ces trains, des voitures du type « one man » ou « two men », permettant la formation de trains de deux voitures, dont une remorque sous le contrôle de trois agents. Mais cela ne semble pas répondre aussi bien aux besoins d'un service très chargé que les voitures à grande capacité spécialement étudiées pour former des trains. — J. S.

629 156 21. — Les nouvelles tendances en matière de voitures de tramways. *Electric Railway Journal*, 29 septembre 1923, t. LXII, p. 475-481, 2 500 mots, 9 fig., 4 tab. — Cet article est surtout un exposé sous forme de tableaux des caractéristiques des tramways urbains ou interurbains commandés aux États-Unis pendant les six premiers mois de l'année 1923. De l'examen de ces tableaux, on peut déduire les grandes lignes ci-après. Dans les six premiers mois de 1923, on a passé commande de 1 385 voitures de tramways urbains, dont 1 049, soit 76 pour 100, sont à deux bogies et du type « one-man » ou « one-man, two-men ». Il n'a été commandé que 157 « safety cars » à deux essieux, soit 11 pour 100 seulement du nombre total. En 1922, les pourcentages respectifs de ces deux types de voitures étaient 35 et 30. Pour toutes les voitures commandées en 1923, les toits sont du type en arc sans lanterneau, et les montants de caisse sont en fers à T. La plupart des voitures sont du type à double entrée, aux extrémités, les autres sont à une entrée en bout avec, en outre, une ouverture centrale réservée parfois à la sortie. La longueur moyenne des voitures est de 13,35 m avec un minimum de 10,27 m et un maximum de 14,45 m. Leur capacité moyenne est de 48 places assises, le maximum étant de 54. Leur poids à vide oscille entre 11,5 t et 17,2 t, avec une moyenne de 16,2 t. Il faut noter, dans ces voitures, une tendance à diminuer de 91 cm à 86 cm la largeur des sièges transversaux pour augmenter le passage disponible. Dans ce but, certaines voitures montrent une combinaison de sièges transversaux et longitudinaux. En ce qui concerne la puissance des moteurs équipant ces voitures, elle ressort en moyenne à 0,151 ch par tonne à vide et par pied de longueur (soit environ 0,5 ch par tonne et par mètre). On trouvera, dans les tableaux de cet article, des renseignements sur les hauteurs moyennes entre le rail et le plancher des plates-formes d'entrée rapportées au diamètre des roues, et d'autres dimensions telles que largeurs extérieure et intérieure, espacement des montants de caisse, etc. Enfin, un dernier tableau donne les mêmes renseignements en ce qui concerne les tramways pour service interurbain. Il faut noter que toutes les voitures sont munies de roues de 860 mm de diamètre et équipées avec quatre moteurs d'une puissance moyenne de 55 ch chacun. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621 396 661. — Étalons de capacité utilisés en haute fréquence. J. B. Dempster et E. O. Hulburt. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, août 1923, t. XI, p. 395-404, 1 300 mots, 5 fig. — L'auteur décrit les étalons de capacité qu'il emploie pour les mesures en haute fréquence. Il indique une méthode simple pour accroître la sensibilité du système à thermo-couple et à galvanomètre employé pour indiquer la résonance. Les disques et les sphères métalliques sont de mauvais étalons à cause des effets des fils de connexion impossibles à éviter. Les mesures de la capacité de petits condensateurs à lames parallèles ont toujours été concordantes avec les capacités calculées d'après les dimensions de ces condensateurs. — G. M.

621 396.615 3. — Notes sur les lampes à trois électrodes. A. Blondel. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. 523-528, 5 300 mots. — Dans cet article sont réunies et reproduites deux notes présentées par M. A. Blondel à l'Académie des Sciences, qui peuvent être considérées comme un complément à l'importante étude sur les lampes à trois électrodes publiée antérieurement par l'auteur, dans ces colonnes *R. G. E.*, 20 et 27 décembre 1919, t. VI, p. 875-893 et 921-930. D'après la première, on peut étudier graphiquement le rendement d'une lampe valve génératrice en négligeant les harmoniques et en supposant que le circuit oscillant est sinusoïdal et que la tension de grille varie suivant la même loi, restant constamment proportionnelle à la tension appliquée aux bornes de la lampe, mais déphasée de 180°. On peut aussi calculer la puissance en appliquant la tension U totale à l'intégrale du courant I pendant l'impulsion. Dans la seconde note, l'auteur indique les diverses opérations qu'il y aurait lieu d'exécuter pour que les essais des lampes valves soient effectués d'une manière rationnelle.

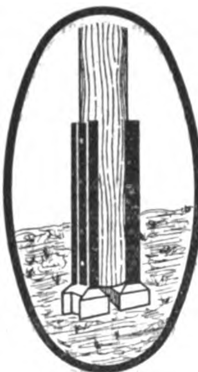
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

"Forclum"

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc., etc., etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18/22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° 2. Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22/27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce....... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

(Registre du Commerce : Seine N° 204 407)

Téléph. : Trudaine 48-18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

13 rue de Longueville	11, rue de Provence
St QUENTIN (Aisne)	PARIS (9e)
Téléph. : n° 1	*Téléph. : Bergère 56-06*
R. C. : St-Quentin N° 507	*R. C.* : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ

SAILLIE 1m

POIDS MAX 8 Kg.

CONSOLES POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

CONSOLES POUR ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

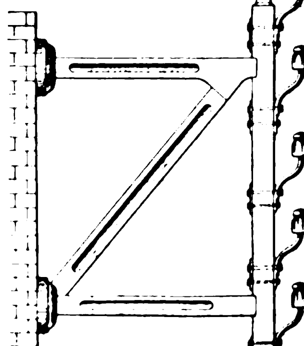
25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

CONSOLES EN BETON ARMÉ POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S. G. D. G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

VOCABULAIRE ÉLECTROTECHNIQUE [1]

ÉTABLI PAR LE

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

Ainsi que nous le disions dans une note publiée dans le numéro de la « Revue générale de l'Électricité » du 3 mars 1921, t. VIII, p. 343-348, le Comité électrotechnique français poursuit la revision du Vocabulaire électrotechnique édité par lui en 1911. Dans le même numéro, fascicule « Documentation », pages 73 D à 76 D, nous avons publié les mots de la partie revisée commençant par les lettres A et B et quelques-uns de ceux commençant par la lettre C, nous donnons ci-dessous la suite des mots soumis à la revision.

C.

***Carcel** (s. f.). Lampe employée autrefois en France comme étalon pratique d'intensité lumineuse, suivant les spécifications données par Dumas et Regnault. 1 carcel = 9,62 **bougies décimales**. (C. E. F., 1923.)

***Cascade** (s. f.). Montage en — : 1° terme employé anciennement pour désigner le montage en série des condensateurs.

2° On dit qu'un groupe de deux machines à courants alternatifs ou de deux transformateurs sont montés en cascade quand le courant secondaire dans l'un alimente le circuit primaire de l'autre.

Ce mode de montage peut s'étendre à un nombre quelconque d'appareils. (C. E. F., 1923.)

Cathion (s. m.). Ion qui se porte à la cathode. (C. E. F., 1923.)

Cathode (s. f.). Corps conducteur servant d'électrode dans une partie liquide ou gazeuse d'un circuit et relié au pôle négatif de la source de courant. (C. E. F., 1923.)

***Cathodique** (adj.). Qui se rapporte à une cathode ou qui en émane ; rayons — s : décharge émanant de la cathode d'un tube à vide et constituée par des électrons. (C. E. F., 1923.)

***Central** (e) (adj.). 1° Abréviation abusive de : bureau ou poste central télégraphique, téléphonique ou radiotéléphonique ; Usine centrale.

2° Batterie — e : voir **batterie**. (C. E. F., 1923.)

***Champ** (s. m.). 1° — électrique ; — magnétique. *a*. Sens qualitatif : région de l'espace où il existe un état électrique ou magnétique susceptible de se traduire par des forces.

b. Sens quantitatif : quotient d'une force électrique ou magnétique s'exerçant sur une quantité d'électricité ponctuelle par cette quantité. — Vecteur dirigé suivant le sens de la force et dont la valeur est égale à l'intensité du champ.

2° — électromoteur : voir **électromoteur**.

3° — tournant : région de l'espace où existent des forces électriques ou magnétiques, de valeur constante, dont la direction tourne avec une vitesse constante.

Machine à — tournant : machine à courants alternatifs simples ou polyphasés utilisant, dans l'entrefer, des champs à répartition pratiquement sinusoïdale se déplaçant dans un sens déterminé. (C. E. F., 1923.)

***Charge** (s. f.). 1° — d'un **condensateur** : quantité d'électricité emmagasinée.

2° — d'un **condensateur** ou d'un **accumulateur** : opération qui consiste à emmagasiner une certaine quantité d'électricité.

3° — d'une **machine** ou d'un **transformateur** : puissance fournie par une machine ou un transformateur. (C. E. F., 1923.)

Cheval-vapeur (s. m.). Unité industrielle de puissance. Un cheval-vapeur vaut 75 kilogrammètres par seconde ou 736 watts. (Le — tend à être abandonné.) (C. E. F., 1923.)

***Chute de tension** : 1° — dans une machine : différence entre les tensions aux bornes à vide et à la charge considérée dans des conditions déterminées.

Les règles françaises définissent la chute relative de tension comme étant la valeur relative de la diminution de tension $U_0 - U_c$ obtenue en passant du fonctionnement à vide et à la tension du régime normal (U_n), au fonctionnement avec les courant et facteur de puissance du régime normal, rapportée à la tension normale (U_n), c'est-à-dire $\frac{U_n - U_c}{U_n}$.

La variation de tension s'entend toujours à vitesse ou fréquence maintenue aux valeurs du régime normal, à la température correspondant à la marche du régime normal, et sans rien modifier aux dispositions matérielles des appareils.

2° — dans un **transformateur** : différence entre les tensions secondaires à vide et à la charge considérée pour la même fréquence et la même tension appliquée au primaire. (C. E. F., 1923.)

Circuit (s. m.). — électrique : ensemble du système dans lequel peut passer un courant électrique.

— magnétique : ensemble de milieux à travers lesquels peut s'établir un flux d'induction. (C. E. F., 1923.)

Clapet (s. m.). — électrique : dispositif qui, intercalé dans un circuit, a pour effet, dans des conditions déterminées, de ne laisser passer le courant que dans un sens. Ce dispositif s'appelle aussi **soupape** électrique. (C. E. F., 1923.)

***Coefficient** (s. m.). 1° — de température : abréviation de l'expression : coefficient de variation d'une propriété (résistance, force électromotrice, perméabilité, etc.) avec la température.

— moyen de température, entre deux températures déterminées : quotient de la variation relative de la propriété considérée par l'écart de température.

— vrai de température : limite du coefficient moyen lorsque les températures sont infiniment voisines.

2° — d'affaiblissement : voir **affaiblissement**. (C. E. F., 1923.)

[1] Les mots précédés d'un astérisque sont ou des mots nouvellement ajoutés au Vocabulaire du Comité électrotechnique français ou des mots dont les définitions ont été complétées ou modifiées. Les mots imprimés en petites grasses dans le texte sont ceux dont on retrouve la définition en un autre endroit du Vocabulaire. L'abréviation C. E. F. mise entre parenthèse à la fin de chaque définition signifie Comité électrotechnique français.

Coercitif, ive, adj. Champ — improprement, force — ive en un point d'un corps ferromagnétique : valeur du champ nécessaire pour ramener à une valeur nulle l'induction rémanente en ce point, après qu'on a soumis le corps à un nombre suffisant de cycles entre deux limites de l'induction. (C. E. F., 1923.)

Cohéreur, s. m. Détecteur basé sur la variation de la résistance d'un contact imparfait entre certains corps conducteurs, sous l'influence des ondes électromagnétiques. (C. E. F., 1923.)

Collecteur, s. m. Assemblage de lames conductrices isolées les unes des autres, mais reunies aux sections d'un enroulement, et sur lesquelles frottent des balais. (C. E. F., 1923.)

***Collecteur, trice**, adj. Barres — trices : voir barre. (C. E. F., 1923.)

Combinateur, s. m. Appareil destiné à réaliser différentes combinaisons de connexions entre des machines et des appareils électriques. (C. E. F., 1923.)

Commutateur, s. m. Appareil destiné à substituer une portion de circuit à une autre.

— inverseur : commutateur destiné à inverser les connexions d'une portion de circuit. (C. E. F., 1923.)

Commutation, s. f. Ensemble des phénomènes qui résultent de la substitution d'une portion de circuit à une autre dans les machines à collecteur.

Pôles de — : voir pôles. (C. E. F., 1923.)

Commutatrice, s. f. Machine à induit tournant, à collecteur et à bagues, destinée à transformer des courants alternatifs simples ou polyphasés en courant continu ou inversement, sans qu'il y ait séparation entre les circuits à courant continu et alternatif. (C. E. F., 1923.)

Compas, s. m. Terme employé, en marine, comme synonyme de boussole. (C. E. F., 1923.)

***Compensateur**, s. m. — synchrone : machine synchrone à courants alternatifs simples ou polyphasés susceptible de fournir ou absorber de la puissance réactive de manière à modifier celle du réseau. (C. E. F., 1923.)

***Compensateur, trice**, adj. : enroulement — ou enroulement de compensation : enroulement auxiliaire disposé sur une machine ou un appareil électromagnétique, et destiné à atténuer les effets de certaines réactions dues au courant circulant dans d'autres enroulements. (C. E. F., 1923.)

***Compensation**, s. f. Voir compensateur. (C. E. F., 1923.)

Compensé, e, adj. Se dit d'une machine ou d'un appareil muni d'un enroulement de compensation. (C. E. F., 1923.)

Composé, e, adj. Machine dynamo à excitation — e : machine dans laquelle le champ magnétique inducteur est dû à l'action de deux ou plusieurs courants magnétisants distincts. (C. E. F., 1923.)

Compteur, s. m. 1° — d'énergie, wattheuremètre : appareil servant à enregistrer la quantité d'énergie électrique fournie à un circuit.

2° — de quantité, ampèreheuremètre : appareil servant à enregistrer la quantité d'électricité fournie à un circuit.

3° — de temps, — horaire : appareil servant à enregistrer la durée du passage du courant dans un circuit. (C. E. F., 1923.)

***Concentrique**, adj. Câble — : voir câble. (C. E. F., 1923.)

***Condensateur**, s. m. Système formé par deux surfaces conductrices séparées par un diélectrique. (C. E. F., 1923.)

Conductance, s. f. Inverse de la résistance électrique. (C. E. F., 1923.)

Conductibilité, s. f. — électrique : propriété des corps grâce à laquelle ils conduisent l'électricité. (C. E. F., 1923.)

Conductivité, s. f. Inverse de la résistivité. (C. E. F., 1923.)

Conjoncteur-disjoncteur, s. m. Appareil fermant et ouvrant un circuit, par l'action d'un relais automatique, lorsque certaines conditions sont réalisées. (C. E. F., 1923.)

***Connexion**, s. f. 1° Liaison électrique de deux ou plusieurs systèmes conducteurs.

2° Organes réalisant cette liaison. (C. E. F., 1923.)

***Constante**, s. f. — diélectrique : synonyme de pouvoir inducteur spécifique. Voir pouvoir. (C. E. F., 1923.)

Contacteur, s. m. Interrupteur commandé à distance et servant à établir des connexions entre différents circuits comprenant des machines et des appareils électriques. (C. E. F., 1923.)

Contre électromotrice, adj. Force — : lorsqu'un appareil intercalé dans un circuit électrique est le siège d'une force électromotrice, celle-ci est appelée force — si elle tend à s'opposer au passage du courant à travers l'appareil. (C. E. F., 1923.)

***Convection**, s. f. Courant de — : courant dû à des charges électriques en mouvement. (C. E. F., 1923.)

***Convertisseur**, s. m. Groupe de deux ou plusieurs machines électriques mécaniquement accouplées, à circuits électriques distincts, l'une au moins étant motrice, pouvant être réversibles ou non, destinées à transformer un certain genre de courant en un courant différent, ou à transformer des courants alternatifs en d'autres courants alternatifs de fréquences, de phases ou de tensions différentes. (C. E. F., 1923.)

***Corne**, s. f. 1° Parafoudre à — s : voir limiteur.

2° — s polaires : extrémités des épanouissements polaires. (C. E. F., 1923.)

***Coulomb**, s. m. Unité de quantité d'électricité égale à la quantité transportée pendant une seconde, par un courant invariable de 1 ampère (— international) est, pratiquement, égal à la quantité d'électricité qui correspond au dépôt électrolytique de 0,001118 gramme d'argent. (C. E. F., 1923.)

Coupe circuit, s. m. Appareil coupant automatiquement un circuit lorsque l'intensité du courant atteint une valeur déterminée.

— à fusible ou par abréviation fusible : appareil comprenant un ou plusieurs fils ou lames métalliques intercalés dans un circuit, et qui fondent lorsque l'intensité du courant dépasse une certaine valeur. (C. E. F., 1923.)

Couplage, s. m. Façon dont sont reliés entre eux des appareils et des machines électriques. Ex. : couplage en série, couplage en parallèle. (C. E. F., 1923.)

***Couple**, s. m. 1° — voltaïque : système de deux électrodes immergées dans un liquide, ou dans deux liquides séparés, capable de développer une force électromotrice.

2° — thermoélectrique : système constitué par un métal relié par ses extrémités à deux pièces d'un même métal différent du premier, et qui jouit de la propriété de développer une force électromotrice quand les contacts des deux métaux ne sont pas à la même température. (C. E. F., 1923.)

***Courant** s. m. : — électrique. *a*) sens qualitatif : on dit qu'un corps conducteur est le siège d'un — électrique, lorsqu'il existe un champ électrique à l'intérieur de ce conducteur.

Ce phénomène se produit, en général, dans un conducteur entre deux points duquel on maintient une différence de potentiel électrique et qui est accompagné :

1° d'une dégradation d'énergie, dans le conducteur, proportionnelle au carré de l'intensité du courant ;

2° d'un champ magnétique qui, hors du conducteur, est proportionnel à l'intensité du courant.

b) sens quantitatif : voir **intensité** de — .

— actif : voir **actif**.

— de convection : voir **convection**.

— de déplacement : voir **déplacement**.

—s de Foucault : voir **Foucault**.

— magnétisant : voir **magnétisant**.

— réactif : voir **réactif**.

—s vagabonds : courants qui circulent dans le sol hors des conducteurs qui leur sont affectés quand dans une installation, une partie du circuit est reliée au sol. (C. E. F., 1923.)

***Couronne** s. f. : Effluve en — : forme particulière de l'effluve dans le cas d'un conducteur cylindrique. (C. E. F., 1923.)

***Court-circuit** s. m. : 1° connexion volontaire ou accidentelle de deux points d'un circuit au moyen d'une résistance très faible.

2° S'emploie souvent pour désigner l'ensemble des phénomènes consécutifs à une mise en court-circuit de points à des potentiels différents.

3° Tension de — : dans un transformateur, tension primaire nécessaire pour obtenir dans le secondaire, fermé en court-circuit, le courant normal à fréquence normale. (C. E. F., 1923.)

***Cratère** s. m. : Cavité qui, dans un arc à courant continu, se produit à l'extrémité du charbon positif. (C. E. F., 1923.)

***Critique** adj. : 1° Régime — : **régime** intermédiaire entre le régime oscillatoire et le régime apériodique dans un phénomène qui peut présenter ces caractères.

2° Amortissement — : **amortissement** correspondant au régime critique.

3° Résistance — : *a*) **résistance** correspondant au régime critique ; *b*) — d'amorçage d'une machine : résistance du circuit extérieur pour laquelle la machine commence à s'amorcer.

4° Vitesse — d'amorçage d'une machine : vitesse à partir de laquelle la machine s'amorce. (C. E. F., 1923.)

***Cuirassé** adj. : 1° Transformateur — : transformateur dont les circuits magnétiques comportent des retours extérieurs enveloppant une partie plus ou moins grande des enroulements.

2° Électroaimant — : électroaimant dont le circuit magnétique comporte un ou plusieurs retours extérieurs enveloppant une partie ou la totalité de la bobine excitatrice.

3° Appareil de mesures — : appareil muni d'un ou de plusieurs écrans magnétiques qui le protègent contre les perturbations des champs magnétiques extérieurs. (C. E. F., 1923.)

***Culasse** s. f. : Pièce en substance ferromagnétique faisant partie d'un circuit magnétique et ayant pour rôle de réduire la réluctance du circuit. (C. E. F., 1923.)

D.

***D** Symbole de l'induction électrostatique. (C. E. F., 1923.)

Décaler v. a. : — les balais dans une machine à collecteur : modifier l'angle de calage des balais.

« Décalé » s'emploie abusivement dans le sens de « déphasé », de même « décalage » pour **déphasage**. (C. E. F., 1923.)

***Décharge** s. f. : — d'un condensateur : opération ou phénomène qui tend à ramener au même potentiel les deux armatures d'un condensateur.

— d'un accumulateur : opération par laquelle l'énergie emmagasinée dans un accumulateur électrique est dépensée dans un circuit.

— disruptive : voir **disruptif**.

— atmosphérique : phénomène tendant à diminuer le potentiel d'une portion de l'atmosphère, généralement un nuage. (La foudre en est un cas particulier.) (C. E. F., 1923.)

***Déchargeur** s. m. : Voir **limiteur de tension**. (C. E. F., 1923.)

Déclinaison s. f. : — magnétique : angle formé par le méridien magnétique et le méridien géographique en un point de la surface de la terre. (C. E. F., 1923.)

***Déclinomètre** s. m. : Instrument qui sert à mesurer la déclinaison. (C. E. F., 1923.)

Décohérer v. a. : Ramener à son état initial la résistance d'un **cohéreur** après qu'il a été influencé par les ondes électromagnétiques. (C. E. F., 1923.)

***Décrochage** s. m. : Deux alternateurs, sans liaison mécanique, et fonctionnant en synchronisme, « se décrochent » lorsque le synchronisme est rompu par une cause quelconque.

Ce terme s'emploie, par extension, pour un moteur asynchrone qui s'arrête par suite de surcharge. (C. E. F., 1923.)

***Déformation** s. f. : Coefficient de — : quotient du maximum des différences d'ordonnées entre la sinusoïde équivalente à la forme donnée et la forme réelle, par l'ordonnée du maximum de la sinusoïde. (C. E. F., 1923.)

***Démagnétisant, e** adj. : 1° Facteur — : facteur par lequel il faut multiplier l'intensité moyenne d'aimantation d'un barreau ferromagnétique placé dans un champ uniforme pour obtenir la valeur qui, retranchée de ce champ, donne le champ magnétisant réel.

2° Champ — : valeur qu'il faut retrancher du champ magnétisant d'origine extérieure pour obtenir le champ réel. (C. E. F., 1923.)

***Densité** s. f. : — électrique : 1° — électrique superficielle : limite du quotient de la charge distribuée à la surface d'un conducteur par l'aire de l'élément de surface correspondant.

2° — électrique volumique : limite du quotient de la charge en un point d'un diélectrique par l'élément de volume correspondant.

3° — de courant en un point d'un conducteur : limite du quotient de l'intensité du courant par l'aire de la surface équipotentielle qu'il traverse.

— moyenne de courant ou, par abréviation, — de courant, dans un conducteur linéaire : quotient de l'intensité du courant par l'aire de la section droite du conducteur.

3° — d'enroulement : voir **enroulement**. (C. E. F., 1923.)

Dent s. f. Portion de circuit magnétique constituée par le fer conservé entre deux **encoches** ou rainures consécutives. C. E. F., 1923.

Déphasage s. m. 1° Différence de phase entre deux phénomènes **alternatifs** de même fréquence par exemple, entre une différence de potentiel et un courant sinusoïdaux de même fréquence.

2° Angle de — : angle des deux vecteurs représentatifs de deux fonctions harmoniques simples de même fréquence.

Par extension, lorsqu'il s'agit de tensions et courants alternatifs dans le même circuit : angle fictif dont le cosinus est égal au **facteur de puissance**.

C. E. F., 1923.

***Déplacement** s. m. 1° — diélectrique : vecteur caractérisant l'état de contrainte électrique que subit un **diélectrique** placé dans un champ électrique.

2° Courant de — : phénomène qui se produit pendant la variation du déplacement. C. E. F., 1923.

***Dépolarisant** s. m. Substance employée dans les piles hydroélectriques pour empêcher la modification des conditions de fonctionnement de la pile, par suite des actions électrochimiques dues au **courant**.

(C. E. F., 1923.)

Dérivation s. f. Circuits en — : des circuits électriques ou magnétiques sont dits en — l'un par rapport à l'autre, lorsque le courant ou le flux se partagent entre eux (synonyme : circuits en **parallèle**).

Excitation en — : voir **excitation**. (C. E. F., 1923.)

Désaimanter v. a. Ramener à l'état **neutre** un corps ferromagnétique aimanté. C. E. F., 1923.

Détecteur s. m. Appareil destiné à déceler l'existence d'ondes électromagnétiques. C. E. F., 1923.

***Dévolteur** s. m. Machine ou transformateur disposé de façon à diminuer la tension fournie par une **source** électrique. (C. E. F., 1923.)

Diamagnétique adj. (Voir **diamagnétisme**.)

C. E. F., 1923.

Diamagnétisme s. m. (Propriété des substances dont la **perméabilité** magnétique est inférieure à celle du vide et dont, par suite, la **susceptibilité** magnétique est négative. Un barreau d'une substance diamagnétique tend à s'orienter perpendiculairement aux lignes de force du champ.) C. E. F., 1923.

Diaphragme s. m. Cloison perméable séparant en divers compartiments les récipients où se font des opérations électrochimiques. (C. E. F., 1923.)

***Diélectrique** s. m. (Corps à l'intérieur duquel peut s'établir un champ électrique statique, sans déperdition d'énergie. (voir **isolant**).

Constante — : synonyme de pouvoir inducteur spécifique (voir **pouvoir**). (C. E. F., 1923.)

***Différentiel le** adj. (Enroulement — : se dit d'un système comportant deux enroulements parcourus par des courants distincts et dont les actions électromagnétiques sont de sens inverses. Ex. : galvanomètre —, lampe à arc —, les relais —.) C. E. F., 1923.

***Diphasé e** adj. Se dit de deux tensions ou de deux courants alternatifs, de même fréquence, provenant d'une même machine ou de machines ou appareils accouplés, déphasés l'un par rapport à l'autre d'un quart de période (voir **tétraphasé**).

Enroulement — : enroulement disposé pour la production ou l'utilisation de tensions et de courants diphasés. (C. E. F., 1923.)

***Diplex** (Ce terme est à l'étude.) C. E. F., 1923.

Disjoncteur s. m. **Interrupteur** pourvu d'un mécanisme propre à provoquer son **ouverture** automatique lorsque le régime du circuit commandé par l'appareil subit certaines modifications déterminées.

C. E. F., 1923.

***Dispersion** s. f. 1° Flux de — magnétique. Partie du **flux magnétique** sortant du **circuit magnétique** dans lequel on l'utilise.

2° Coefficient de — : pour un appareil à deux enroulements, excès de l'unité sur l'inverse des produits des coefficients d'Hopkinson relatifs aux deux enroulements. (voir **Hopkinson**). C. E. F., 1923.

***Disque** s. m. Enroulement ou induit en — : **enroulement** ou **induit** d'une machine électrique dans lequel les faisceaux des conducteurs actifs sont disposés dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. C. E. F., 1923.

Disruptif ive adj. Décharge — ive : synonyme de **décharge** par étincelles. C. E. F., 1923.

***Distorsion** s. f. 1° Déformation d'un champ électrique ou magnétique sous l'action d'un autre champ d'orientation différente.

2° — de la parole : définition à l'étude.

(C. E. F., 1923.)

***Distributeur** s. m. Commutateur tournant mettant successivement en communication un point central avec différents circuits. C. E. F., 1923.

***Distribution** s. f. 1° Réseau de — : (définition à l'étude.)

2° Tableau de — : voir **tableau**. (C. E. F., 1923.)

Douille s. f. — de lampe à incandescence : appareil qui sert, à la fois, à fixer une lampe à incandescence et à lui amener le courant. C. E. F., 1923.

***Duplex** Ce mot est à l'étude. (C. E. F., 1923.)

***Dynamo** s. f. Abréviation de : machine dynamo-électrique : machine rotative d'induction transformant l'énergie mécanique en énergie électrique ou inversement, et dans laquelle le champ magnétique est produit par un électroaimant. Aujourd'hui, ce terme désigne spécialement une génératrice de courant continu.

C. E. F., 1923.

E

***E** Symbole de la **force électromotrice**.

En courant alternatif, *E* désigne la valeur efficace, *Em* la valeur maximum, et *e* la valeur instantanée.

(C. E. F., 1923.)

***Écart** s. m. — angulaire : angle formé par les parties homologues de deux systèmes tournant au synchronisme. (C. E. F., 1923.)

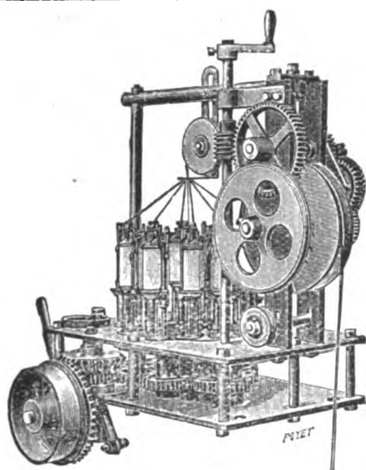
Éclair s. m. Phénomène lumineux accompagnant une décharge de l'électricité **atmosphérique**. (voir **foudre**.)

C. E. F., 1923.

Éclateur s. m. Appareil comprenant deux électrodes, séparées par un diélectrique gazeux ou liquide, et disposé de façon qu'une étincelle jaillisse entre les électrodes lorsque la différence de leurs potentiels dépasse une certaine valeur. C. E. F., 1923.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.



TRESSEUSES

L. DEBRON
CONSTRUCTEUR
91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)
Registre du Commerce :
Seine N° 9 742
Téléphone : LA GARENNE 57

RECHANGES
ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

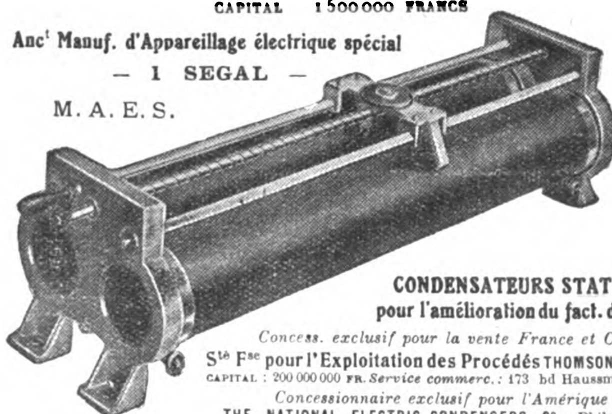
Siège social et Usine
à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce : Trévoux (Ain) N° 2 896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL 1 500 000 FRANCS

Téléph. : 52
Adr. télégr. : SEGAL-TRÉVOUX

Anc^t Manuf. d'Appareillage électrique spécial
— I SEGAL —
M. A. E. S.



CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
Verre, Mica, etc.

RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
S^té F^se pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON
CAPITAL : 200 000 000 FR. *Service commerc. :* 173 bd Haussmann, Paris
Concessionnaire exclusif pour l'Amérique
THE NATIONAL ELECTRIC CONDENSERS C°, Philadelphie

Agence générale
FRANCE et COLONIES :
Charles TOURNAIRE
52, R. de Dunkerque, PARIS-X°
Tél. Trudaine 68-61

Agence en ITALIE :
Ing^r CORRADO LANDI
36, Via Morgagni
MILAN

GLACES — VERRES à VITRES — VERRES de COULEURS

Société des Anciens Établissements

PH. DE PANIAGUA, TAULIN, HUBERT & CIE

PARIS, 7, rue de Nemours (XI°) — 69, avenue Parmentier (XI°)
Téléph. : ROQUETTE 16-13 — Téléph. : ROQUETTE 01-81

Registre du Commerce : Seine N° 209 706 / Douai N° 6 943

USINE A MARCHIENNES (Nord)

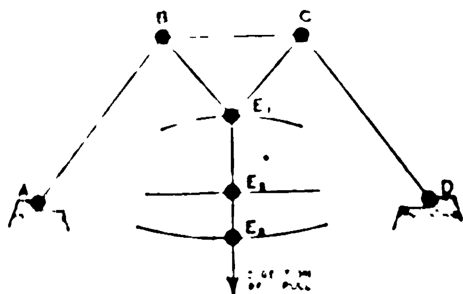
Fournisseur des Compagnies de Chemins de fer, Tramways, etc.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621 315 14. Projet d'isolement pour les massifs ancrage et les supports de pylônes d'une ligne à 110000 volts passant au dessus du détroit de Carquinez (1 350 m). — [illegible] *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XLII, p. 885-890, [illegible] — L'établissement d'une ligne à 60000 V au-dessus du détroit de Carquinez, large de 1 350 m, avait été considéré comme un record. Il y avait en 1901, quatre conducteurs, un pour chaque phase et un de réserve. En [illegible] on ajouta deux conducteurs supplémentaires espacés de [illegible] m et [illegible] m des premiers. On laissa en place des vieux isolateurs d'ancrage, mais sur les deux câbles ajoutés, on installa un cadre d'acier agissant par compression sur les isolateurs à 60 kV. — On construisit une sous-station de transformation de 20000 à 110 000 V. Le type d'isolateur à compression avait donné de si bons résultats qu'il fut de nouveau employé. Les conducteurs reposent simplement sur les supports, la tension est obtenue par des blocs d'amarrage en ciment aux extrémités. Le pylône sud, qui est à 30 m du bloc d'ancrage extrême, a [illegible] m de haut. Le pylône penche nord se trouve à 1 350 m du pylône sud et il a 68 m de haut. Le pylône nord principal est à [illegible] m plus loin, il a 8[illegible] m de haut. Les ancrages nord s'étendent à 98 m du pylône. — Le bout du câble passe sur une poulie de [illegible] cm comportant des agrafes de sécurité. L'effort est transmis par un système de ressorts à un barreau qui forme axe à l'extrémité d'un cadre d'acier en forme d'Y. Les bras de l'Y sont entretoisés et, à l'extrémité de chaque bras, se trouve un barreau où viennent se fixer trois chapelets d'isolateurs de chaque côté. L'effort est transmis à deux colonnes, qui forment une cage d'acier entourant le système d'amarrage, et converge vers un anneau fixé au bloc en ciment. La figure 1 montre l'agencement du système d'une manière schématique. A et D sont fixes, B, C et E sont libres de se mouvoir. Le câble est attaché à E_1. La position de E le long de la tige de l'Y est très importante. Si, en effet, l'attache était en E_2, l'axe décrirait une surface convexe vers le haut. Une traction amènerait E_2 vers le bas de cette surface. Au contraire, en E_1, la forme concave de la surface maintient le point E au point le plus bas. L'effort est également réparti entre B A et C D. Le câble s'appuie sur les pylônes par l'intermédiaire d'une chape en acier fondu montée sur six isolateurs rigides de trois unités chacun. Ils sont montés avec une inclinaison de 22,5° sur la verticale, pour résister aux efforts latéraux du vent. En outre, les deux isolateurs les plus en dehors sont inclinés du même angle relativement à l'isolateur central. Pour le pylône le plus haut, qui se trouve entre des portées de 1 350 m d'un côté et 315 m de l'autre, des efforts dyssymétriques résulteraient des changements de température. On a prévu, dans la chape, une partie mobile qui glisse sur des rouleaux. Une partie du mouvement est libre, mais les deux derniers centimètres de chaque côté comportent des ressorts de choc de manière à transmettre graduellement l'effort au pylône. On a prévu des câbles supplémentaires à chaque pylône-support, pour que tout ou partie de la tension soit enlevée aux câbles principaux. — Ces câbles possèdent des manchons aux deux extrémités. Ils sont de courte longueur et reliés par des ridoirs qui servent à égaliser la charge. — C. F.



621 315 14. — Système d'ancrage à cinq charnières. Force ou pull, direction de la traction.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621 311 21 + 621 347 485. — Le bilan de l'énergie hydraulique de la Suède et l'électrification des régions agricoles. *E. T. Z.*, 10 août 1923, t. XLIV, p. 783-785, 1 700 mots, 1 fig. — En 1917, le gouvernement suédois chargea une commission d'étudier la question d'une électrification uniforme des régions agricoles et d'en élaborer le plan. Cette commission a déposé son rapport duquel sont extraits les renseignements suivants. La commission s'est occupée d'établir le bilan de l'énergie de la Suède pour une certaine période, c'est-à-dire de dresser le tableau des ressources d'énergie en regard des besoins à venir. La commission évalue à 42,5 milliards de kilowatts-heure la quantité d'énergie annuellement disponible. Toute cette énergie hydraulique ne saurait être effectivement utilisée surtout à cause de l'impossibilité d'arriver à une régularisation complète des cours d'eau très variables du pays. C'est pourquoi la commission fixe pratiquement à 32,5 milliards de kilowatts-heure l'énergie

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* de 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

[illegible] réellement utilisable, repartie géographiquement de la manière suivante :

	Kilowatts heure
Partie sud et moyenne de la Suède	7 600 millions
Bas Norrland	9 000 id
Haut Norrland	16 000 id
	32 500 millions

C'est dans la partie sud et moyenne du pays que la demande d'énergie se fait surtout sentir, car cette région est essentiellement agricole et industrielle ; le bas Noorland possède aussi de nombreuses industries (bois et cellulose), tandis que le haut Noorland ne comporte que des mines et quelques établissements électrochimiques et électrothermiques. La commission a cherché à calculer les quantités d'énergie qui seront demandées en l'année 1940 et elle estime que les besoins des différentes catégories de consommateurs seront approximativement les suivants :

	Kilowatts heure
Agriculture	525 millions
[illegible]	1 035 id
Grosse industrie (industries électrochimiques et électrothermiques non comprises)	3 035 id
Industries électrochimiques et électrothermiques	de 2 000 à 2 500 id
Chemins de fer	825 id
Cuisson électrique et chauffage	500 millions

La demande totale d'énergie en 1940 sera donc, d'après la commission, de 8 à 8,5 milliards de kilowatts-heure et, comme il est probable qu'à cette date toutes les ressources hydrauliques disponibles ne seront pas exploitées, la commission conclut que, dans diverses régions du sud, un manque d'énergie se fera sentir auquel il faudra parer en y amenant l'énergie produite par certaines chutes importantes du bas Noorland. En ce qui concerne l'électrification des régions agricoles, deux systèmes sont appliqués en Suède où la densité très variable de la population et la diversité des conditions empêchent une uniformisation générale. Dans quelques régions, le courant est amené sous une tension de 10 à 20 kv qui est abaissée directement à 220 ou 380 v au moyen de transformateurs sur poteaux placés chez les particuliers. Ailleurs, la tension de 20 kv est d'abord réduite à la valeur intermédiaire de 1 500 ou 3 000 v qui sert à l'alimentation de réseaux secondaires. La commission, dans son rapport, étudie dans quels cas chacun des deux systèmes doit être adopté. — A. M.

621 311 21 (72) – Le développement des installations hydroélectriques au Mexique. *Engineering*, 10 août 1923, t. [illegible], p. 106-108, 1 500 mots, 2 fig. — Cet article donne une description du matériel de l'usine hydroélectrique de [illegible] dernièrement construite pour parer à la demande accrue d'énergie électrique dans cette région du Mexique. Cette usine est construite sur la rivière Nexaca, en aval de celle déjà existante placée à 2 km plus haut environ ; la hauteur de chute disponible est de 20 m environ. L'usine comporte deux groupes générateurs formés chacun d'un alternateur de 3 000 kva 50 p/s de la General Electric Company, accouplé à une turbine Francis de 12 500 ch construite par la Pelton Wheel Company de San Francisco. L'arrivée d'eau à chaque turbine est réglée au moyen d'une vanne papillon. La roue de chaque turbine est en bronze fondue d'une seule pièce, et est équilibrée hydrauliquement à toutes les charges ; en plus, un palier Kingsbury est prévu à l'extrémité de l'arbre. La roue est montée en porte à faux sur l'arbre, ce qui facilite les réparations et remplacements. Les paliers principaux sont à rotule et à graissage à bague avec refroidissement par eau. La régulation de la turbine est assurée, outre la vanne à papillon, par une couronne de vannes commandées par un régulateur d'un modèle courant. Les bielles qui entraînent cette couronne sont la partie la plus faible des organes de commande de façon à casser, plutôt qu'une autre pièce plus importante, en cas d'obstruction des vannes. Les systèmes de protection prévus pour ces turbines sont les suivants : un système arrêtant la turbine en cas de rupture du tachymètre à boules ou de sa courroie de commande ; un système réglable pour limiter la charge ; un système d'arrêt d'urgence ; un système de commande du servo-moteur ; un mécanisme auxiliaire commandé à la main, utilisant la pression d'huile, mais indépendant toutefois du régulateur et de son servo-moteur. L'installation comporte aussi des soupapes de décharge à pointeau. — J. S.

621 311 21 (43) Une nouvelle Commission d'électrification en Bavière. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. [illegible], 500 mots. — Une nouvelle commission, le « Landeselektrizitäts- und Wasserwirtschaftsrat », a été fondée en Bavière en avril de cette année, pour aider le Ministère des Travaux publics dans les questions d'utilisation de l'énergie hydraulique, électrification du pays et voies navigables. Cette commission comporte 43 membres choisis dans les milieux les plus divers. La première réunion a été l'objet de rapports sur chacun de ces sujets. On étudia spécialement le développement projeté des usines génératrices et ses conséquences économiques. Cette commission serait également appelée à servir dans la question des chemins de fer. L'auteur termine en exprimant l'espoir qu'une action efficace de cette nouvelle organisation hâtera la solution du problème de l'électrification. — F. B.

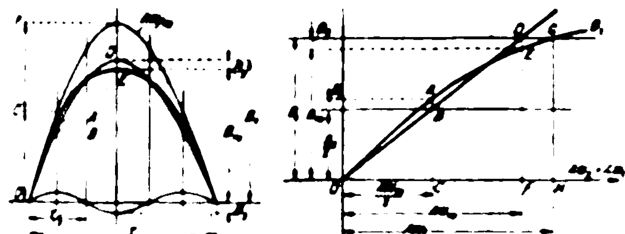
621 316 26 Les sous-stations automatiques. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 800 mots, 2 fig. Analyse d'un article de [illegible], publié dans *Electrician*, [illegible] octobre 1922, [illegible] avril 1923, t. LXXXIX et XC, p. [illegible], 10 000 mots, 6 fig.

621 311 Dispositif permettant à une usine de commander à distance par le réseau lui-même, les appareils d'utilisation du courant. J. Bethenod. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 500 mots, 3 fig. — Le présent article est le développement d'une communication faite par M. J. Bethenod à la cinquième Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, le 10 février 1923. Complétant l'étude présentée à cette même commission, en novembre 1921, par M. Allon Lauray (*Bulletin de la Société française des Électriciens*, [illegible] décembre 1921), M. Bethenod montre quelle extension peut être donnée aux dispositifs de commande à distance sur les réseaux de distribution et, en particulier, sur les réseaux des grands centres urbains, si l'on utilise pour cette action le réseau lui-même, sans adjonction d'une canalisation supplémentaire. Il expose comment il est possible de commander d'une usine même les appareils d'utilisation du courant en émettant des courants à fréquence élevée dans le circuit formé par le fil neutre de la distribution et la terre.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621 313 2 00 46 – La saturation des tôles des moteurs triphasés. I. Bronqvist. *E. T. Z.*, 7 juin 1923, t. XLIV, p. 530, 750 mots, 2 fig. — Les tôles et particulièrement les dents des moteurs triphasés sont habituellement si saturées que la courbe du champ diffère sensiblement d'une sinusoïde dans le cas d'une distribution sinusoïdale de la force magnétomotrice (fig. 1). L'aplatissement de la courbe du champ n'est pas sans influence sur le courant magnétisant ainsi que sur les pertes dans le fer, et il faut prendre en considération cet effet dans le calcul d'un moteur. L'auteur indique un procédé permettant de tenir compte de la saturation des dents en partant de l'hypothèse d'une force magnétomotrice répartie sinusoïdalement le long des pôles. Par suite de la saturation, la courbe du champ subit un aplatissement dû surtout à une onde du troisième ordre qui n'agit pas sur la force contre-électromotrice de l'enroulement triphasé, mais qui exerce,

par contre, une influence sur les réactions magnétiques. Si l'on néglige les harmoniques d'ordres supérieurs, la courbe du champ est équivalente, au point de vue de la force électromotrice, à celle de l'onde fondamentale dont l'amplitude se laisse facilement calculer en partant de la force électromotrice nécessaire pour un enroulement choisi. L'amplitude du troisième harmonique dépend de la caractéristique de



621.313.000.46. — Fig. 1. Courbe sinusoïdale de la force magnétomotrice et courbe réelle du champ. — Fig. 2. Construction donnant le courant d'aimantation et d'induction dont il faut tenir compte pour le calcul des pertes.

magnétisation et de l'amplitude de l'onde fondamentale, ainsi qu'il ressort de ce qui suit (fig. 2). On prend comme ordonnée de la courbe de magnétisation l'amplitude calculée $GH = B_1$ de l'onde fondamentale. Par le point G, on trace une première parallèle à l'axe des abscisses et on en trace une deuxième à égale distance de G et de H. Par l'origine O on fait passer une droite telle que AB = DE. La longueur EF = B_s représente la véritable induction dans l'air, OF = AW$_s$ donne l'amplitude de la véritable courbe des ampères-tours et détermine le courant magnétisant réactif. De plus, DF — AB = B_3 figure l'amplitude de l'harmonique 3 montant plus haut. Au lieu de B_1, on a ainsi, par suite de l'action de la saturation, l'induction réelle B_s dans l'air, l'induction dans les dents étant également plus petite. En même temps, la valeur des ampères-tours est réduite de AW à AW$_s$. Les inductions dans les tôles sont par contre plus fortes, car le flux total Φ est augmenté sous l'influence de l'harmonique 3. Les grandeurs OF = AW$_s$, EF = B_s, B = B_3,

$$\Phi = \frac{2}{\pi} \tau l B_1 + \frac{2}{\pi} l B_3 \ldots \frac{2}{\pi} \tau l \left(B_1 + \frac{B}{3} \right)$$

représentent ainsi le courant magnétisant et les inductions après déduction des pertes. Pour prouver l'exactitude de cette solution, il suffit d'indiquer que OF correspond à la force magnétomotrice au milieu du flux polaire ou l'harmonique 3 a son amplitude négative. De même OC = 0,5 OF correspond à la force magnétomotrice pour l'amplitude positive du même harmonique. En C et en F, les écarts de l'induction réelle dans l'air par rapport à l'onde fondamentale doivent être égaux, mais de sens contraire. A. M.

TRACTION ET LOCOMOTION

629 156 2. — Les progrès dans l'équipement électrique et mécanique des tramways (1re partie). *Electric Railway Journal*, 29 septembre 1923, t. LXII, p. 511-519 et 530, 6500 mots, 29 fig. — En ce qui concerne les moteurs, les progrès récents, et ceux à envisager, se rapportent surtout à des questions de détail, leur but est en général la réduction de poids du moteur. Les moteurs modernes sont, en grande majorité, des moteurs ventilés. On a cherché, pour réduire le poids, à employer l'aluminium pour les bobines inductrices. Pour les moteurs de petites dimensions qui étaient munis primitivement de roulement à billes, la tendance actuelle est au retour aux paliers lisses antifriction, car les paliers à billes sont rapidement mis hors d'usage par suite du passage de courant. Les moteurs modernes pèsent en moyenne, par cheval, 14,6 kg contre 55 kg environ pour les anciens moteurs, et on peut espérer que ce chiffre descendra encore aux environs de 13,6 kg. Quant à la transmission de l'effort aux roues, les perfectionnements de ce côté consistent surtout dans l'amélioration des matériaux et du fonctionnement. Au point de vue matériaux, les progrès ont permis de porter de 20 000 miles à 100 000 miles le parcours d'un pignon normal de 15 dents. On emploie assez fréquemment des engrenages hélicoïdaux. Les engrenages élastiques ne sont pour ainsi dire pas utilisés. Au point de vue système même de transmission, on a surtout cherché à faire supporter entièrement le moteur par le châssis de façon à réduire au minimum le poids non suspendu. On cite à ce sujet, dans l'article, la voiture d'essais de la S. T. C. R. P. Ces systèmes sont presque tous inspirés de la construction automobile avec le moteur placé longitudinalement et attaquant l'essieu par l'intermédiaire d'un joint universel et de pignons d'angles ou par roue et vis sans fin. Passant ensuite aux roues, l'article indique que la roue en acier laminé semble avoir la préférence, toujours avec une recherche du poids minimum. On a fait des essais avec des roues comportant entre le centre et la jante une couronne de caoutchouc pour éliminer les vibrations et le bruit, mais les résultats ont été peu concluants. Pour ce qui est des trucks de voitures, les buts poursuivis dans les perfectionnements sont surtout : la diminution de poids, les facilités et la diminution de l'entretien, enfin, les bonnes qualités de marche. Les différences entre les trucks des divers constructeurs résident surtout dans les méthodes de construction du châssis de trucks, et dans la disposition des ressorts et, en second lieu, dans la timonerie de frein, et les dispositifs de supports de sabots de frein pour éviter le jeu latéral et diminuer l'entretien. Pour les trucks à deux essieux, on peut noter une tendance assez marquée en faveur de la construction de châssis d'une seule pièce en acier coulé ou forgé, toujours avec la recherche de la légèreté. Dans ces trucks, l'empattement est en général assez faible : 2,40 m à 2,70 m au maximum, et la caisse de la voiture déborde largement. Pour assurer une plus grande base d'appui de la caisse en augmentant la longueur de la base des ressorts, on tend à allonger fortement le châssis de truck au delà des roues. On trouvera dans l'article la description détaillée avec figures de différents modèles de trucks à deux essieux, ainsi que de trucks de bogies. Ces derniers sont à châssis soit en acier coulé, soit en acier forgé ou en barres d'acier assemblées. Les différences entre eux résident surtout dans la disposition des ressorts et des timoneries de frein. Toutefois, parmi ces trucks, il faut citer ceux de Minneapolis qui comportent deux innovations : emploi de freins à mâchoires agissant sur des tambours calés un sur chaque essieu et en diagonale, à l'intérieur des roues, et boîtes à graisses intérieures, de façon à réduire les dimensions transversales du châssis de bogie et, par suite, son poids. En outre, toujours dans un but d'allègement, les essieux sont creux. De nombreux bogies de ce type ont été mis en service depuis un assez long temps et ont donné des résultats satisfaisants. Un point délicat dans les trucks est la question des ressorts dont dépend une marche douce, et qui doivent assurer une telle marche dans des conditions de charges très variables. On emploie, à cette fin, soit des combinaisons de ressorts à lames et à boudin, ces derniers agissant seuls pour les faibles charges, soit des combinaisons de ressorts à lames et de ressorts en volutes qui viennent renforcer l'action des premiers aux fortes charges. J. S.

629 156 216. — Dispositifs pour accélérer le mouvement des voyageurs. *Electric Railway Journal*, 29 septembre 1923, t. XLII, p. 483-490, 6000 mots, 24 fig. — Cet article donne la description des diverses dispositions et dispositifs réalisés ou adoptés sur les voitures de tramways récentes, pour faciliter et accélérer l'évacuation des voyageurs à l'entrée et à la sortie. Un des facteurs les plus importants à ce point de vue est la hauteur du plancher de la voiture au-dessus des rails. On est allé très loin dans le sens de la diminution de cette hauteur, puisqu'on a mis en essai, à New York, une

ZIVY & CIE

PARIS (8e)
19 et 31, Rue de Naples
Téléph. : Wagram 65-42
Registre du Commerce : Seine n° 35812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. “Hasler”
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse “Tel”

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes


Tachymètre portatif

INDUSTRIELS, CONSTRUCTEURS, ÉLECTRICIENS !

Adressez-vous à la

Société Fibre et Mica

AU CAPITAL DE 1 500 000 FRANCS

Rue Frédéric-Fays, à VILLEURBANNE (Rhône) — *Téléph. : Villeurbanne 2-84*
Registre du Commerce : Lyon N° B 3959

NOS SPÉCIALITÉS
- PAPIER A LA GOMME LAQUE ET SYNTHÉTIQUE
- TUBES — CYLINDRES — PLAQUES
- PIÈCES MOULÉES — BORNES
- TOUS TRAVAUX D'ISOLATION POUR HAUTE TENSION

AGENCE A PARIS : 52, Rue d'Angoulême — Téléph. : Roquette 44-09, 31-05

ACCUMULATEURS, PILES POUR T. S. F.

Ceux qui donnent le plus longtemps les meilleurs résultats



Accumulateurs de chauffage	
30 A-h	78.20 fr
40 A-h	93.15 »
50 A-h	120.75 »
60 A-h	138.00 »
80 A-h	166.75 »
100 A-h	204.70 »

Batteries de tension accumulateurs	
40 volts	115 fr
80 volts	230 »
Piles à grande capacité	
45 volts	20 fr
90 volts	40 »



GADOT

LEVALLOIS-PARIS Porte Champerret - LYON 153, Av^e. Berthelot - BRUXELLES 39, Boulev. Baudouin
PARIS Galeries de l'Electricité, 44, Av^e de la Grande-Armée

R. C. : Seine N° [illegible]

voiture sans marches. Pour les voitures à plates-formes extrêmes on établit celles-ci autant que possible de niveau avec le plancher des voitures, tandis que les portes sont desservies par une seule marche. Afin de réduire la hauteur de cette dernière avec l'emploi de roues de 0 [illegible] mm de diamètre, on établit parfois la plate-forme avec une pente vers l'extrémité et aussi parfois avec une autre pente allant de l'axe de la voiture vers les côtés. Les systèmes automatiques commandant l'ouverture et la fermeture des portes permettent de rendre plus rapides les échanges de voyageurs, tout en facilitant le travail du conducteur. On trouvera d'autre part dans cet article une comparaison entre les portes coulissantes et les portes pivotantes. Les premières donnent un passage plus grand et ne nécessitent pas d'espace libre pour leur manœuvre ; les secondes se manœuvrent plus vite. Il y a une tendance assez marquée à l'adoption de ce dernier type pour les entrées en bout, en faisant ouvrir la porte vers l'extérieur ; en outre, avec ce type de porte il est plus facile qu'avec la porte coulissante, pour les entrées en bout, de disposer la marche intérieurement de façon qu'elle soit relevée par la porte, empêchant ainsi tout accès de la voiture en marche. Avec le développement des voitures à deux boggies, on a cherché des dispositifs pour régulariser la montée et la descente des voyageurs. On s'est adressé aux tourniquets. Mais ils ont le défaut d'occuper beaucoup d'espace et leur emploi ne semble pas s'être répandu. Il convient de signaler toutefois l'essai d'un tourniquet à trois glissants commandés par une came et qui peut se placer le long des parois. Il y a lieu également de signaler, dans le même ordre d'idées, le dispositif réalisé à Chicago sur des voitures [illegible] : la porte réservée à la sortie ne peut s'ouvrir que lorsque le voyageur venant de l'intérieur marche sur une pédale spécialement placée à cet effet et que la manette de frein du wattman est placée sur la position d'ouverture de la porte. Enfin on trouvera à la fin de l'article quelques considérations sur les appareils automatiques d'enregistrement des prix des places ainsi que sur les machines automatiques pour délivrer des correspondances. L'emploi de ces machines accélère les opérations de montée et de descente des voyageurs dans l'exploitation avec un seul agent. — J. S.

629 156 216 Tramways à employé unique; G. S[illegible]. *[illegible]*, [illegible], t. XXI, p. [illegible], [illegible] mots. — Le service des tramways par un seul agent n'est pas une nouveauté. Quelques compagnies de transport avaient, il y a fort longtemps, essayé de l'acclimater en Allemagne. Cette innovation ne reçut pas bon accueil et ne se développa pas. Les circonstances de l'après-guerre ont modifié bien des choses : la journée de huit heures, l'augmentation des salaires grèvent lourdement le budget des compagnies, tandis que les tarifs ne peuvent être élevés au delà de certaines limites. Il y aurait un gros avantage à réduire au minimum le personnel. Cette question est d'autant plus intéressante que certains pays, l'Angleterre et l'Amérique par exemple, sont entrés résolument dans cette voie et suppriment le receveur, son office étant assuré par le mécanicien. Les résultats ont été excellents ; non seulement la régularité du service n'en souffre pas, mais même le nombre d'accidents diminue. Et cependant il s'agit de voitures de forte capacité (38 ou 48 places assises) empruntant, comme à New York, des rues à circulation intense. On pourrait avantageusement s'inspirer en Allemagne de ce qui a été fait à l'étranger et transformer en conséquence les voitures. A New-York, le prix est perçu à la descente de la voiture (pay as you leave). A cet effet, les portes de plates-formes sont munies d'un tourniquet. Celui-ci ne fonctionne que lors de la montée. A la descente le voyageur doit, pour en obtenir la rotation, introduire dans la fente de la caisse le prix du parcours. Le conducteur a à sa portée deux miroirs qui lui permettent d'inspecter l'arrière et l'intérieur de la voiture. Les caisses sont fermées, néanmoins le conducteur peut les ouvrir pour rendre la monnaie. Un système de lentilles lui permet de surveiller l'introduction des pièces et de prévenir les fraudes. Si le voyageur est muni d'une carte de circulation le conducteur appuie sur un bouton de déverrouillage qui libère le tourniquet. En même temps, mention de la carte est portée sur un registre spécial. Un dispositif ingénieux s'oppose aux prises en surcharge. Les totalisateurs indiquent le nombre des montées et des descentes, d'où le nombre des places occupées. Quand elles le sont toutes, le tourniquet est bloqué, tandis qu'apparaît l'inscription « Complet ». Il ne sera débloqué qu'à l'introduction de la pièce de monnaie du premier voyageur à descendre. Le conducteur communique par tuyau acoustique avec l'intérieur de la voiture et signale le nom des stations. Certaines dispositions peuvent être prises pour accélérer la montée et la descente ; on peut, par exemple, disposer une banquette longitudinale sur l'un des côtés ([illegible] places) et six banquettes transversales sur l'autre (6 × 2 places), avec disposition inverse à l'extrémité opposée. On double ainsi la largeur du couloir de passage. Le frein de sécurité Westinghouse peut être actionné par le conducteur ou par un voyageur ; il coupe en même temps le courant, ouvre les sablières et déclenche l'ouverture des sorties de secours. Les systèmes décrits ne sont pas les seuls ; c'est ainsi qu'à Arnhem (Hollande), l'accès et la descente des voitures s'effectuent d'une manière un peu différente. On peut également en imaginer d'autres. Si l'on veut procéder économiquement, on s'astreindra à n'utiliser que la plate-forme avant pour la montée et la descente, la surveillance et le contrôle en sont facilités ; au lieu du verrouillage pneumatique des portes qui ne doivent pas être utilisées, on se contentera d'une fermeture à serrure ; on enclenchera le frein et la manette du combinateur, de façon à provoquer le freinage et l'interruption de courant en cas de défaillance du conducteur. Quels que soient les procédés adoptés, il importe au plus haut point de faire l'éducation du personnel et du public. Bien convaincre le premier que la réforme n'amènera aucun licenciement, qu'au contraire, le personnel rendu libre servira à intensifier le trafic sur certaines zones ou assurera l'exploitation des lignes qui seraient sans cela sur le point d'être fermées. Pour le second, il devra s'adapter le plus rapidement possible à ce nouveau système et comprendre qu'en évitant ainsi des difficultés financières aux compagnies, il contribue à l'amélioration du service des transports. — E. F.

621 328 · 625 233 : 629 113 Nouvelle dynamo à tension constante pour l'éclairage des trains et le démarrage des automobiles. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig. Analyse d'un article de H. Cavrar, publié dans *E. T. Z.*, 17 mai 1923, t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots, [illegible] fig.

621 334 Locomotive électrique pour service de marchandises interurbain. *Electric Railway Journal*, 8 septembre 1923, t. LXII, p. 368-369, 1 200 mots, 2 fig. — Cette locomotive a été fournie par la Compagnie Westinghouse à l'Interstate Public Service Company, Indianapolis. C'est une locomotive à deux boggies avec roues de 914 mm au roulement. Elle est équipée avec quatre moteurs de 100 ch sous 600 v., à contrôle par le champ et ventilation forcée. Ces moteurs attaquent les essieux par un train d'engrenages au rapport de $\frac{60}{17}$. Le système de commande est électro-pneumatique et comprend 16 contacteurs du modèle normalisé U. P. La prise de courant se fait par perche et roulette. Cette locomotive est munie d'un frein à main et d'un frein à air. La timonnerie est commandée par un balancier radial permettant un freinage énergique dans les courbes de petit rayon. Le coefficient de freinage est de 75 pour 100 du poids de la locomotive pour une pression 3,5 kg : cm² de l'air dans le cylindre. La cabine est à deux postes de commande, mais elle n'occupe pas toute la longueur du châssis, laissant libre, à chaque extrémité, une plate-forme occupée d'un bout par une boîte à sable et un réservoir d'air et, à l'autre bout, par une boîte à sable, un réservoir d'air et un ventilateur dont le moteur est dans la cabine. Le conduit d'air pour la ventilation des

MACHINE SPÉCIALE

pour

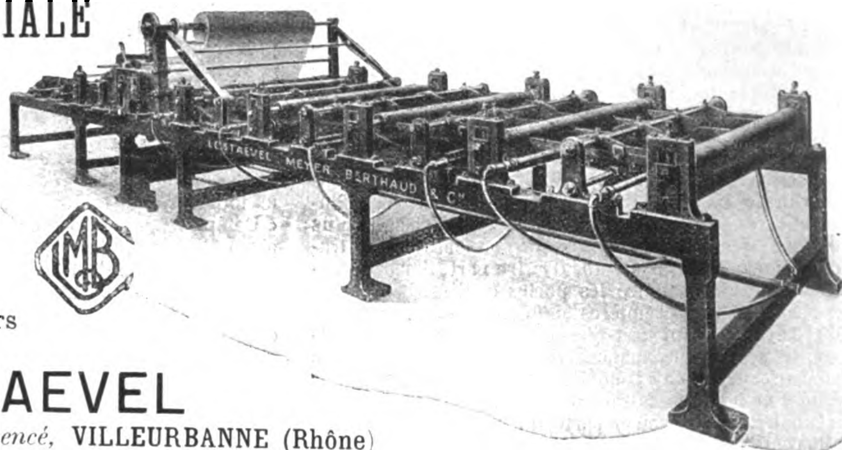
COLLER LE PAPIER SUR LES TOLES

Poinçonneuses multiples

Presses - Cisailles

Presses à serrer les rotors

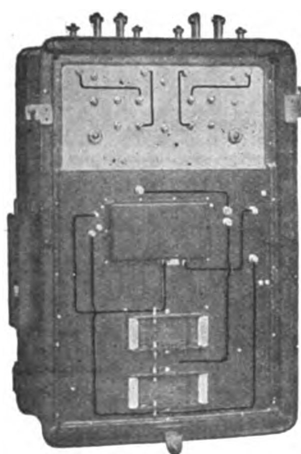




L. LESTAEVEL

37, Rue Francis-de-Pressencé, VILLEURBANNE (Rhône)

Registre du Commerce : Lyon N° A 34938



Application de tubes « ITALA » sur un wattmètre enregistreur à relais C.G.S.

MONTI & MARTINI, Milan (Italie)

SOC. ANON. — CAP. LIT. : 5 MILLIONS

Via Bergamo, n° 51

FABRICATION ET EXPORTATION DANS LE MONDE ENTIER DES

TUBES ISOLANTS « ITALA »

DE COTON IMPRÉGNÉ

le meilleur isolant des fils employés dans l'appareillage électrique, télégraphique, téléphonique avec et sans fil, ainsi que dans l'industrie des automobiles.

PROSPECTUS ET ÉCHANTILLONS SUR DEMANDE

S.A. DES INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES, BERNE (Suisse)

(anc. Ghielmetti & Cie)

Interrupteurs horaires électriques
pour éclairage public

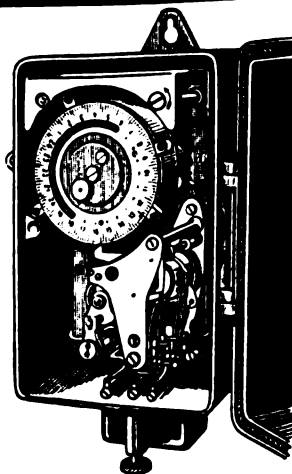
Interrupteurs et Régulateurs de température

Interrupteurs à distance

Interrupteurs de blocage
pour Force motrice et appareils de chauffage

Horloges de contact
pour compteurs à tarif multiple

Interrupteurs horaires avec minuteries



Agent général pour la France et ses colonies

MM. Trub, Tauber & Cie, 36, boulevard de la Bastille (8e) Paris

ATELIER DE RÉPARATION A PARIS à l'adresse ci-dessus

Téléphone : Diderot 14.90 — *Registre du Commerce :* Seine N° 20534 — Télégraphe

moteurs est formé par les deux traverses centrales du châssis, réunies dans ce but par des tôles. Nous donnons ci-dessous quelques caractéristiques de traction de cette locomotive :

	Effort de traction	Vitesse	Tension	Ventilation
Régime unihoraire :	6 305 kg	10 km/h	600 v	Forcée
avec shuntage . . .	5 090 kg	18,5 km/h	600 v	Naturelle.
Régime continu :	4 090 kg	20 km/h	600 v	Forcée
avec shuntage . . .	2 628 kg	24,5 km/h	600 v	Naturelle
Effort maximum. . .	11 350 kg		600 v	

Surcharge normale au démarrage seulement . . . 25 pour 100
Vitesse maximum admissible . . . . 51 km/h

J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.11. — Etat actuel des formules relatives à la propagation des ondes, M. L. Austin. *L'Onde électrique*, septembre 1923, t. II, p. 504-507, 900 mots. — Toutes les formules sur la propagation des ondes, établies sans prendre en considération l'existence dans la haute atmosphère d'une couche conductrice réfléchissante, se sont montrées impuissantes à représenter la réalité. En tenant compte de cette couche réfléchissante, on a établi la formule

$$E = 120\pi \frac{hI}{\lambda d} e^{-\frac{0,0015\, d}{\sqrt{\lambda}}},$$

formule valable pour les distances allant jusqu'à 6 000 km. Si l'on tient compte de la courbure de la terre, il faut employer la formule plus exacte

$$E = 120\pi \frac{hI}{\lambda R \sin\theta} e^{-\frac{0,0015\, R\theta}{\sqrt{\lambda}}}.$$

Cette relation donne des résultats de 20 pour 100 inférieurs à ceux de la formule précédente, pour la distance Paris-Washington. Dans ces dernières années, un certain nombre de chercheurs se sont intéressés à la mesure de l'intensité des signaux radiotélégraphiques transatlantiques. L'auteur donne les résultats obtenus par Pickard (Etats-Unis), Eckersley (Angleterre), Vallauri (Livourne), England (Etats-Unis), Austin (Washington). Ces résultats montrent que, pour des ondes de 10 000 à 25 000 m et pour une distance de 6 000 km environ, la moyenne des valeurs de $\frac{E_{obs}}{E_{calc}}$ est de 1,81. Pour les distances plus grandes les formules précédentes ne se vérifient plus du tout ; pour obtenir des précisions à ce sujet, l'auteur conseille de faire de très longues séries de mesures dans l'Australie orientale et aux Philippines sur des stations de la côte américaine, à des heures où le trajet complet des ondes serait dans le jour ; les distances seraient alors de 11 000 à 12 000 km et le chemin des ondes se trouverait à peu près débarrassé de toute terre perturbatrice. — G. M.

621.396.8. — Le problème des interférences, A.-H. Marriott. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, août 1923, t. XI, p. 375-389, 2 800 mots. — L'auteur étudie le problème des interférences en tenant compte des modifications apportées à ce problème du fait du grand nombre de personnes qui écoutent les concerts radiophoniques et qui, par une réaction trop poussée, créent des ondes perturbatrices susceptibles de gêner les appareils récepteurs voisins. Il propose d'attribuer à chaque service radiotélégraphique une valeur en dollars et en cents comme base pour la résolution du problème des interférences et suggère quelques remèdes à la situation actuelle. — G. M.

621.396.615. — Le développement de la technique des courants à haute fréquence et de la télégraphie sans fil dans les dix dernières années. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 512, 1 000 mots. Analyse d'un article de E. Hesbreich publié dans *E. u. M.*, 8 avril 1923, t. XLI, p. 211-215, 4 500 mots.

621.396.615. — Les tubes à vide employés pour la génération des ondes entretenues, D.-C. Prince. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, juin, août, octobre 1923, t. XI, p. 275-313, 405-435, 527-550, 11 200 mots, 57 fig. — L'auteur s'est proposé de calculer les tubes à vide oscillateurs de la même façon que l'on calcule les moteurs et les transformateurs. De par leur nature, les phénomènes électroniques et à haute fréquence ne peuvent pas être directement mesurés et observés, de sorte qu'on n'arrivera à expliquer les phénomènes auxiliaires surtout qu'au moyen d'hypothèses appuyées sur des expériences. L'auteur donne d'abord une méthode permettant de déterminer le fonctionnement d'un tube à vide comme générateur d'oscillations, en même temps que les tensions nécessaires pour obtenir des résultats connus. Au lieu de cette méthode exacte, mais relativement compliquée, on peut employer une méthode, moins précise mais plus rapide, pour se rendre compte de l'effet des facteurs variables tels que la charge d'espace, la tension, etc. En se basant sur les conditions que doit remplir un tube à vide, l'auteur expose la façon de calculer les éléments d'un circuit accordé et discute les conditions pour lesquelles apparaissent des oscillations intermittentes ; ce dernier phénomène peut être dû en particulier à une capacité de grille trop élevée. Entre autres choses, l'auteur étudie l'effet du circuit récepteur sur le rendement et la puissance débitée par un amplificateur de puissance. Enfin, il applique les méthodes précédentes à l'étude de circuits dans lesquels les tensions de plaque ne sont pas sinusoïdales ; il montre que le rendement et la puissance débitée peuvent être considérablement augmentés par des dispositions de circuits qui donnent une forme d'onde spéciale. — G. M.

621.396.615. — Nouveau type de magnétron, à réglage de l'émission d'électrons par le courant traversant le filament, W. Hull. *J. A. I. E. E.*, octobre 1923, t. XLII, p. 1013-1018, 3 000 mots, 12 fig. — Dans un numéro précédent, l'auteur avait décrit un simple tube à deux électrodes appelé « magnétron » dans lequel le courant d'électrons entre une cathode rectiligne et une anode cylindrique concentrique pouvait être commandé par un champ magnétique parallèle à l'axe du tube. De tels tubes sont très faciles à construire en comparaison des tubes à trois électrodes, mais l'avantage ainsi gagné est partiellement détruit par la nécessité d'une bobine extérieure créant le champ magnétique. Le but du présent article est de montrer que, dans le cas des grands magnétrons, le champ magnétique du courant de chauffage qui circule à travers le filament est suffisant pour remplir ce rôle supplémentaire, de sorte que la bobine extérieure n'est plus indispensable. Dans les tubes à vide à filament droit de grand diamètre, on constate, en effet, que le champ magnétique du courant de chauffage exerce un effet retardateur sur la fuite des électrons, ce qui équivaut à l'action de la grille dans le pliotron ou du champ magnétique dont il a été précédemment parlé, dans le magnétron. Ce nouveau principe peut être utilisé pour régler le débit du magnétron dans certaines applications pratiques, telles que la transformation des courants continus à haute tension en courants alternatifs. — G. M.

621.396.617. — Un système perfectionné de modulation; H. Culver. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, octobre 1923, t. XI, p. 479-491, 1 500 mots, 10 fig. — Le système idéal pour effectuer la modulation d'un appareil générateur à haute fréquence reste encore à trouver. Cette méthode idéale serait presque atteinte s'il existait un dispositif permettant de faire varier, au moyen de la voix, la composante normale de la résistance ohmique d'une antenne

entre des limites assez larges, une de ces limites étant plus grande que la valeur normale, l'autre limite étant inférieure à cette valeur normale. Un tel dispositif agirait seulement sur la résistance du système rayonnant, et n'affecterait que le circuit primaire comme suite à toute variation de la charge dans l'antenne. Un tel dispositif modulateur devrait pouvoir produire une augmentation et une diminution rapide de la résistance de l'antenne, sans grand changement dans ses propres constantes. Alors qu'on a créé des dispositifs qui augmentent la résistance d'une antenne, il reste encore à trouver le dispositif qui la diminuera surtout lorsqu'il s'agit d'une puissance appréciable mise en jeu. Si l'on considère les systèmes existants, on constate que les deux méthodes les plus employées sont la méthode d'absorption et la méthode à courant constant. Après avoir décrit ces deux systèmes, l'auteur expose une nouvelle méthode de modulation qui offre les avantages de ne pas surcharger les lampes et qui permet d'en restituer le nombre total tout en donnant un rapport plus élevé de la distance couverte au nombre total de watts dépensés. La méthode dérive du système de modulation par la grille. Le procédé simple qui consiste à introduire le secondaire d'un transformateur de modulation dans le circuit de grille d'un système à haute fréquence est bien connu. Un tel système, cependant, ne donne de résultats satisfaisants que dans les appareils mettant en jeu une puissance de quelques watts, et seulement avec les tubes à impédance élevée. Dans la nouvelle méthode préconisée par l'auteur, la résistance ordinaire de grille est remplacée par un tube à trois électrodes et la résistance plaque-filament de ce tube est réglée par la voix au moyen du transformateur de modulation usuel connecté à sa grille. Le tube de contrôle fonctionne alors comme une résistance variable. Après avoir décrit le principe de fonctionnement du système, l'auteur le compare aux autres systèmes de modulation communément employés. — G. M.

621 396 62. — Perfectionnements apportés à la réception radiotélégraphique. J. Scott Taggart. *Electrician*, 19 octobre 1923, t. XCI, p. [illegible], 600 mots. — L'éther est de plus en plus encombré par les signaux radiotélégraphiques de toutes longueurs d'onde. L'amplificateur à haute fréquence a permis d'obtenir une grande sélectivité. Mais c'est surtout le système de réception hétérodyne qui a apporté une amélioration sensible. Malheureusement les avantages de ce système sont moins grands pour les grandes longueurs d'onde employées pour les communications à grande distance. L'auteur suggère une nouvelle méthode de réception sélective consistant en l'augmentation à la station réceptrice de la différence des fréquences entre les courants à recevoir et les courants perturbateurs. Si, par exemple, on entend à la fois deux groupes de signaux, l'un sur la longueur d'onde de 15 000 m, l'autre sur la fréquence de 15 100 m, le brouillage est à peu près certain. Les fréquences correspondantes sont alors 20 000 et 19 868 p. s. La différence des fréquences n'est donc que de 132 p. s. Mais si les fréquences sont multipliées par 10, de sorte que les valeurs correspondantes deviennent 200 000 et 198 680, la différence est de 1 320. Il est donc environ dix fois plus facile de séparer les deux groupes de signaux. Le principe est également applicable aux fréquences acoustiques. — G. M.

621 396 62. — Au sujet de la super-régénération ; E.-O. Hulburt. *Proceedings of the Institute of Radio-Engineers*, août 1923, t. XI, p. 391-394, 1 500 mots, 11 fig. — Au moyen d'une analyse mathématique simple de la super-régénération, l'auteur montre que le système à super-régénération amplifie sans distorsion et que l'amplification augmente lorsque la fréquence du signal augmente. Il décrit ensuite deux circuits super-régénérateurs à une seule lampe, intéressants à cause de leur simplicité. — G. M.

621 396 625 1. — Réception écrite système Morse en télégraphie sans fil. *E. T. Z.*, t. XLIV, p. 742, 500 mots. — Après de longs efforts, M. Blut, constructeur de plusieurs relais de grande sensibilité, a réussi à mettre au point un dispositif de relais réalisé à un prix assez réduit et parfaitement adapté à la réception, en signaux Morse, des messages de télégraphie sans fil. La précision actuelle de l'appareil correspond à des courants de l'ordre du 1/100 000 v et il est vraisemblable que la sensibilité en pourra être encore augmentée. L'appareil, sur le principe duquel on garde une assez grande discrétion, permet la réception de radiotélégrammes non seulement à l'aide de l'amplificateur à 4 lampes combiné au relais habituel (Electrosortype, de la construction de M. Blut), mais aussi en employant des tensions de 8 v et moins dans des circuits comportant certaines substances (agate ou autres) jouant le rôle de résistance. Le principe appliqué par Blut dans ce cas particulier est susceptible d'être utilisé dans de nombreux appareils à contacts purement mécaniques. — F. B.

621 396 64. — Doit-on amplifier en haute ou en basse fréquence ? F. Gorisse. *Radioélectricité*, 1er octobre 1923, t. IV, p. 410-413, 1 600 mots, 4 fig. — En plus de leur manque relatif de sensibilité, les amplificateurs à basse fréquence ont tendance à accentuer les parasites atmosphériques et ne sont pas toujours d'un fonctionnement silencieux. Mais l'emploi de l'amplification à haute fréquence ne se fait pas non plus sans difficultés, comme le montre l'auteur qui étudie les trois manières principales d'amplifier à haute fréquence, à savoir : avec circuit périodique ; avec circuit semi-périodique ; avec circuit apériodique. De son étude, il ressort que, dans l'ensemble, les appareils employant des circuits d'amplification à haute fréquence nécessitent beaucoup plus de réglages que ceux ne comportant que des circuits à basse fréquence. Le fait que l'amplification n'est pas constante sur une large gamme de longueurs d'onde (à moins que chaque circuit de plaque ne soit accordé) représente un autre désavantage. Mais, si l'on désire recevoir des signaux lointains ou de faible puissance avec des antennes relativement petites, le système d'amplification à haute fréquence se classe parmi les meilleurs. L'avantage de l'emploi du système à basse fréquence est de donner une amplification élevée et constante indépendante de la longueur d'onde. On emploie ce système de préférence quand l'on désire obtenir des signaux très forts. Le récepteur le plus avantageux pour l'amateur devra donc contenir deux étages d'amplification à haute fréquence, un étage de détection et deux étages d'amplification à basse fréquence. Un tel appareil réunira les avantages de tous les systèmes et sera donc à la fois sensible et capable de donner des signaux très forts. — G. M.

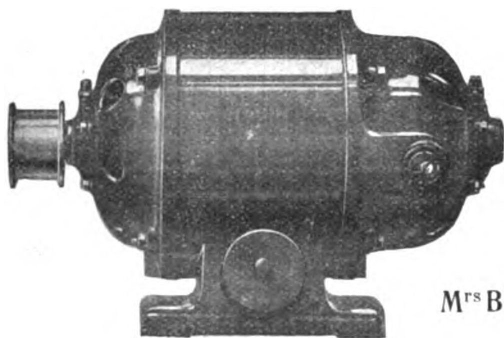
621 396 64. — Un amplificateur à haute fréquence à résistances qui descend à 350 m. R. Dumas. *La T. S. F. Moderne*, septembre 1923, t. IV, p. 701-708, 1 300 mots, 8 fig. — L'amplificateur décrit est du type à résistances. Ce type d'amplificateur est l'appareil de l'amateur par excellence ; il est robuste, peu coûteux et d'une construction facile. Il ne déforme pas la téléphonie, sa gamme de fonctionnement est très étendue, son réglage est des plus simples. Malheureusement, pour les ondes courtes, il ne donne pas de bons résultats, en général, à cause des capacités parasites qui existent entre les connexions. En diminuant le plus possible ces capacités, on doit arriver à abaisser la limite de fonctionnement de l'amplificateur. En fait, l'auteur a construit un appareil qui donne une amplification notable sur 300 m ; sur 350 m, l'amplification est bonne, on reçoit le poste de diffusion radiophonique de Londres en haut-parleur ; sur 450 m, elle devient excellente. L'appareil décrit dans l'article comporte trois étages d'amplification, la quatrième lampe étant plus spécialement détectrice et réactive. — G. M.

621 352 5. 621 396 68. — Les piles à dépolarisation par l'air employées en télégraphie sans fil ; E. Foucas[?]. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. [illegible], 1 500 mots, 4 fig. — Dans un précédent article (*R. G. E.*, 30 décembre 1922, t. XII, p. 1019-1024), l'auteur a montré les avantages

Constructions Électriques MINICUS

Toujours copié !
Jamais égalé !

ASNIÈRES



MOTEURS "UNIVERSELS"

TYPES INDUSTRIELS POUR MARCHE CONTINUE

BREVETÉS FRANCE ET ÉTRANGER

MOTEURS MONOPHASÉS à COLLECTEUR

PUISSANCES : DE 1/30 A 2/3 CH — 1800 - 2400 & 3000 T : MN — 110 & 220 VOLTS

GROUPES "UNIVERSELS", AUTO-RÉGULATEURS p^r charge d'accumulateurs

Adresser la Correspondance à

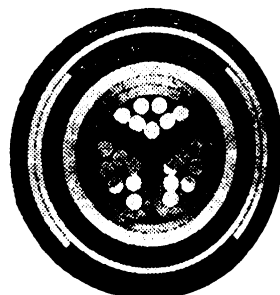
Mrs BOSSAERT Frères, 10, rue Pauquet, PARIS (16e) - Tél. : Passy 71-74

Registre du Commerce : Seine n° 111 627

CABLES HENLEY

Les deux grandes USINES HENLEY fabriquent des câbles et fils électriques de toute sorte, depuis le plus petit fil jusqu'aux plus gros câbles de transport d'énergie. Isolements sous caoutchouc, papier, bitume, soie, coton, gutta-percha. Grands stocks et production rapide, assurant de promptes livraisons.





Première qualité seulement, à des prix raisonnables

W. T. HENLEY'S Telegraph Works C^o L^td Londres

AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS Rue Scribe 11 PARIS (9e)

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

GERMAIN * LÉON

INGÉNIEUR A. ET M.

MANUFACTURE DE PIÈCES EN MATIÈRES ISOLANTES

Usinage mécanique de la FIBRE, de l'ÉBONITE, de la GALALITH
et, en général, de toutes les Matières isolantes, pour toutes applications concernant l'Électricité.

Téléph. : Roquette 13-86 — *Registre du Commerce : Seine N° 217 141* — 41, RUE OLIVIER-MÉTRA, PARIS (XXe)

CABLES ET FILS ISOLÉS

Joseph JARRIANT, 233, rue de la Croix-Nivert, PARIS (XVe)

Registre du Commerce : Seine N° 6 082

Maison fondée en 1860 — Téléph. : Ségur 17-96 — Nord-Sud : Porte de Versailles

Spécialité de câbles RONDS et PROFILÉS pour DYNAMOS et MOTEURS

des piles dans lesquelles le dépolarisant employé n'est autre que l'oxygène de l'air. Ce dépolarisant gratuit, existant en quantité illimitée dans l'atmosphère et, évidemment, de composition constante, donne aux éléments qui l'utilisent d'une façon rationnelle des qualités remarquables qu'on ne peut trouver dans les piles à dépolarisant complexe. Dans ce nouveau travail, il décrit les différents modèles qui ont été récemment créés pour les besoins de la télégraphie sans fil aussi bien pour l'alimentation des plaques des audions que pour maintenir constamment chargés les accumulateurs alimentant le filament.

621 396 7 82 — La télégraphie sans fil en Amérique du Sud. M. R. Braxmar. *Radioélectricité*, 15 septembre 1923, t. iv, p. 370-378, 1 000 mots, 3 fig. — Le centre radioélectrique de la République Argentine est en construction dans les environs de Buenos Ayres. Le bureau central est installé dans le quartier commercial et central de cette ville. Le centre d'émission est édifié à Monte Grande, à 20 km de Buenos Ayres. L'emplacement du centre de réception a été fixé après de nombreux essais dont la durée a atteint plusieurs années, à Villa Elisa, à 30 km de Buenos Ayres et à la même distance de Monte Grande. Le centre d'émission de Monte Grande comprend une antenne en double nappe tendue sur 10 pylônes haubannés de 200 m de hauteur espacés les uns des autres de 300 m. La prise de terre sera du système à prises multiples. La station sera équipée avec deux alternateurs à haute fréquence de 400 kW. Dans ces conditions, l'efficacité de la station sera voisine de 110 000 mètres-ampères. Le centre de réception de Villa Elisa comprendra plusieurs groupements d'antennes ou cadres des types Weagant, Bankin, Beverage et de Bellescize. Le centre de Buenos Ayres sera vraisemblablement mis à la disposition du public dans le courant du dernier trimestre de 1923. — G. M.

621 396 7 44 5 — La télégraphie sans fil dans les colonies françaises ; G. Margous. *Le Génie civil*, 22 septembre 1923, t. lxxxiii, p. 258-263, 3 000 mots, 5 fig. — L'utilisation de la télégraphie sans fil dans nos colonies remonte à 1902, date à laquelle fut ainsi reliée la Guadeloupe à la Martinique, dont le câble avait été rompu. En 1911, M. Messimy, alors ministre des Colonies, présenta un plan d'organisation d'un réseau de puissantes stations radiotélégraphiques réunissant les principales colonies françaises entre elles et à la métropole. Au début de 1917, il fut décidé que de grandes stations seraient construites à Saïda (Algérie), à Brazzaville (Afrique équatoriale française), à Bamako (Afrique occidentale française), à Tananarive (Madagascar), à Saïgon (Indochine). Par la suite, la suppression du poste de Saïda fut décidée en 1920 et le réseau intercolonial se réduisit à 4 postes importants : Bamako, Brazzaville, Tananarive et Saïgon. Les trois premiers seront prêts l'an prochain et celui de Saïgon va commencer ses essais dans quelques jours. La station de Bamako sera munie d'un alternateur à haute fréquence de 100 kilowatts antenne ; un second alternateur de même puissance servira de machine de secours. Elle possède, de plus, un poste à étincelle à éclateur tournant. L'antenne, du type en T, est supportée par 6 pylônes de 120 m. La station de Brazzaville sera munie de deux arcs à atmosphère d'alcool, primitivement utilisés à Lyon et qui pourront mettre dans l'antenne une puissance de 70 à 100 kW. Ces deux arcs seront montés de façon à se servir mutuellement de rechange. L'antenne, supportée par 8 pylônes de 150 m, comportera une nappe horizontale de 900 m de longueur sur 250 m de largeur. La station de Tananarive sera munie de deux alternateurs à haute fréquence de 250 kW chacun ; le second alternateur servira de machine de secours. L'antenne en nappe sera supportée par 8 pylônes de 200 m de hauteur. La station d'émission de Saïgon, presque terminée à l'heure actuelle, est munie de deux alternateurs de 500 kW et d'un alternateur de 250 kW. L'antenne, analogue à celle de Bordeaux, est supportée par 8 pylônes de 250 m de hauteur. Elle comporte une nappe de 10 fils, de 400 m de largeur et de 1 300 m de longueur. La prise de terre est du type à prises multiples équilibrées qui a donné de si bons résultats à Sainte-Assise. L'auteur, ayant ainsi passé en revue les stations construites ou en construction dans nos colonies, examine ce qui reste à faire pour l'achèvement du réseau intercolonial français. — G. M.

621 396 932 — Liaison des navires en mer aux systèmes téléphoniques terrestres ; H.-W. Nichols et L. Espenschied. *Electrician*, 12 octobre 1923, t. xci, p. 398-399, 1 300 mots, 3 fig. — L'auteur décrit les expériences effectuées en vue de permettre à tout abonné au téléphone de communiquer avec un navire en mer. Ces expériences ont permis, entre autres choses, de vérifier l'énorme variation qui se produit de jour et de nuit dans l'intensité des signaux reçus, pour les distances de l'ordre de 1 000 miles et pour les courtes longueurs d'onde de 350 à 400 m. La courbe tracée montre des variations d'intensité de 100 à 1. Cela signifie qu'il faudrait employer, pour communiquer de jour, une puissance dix mille fois plus forte que pour communiquer de nuit. Pour les grandes distances, il est donc indispensable d'employer des longueurs d'onde plus grandes. — G. M.

621 396 572 — Description de la station de diffusion radiophonique de la General electric Company à Schenectady, New York ; R.-G. Baker. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, août 1923, t. xi, p. 339-355, 1 600 mots, 10 fig. — Après avoir examiné les points communs et les points de dissemblance entre la téléphonie sans fil commerciale et la radiophonie, l'auteur décrit en détail la station de diffusion radiophonique de la General electric Company à New York. — G. M.

621 396 5 — Radiotéléphonie transatlantique ; H. D. Arnold. *Electrician*, 19 octobre 1923, t. xci, p. 425-426, 1 300 mots, 5 fig. — Une nouvelle méthode de transmission ne rayonnant qu'une seule « bande » de fréquences a été employée pour la première fois. Comparé avec la méthode ordinaire de transmission, ce système offre les avantages importants suivants : l'efficacité de la transmission est grandement augmentée du fait que toute l'énergie rayonnée sert à transmettre le message, la stabilité de transmission est également améliorée, l'intervalle de fréquences nécessaire pour la transmission est réduit, ce qui permet de loger davantage de communications dans un intervalle donné. Un élément important de l'émetteur est l'ensemble de tubes à vide à refroidissement par eau, au moyen duquel la puissance des courants à haute fréquence est amplifiée jusqu'à 100 kW et plus. L'énergie à courant continu pour ces tubes est fournie par une source à courant alternatif à 60 p : s, au moyen de tubes redresseurs à refroidissement par eau. Des méthodes et des appareils ont été créés pour mesurer l'intensité du champ électromagnétique qui est obtenu à la réception en un endroit donné et pour mesurer les perturbations produites par les parasites. — G. M.

APPLICATIONS THERMIQUES

621 364 5 + 644 (494) — Essais comparatifs de cuisson électrique et de cuisson au charbon au Sanatorium de Davos Clavadel (Suisse) ; J. Reutlinger. *Bull. A. S. E.*, mai 1923, t. xiv, p. 274-299, 2 500 mots, 1 fig. — La « R. G. E. », dans son numéro du 15 juillet 1922, t. xii, p. 76, a déjà donné l'analyse d'un précédent travail du même auteur sur la question du chauffage par le charbon ou par l'électricité. Le présent article donne le compte rendu d'essais ultérieurement entrepris en vue d'établir une comparaison entre le prix de revient de la cuisson des aliments, effectuée soit au charbon, soit à l'électricité. Ces essais ont été poursuivis au Sanatorium Clavadel à Davos et ont permis de comparer la consommation des appareils de chauf-

SOCIÉTÉ d'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE de DIVES

Société anonyme au capital de 20 millions de francs.

Registre du Commerce : Seine N° 53 158

CUIVRE · LAITON · NICKEL · ALUMINIUM · ÉTAIN

EN TUBES, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal,
Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados)

SIÈGE SOCIAL à
PARIS. — 11 bis, rue Roquépine (8e)

S. M. I. M.

SOCIÉTÉ de MOTEURS à gaz et d'INDUSTRIE MÉCANIQUE

Société anonyme au capital de 12 500 000 fr. — 135, Rue de la Convention. PARIS (XVe)

Télégr. OTTOMOTEUR-PARIS — Teléph. SEGUR 74-13, 74-14, 74-15, 36-08. — *Registre du Commerce* : Seine N° 97 759



Groupes électrogènes
Moteurs à gaz — Gazogènes
Moteurs à essence
Moteurs Diesel
et Semi-Diesel

P. DELAFON

Vve P. DELAFON et Cie, sucrs.

Fabrique de Piles électriques de tous Systèmes

PILES A LIQUIDE IMMOBILISÉ — PILES DE POCHE

SONNERIES, TABLEAUX, CONTACTS, ACCESSOIRES

Bureaux : 82, boulevard Richard-Lenoir, PARIS (11e). — Usine à Ivry-sur-Seine.

Registre du Commerce : Seine N° 85 509

PAUL BACHELET

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

MOTEURS · VENTILATEURS · PERCEUSES · MEULES
TRIEURS, PLATEAUX, EMBRAYAGES MAGNÉTIQUES
FOURS ÉLECTRIQUES
PALANS & MONORAILS ÉLECTRIQUES
ÉLECTROS-AIMANTS. ÉLECTROS-FREINS. CONTROLEURS. TROLLEYS
DÉMARREURS AUTOMATIQUES. COMMANDE A DISTANCE
APPAREILLAGE SOUS BOITE FONTE

60 rue Haxo, Paris XXe

(*Registre du Commerce* : Seine N 73 209)

lage à charbon ou électrique, les uns comme les autres étant pourvus des meilleurs dispositifs d'amélioration de rendement et fonctionnant pour le service de 180 pensionnaires. La durée de chacun des essais a été de sept jours. Le résultat a été en faveur de l'emploi de l'électricité. En effet, alors que la dépense par jour pour les 180 pensionnaires se montait à 19,50 fr de charbon, elle n'est plus que de 11 fr d'électricité. On a relevé une consommation moyenne de 1 kWh par malade et par jour. Il faut compter sur une consommation de 1,5 kWh pour remplacer 1 kg de charbon. Cependant, il est juste de faire remarquer que dans l'établissement du prix de revient, il n'a pas été tenu compte des frais de premier établissement de l'installation, et que, dans la marche par l'électricité, il n'a pas été tenu compte de l'énergie dépensée pour le chauffage de la cuisine et le nettoyage de la vaisselle. D'autre part, il est vrai que la cuisine électrique s'accompagne d'avantages difficiles à évaluer tels que la propreté, l'absence de fumée, la commodité de réglage, etc. Il ne faut pas oublier, pour apprécier ces résultats, que cette expérience a été faite en un lieu (station de cure d'air) dans la montagne, dont la situation se trouve évidemment favorable à la conclusion qui en résulte en faveur de l'électricité, par suite du coût élevé du charbon en Suisse. — L. C.

621.364 Chauffage par induction à haute fréquence. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. XIV, p. 542-543, 2 500 mots, 7 fig. Analyse d'un article de G. Ribaud publié dans *La Technique moderne*, 15 avril 1923, t. XV, p. 225-232, 5 500 mots, 15 fig., 2 tab.

621.365.54 Les progrès réalisés dans les fours électriques à induction à haute fréquence. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 122-123, 1 200 mots, 2 fig. Analyse d'un article de E. Fr. Russ publié dans *E. T. Z.*, 24 mai 1923, t. XLIV, p. 480-481, 1 500 mots, 9 fig.

621.365.666.262 Utilisation du four électrique pour l'émaillage des métaux. J. L. McK. Yardley, *Chem. and Met. Eng.*, 4 juillet 1923, t. XXIX, p. 15-18, 3 000 mots, 4 fig. — Le travail de l'émaillage sur métaux est généralement exécuté dans des fours chauffés au gaz, à l'huile ou au coke; les procédés de travail diffèrent suivant que le chargement est continu ou discontinu; les grosses pièces reposent en général directement sur la sole du four, les petites pièces sont au contraire placées dans des moufles en matière réfractaire. Dans ce dernier cas, on peut procéder de deux manières : laisser les moufles en place dans le four et en retirer les pièces au moyen de pinces ou, au contraire, sortir les moufles du four pour les décharger et les charger à nouveau, or, cette dernière manière de faire augmente les pertes de chaleur et l'auteur examine ces deux méthodes dans leurs détails. Il traite également assez complètement la question du choix des matières réfractaires, en particulier pour le traitement des cadrans de montres; il passe ensuite à l'examen de la distribution des températures dans le four et des moyens d'obtenir une température sensiblement uniforme. Ce résultat est atteint assez facilement avec le four électrique; une photographie montre le type de 80 kW; les éléments de chauffage sont placés sur toutes les parois du four et même sur la porte mobile, la puissance utilisée atteint 35 kW par mètre carré de surface de paroi; un tel four peut faire l'émaillage de 600 cadrans de 1,50 m par vingt-quatre heures de travail. L'auteur traite ensuite la question du prix de revient en y comprenant les frais d'espace occupé, d'outillage accessoire, etc., il donne un diagramme de charge relevé en fonctionnement normal et exprime sa confiance dans l'avenir de cette application du four électrique. — L. B.

ÉCLAIRAGE

621.326 — La qualité des lampes à incandescence. John W. Howell et Henry Schroeder. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 806-8, 3 000 mots, 4 fig., 5 tab. — La qualité d'une lampe à incandescence est considérée, dans la technique de ce genre de fabrication, comme conditionnée essentiellement par deux facteurs : le rendement et la durée. D'après les spécifications les plus récentes imposées par le Bureau of Standards de Washington (Circulaire n° 13), la qualité intrinsèque d'une lampe est mesurée par sa durée effective pour un rendement moyen donné qui s'applique à cette durée effective. Les spécifications antérieures prévoyaient une durée utile des lampes correspondant à une baisse de 20 pour 100 de l'intensité lumineuse initiale. Il a été reconnu que cette stipulation, parfaitement adaptée aux caractéristiques des lampes à filament de carbone, n'avait plus sa raison d'être grâce aux dispositions prises par les constructeurs pour éviter un noircissement prématuré, avec les lampes à filament métallique, l'expérience ayant nettement prouvé que ces dernières, en règle générale, « brûlent » avant que leur intensité lumineuse ait diminué dans une proportion suffisante pour justifier le remplacement de l'ampoule. — Prenant comme base générale le terme de comparaison adopté dans les nouvelles règles du Bureau of Standards, les auteurs se sont proposé, dans le présent travail, de mettre en relief les améliorations successives apportées à la qualité de la lampe à incandescence depuis ses débuts (1880) jusqu'à nos jours. Dans une série de tableaux, diagrammes et graphiques rectangulaires, ils montrent : 1° les résultats progressivement obtenus pour le rendement initial, le rendement moyen et la durée effective rapportée à un flux lumineux de 9,9 lumens par watt, pour la lampe de 50 W, 115 V, à filament de tungstène dans le vide, au cours de la période novembre 1907-mai 1923; 2° la différence importante de qualité existant généralement entre les lampes au tungstène de puissance croissante depuis le modèle de 10 W, dans le vide, jusqu'au type de 1 000 W, à atmosphère de gaz; 3° les perfectionnements réalisés depuis 1880 jusqu'à mai 1923 pour la lampe d'usage le plus courant : 16 bougies à filament de carbone; 50 W, filament métallisé, 44 W, tantale, 60 W tungstène comprimé et 40 W, tungstène étiré; 4° les avantages résultant pour la clientèle et pour la collectivité des améliorations signalées. On se bornera, dans ce qui suit, à citer, à titre documentaire, quelques chiffres caractéristiques : lampe de 50 W, 115 V, à filament de tungstène dans le vide, rendement initial, 1907, 0,8 bougie horizontale par watt, 1923, 10,1 lumens par watt, durée réelle sur la base d'un flux lumineux moyen de 9,9 lumens par watt, 1907, 63 heures; 1923, 524 heures; lampes de 1 000 W à atmosphère de gaz, 1923, rendement initial, 20 lumens par watt, durée réelle sur la base d'une intensité moyenne de 10 lumens par watt, 35 000 heures. Nombre de lumens-heure obtenus avec une dépense de 1 cent (centième du dollar), compte tenu du prix de vente du courant aux deux époques prises comme termes de comparaison (20 et 7 cents le kilowatt-heure) : *1880*, 50; *1923*, 170 avec la lampe de 50 W à filament de tungstène dans le vide et 384 avec la lampe de 1 000 W à atmosphère de gaz. — L. D.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

661.517 Le problème de l'azote au troisième Congrès de Chimie industrielle. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 649-651, 1 000 mots.

PARIS. — SOC. GÉN. D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

539 11 537 1 La structure électrique de la matière; E. RUTHERFORD. *Electrical Review*, 14 septembre 1923, t. xciii, p. 384-386, 3 000 mots. — L'auteur rappelle les premiers travaux sur la matière qui remontent à la théorie atomique de Dalton et qui ont été repris, en 1896 et 1897, par J.-J. Thomson. La conception complète de l'atome et l'évaluation des forces auxquelles il est soumis ont été révolutionnées par l'étude de la radioactivité. On vit bientôt que les atomes de la matière radioactive étaient dus à une transformation spontanée et que les radiations caractéristiques émises, c'est-à-dire les rayons α, β et γ, étaient l'accompagnement et la conséquence des explosions atomiques qui développaient des énergies considérables comparativement à celles obtenues par tout autre procédé physique ou chimique. Dans la majorité des cas, une particule α est projetée à grande vitesse, mais, dans d'autres, c'est un électron rapide accompagné d'un rayon γ, c'est-à-dire d'un rayon X d'une très grande pénétration et de haute fréquence. L'emploi des particules α comme projectiles pour explorer l'intérieur de l'atome a permis de pousser l'étude très loin et on peut espérer qu'il donnera encore des résultats plus complets et plus probants quant à la constitution interne de l'atome. On admet aujourd'hui que l'électricité est de nature atomique et l'auteur rappelle à ce sujet les travaux de Stoney et de Townsend ainsi que ceux de Millikan qui ont conduit à une mesure de la charge électrique de l'ion d'hydrogène dans l'électrolyse de l'eau. L'auteur s'étend sur tous ces travaux et montre que Bohr a, le premier, mis en évidence la structure électronique de l'atome en appliquant la théorie de Plank; il expose ensuite ses idées particulières sur ce sujet dont l'étude a été retardée par la guerre, mais qui est poussée actuellement avec une activité qui laisse prévoir de grandes découvertes. — E. B.

537 1 + 539 11 — Les électrons et l'éther; H.-M. SAYERS. *Electrician*, 21 septembre 1923, t. xci, p. 296-297, 3 600 mots. — Dans cet article, l'auteur examine les théories récentes de l'électricité, au point de vue de l'ingénieur instruit à l'école de Lord Kelvin et C. Maxwell. Ces nouvelles théories paraissent quelque peu surprenantes et remontent à des idées antérieures même à Faraday. On ne peut douter de l'exactitude de la théorie électronique qui est basée sur l'expérience, mais l'auteur discute certaines difficultés d'ordre mental et que les professeurs paraissent ignorer. Ces difficultés s'élèvent en particulier lorsque l'on cherche à expliquer, par les méthodes nouvelles, la théorie électromagnétique de la lumière. On suppose, en effet, dans cette théorie, que la matière est complètement absente, cependant les électrons existent et la théorie est encore plus difficile à comprendre qu'autrefois. L'auteur signale aussi la difficulté d'expliquer l'existence des champs électrique et magnétique dans l'éther; il suggère enfin certaines explications et hypothèses permettant d'éclaircir quelque peu la question. — E. B.

537 22. L'électricité de contact des diélectriques solides. H.-F. RICHARDS. *Phys. Rev.*, août 1923, t. xxii, p. 122-133, 4 700 mots, 4 tab. — Les charges électriques produites en frottant des surfaces unies entre elles ont été mesurées pour déterminer s'il y a ou non possibilité d'établir une théorie simple du contact, qui comprendrait à la fois les métaux et les diélectriques. Des expériences avec le flint et l'acier ont prouvé que la charge due au frottement est indépendante du taux du frottement pourvu que le contact parfait puisse être établi, mais qu'elle est proportionnelle à la surface de contact. La charge n'est pas non plus affectée par l'ionisation des molécules d'air situées entre les surfaces, ionisation obtenue par l'action de rayons X intenses. Elle a été trouvée indépendante de la durée de contact pour des périodes atteignant jusqu'à 17 heures. L'impossibilité, pour la double couche, de se recombiner dans ces conditions prouve que l'on a affaire à un effet Volta et que la seule différence fondamentale entre la tribo-électricité et l'électricité de contact réside dans le fait que, dans le premier cas, le nombre de points de contact est plus élevé. La charge par centimètre carré Q_{12} de la matière 1, en contact avec la matière 2, a été trouvée en concordance, à moins de 15 pour 100, avec les résultats donnés par l'équation $Q_{12} = C(K_1 - K_2)$, où K_1 et K_2 sont les constantes diélectriques et C, une constante positive dont la valeur moyenne est de 4,43 (en unités électrostatiques), la valeur $K = 3,1$ étant assignée à l'acier. Cette équation donne des résultats en accord avec les mesures d'osmose électrique de Cohen. — On a déterminé l'effet de la compression sur les diélectriques amorphes, en pressant deux variétés de feuilles de caoutchouc de constantes diélectriques 2,94 et 3,96, entre sept matières dures dont les constantes allaient de 2,8 à 7,8. La charge relevée sur le diélectrique comprimé a été trouvée indépendante de la matière qui le comprimait, prouvant ainsi que l'effet n'est pas de nature voltaïque et que les substances amorphes aussi bien que cristallines peuvent être électrisées par pression. L'effet électrique de choc entre un isolateur solide et un métal a été vérifié pour quatre couples de matériaux. Il est opposé comme signe à l'effet de frottement. Ce résultat montre que la collision doit être considérée comme produisant deux effets différents, un qui est une charge voltaïque, tandis que l'autre est un transfert d'électrons du métal au diélectrique, dû très probablement à l'inertie des électrons en mouvement. La constante diélectrique de l'acier n'est pas infinie, mais égale à 3,1. — C. F.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

537.52. Le potentiel disruptif et la loi de Paschen. R. RUDY. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XV, p. [illegible], 3 000 mots, 2 fig. — On sait que M. Ch. E. Guye, professeur à l'Université de Genève, s'est livré à une série de recherches sur le potentiel disruptif des gaz comprimés et qu'il est parvenu à un certain nombre de résultats intéressants qui lui ont permis d'orienter dans une voie toute nouvelle les théories qui régissent cette matière. C'est un résumé de ces conceptions modernes sur la décharge que M. Rudy, assistant de M. Guye, a développé dans le présent article en s'attachant tout particulièrement à démontrer que les écarts à la loi de Paschen ne peuvent provenir que d'un échange d'énergie par quanta et sont, par suite, dus à une modification de la molécule sous l'effet de la pression ; ils dépendraient également des nombres d'ions produits par un électron et un ion positif sur 1 cm de leur parcours. Rappelons l'énoncé de cette loi : la différence de potentiel entre deux plateaux dépend uniquement, pour un même gaz, du produit de la distance des plateaux par la pression du gaz.

537.52. Décharges d'électrons à haute ou à basse température. W. SCHOTTKY. *Electrician*, 3 août 1923, t. XCI, p. 110, 500 mots. — L'auteur tente de traiter la question de la décharge électronique sans développement mathématique compliqué. Il a recours, dans ce but, à des comparaisons mécaniques simples, par exemple, au mouvement d'un grand nombre de billes de très petit diamètre dans une assiette à fond plat et à bords relevés en forme de courbe. Il montre l'analogie qui existe entre les mouvements de ces billes et ceux des électrons ; cette analogie n'est que grossière, mais, en modifiant par la pensée les données mécaniques du système, il est possible de se rapprocher davantage de la théorie électronique. — E. B.

531.53. — Étude de l'arc à basse tension dans la vapeur de mercure et de ses relations avec la fluorescence. Y.-T. YAO. *Phys. Rev.*, janvier 1923, t. XXI, p. [illegible], 7 000 mots, 13 fig., 3 tabl. — En employant un simple tube avec un filament de tungstène incandescent comme cathode, et une surface de mercure comme anode, on a obtenu des arcs qui s'amorçaient à 4,4 v et persistaient jusqu'à 1,8 v à condition que la pression fût comprise entre 2 et 5 mm et que la cathode fût suffisamment chaude. Si on fait la correction pour la distribution de la vitesse initiale des électrons, l'énergie électronique minimum nécessaire pour maintenir l'arc correspond à 5,5 v, tension qui est égale à la différence entre celle d'ionisation 10,4 v et celle de résonance 4,9 v. L'ionisation est alors effectuée par deux impacts successifs, à 4,9 v et 5,5 v, en accord avec la théorie de K. T. Compton. Lorsqu'on employait une anode de nickel et lorsque la surface du mercure était éloignée à une distance considérable (70 cm à 180 cm), on ne pouvait maintenir l'arc à 5,5 v ; il fallait 6,7 v. Ce fait a été démontré avec trois sortes d'appareils. Cela prouve qu'alors que la vapeur nouvellement émise du mercure est particulièrement active pour l'absorption fluorescente des radiations de longueur d'onde $\lambda = 2\,536$ Å (4,9 v), la vapeur ancienne résonne mieux à $\lambda = 1\,850$ Å (6,7 v). La différence entre les tensions minima théoriques et observées pour le jaillissement de l'arc est sans doute égale à la tension correspondant à l'énergie initiale minimum des électrons qui amorcent l'arc. L'auteur a donné une table dont on peut déduire la proportion d'électrons ayant des énergies supérieures à des valeurs quelconques pour une température du filament quelconque. Quelle que soit l'interprétation donnée des phénomènes, il est prouvé maintenant expérimentalement qu'il y a une relation étroite entre la production des arcs et la fluorescence dans la vapeur de mercure. — C. F.

537.53. — L'expulsion du thorium, par bombardement d'ions positifs, de la surface d'un filament de tungstène recouvert de thorium. K.-H. KINGDON et Irving LANGMUIR. *Phys. Rev.*, août 1923, t. XXII, p. 148-161, 4 500 mots, 5 fig., 1 tab. — La méthode de mesure dépend du fait que, par un traitement thermique approprié, on peut obtenir une couche de thorium de l'épaisseur d'un atome sur la surface du filament. L'émission électronique d'une telle couche à 1 500° K est 10^5 fois plus élevée que celle du tungstène, et décroît selon une loi connue avec la quantité de thorium qui s'échappe en raison du bombardement par des ions positifs. Le tube employé contenait, en dehors du filament central au thorium, qui était refroidi durant le bombardement, deux autres filaments employés pour émettre les électrons nécessaires à la production des ions positifs par collision. Le gaz a été introduit à basse pression (6 bars ou hectopièzes). On a successivement étudié l'effet des ions de l'argon, du caesium, de l'hélium, de l'hydrogène, du néon et du mercure, en fonction de la tension et du temps. Les ions H ne produisirent aucune action jusqu'à 600 v. Les ions Ar, Cs, Hg et Ne commencèrent à arracher les ions du thorium à 50 v environ. Le nombre d'ions de bombardement à 150 v par atome de thorium déplacé a varié de 12 pour Ar et Cs, à 45 pour Ne et 7 000 pour He. Le taux du thorium expulsé, tout d'abord, ne croissait pas linéairement avec le temps ; il atteignait une valeur plus élevée lorsque 95 pour 100 seulement de la surface était recouverte de thorium. On explique ce fait en considérant : 1° que l'expulsion du thorium a lieu autour des bords des trous ou dépression dans la couche de thorium ; 2° que, pour l'expulsion des premiers atomes, il est nécessaire d'avoir deux impacts successifs sur le même atome de thorium ; 3° que le premier impact déplace l'atome de la surface et qu'au deuxième impact l'ion est extrait de cet atome pour frapper un des atomes environnants de thorium. Dans le cas de l'hélium, l'expulsion est si lente qu'on doit envisager une autre explication, peut-être le rayonnement, ainsi que le suppose Thomson. Le taux d'expulsion du thorium par l'hélium était très faible. A 150 v, il était seulement le 1/150 de celui trouvé pour le néon. Le taux d'expulsion varie proportionnellement à I^2. J. J. Thomson a supposé que les ions de bombardement provoquent un rayonnement lorsqu'ils sont arrêtés par la cathode ; que ce rayonnement est absorbé par les atomes de surface de la même façon que les électrons dans un atome absorbent la radiation de résonance, qu'un atome peut absorber assez d'énergie pour être éjecté de la surface. — C. F.

537.324.00.46. Détérioration des couples thermoélectriques placés dans des tubes de protection en silice. O.-A. HOUGEN et B.-L. MILLER. *Chem. and Metal. Eng.*, 8 octobre 1923, t. XXIX, p. 604-605, 1 500 mots, 4 fig. — On sait, depuis longtemps, que la force électromotrice des couples varie par suite de leur contact prolongé avec la silice, plus particulièrement s'ils sont utilisés dans une atmosphère réductrice. Cet effet n'a jamais fait l'objet de recherches précises, c'est pourquoi les auteurs ont entrepris une étude prolongée de la question. Leurs expériences ont porté sur deux types de couples thermoélectriques, dont le premier est constitué par du platine et du platine rhodié ; le second, par une soudure de chromel alumel. Toutes les précautions ont été prises pour obtenir des résultats aussi uniformes que possible ; les couples ont été ensuite placés dans leurs tubes de protection en silice et soumis à des épreuves de haute température en atmosphère réductrice ou en atmosphère oxydante. A la température de 900° C, la modification est insignifiante et le tube de silice est intact ; à 1 000° C, la force électromotrice du couple platine est réduite de 0,75 pour 100, celle du couple chromel alumel de 4 pour 100, le tube de silice devient cassant ; à 1 200° C, le tube est à peu près détruit ; refroidi, il s'écrase dans la main et le fil est lui-même devenu très cassant par suite de la présence du silicium provenant de la réduction de la silice. En portant le couple dans une atmosphère oxydante, le fil reprend peu à peu son apparence première ainsi que ses qualités thermoélectriques ; il n'en est pas de même pour le couple chromel-alumel qu'il est impossible de ramener à son état primitif par un recuit en atmosphère oxydante. — E. B.

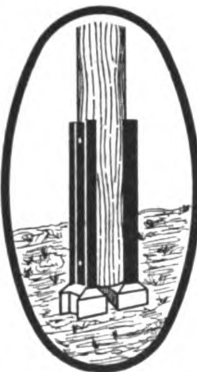
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc, etc., etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18/22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° 2. Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22/27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce....... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

(*Registre du Commerce* : Seine N° 204 407)

Téléph. : Trudaine 48-18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

18, rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 807

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 50-06
R. C. : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

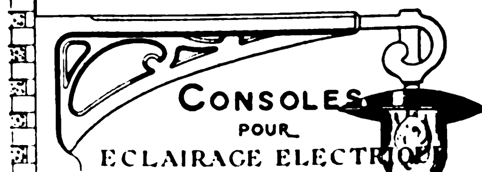
ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



CONSOLES POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES



CONSOLES POUR ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

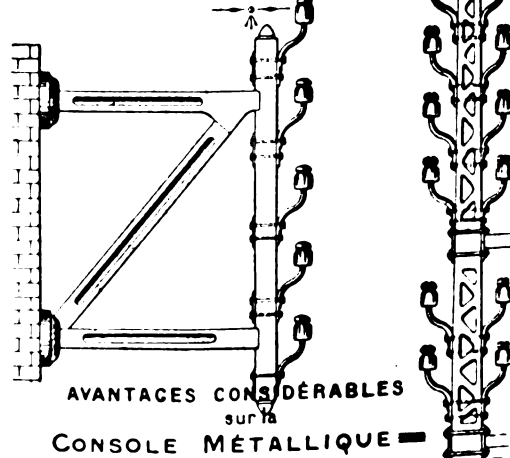
SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

CONSOLES EN BETON ARMÉ POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES BASSE TENSION

BREVETÉES S.G.D.G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

537 324. — **Les propriétés thermoélectriques des pellicules d'or, de platine et de palladium obtenues par ionoplastie.** R. M. Holmes. *Phys. Rev.*, août 1923, t. XXII, p. ..., 3500 mots, 9 fig. — Les films étaient préparés par bombardement cathodique d'une plaque de verre placée à la limite de l'espace obscur de Crookes dans un tube contenant de l'air qui n'était pas spécialement asséché et à la pression de 0,01 mm de mercure. Les formes désirées étaient obtenues à l'aide d'écrans en mica. Une extrémité du couple était maintenue à 0° C., l'autre était soumise à l'action d'un bain d'huile chauffé électriquement. Pour des couples monométalliques d'or, de platine et de palladium, consistant chacun en un film en contact avec le métal correspondant, on observa des forces électromotrices extraordinairement élevées. Lorsque les plaques n'étaient pas recuites, la courbe du pouvoir thermoélectrique montrait que ce dernier décroissait avec le temps, tandis que, si l'on passait les pellicules dans un four à 500° C., les forces électromotrices étaient plus petites, mais les courbes du pouvoir thermoélectrique en fonction de la température étaient droites au lieu d'être brisées comme dans le cas précédent. Les valeurs de $\frac{dE}{d\theta}$ pour les pellicules recuites croissaient de 0,90 à — 1,23 pour l'or, et de 6,59 à 9,6 pour le palladium (microvolts). Le métal correspondant du couple monométallique était porté à une température variant entre 0 et 300°. Les valeurs de $\frac{dE}{d\theta}$ sont constantes et égales à 3,40 pour le plomb. Ces valeurs ne varient pas avec l'épaisseur et concordent avec les résultats obtenus avec les couples film Pt — film Au. L'effet de l'hydrogène occlus sur le pouvoir thermoélectrique du palladium a été étudié parce qu'on a pensé que les particularités observées pouvaient être dues à des gaz occlus. Le métal saturé d'hydrogène au moyen d'un traitement électrolytique, a été trouvé positif par rapport au métal libre de tout gaz, la valeur de $\frac{dE}{d\theta}$ décroissant de 11 microvolts par degré de 0° à 270° C. Lorsque le métal était rempli d'hydrogène par refroidissement dans ce gaz, on obtenait des valeurs plus petites. La théorie électronique sous sa forme la plus simple considère que le pouvoir thermoélectrique est proportionnel au logarithme de la pression électronique. Elle a donc comme conclusion naturelle que l'effet du aux gaz occlus dans le métal provient de l'accroissement de pression électronique. Cette hypothèse s'accorde approximativement avec l'expérience. C. F.

538 221. — **Influence du durcissement mécanique par torsion sur les propriétés magnétiques du fer et de l'acier.** H. Kalusa. *E. T. Z.*, 30 août 1923, t. XLIV, p. 8.., 500 mots, d'après *Archiv für Elektrotechnik*, 1923, t. XII, p. 2..-2.8. — L'auteur relate les expériences qu'il fit pour étudier l'influence d'une déformation permanente sur les propriétés magnétiques du fer et de l'acier. Après la description des méthodes employées, il indique les résultats qu'il a obtenus dans quatre séries d'essais dont deux se rapportent au fer doux et les deux autres, à l'acier. A l'aide des courbes relevées, il discute les modifications caractéristiques des propriétés magnétiques de chaque substance (modification de la forme de la courbe $\mathcal{B}$, $\mathcal{H}$, perméabilité, saturation, rémanence, champ coercitif et courbe d'hystérésis) : il conclut qu'à peu d'exceptions près, à chaque durcissement du matériel correspond un durcissement magnétique. A la fin de l'article, l'auteur essaye d'expliquer le phénomène constaté. Il indique que chaque durcissement mécanique d'un corps, comme on sait, occasionne une augmentation du frottement intérieur et ainsi les particules de la matière opposent une grande résistance à leur déplacement réciproque. Comme, dans le cas qui nous occupe, ces particules sont en même temps les aimants élémentaires de la matière, la dépendance citée plus haut s'explique facilement. M. H.

538 332. — **Note sur le circuit magnétique des aimants permanents** ; G.-W. Pierce. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 963-965, 1500 mots, 2 fig. — Un acier à aimant est caractérisé par un cycle d'hystérésis de très grande surface ; la présente étude a pour but de préciser l'influence des éléments du cycle d'hystérésis sur le volume et sur la forme de l'aimant. Les deux grandeurs physiques qui s'introduisent sont : 1° le produit maximum négatif du champ par l'induction ($\mathcal{B}\mathcal{H}_{max}$) ; 2° la perméabilité différentielle μ, quotient de la différentielle $d\mathcal{B}$ de l'induction par la différentielle $d\mathcal{H}$ du champ. Une première relation permet d'évaluer l'aptitude d'un acier à servir d'aimant. D'autres relations permettent de calculer la longueur et la section de l'aimant y compris le cas où des bobines agissent sur le circuit magnétique. Un dernier paragraphe donne la comparaison des circuits magnétiques de l'aimant permanent et de l'électroaimant à fer doux.

538 54. — **Les courants de Foucault dans les masses de fer.** *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 9-10, 1000 mots, 7 fig. Analyse d'un article de E. Rosenberg, publié dans *Electrician*, 24 août 1923, t. XCI, p. 188-191, 3500 mots, 13 fig., et *E. T. Z.*, 6 et 13 décembre 1923, t. XLIV, p. 1055-1057 et 1074-1078.

621 314. 538 54. — **Quelques essais au sujet des courants de Foucault dans les noyaux de transformateurs et appareils similaires. Danger de ces courants. Comment les réduire** ; Kalusa. *E. u. M.*, 23 septembre 1923, t. XLI, p. 558-559, 800 mots, 1 fig. — Devant la difficulté de limiter la valeur du courant à vide, notamment dans les transformateurs de petite dimension, on a été amené à faire usage de circuits magnétiques sans joints : ce n'est là qu'une demi-solution de la question puisqu'elle n'est pas économique. On sait depuis longtemps que, si les surfaces des joints sont dressées et pressées l'une contre l'autre, on peut obtenir une réduction sensible du courant à vide à condition de pouvoir supprimer les traces nuisibles du travail de l'outil. Il semble qu'il soit possible de réaliser cette amélioration en décapant à l'acide les surfaces travaillées, l'élimination des bavures par ce procédé supprimant en effet les courts-circuits entre tôles. — A. Des essais ont été effectués sur un paquet de 20 tôles de dimensions 30 mm × 30 mm isolées au papier et comprimées ; les tôles d'extrémités étaient munies d'un conducteur en cuivre qui leur était soudé. La mesure de la résistance ohmique du paquet de tôles fut faite par la méthode du pont, d'abord dans les conditions susdites, puis après avoir travaillé à la lime un des flancs du paquet et enfin après décapage de cette surface aux acides sulfurique et azotique, séchage à la lampe et nettoyage à l'huile. Cette dernière mesure ne doit être effectuée qu'environ 24 heures après le décapage. Les résultats des mesures furent, dans l'ordre indiqué, 60 ohms, 0,2 ohm et 30 ohms. Après démontage du paquet les tôles n'accusaient de traces d'oxydation que sur la tranche et sur une bande très restreinte à partir du bord. — B. On procéda à un autre essai sur un tout petit transformateur dont le circuit magnétique de section 30 mm × 50 mm était formé de tôles rivées et non isolées. Les mesures des pertes en fonction de l'induction furent exécutées avant et après l'opération de décapage des joints et accusèrent une réduction des pertes dans le fer atteignant 25 pour 100 ; il convient de noter que, dans l'un et l'autre cas, la courbe relevée des ampères-tours en fonction de l'induction était rigoureusement la même. L'auteur laisse aux essais pratiques le soin de confirmer l'exactitude de la méthode et l'efficacité du procédé, qui a, du reste, fait l'objet d'un brevet. F. B.

538 6. — **Quelques effets du magnétisme alternatif** ; W. M. Mordey. *Electrical Review*, 12 octobre 1923, t. XCIII, p. 552, 1.0 mots. — L'auteur a étudié l'action d'un champ magnétique alternatif sur quelques matériaux réduits en poudre très fine ; les bobines magnétisantes, au nombre de huit, étaient alimentées en deux séries de quatre, par les deux phases d'un réseau à 60 p : s. L'hématite, complètement débarrassée de magnétite et parfaitement inerte dans un champ magnétique de direction constante, se montra net-

tement diamagnétique dans un champ alternatif, elle était repoussée par le pôle. L'auteur n'en conclut pas cependant que l'hématite est diamagnétique, car, en examinant la forme des spectres magnétiques ainsi obtenus, il peut expliquer leur création par un effet de courants de Foucault, cet effet étant d'ailleurs encore augmenté pour d'autres poudres, celle d'aluminium, par exemple. La poudre de magnétite présente la particularité d'être attirée et repoussée à la fois, mais ce dernier effet est le plus puissant. D'autres poudres placées à la surface de l'eau prirent, sous l'influence du magnétisme alternatif, les mouvements les plus bizarres, ascendants ou descendants, et même des mouvements de rotation ; ces effets n'ont pu être expliqués et l'auteur poursuit ses recherches. — E. B.

SCIENCES DIVERSES

542 77 — Pompe moléculaire hélicoïdale *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 800 mots, 1 fig. Résumé d'une communication de Holweck, faite à l'Académie des Sciences et publiée dans les *C. R. Ac. des Sc.*, 2 juillet 1923, t. CLXXVII, p. [illegible], 800 mots, 1 fig.

MESURES ET ESSAIS

621 31 00 14 072. — Description d'un laboratoire d'essais à un million de volts. Berios et Chevrier *R. G. E.*, [illegible] décembre 1923, t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots. Rapports présentés à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux à très haute Tension.

621 31 00 14 072. — Inauguration du Laboratoire Ampère pour essais à 1 million de volts *R. G. E.*, [illegible] décembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 800 mots.

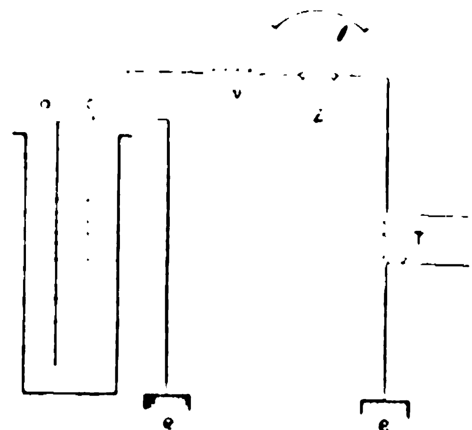
621 31 00 14 .072 — Laboratoires d'essais à très haute tension *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. [illegible]. Communication faite par M. Girous, à la séance du 1er décembre 1923 de la Société française des Électriciens.

531 7 : 537 7 : 538 — Considérations sur la dépendance mutuelle des dimensions des grandeurs électriques et mécaniques, A. F[illegible] *Bull. A. S. E.*, août 1923, t. XIV, p. [illegible], [illegible] mots. — Considérations théoriques basées sur l'hypothèse de la conservation de l'énergie. L'auteur, en écrivant que les énergies électrostatique, mécanique, magnétique, électromagnétique sont équivalentes, c'est-à-dire qu'en un volume donné de l'espace l'énergie mécanique, par exemple, est transformable en l'une des autres formes de l'énergie électrodynamique, établit les relations de dimension qui lient les grandeurs fondamentales entre elles et montre que ce procédé fournit un canevas de représentation commode des phénomènes. — L. C.

621 317 (017) (73 — Unification des appareils de mesure électriques aux États-Unis *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. [illegible], 3 000 mots. Analyse d'un article de H.-B. Brooks, publié dans *J. A. I. E. E.*, juillet 1923, t. XLII, p. [illegible], 9 000 mots.

531 751. — Commission pour les unités et les symboles (Auschuss für Einheiten und Formelgrössen), chapitre IX, masse et poids *E. T. Z.*, 1er février 1923, t. XLIV, p. [illegible]-115, 1 000 mots, 2 tab. — La Commission des unités et des symboles publie le chapitre IX de ses travaux ainsi qu'une liste des notations préconisées et soumet ce projet à la discussion. L'objet de ce chapitre est défini par le titre « Poids et masse ». L'ancien texte s'exprimait ainsi : « L'expression poids désigne une grandeur de même nature qu'une force ; le poids d'un corps est égal au produit de sa masse par l'accélération de la pesanteur ». Les nouvelles définitions tiennent compte de l'objection signalée, que le poids d'un corps n'est pas une de ses caractéristiques invariables, mais qu'il varie suivant la valeur de l'accélération de la pesanteur. Les concepts définis dans le nouveau texte ne visent nullement à l'établissement de nuances théoriques ; la commission considère qu'ils correspondent réellement aux exigences de la science et de la pratique. La publication comporte ensuite un tableau des symboles admis pour la représentation de toutes les grandeurs de la physique et une table des signes conventionnels admis ou proposés pour l'écriture des formules. — E. B.

627 133 3 : 621 72 — Indicateur électrique à distance de niveau d'eau *Der elektrische Betrieb*, 24 octobre 1923, t. XXI, p. [illegible], [illegible] mots, 1 fig. — Une résistance affectant la forme d'une tige de 9 à 18 mm de diamètre, constituée par une matière inattaquable aux acides, de bonne solidité mécanique et à coefficient de résistance uniforme est plongée dans l'eau et reliée à l'un des pôles d'une source électrique, dont l'autre pôle est à la masse liquide. L'indicateur n'est autre qu'un ampèremètre branché dans le circuit et gradué en mètres ou en centimètres de hauteur d'eau. Toute variation du niveau entraîne une modification de l'intensité du



627 133 3 : 621 72. — Fig. 1. — Schéma d'indicateur électrique à distance.

courant et, par suite, le déplacement de l'aiguille indicatrice. Pour éviter les actions électrolytiques, il y a lieu de n'utiliser que du courant alternatif sous une tension de 50 à [illegible] V. C'est à cet usage qu'est destiné le transformateur T. Dans le cas où on ne disposerait que de courant continu, il faudrait prévoir un transformateur rotatif. La dépense d'énergie n'excédera pas 10 W. L'appareil, ne contenant pas d'organes mobiles délicats, se comporte très bien et, comme, d'autre part, la liaison entre l'indicateur et la résistance ne nécessite que deux fils légers, la distance peut être aussi élevée qu'on le désire. Ce dispositif peut être modifié par un montage analogue à celui du pont Wheatstone. Les résistances de ce pont sont alors constituées par des lampes à incandescence, dont l'une joue le rôle de signal lumineux. Elle n'éclaire que faiblement quand le niveau garde une valeur normale, s'éteint si l'eau n'affleure pas le niveau minimum et brille vivement dès que le maximum est dépassé. Cet indicateur, qui trouve son emploi dans de multiples installations hydrauliques, est construit par la firme « Triton » d'Essen. — E. F.

537 74. — Étude des étalons de très faible résistance immergés dans l'huile refroidie par circulation d'eau. R.-G. Ch[illegible] *El. et Eng.*, 5 octobre 1923, t. XCI, p. 360-361, 3 000 mots, 2 fig. — Ces étalons sont utilisés pour la mesure des courants continus de très grande intensité ; en général ils sont immergés dans l'huile et, dans le cas de très fortes intensités, le bain d'huile est refroidi par circulation d'eau. Malgré toutes ces précautions, la valeur de la résistance n'est pas absolument constante et l'auteur a recherché

quelle était la variation qui en résultait et aussi quelles étaient les conditions à réaliser pour diminuer cette variation. La chaleur résultant du passage du courant est évacuée : 1° par l'eau de circulation ; 2° par la surface extérieure du bac, pour une valeur donnée du courant. L'équilibre de température dépend des deux moyens d'évacuation. L'effet utile de la circulation de l'eau dépend du coefficient de conductibilité au contact des surfaces chaudes, de la viscosité de l'huile et des conditions suivant lesquelles elle peut circuler. L'auteur a comparé un même étalon immergé successivement dans deux espèces différentes d'huile dont les viscosités étaient très différentes. L'huile de parafine est celle qui a donné les meilleurs résultats. L'auteur propose de faire l'étalonnage de la résistance avec un courant beaucoup plus faible que le courant de régime, le dixième par exemple, et d'en déduire le coefficient de température en opérant à des températures différentes du bain d'huile, et il donne deux exemples. Dans le but de diminuer encore la variation de la résistance, il propose en outre de créer une circulation artificielle de l'huile à l'aide d'un agitateur et montre par un exemple les résultats obtenus, qui sont des plus encourageants. — E. B.

537 742. — Effets obtenus avec un courant alternatif passant dans un électromètre capillaire ; R. D. Kleeman et D. T. Simons. *Phys. Rev.*, janvier 1923, t. xxi, p. 38-45, 2700 mots, 3 fig. — Les auteurs ont employé un électromètre de forme spéciale, dans lequel un tube capillaire était disposé horizontalement. Son diamètre croissait graduellement du milieu aux extrémités, qui étaient reliées, d'une part, à un réservoir à mercure et, d'autre part, à un réservoir contenant, au-dessus de mercure, une solution saturée de sulfate de mercure. Lorsqu'un courant continu était envoyé à travers les réservoirs et le tube, la pression nécessaire pour maintenir le mercure au milieu du tube capillaire croissait avec la tension jusqu'à un maximum de 25 cm environ à 1,1 v, tandis qu'avec un courant de sens inverse la pression négative nécessaire n'atteignait que 4 cm à 0,2 v, qui était la limite imposée par l'apparition de gaz. Or, lorsqu'on emploie le courant alternatif, la pression s'exerce dans un seul sens qui est celui correspondant à un courant continu allant du mercure à la solution. Ceci n'est pas dû à l'action du redressement de l'électromètre, car le courant continu qui en résulte est précisément dans la direction opposée. De plus, lorsqu'on l'élimine par un condensateur, on obtient un effet encore plus marqué. Les pressions observées croissent plus ou moins linéairement avec la tension jusqu'à 10,5 cm pour 1,15 v, et restent constantes à 1,4 v. Les résultats obtenus à 60 p : s sont valables jusqu'à 1000 p : s. On suppose qu'il y a entre le mercure et la solution une couche de transition dans laquelle les ions positifs et négatifs sont partiellement désagrégés. Un courant passant à travers la couche influe sur l'étendue de cette désagrégation et, par suite, altère la différence de potentiel correspondante et l'énergie potentielle de la couche de transition. Comme conséquence, la tension négative appliquée nécessaire pour neutraliser la force électromotrice normale de transition *E* n'est pas égale à *E*, comme le voudrait la théorie d'Helmholtz, mais elle est un peu supérieure. Lorsqu'un courant alternatif passe, la décroissance d'énergie potentielle électrique durant une demi période devrait avoir une valeur tout à fait différente de l'accroissement durant l'autre demi période. Les conclusions sont en accord avec les résultats obtenus. — C. F.

621 315 14 00.14. — Note sur les essais de plusieurs grandes lignes à haute tension ; Jean Lacrest. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1003-1064, 1300 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621 317.2. — La mesure de la résistance d'isolement. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. xiv, p. 816, 500 mots. Analyse d'un article de T.-R. Warren, publié dans *Electrical Review*, 27 juillet 1923, t. xciii, p. 151-152, 1800 mots, 2 fig.

621 317.2. — Appareil de faible encombrement pour les mesures d'isolement. *E. T. Z.*, 27 septembre 1923, t. xliv, p. 901, 300 mots, 1 fig. — La Société Velmag de Leipzig vient de construire un mesureur d'isolement qui, malgré ses faibles dimensions, 55 mm × 90 mm × 215 mm, est pourvu d'une magnéto à manivelle construite pour une tension de 110 à 220 v. Le même appareil permet de faire des mesures d'isolement, soit dans les réseaux à courant continu avec la tension du réseau, que la ligne soit en fonctionnement ou non, soit dans les réseaux à courant continu ou alternatif au moyen de la tension fournie par la magnéto ; cette dernière méthode s'applique également pendant le service. Cet appareil permet de mesurer des résistances allant jusqu'à 20 mégohms ; son poids complet est de 2 kg. — R. G.

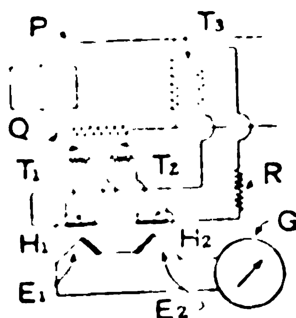
621 315 6 00.14. — Modifications à la méthode simplifiée pour l'essai électrique des matériaux isolants ; Georg Meyer. *E. T. Z.*, 20 septembre 1923, t. xliv, p. 880, 850 mots. — L'article fait suite à celui paru sur le même sujet dans l'« E. T. Z. », 4 janvier 1923, t. xliv, p. 10-11 (voir *R. G. E.*, 7 juillet 1923, t. xiv, p. 3). Le procédé d'essai à la tension de 5000 v, que l'on applique entre les deux pointes de la sonde, convient bien pour les pièces isolantes en bakélite, mais moins pour les isolants hydrocarbures. On propose le suivant : la pièce est plongée durant 24 heures dans l'eau, séchée superficiellement et soumise à l'épreuve à 4000 v pendant 15 secondes avec un écartement des pointes de 5 mm. Si une certaine quantité d'eau a pénétré dans les pores superficiels, le courant passe et brûle la matière en traçant un sillon conducteur. Si, par contre, l'amorçage n'a pas lieu, on peut être certain que l'isolant n'est pas imbibé d'eau. Des essais analogues peuvent être effectués sous 1500 v, mais l'appareil d'épreuve est appliqué beaucoup plus longtemps jusqu'à ce que l'isolant brûle. Il faut considérer que l'immersion de 24 heures n'est pas un traitement préparatoire très dur, car, pendant ce court laps de temps, l'isolant est à peine pénétré par l'eau, tandis qu'il l'est beaucoup plus complètement lorsqu'il reste longtemps dans l'air humide. Aussi, pour compenser cet état de l'isolant meilleur que dans les conditions ordinaires, applique-t-on une tension bien supérieure aux tensions de service, avec un écartement moindre des électrodes. Des essais réalisés sur des pièces isolantes, en service sur des réseaux à 220 v et 320 v dans des contrées très humides, ont permis de tirer les conclusions suivantes : 1° comme en 24 heures l'eau ne peut pénétrer qu'à une certaine profondeur, il faut, pour comparer les coefficients d'absorption d'eau, opérer sur des échantillons ayant tous la même forme ; 2° la nature et la combustibilité de l'isolant jouent un rôle important. Plus la décomposition est facile et plus il est combustible, d'autant plus petite sera la teneur en eau qui suffira pour déterminer un courant et un échauffement dangereux. Pour des plaques de 5 mm à 6 mm d'épaisseur, le coefficient d'absorption, au bout de 24 heures, ne doit pas dépasser 0,2 pour 100 pour les isolants à base de poix et 0,6 pour 100 à 1 pour 100 pour les isolants en bakélite, suivant le mode de préparation de cette dernière matière. Le coefficient d'absorption ne permet que de se faire une idée très approximative de la valeur de l'isolant, car il varie trop suivant les circonstances. Malgré cela, l'épreuve de la sonde est intéressante, car elle s'applique à l'isolant dans des conditions assez semblables à celles de ses applications courantes. — B. H.

621 317 5. — Modifications apportées à différents modèles de compteurs électriques de la Siemens-Schuckert-werke. *E. T. Z.*, 25 octobre 1923, t. xliv, p. 963-964, 2000 mots. — Le Physikalisch-technische Reichsanstalt publie les modifications apportées par le constructeur à différents modèles de compteurs : 1° type D7 et ZD7, compteur

à induction pour courant polyphasé ; 2° type DS et ZDS, compteur à induction pour courant triphasé avec et sans fil neutre ; 3° type D3BV et ZD3BV, compteur à induction pour courant triphasé sans fil neutre pour la mesure de la puissance réactive ; 4° type D4BV et ZD4BV, compteur à induction avec fil neutre pour la mesure de la puissance réactive. — B. H.

621 317 5 — Indicateur de puissance. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 769, 400 mots. Résumé d'une communication faite par Henri Grimon à la séance du 27 octobre 1923 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

621 317 5 537 324 — L'indicateur de puissance à distance « Cambridge ». *Electrician*, 26 octobre 1923, t. XC, p. 458-459, 1800 mots, 6 fig. — Le développement des réseaux de distribution d'énergie électrique rend nécessaire de connaître simultanément en un même bureau, ce qui se passe en divers points importants du réseau afin de répartir convenablement la charge entre les diverses usines génératrices et les sous-stations. L'indicateur décrit dans cet article permet de transmettre à distance au moyen de courant continu toutes les indications nécessaires concernant la puissance, l'intensité, le facteur de puissance en un point quelconque du réseau. Il est basé sur l'emploi de piles thermoélectriques ; ces piles sont chauffées par un radiateur électrique traversé par le courant ou un sous-multiple du courant alternatif à mesurer. Le courant continu généré par cette pile est proportionnel au carré du courant alternatif à mesurer. La force électromotrice de la pile correspondant à la capacité maximum du radiateur est de 20 millivolts, suffisante pour assurer le fonctionnement d'un appareil indicateur à grande résistance placé à l'extrémité d'un fil pilote de 1000 ohms de résistance. Le courant de chauffage est fourni par un transformateur convenable dont le primaire est en série ou en dérivation sur le circuit à observer, en sorte que le courant de la pile est proportionnel soit à l'intensité, soit à la tension dans le circuit. Pour obtenir une indication proportionnelle à la puissance on utilise le montage de la figure ci-jointe (fig. 1) ; E_1 et E_2 sont deux piles thermo-



621 317 5 537 324. — Fig. 1. Schéma de principe d'un montage pour l'indication de la puissance.

électriques chauffées respectivement par les radiateurs H_1 et H_2 ; G est un galvanomètre dont les indications sont proportionnelles au courant résultant de E_1 et E_2. H_1 et H_2 sont alimentés à la fois par les deux secondaires identiques T_1 et T_2 du transformateur d'intensité Q et par le secondaire du transformateur de tension T_3. Si φ est l'angle de déphasage entre la tension V et le courant A, on voit d'après les connexions de H_1 et H_2 à T_1 et T_2 que le courant de la pile E_1 sera proportionnel à $(V + A \cos \varphi)^2$ et celui de la pile E_2 à $(V - A \cos \varphi)^2$. Si en outre les deux piles sont montées en opposition, on voit que le courant qui traversera G sera proportionnel à $(V + A \cos \varphi)^2 - (V - A \cos \varphi)^2$, c'est-à-dire à $V A \cos \varphi$, qui représente la puissance dans le circuit P.

R est une résistance de réglage qui peut être remplacée, par exemple par un condensateur si on veut avoir en G la puissance réactive. En combinant les deux schémas ainsi formés, on peut avoir l'indication du facteur de puissance en un point quelconque. Le même principe permet aussi d'indiquer si deux circuits sont en synchronisme ou non. Pour cela on place dans chaque circuit un transformateur de puissance et les secondaires sont branchés, mais en sens inverses l'un de l'autre, à un même radiateur ; tant que les deux circuits sont au synchronisme, aucune force électromotrice ne prend naissance dans la pile. Pratiquement, le circuit d'intensité doit comprendre un système de protection qui court-circuite les radiateurs si l'intensité du courant dépasse une valeur déterminée. Les avantages de cette méthode sont les suivants : 1° possibilité dans un grand réseau de distribution, de connaître à l'usine génératrice la charge en un point quelconque du réseau ; 2° besoin de deux fils pilotes seulement pour indiquer la puissance ; 3° valeur très faible de l'énergie nécessaire au fonctionnement du système ; 4° possibilité d'avoir un enregistrement de la tension, de l'intensité, de la puissance, du facteur de puissance en un point quelconque ; 5° frais d'installation minimes ; 6° possibilité de résoudre tout problème au moyen de cette méthode. — J. S.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627 82 — Calcul des barrages arqués. H. Juillard. *Schweizerische Bauzeitung*, 13 janvier 1923, t. LXXXI, p. 13-14, 2000 mots, 6 fig. — L'auteur critique la forme donnée au barrage de la Vogne et les procédés de calcul que M. Stucky a appliqués à ce premier barrage arqué construit en Suisse. Le barrage étant supposé divisé en tranches verticales (murs) et en tranches horizontales (arcs), M. Stucky cherche à satisfaire à l'unique équation exprimant que la déformation radiale doit être la même en chaque point, pour les murs et pour les arcs, partant de l'idée que la charge n'est pas, en général, uniforme le long des sections horizontales du barrage, il donne à ces sections la forme de courbes funiculaires des poussées agissantes, et non pas la forme en arc de cercle ; la charge variant avec la hauteur des sections considérées, celles-ci ne seront pas, naturellement, toutes de même forme. De plus, M. Stucky introduit des simplifications dans le calcul des déformations de l'arc, en évaluant la force complémentaire agissant sur l'arc chargé, encastré à l'une de ses extrémités et libre à l'autre, force qui ramènerait l'extrémité libre à sa position primitive ; d'après la déformation produite par une charge complémentaire unitaire, on déduit la déformation correspondant à la charge totale. De l'avis de l'auteur, le choix d'un profil horizontal, différent d'un arc de cercle, n'est pas suffisamment justifié, car la différence pouvant exister entre la charge réelle et la charge uniformément répartie n'est jamais très grande et les maximums des fatigues ont lieu sensiblement aux mêmes points dans les deux cas. Le procédé de calcul simplifié est, certes, suffisant pour déterminer les effets de l'application de la charge totale sur un arc donné, mais ces effets varient considérablement avec la forme de l'arc ; il devient donc très difficile, dans le cas de la section en polygone funiculaire, de déterminer la forme du mur et d'évaluer la répartition de la charge. Un calcul analytique de la déformation sous l'action d'une charge unique et quelconque, basé sur la détermination rigoureuse de la répartition, conduirait à une solution plus exacte. Les contraintes de 35 kg : cm², admises pour la compression, et de 10 kg : cm², pour la traction, sont exagérées et dangereuses. L'étude des moments dans le cas de voûtes en arc de cercle d'épaisseur constante pour diverses valeurs du rapport de l'épaisseur au rayon de courbure donne des courbes différentes, selon qu'il s'agit d'une charge unique, à la clef, ou d'une charge uniformément répartie. L'étude des diagrammes montre que la répartition uniforme de la charge n'est pas la plus favorable pour la voûte en arc de cercle ; la présence, au voisinage de la clef, d'une charge supplémentaire réduit le maximum des moments fléchissants et cela d'autant plus que l'arc est plus

élastique. On peut supposer que la forme en anse de panier est la plus favorable dans le cas d'une répartition uniforme ; de toute façon, la détermination du profil idéal constitue un problème très compliqué. La discussion des formules conduit à admettre la règle pratique que des arcs géométriquement semblables, soumis à la même charge, présentent des fatigues identiques. Selon M. Stucky, la largeur limite d'une vallée à laquelle convient un barrage arqué dépend surtout du rapport entre la corde de l'arc supérieur et la hauteur du barrage, ainsi que du profil ; la valeur de ce rapport ne constitue cependant pas une caractéristique suffisante de la limite de largeur, laquelle dépend aussi de la hauteur du barrage. — Th. S.

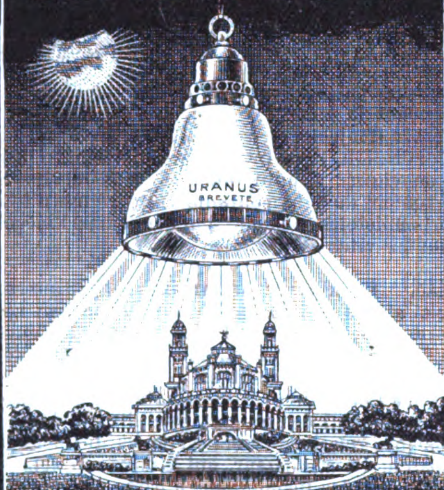
621 244. — Forme rationnelle à donner aux tubes d'aspiration des turbines hydrauliques. A. Mauvitch. *Electricista*, n° 50, 1923, t. 1 (nouvelle série), p. 282-283, 1500 mots, 2 fig. — Critique du profil que l'on a donné à la section verticale du tube d'aspiration adopté à l'usine hydroélectrique de Queenstown (Ontario) pour les turbines du groupe 1. Un coude moins accentué correspondrait parfaitement au profil théorique. — Th. S.

621 242. — Turbines coniques à grande vitesse construites par la Société anonyme des Ateliers des Charmilles, Genève. W. Zuppinger. *Schweizerische Bauzeitung*, 25 août 1923, t. LXXXII, p. 97-101, 3000 mots, 10 fig. — La turbine à couronne directrice conique peut être avantageusement comparée à la turbine centrifuge cylindrique. On utilisera, bien entendu, le système de réglage Fink, lequel détermine une circulation du liquide sans déviations, ralentissements ou tourbillonnements, quelle que soit la position des aubes mobiles. La turbine conique est, certes, de construction plus compliquée, mais son aménagement ne nécessite guère de travaux considérables, elle se contente, en effet, d'une chambre d'eau couverte tant que la hauteur de chute ne dépasse pas 18 m, ce qui permet l'utilisation de génératrices peu écartées les unes des autres ; elle est peut-être plus coûteuse que la turbine cylindrique, mais son rendement est également plus élevé. La Société des Ateliers des Charmilles, ayant eu récemment à remplacer, à son usine de Chèvres, un ancien groupe de turbines centrifuges par une seule turbine, a arrêté son choix sur le type en question. Les essais officiels effectués comparativement sur une couronne directrice conique et une couronne cylindrique donnèrent les principaux résultats suivants : turbine cylindrique, puissance maximum 1700 ch, pour une chute nette de 6,5 m ; rendement 73 pour 100, à la vitesse de 130 t : mn ; turbine conique, puissance maximum 1850 ch, rendement 78 pour 100 aux mêmes valeurs de la hauteur de chute et de la vitesse. On aurait, avec la turbine conique, une vitesse spécifique de 540 t : mn, pouvant atteindre 600 t : mn pour une hauteur de chute de 5 m et pour une puissance correspondante de 1400 ch, le rendement conservant des valeurs satisfaisantes. Grâce à la facilité d'installation que présente ce genre de turbines, on a pu éviter le déplacement et le remplacement des unités électriques existantes ; l'écartement entre axes de ces dernières était de 7,5 m, la chambre présentant une largeur disponible de 6 m. Avec une bâche en spirale, on aurait probablement à augmenter l'écartement de 15 à 25 pour 100. D'autres essais, entrepris sur des turbines coniques de vitesse spécifique moyenne de 450 t : mn, mirent en lumière certaines particularités de ces engins. Le rendement considéré comme fonction du volume spécifique admis, croît lentement avec les dimensions de la machine, en particulier, lorsque celle-ci est pourvue d'un tube d'aspiration convenablement établi ou d'un dispositif déflecteur ; le rendement est, d'autre part, peu sensible aux variations, même fortes, de la hauteur de chute. On a pu se rendre compte que la vitesse étant maintenue constante et l'ouverture étant réglée de façon à admettre 7/8 du débit total, le rendement tombait de 85 pour 100 à 82 pour 100 lorsque la hauteur de chute était égale à 2,03 fois la hauteur normale ; une réduction de la hauteur de chute dans le rapport 0,445 (admission 8/8, même vitesse que précédemment) déterminait, par contre, un abaissement du rendement de 70 pour 100 pour la hauteur normale à 67,5 pour 100. Si, d'autre part, on laisse invariable la hauteur et si l'on agit sur la vitesse de rotation, on s'aperçoit que le rendement reste sensiblement constant entre les limites de vitesse de 0,7 et de 1,5 t : mn, comme si l'abaissement du rendement découlant de l'augmentation de la vitesse était compensé par le plus grand volume d'eau absorbé. L'auteur résume les points saillants d'un projet d'installation hydroélectrique à turbines coniques ; des éjecteurs spéciaux amènent sous la turbine, dans un prolongement du tube d'aspiration, l'eau du trop-plein ou celle inutilisée pendant la marche à vide. Les éjecteurs qui peuvent aussi servir d'injecteurs, sont à tuyères multiples ; grâce à leur intervention, l'eau introduite est mélangée intimement à celle de vitesse réduite, qui sort de la turbine ; on évite ainsi le contact de deux courants d'allures très différentes et les efforts nuisibles auxquels donnerait lieu l'inégalité considérable des vitesses. — Th. S.

621 245. — Régulateurs de turbines réagissant sur la hauteur de chute de l'alimentation. *E. u. M.*, 25 mars 1923, t. XLI, p. 188-189, 600 mots. — Il s'agit de régulateurs économiques, agissant sous l'action de la force centrifuge et réalisant la régulation de la vitesse par injection d'air dans la conduite d'alimentation ; il en résulte une réduction artificielle de la hauteur de chute et, par suite, du débit. L'auteur écrit quelques relations caractéristiques du fonctionnement de l'appareil. Ce régulateur, qui trouve son application de préférence dans les installations à basse pression, nécessite, notamment quand il s'agit de rotors à vitesse lente, une grande hauteur d'aspiration souvent réalisée par élévation de l'eau. Une table des valeurs normales des puissances et des débits correspondants permet de se rendre compte que ce régulateur, sans être idéal, est sensiblement supérieur aux dispositifs dont le principe réside dans une destruction partielle de l'énergie utilisable. L'appareil peut encore s'adapter aux installations dépourvues de réservoir d'eau, si la turbine comporte, en outre, un réglage à la main. Sous certaines réserves, il s'adresse aussi bien aux turbines verticales qu'horizontales. Il convient de noter que l'action, bien que directe, se trouve toujours tant soit peu retardée. — F. B.

621 181. — Considérations critiques au sujet des installations comportant des accumulateurs de chaleur. *E. T. Z.*, 6 septembre 1923, t. XLIV, p. 849-851, 2000 mots, 5 fig. — L'auteur commence par rappeler que les accumulateurs de chaleur connus jusqu'ici peuvent rentrer dans l'une des catégories suivantes : *a*) accumulateurs du type Rateau qui reçoivent irrégulièrement des quantités de vapeur d'échappement provenant, par exemple, des machines travaillant par intermittence ; en raison du petit nombre de calories emmagasinées, ils ne peuvent que faiblement subvenir aux à-coups de l'usine génératrice ; *b*) accumulateurs de vapeur vive qui se mélange à celle des chaudières en cas de besoin ; *c*) accumulateurs de vapeur vive qui, au moment des pointes, amènent aux chaudières leur contenu en eau chaude pour activer la production de vapeur ; *d*) accumulateurs alimentés par la vapeur d'échappement qui peut être renvoyée aux turbines à basse pression quand la fourniture des chaudières devient insuffisante. Ensuite sont proposés un certain nombre de montages considérés comme plus avantageux. De cette étude, on peut tirer les conclusions suivantes : pour augmenter le rendement des machines à vapeur : 1° il faut centraliser les chaudières et les machines motrices ; 2° la chaudière à vapeur ne doit servir que comme un simple appareil générateur de vapeur et il faut renoncer à son remplissage en grand ; 3° la quantité d'eau nécessaire à l'accumulation d'un nombre déterminé de calories doit être versée dans des appareils isolés indépendants des générateurs de vapeur ; 4° pour subvenir aux variations de la vapeur utilisée dans des moteurs, il est préférable d'envoyer aux chaudières l'eau réchauffée par un

L'URANUS remplace le Soleil



Le seul diffuseur breveté scientifique doublant l'effet lumineux d'une lampe demi-watt

SOCIÉTÉ ANONYME **" URANUS "**

Direction générale : 18, rue Drouot, Paris

Téléph. : Gutenberg 55-52

DEMANDER NOTRE CATALOGUE

Dispositif Breveté dans le monde entier

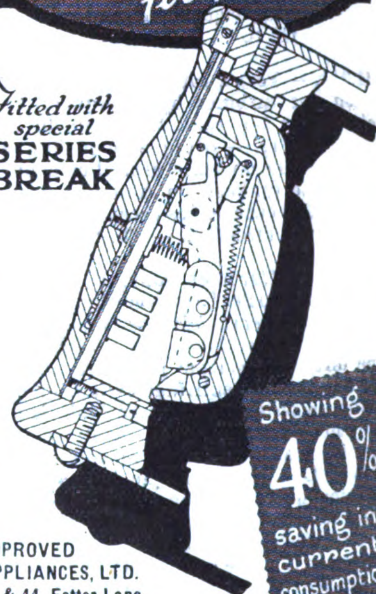
Licences à accorder pour fabrication et vente

GRIP CONTROL SWITCH HANDLES

(DENNYS PATENT Nº 189573)

Safe Economical Fireproof

Fitted with special **SERIES BREAK**



Showing **40%** saving in current consumption

IMPROVED APPLIANCES, LTD.
43 & 44, Fetter Lane,
London, E.C.4.

Pour le contrôle des petites machines électriques perceuses, meules, fers électriques, etc, etc.

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS & DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES & MÉCANIQUES

BUREAUX & ATELIERS : 40, rue d'Aguesseau, BOULOGNE-SUR-SEINE

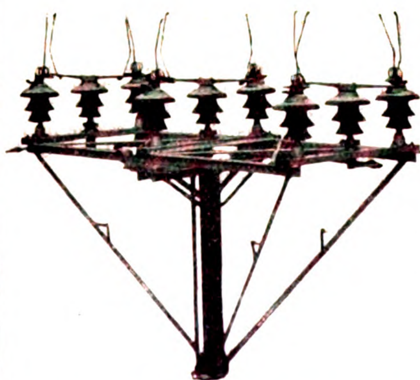
Téléph. : 367 Boulogne — *Reg. Com. :* Seine. Nº 170 761

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE A HAUTE ET TRÈS HAUTE TENSION

TYPE « DELTA STAR »

SPÉCIALITÉ D'APPAREILS POUR L'EXTÉRIEUR

PETITS POSTES ÉCONOMIQUES SUR POTEAUX
jusqu'à 40 000 volts



Interrupteur aérien 45 000 volts monté sur un seul poteau.

accumulateur de vapeur vive; 5° dans le cas d'installations de cuisson à la vapeur, tant que la consommation ne dépasse pas le double de la capacité des chaudières, il est recommandé d'employer un accumulateur de vapeur vive comme dans le cas précédent, mais si la dépense de vapeur est plus grande, il faut prévoir un accumulateur de vapeurs d'échappement; 6° en cas de grandes variations, tant dans la consommation de vapeur chauffante que de vapeur motrice, on intercalera, en avant des générateurs de vapeur, un accumulateur de vapeur vive et, après elle, un accumulateur à vapeur d'échappement pour que l'on soit, au moment des pointes de force motrice, indépendant de la demande de vapeur chauffante et, lors des variations maxima de celle-ci, indépendant de la charge des machines motrices. — Le chauffeur doit modifier la chauffe des chaudières uniquement d'après un tableau de consommation de la vapeur; ce tableau indique les valeurs moyennes de consommation comparées pour les différentes heures de la journée et le chauffeur doit se régler sur elles; en tenant compte de ces règles, on parera toujours à tous les à-coups sans diminuer le rendement, avec des accumulateurs de vapeur de dimensions relativement faibles. — M. H.

621.17 : 662.976 — La combinaison de la force motrice et du chauffage dans les machines à vapeur. *Der elektrische Betrieb*, 24 septembre 1923, t. XXI, p. [illegible], 900 mots, 6 fig., 5 tabl. — Les quelques renseignements donnés dans cet article ont été puisés dans « Gesundh. Ing. », 1922, 2e fascicule, p. 22, ce journal s'étant lui-même borné à résumer une étude très générale de Hottinger. Ils sont destinés à montrer l'intérêt éventuel qu'on peut tirer des machines à vapeur pour le chauffage des ateliers ou autres locaux. Le moyen le plus simple consiste à laisser se chauffer l'eau du condenseur, à moins que l'on ne préfère utiliser un réchauffeur spécial à eau ou à air monté avant lui et constituant une sorte de précondenseur. Les Américains ont imaginé de faire de ce précondenseur un condenseur véritable à surface à refroidissement par l'air; ce procédé présente, en pratique, de sérieuses difficultés et ne paraît pas très recommandable. En règle générale, on obtient de bons résultats en utilisant les vapeurs d'échappement des machines sans condensation, le chauffage se réglant en agissant sur la contre-pression, ou en utilisant la vapeur partiellement détendue des machines à expansion multiple, telles que machines compound, turbines à étages, etc. — E. F.

621.311.21 : 621.349 — Destruction et utilisation des excès d'énergie disponible. *E. u. M.*, 11 mars 1923, t. XLI, p. 187-188, 700 mots. — Le principe, qui a été appliqué à la vapeur, produite à haute pression et détendue utilement pour l'amener à la pression d'utilisation, trouve un champ d'application analogue dans les installations de transport d'eau, qu'il s'agisse de l'eau potable ou des eaux industrielles. Née à Nordhausen, cette idée fut ensuite réalisée à Stuttgart et à Vienne sur une plus grande échelle (1 095 ch installés en 1914) et utilisables en cas d'excès d'eau. A la place des chambres de décharge construites pour permettre de réduire la pression aux points les plus bas de la ville, on a établi six petites stations génératrices qui utilisent la force vive de l'eau des conduites et donnent de l'énergie aux réseaux, continu ou triphasé, de la ville. La principale de ces stations est celle de Mauer qui comporte une turbine prévue pour un débit maximum de 1 200 litres par seconde, et accouplée, de part et d'autre, à une génératrice à courant continu et à un alternateur, correspondant tous deux à la pleine puissance. Le débit étant approximativement constant, on a supprimé tout système de régulation; une installation analogue établie à Serajevo a permis la récupération d'une puissance de 1 000 ch, une autre semblable, appartenant à la ville de Bex, a un débit d'eau total de 60 à 100 litres par seconde, avec conduite forcée de 1 175 m. sur une hauteur de chute de 700 m; la station comporte 3 roues Pelton de 750 ch chacune. Enfin, la station de Los Angeles (Californie) comprend 2 turbines Francis à axe vertical qui, pour un débit de 13,3 m³/s chacune, et une chute de 157 m, donnent ensemble 41 000 ch disponibles; pour éviter de souiller l'eau, le graissage des paliers de ces turbines se fait à l'eau; les turbines sont accouplées directement à des alternateurs de 17 500 kVA. — F. B.

621.187.5 — Mesure de la température de la vapeur dans les installations de force motrice. *E. u. M.*, 15 mars 1923, t. XLI, p. 188, 400 mots. — Pour mesurer la température de la vapeur à l'entrée des machines, il est d'usage d'employer des thermomètres à mercure normaux, placés dans les supports mêmes des tubes. Cette méthode entraîne souvent, notamment quand il s'agit de vapeur surchauffée, des erreurs sensibles qu'on n'ignore nullement, mais qu'on néglige pratiquement, au risque de se faire une idée fausse du fonctionnement de la machine étudiée. Des essais effectués sur une turbine à vapeur surchauffée de 5000 kW ont permis de comparer les résultats indiqués par un thermomètre à mercure, protégé par une gaine d'acier, avec ceux d'un appareil thermoélectrique. L'élément fer-constantan se trouvant, comme le thermomètre normal, placé au centre même du courant de vapeur, les lectures étaient absolument comparables, mais accusaient une différence de 50° à 60° avec celles des thermomètres de la machine placés à la partie supérieure de la soupape, en un point non isolé. On peut donc conclure que l'erreur n'est pas à mettre au compte de l'appareil et qu'il suffit, pour l'éviter, de lui choisir une position convenable. — F. B.

621.184.5 — Les brûleurs à huiles lourdes sans pulvérisation système Kreutzberger et Germain. *Recherches et Inventions*, 1 octobre 1923, t. 4, nouvelle série, p. 14-15, 3500 mots, 1 fig. — Description de la chaudière d'un système de chauffage central par circulation d'eau chaude, muni d'un système de combustion à huile lourde. Cette huile, contenue dans un réservoir surélevé, traverse d'abord un réchauffeur à circulation d'eau chaude provenant de la chaudière elle-même, puis un régulateur de débit commandé par un thermostat analogue à ceux que l'on rencontre déjà dans les appareils similaires. Ce courant d'huile ainsi qu'un courant d'eau traversent un appareil spécial qui les divise, chacun, en deux dérivations rigoureusement égales se rendant au brûleur proprement dit. L'eau a pour effet d'empêcher l'obstruction des rigoles du brûleur, ce qui constitue un perfectionnement pratique sérieux. Ce système, décrit tout au long dans l'article, a été soumis à des essais très variés pendant plusieurs mois et a donné toute satisfaction. Il peut être intéressant de l'employer dans certaines usines. — Y. G.

621.175 — Une installation moderne de condensation. *Electrician*, 3 août 1923, t. XCI, p. 117-118, 1500 mots, 1 fig. — Le rendement d'une station génératrice ne dépend pas seulement de l'équipement des chaudières et de la turbine, mais aussi de l'installation du condenseur; celui qui a été installé dernièrement à Leeds sur un turbo-alternateur de 12000 kW est intéressant à plusieurs points de vue. Cet appareil est établi pour condenser 100000 kg de vapeur par heure et son poids est d'environ 110 t. La partie supérieure est en forme de caisse portant trois ouvertures sur l'un des côtés; pour l'eau de circulation, des vannes permettent de régler la quantité et la répartition de cette eau. La partie centrale constitue le condenseur; la vapeur arrive d'un côté, l'autre côté est relié aux pompes à air, au nombre de deux et une pompe d'extraction complète cette partie de l'installation. La circulation de la vapeur entre les tubes est particulièrement étudiée; les plaques de fond où sont fixés les tubes sont en laiton d'environ 25 mm d'épaisseur; les tubes sont en laiton également et leur diamètre intérieur est égal à 25 mm. La base du condenseur forme réservoir pour l'eau de circulation. L'ensemble est construit en plaques de fonte de fer fortement nervées pour résister à la pression extérieure. L'extraction de l'air est effectuée au moyen d'éjecteurs à vapeur du type Delas, au nombre de trois dont un de réserve, deux étant largement suffisants pour

assurer le service. Les pompes d'extraction sont du type multi-cellulaire; l'une d'elles est entraînée par un moteur électrique, l'autre, par une turbine de 100 ch tournant à 1500 t: mn. — E. B.

621.175 : 621.187.3 — Du nettoyage des tubes de condenseurs. *Der elektrische Betrieb*, 10 septembre 1923, t. XXI, p. 105, 600 mots. Résumé d'un article de A. Sauermann, publié dans *Glückauf*, 5 mai 1923. — *Nettoyage mécanique.* Le goupillon à tige creuse de la firme H. Ohler et Cie, Essen, comporte une tête conique munie de six grattoirs et de deux ouvertures latérales pour le débouché de l'eau sous pression. La commande se fait par moteur électrique et accouplement flexible. Il faut deux hommes pour servir cet appareil. Le nettoyage mécanique complet d'un condenseur est toujours assez long et nécessite, en général, plus d'une journée. — *Nettoyage chimique.* Le procédé classique qui consiste à abandonner, pendant une certaine période, le condenseur à l'action de l'acide chlorhydrique dilué présente des inconvénients bien connus. Il paraît préférable d'opérer par lavage (procédé Borg). La solution est aspirée dans un bac, refoulée dans le condenseur et ramenée au bac par une deuxième canalisation. Le travail se renouvelle suivant le même cycle. Une tubulure, fixée à la partie haute du condenseur, assure le départ des gaz. Si l'on redoute l'action corrosive des solutions acides, on emploiera des liqueurs alcalines, mais elles sont moins efficaces. Le nettoyage chimique est moins brutal que le nettoyage mécanique et plus facile à surveiller. On risque moins de détériorer les tubes. Autre avantage des plus intéressants, l'opération ne demande que quelques heures. — E. F.

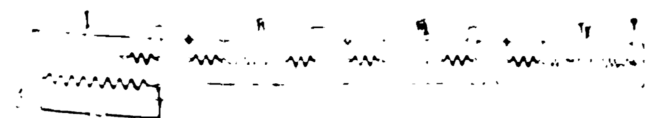
621.312.2 — Un générateur asynchrone peut-il fonctionner seul? G. Bexischke, *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 813-814, 1500 mots. — L'auteur met au point les conditions dans lesquelles un alternateur asynchrone peut travailler indépendamment de tout alternateur synchrone. Le générateur synchrone possède un circuit d'excitation parcouru par un courant continu et sa fréquence est égale au produit du nombre de ses tours par celui des paires de pôles. Dans l'alternateur asynchrone, le circuit d'excitation est parcouru par le courant du réseau, sa fréquence n'est pas égale au produit du nombre de tours par celui des paires de pôles et il ne peut fournir de courant que s'il est entraîné à une vitesse supérieure à celle du synchronisme. Celui-ci est déterminé par le nombre de paires de pôles du générateur et la fréquence du réseau auquel il est relié, cette fréquence établissant la vitesse du champ primaire. Pour que la fréquence du réseau soit fixée, il faut qu'il soit alimenté par un générateur synchrone au moins, et comme la fréquence du courant fourni par l'alternateur synchrone est égale à celle du réseau, il s'ensuit que celle-ci est inférieure au produit du nombre de tours par le nombre de paires de pôles. Si deux alternateurs, l'un synchrone et l'autre asynchrone, alimentent un moteur synchrone sous-excité, la mise hors circuit du générateur synchrone entraîne l'arrêt du moteur, car l'alternateur asynchrone n'est plus excité. Si, par contre, le moteur est surexcité, c'est-à-dire si le courant qu'il absorbe est déphasé en avant, il continue à tourner, à condition que sa charge ne soit pas trop considérable. L'alternateur en effet, ne cesse pas de fournir du courant, car il se met à fonctionner comme générateur synchrone : par suite de la réaction d'induit, le courant déphasé en avant continue à exciter la machine dans le même sens et la fréquence est égale au produit du nombre de tours par celui des paires de pôles. La force électromotrice de la machine est d'autant plus élevée que la composante déphasée en avant est elle-même plus grande par rapport à la composante wattée, c'est-à-dire que le moteur est plus excité. Si, au lieu d'un moteur synchrone, on a un condensateur, le courant est complètement déphasé et réactif, abstraction faite des pertes diélectriques, de sorte que l'excitation, par suite de la réaction d'induit, est encore plus forte. Dans ce cas, une auto-excitation est de prime abord possible sans intervention d'alternateur synchrone si le fer de la machine a conservé un peu de magnétisme rémanent. La force électromotrice est alors évidemment très faible. Le courant déphasé par suite de la présence du condensateur détermine une excitation de la machine et sa tension s'élève jusqu'à la limite que fixe la réaction d'induit. — A. M.

621.312.17.536.53 — Détermination de la température des enroulements à l'arrêt d'une machine, par extrapolation. J. Goldstein, *Bull. A. S. E.*, juin 1923, t. XIV, p. 332-333, 700 mots, 1 fig. — Soit c, la chaleur spécifique moyenne des enroulements ; G, la masse de ces derniers ; δ, la différence moyenne de température entre l'enroulement et le milieu ambiant ; S, la surface de refroidissement ; k, le coefficient de refroidissement ; t, le temps. Si $d\delta$ est une variation de température survenue pendant le temps dt, on a loi de Newton : $cG\,d\delta = -kS\delta\,dt$. L'auteur tire de cette formule, par intégration, l'équation de la courbe de la variation de la température en fonction du temps. Il est facile de la relier à la courbe des variations de résistance correspondantes. En relevant toutes les une ou deux minutes la résistance pendant quinze minutes environ, et en traçant la courbe suivant les indications de l'auteur, on en déduit par extrapolation la température initiale. L'auteur rappelle, accessoirement, qu'il doit être tenu compte, dans la mesure des températures par variation de résistance, de la constante de temps de l'enroulement. Dans certains cas particuliers, cette constante peut en effet atteindre quelques minutes. — L. C.

621.312.00.2 — La construction des grandes machines électriques (coup d'œil rétrospectif sur la période des dix dernières années). K. Sachs, *E. u. M.*, 2 septembre 1923, t. XLI, p. 505-511, 11000 mots, 19 fig. — Les principaux perfectionnements concernent les machines à courant alternatif travaillant en régime synchrone ou asynchrone. Ces perfectionnements ont surtout porté sur la question de l'isolement des conducteurs et sur celle de l'aération qui lui est apparentée. Malgré le grand nombre de procédés d'isolement (bobines enduites d'une mixture isolante ou compoundées, emploi de bandes et de feuilles de mica, interposition de papier, feuilles d'étain mises à l'intérieur de la gaine isolante, etc.), on n'est pas arrivé à éliminer complètement les poches d'air. — La difficulté du problème de l'aération consiste surtout en ce qu'il n'est pas possible de déterminer exactement la répartition de la chaleur dont les sources sont diverses. Ni la ventilation axiale, ni la ventilation radiale, ne constituent des moyens absolument efficaces avec les valeurs actuelles de l'échauffement. C'est le système mixte (pénétration axiale de l'air aux deux extrémités et évacuation radiale) qui jouit de la faveur des constructeurs. En Allemagne, on perce le stator de deux rangées concentriques de canaux axiaux, mais il en résulte une disproportion entre le volume d'air évacué et celui, supérieur, qui est amené; aussi, les Anglais règlent-ils la répartition du courant réfrigérant en déterminant convenablement le nombre et la disposition relative des canaux radiaux et axiaux. Pour le refroidissement du stator de certaines machines, on fait passer de l'air (ou de l'eau) par l'intérieur de la barre conductrice, l'évacuation ayant lieu à travers un canal radial unique. M. Seidner a proposé le refroidissement par l'huile appliqué de la façon susdite soit au stator seul, soit au stator et au rotor. Le système de ventilation des machines à marche lente entièrement cuirassées est à peu près le même que celui adopté pour les turbogénératrices ; les modèles cuirassés partiellement de puissances moindres n'exigent pas de solutions spéciales. — Parmi les rotors pour turbogénératrices, ceux à pôles saillants deviennent rares. La fabrication de rotors présentant une résistance mécanique partout égale est délicate. L'emploi d'alliages à cristallisation lente a marqué un sérieux progrès, de même que l'emploi de l'acier chrome-nickel, lequel a augmenté la contrainte de rupture jusqu'à 50 kg : mm². Dans la technique récente, on a cherché surtout à introduire des améliorations dans les parties centrales du

rotor à cet effet on aménage dans le corps de la pièce, des encoches axiales ; très souvent, on perce la pièce au centre, de part en part, de façon à pouvoir procéder à l'amélioration des régions intérieures. — Dans les grands turboalternateurs, on divise parfois les barres conductrices en vue de réduire les courants de Foucault ; on forme des coudes le long de chaque conducteur individuel ou bien on dispose celui-ci obliquement (Société alsacienne de Constructions mécaniques). En vue de réduire les efforts sur ces parties au moment de la mise en court-circuit, le meilleur moyen consiste à augmenter les fuites du stator ; la solution la plus audacieuse, convenant à de très grosses unités, est celle de la société précédente. Dans le domaine des génératrices à faible allure commandées par turbine hydraulique, l'apparition des paliers Michell et Kingsbury a contribué puissamment à donner aux machines à arbre vertical un regain d'actualité. L'assemblage des noyaux polaires avec la couronne qui les porte est principalement en queue d'aronde quand les pôles sont d'une seule pièce ; dans le cas des pôles feuilletés, les ateliers Oerlikon enserrent les paquets de tôles successifs entre des flasques se prolongeant vers l'arbre en des appendices clavetés sur les tôles de la couronne. Quant à la pièce polaire, on la fait avantageusement d'un seul jet avec un manchon intérieur se vissant sur le noyau polaire ou y étant fixé par vis à têtes noyées. — Dans la question de l'épuration de l'air servant à la ventilation, on semble préférer le système du circuit fermé au système à filtres, bien que l'introduction d'air frais ait l'avantage de permettre, en hiver, l'élévation de la charge supportée par la machine. La dynamo à courant continu perd du terrain de jour en jour ; accouplée à des turbines, elle n'est utilisée que dans certains cas particuliers. — Les commutatrices, surtout celles à fréquence élevée, se sont développées depuis l'introduction des pôles auxiliaires. La principale difficulté est leur mise à l'abri des courts-circuits. On construit aujourd'hui des interrupteurs agissant 0,005 s après l'apparition de la cause, c'est-à-dire bien avant l'instant du maximum. La Société anonyme Brown-Boveri, considérant que la cause du mal réside précisément dans les noyaux de fer dont sont pourvus les pôles auxiliaires, a simplement éliminé ces noyaux. L'avenir de la commutatrice dépend de l'issue, — au point de vue durée, — du combat que lui livre le redresseur à vapeur de mercure. Quant aux moteurs d'induction, leur puissance ne s'est guère accrue ; l'exiguïté de l'entrefer constitue une gêne à l'augmentation de la longueur axiale. Les plus grosses unités (jusqu'à 30000 ch) sont celles construites en Amérique et destinées à la propulsion des navires ; elles sont à cage d'écureuil. — Th. S.

621 314. — Une nouvelle disposition des transformateurs montés en cascade ; B. Ougrimoff. *Electritchestvo*, n° 5-6, 1923, t. 1 nouvelle série, p. 207-208, 1 700 mots, 3 fig. — Le Dr Fischer, de Dresde, a conçu une disposition intéressante des transformateurs montés en cascade selon le principe Dessauer. Schématiquement, la disposition se présente ainsi : Un seul des éléments de la série est un vrai transformateur à enroulements primaire et secondaire indépendants ; les autres éléments sont des auto-transformateurs. L'extrémité du secondaire dans le transformateur I (fig. 1)

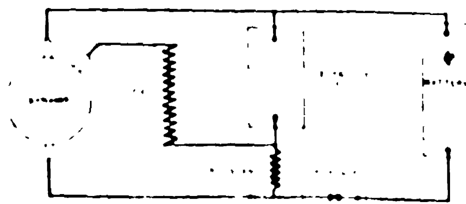


621.314. — Fig. 1. Schéma de la batterie de transformateurs en cascade.

est reliée à la masse et mise à la terre. L'extrémité opposée du même enroulement possédant quelques spires de gros fil et servant à exciter l'autotransformateur II ; celui-ci est également pourvu, à son extrémité attenant à l'autotransformateur III, de spires excitatrices et agit sur ce dernier comme le transformateur I agissait sur l'autotransformateur II ; les éléments III et IV sont construits d'une façon identique. A mesure que l'on progresse dans la série, la tension aux bornes croissant sans cesse, l'isolement des bacs devient de plus en plus soigné. Les ateliers Koch et Sterzel construisent en grand nombre des batteries de ce genre. Une batterie de 1 000 000 v constituée par deux groupes de quatre transformateurs donne une étincelle d'une longueur de 2,5 m. Des dispositions spéciales sont adoptées dans la construction en vue de limiter les champs intenses et d'éviter les effluves en forme de couronne. — Th. S.

621 355 00 45 003. — L'aspect financier de l'entretien des batteries d'accumulateurs. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 703-711, 2200 mots. Analyse d'un article de B. Thierbach, publié dans *E. T. Z.*, 14 juin 1923, t. XLIV, p. 563-565, 4000 mots.

621 311 75. — Le régulateur électrolytique pour dynamo et batterie d'accumulateurs. *Electrical Review*, 12 octobre 1923, t. XCIII, p. 558, 900 mots, 1 fig. — Ce régulateur a été étudié spécialement pour l'éclairage des automobiles ; la dynamo génératrice tourne, dans ce cas, à une vitesse variable et, en même temps, la batterie avec laquelle elle marche en parallèle peut être complètement déchargée ou complètement chargée ; il faut donc prévoir un dispositif de réglage automatique de la tension ; en général, ce dispositif est électromécanique ; le système décrit dans l'article est entièrement différent. Le régulateur électrolytique con-

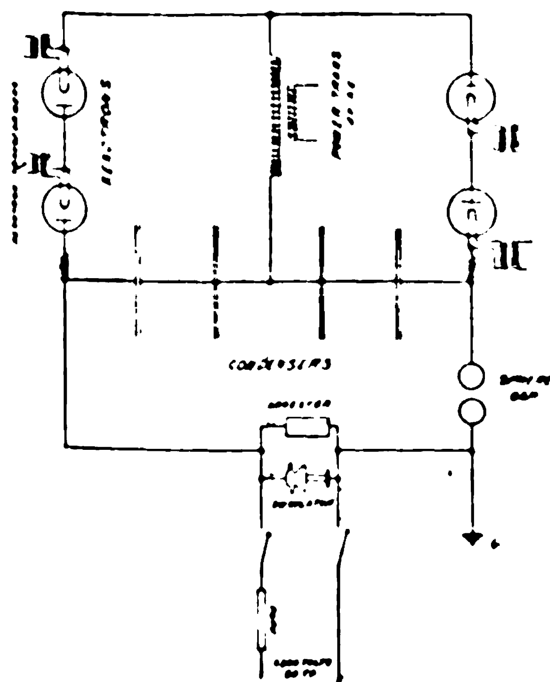


621.311.75. — Fig. 1. Connexions d'une dynamo avec son régulateur électrolytique pour la charge des batteries servant à l'éclairage des automobiles. Cut out, interrupteur ; Field, champ ; Electrolytic cell, cuve électrolytique.

siste en un certain nombre de plaques de tôle d'acier immergées dans une solution alcaline ; ces plaques sont connectées en groupes positifs ou négatifs et les groupes des différents compartiments sont mis en série, exactement comme le sont les plaques d'une batterie ; ainsi, pour une batterie de 12 v, il y a six compartiments en série ; sous l'action du courant, l'eau est décomposée et la tension se trouve ainsi maintenue à 12 v. Le régulateur est connecté, comme le montre la figure 1, en parallèle avec la batterie. Si la tension est inférieure à 12 v, le régulateur n'est parcouru par aucun courant et la batterie se charge ; si la tension est supérieure, le courant est dérivé dans le régulateur et la batterie ne reçoit pas de surcharge. Il est simplement nécessaire de remplacer l'eau décomposée par le passage du courant ; les plaques d'acier ne sont pas attaquées chimiquement et leur durée peut être très grande. Grâce à l'emploi de ce régulateur, la batterie est toujours chargée et sa tension ne peut s'élever au-dessus d'une limite parfaitement déterminée. Le système peut être employé avec une dynamo à trois balais et n'introduit aucun changement, ni à la dynamo, ni à la batterie. — E. B.

621 315 15. — Éléments fondamentaux de la protection contre la foudre ; E. E. Berger. *G. E. R.*, septembre 1923, t. XXVI, p. 608-611, 1 800 mots, 8 fig. — L'article est la description des essais effectués au laboratoire de Schenectady de la General electric Co. devant la sous-commission des

appareils de protection de l'American Institute of electrical Engineers. On sait, (voir *G. E. R.*, novembre 1921), que la General electric Co a construit un ensemble de matériel produisant des effets qu'on peut estimer très semblables à ceux des décharges atmosphériques ; c'est à l'aide de ce matériel que furent effectués les essais en question. La première série d'expériences a eu pour but de montrer la puissance, l'énergie et la tension du circuit d'essai (fig. 1), on a obtenu facilement une décharge superficielle sur un isolateur à 15 000 v ; le fusible, placé dans le circuit de décharge, était calibré pour 5 A. Il s'est simplement échauffé, bien qu'on estime à 5 000 A le courant décharge. Ainsi, l'énergie mesurée par la chaleur développée doit être très faible. Cet essai montre que des parafoudres protégés contre les décharges à basse fréquence en service normal, par des fusibles en série, sont capables



621 315 15 — Fig. 1. Schéma montrant le parafoudre et l'isolateur connectés dans le circuit de décharge du générateur de décharges.

Kenotron transformers, transformateurs de kénotrons pour le chauffage de leurs filaments ; Power transformer, transformateur de puissance, 140 volts ; Sphere gap, éclateur à sphères ; Arrester, parafoudre ; Fuse, fusible ; Condensers, condensateurs.

de décharger un courant d'une grande intensité pendant la durée de la décharge atmosphérique sans que leurs fusibles soient détruits. La seconde série d'expériences fut une démonstration de l'importance du débit de la décharge, mesuré en ampères. Plus il est intense, meilleur est le parafoudre ; d'ailleurs, le débit est affecté par l'impédance du trajet offert à la décharge. Un parafoudre à cellules d'aluminium, à 2 300 v, à grand débit, a pu protéger l'isolateur 15 000 v ci-dessus qui avait déjà subi une décharge superficielle. On remplaça le parafoudre à cellules par l'ensemble connu : cornes et résistance liquide ; ce dernier appareil a une capacité de décharge beaucoup plus faible ; avec lui, on ne put empêcher l'amorçage d'un arc sur l'isolateur, arc qui court-circuita la ligne à 2 300 v, 60 p. s. Ici le fusible de 5 A fondit rapidement. On rechercha l'effet de la résistance sur l'allure de la décharge et on essaya successivement le parafoudre à cellules, d'abord seul, puis en série avec des résistances de 25, 50 et 100 ohms. On en a conclu que la résistance en série diminue le régime de décharge et rend l'appareil moins efficace. Un autre groupe d'essais a montré l'importance de l'installation du parafoudre tout près de l'appareil à protéger. — P. V.

621 311.75. — Le développement des inductances shuntées pour la limitation de l'intensité ; F.-H. Kierstead. *G. E. R.*, août 1923, t. XXVI, p. 560-564, 3 000 mots, 5 fig. — Dès le début de l'électrotechnique, on a reconnu le rôle important joué par la résistance d'un circuit dans la réduction des surtensions. Le mot résistance est pris ici dans son sens le plus large et comprend la résistance en série et la résistance de shuntage d'un circuit. Une surtension s'amortit du fait de l'énergie absorbée dans la résistance du circuit. D'un autre côté, il est intéressant de réduire les pertes d'un circuit au minimum. Le problème était donc de trouver un mode d'absorption de l'énergie destructive due à une perturbation, sans, pour cela, absorber l'énergie utile produite. Une résistance shuntant une inductance possède cette propriété. Durant le régime normal, la tension aux bornes de l'inductance et de la résistance est très faible et l'énergie absorbée par la résistance est infime. D'autre part, les perturbations se produisent généralement à haute fréquence ; donc, la tension entre bornes de l'inductance et aussi aux bornes de la résistance devient élevée. L'énergie absorbée, de caractère destructif, est ainsi importante. On voit donc que la résistance de shuntage possède une propriété sélective, absorbant de grandes quantités d'énergie destructive et fort peu d'énergie utile. Dans les usines modernes, où tous les feeders partant des barres omnibus sont équipés avec des inductances de limitation d'intensité, toute perturbation qui se développe à l'usine génératrice produisant des ondes dangereuses, est arrêtée par les inductances et dissipe son énergie en élevant la tension aux barres. Si, au contraire, chaque inductance est shuntée par une résistance relativement élevée comparée à l'impédance transitoire du feeder, toute surtension provenant de l'extérieur se trouve largement renvoyée sur la ligne, où elle se dissipe ; la faible portion non réfléchie est absorbée par la résistance ; si la surtension provient de l'intérieur, elle trouvera un passage relativement facile à travers les nombreuses résistances de shuntage des inductances des feeders et ira se dissiper le long de la ligne. L'auteur signale que des essais systématiques ont été effectués récemment sur un réseau en exploitation, avec et sans résistances de shuntage ; il en est résulté que le shuntage abaisse la tension subie par les transformateurs à moins de 70 pour 100 de la valeur qu'elle aurait prise sans résistances. De nombreux essais de laboratoire ont également été effectués sur cette question (voir : Tensions dans les inductances, F.-H. Kierstead et R. Muker, *Transactions of the A. I. E. E.*, 1920). L'auteur cite la bibliographie suivante sur la question : *General electric Review*, juillet 1921, article de G. Faccioli et H.-G. Brinton ; rapport de 1921 du comité de l'Appareillage électrique de la National electric Light Association, par P. Steinmetz, G. Faccioli et W. Peck ; *Elektrotechnische Zeitschrift*, 20 février 1913, par le professeur W. Petersen. — P. V.

621 311 74 — Le courant produisant la soudure dans les interrupteurs dans l'huile ; G.-L. Metz. *Electrical Review*, 7 septembre 1923, t. XCIII, p. 343-345, 1 800 mots, 2 fig. — L'auteur estime qu'un des problèmes les plus importants concernant les interrupteurs dans l'huile est le pouvoir de rupture. Celui-ci s'exprimait autrefois en kilovolts-ampères, mais on a tendance maintenant à adopter la pratique continentale de le déterminer en indiquant le courant maximum que l'interrupteur peut couper et supporter pendant un temps donné. Parmi les facteurs limitant le pouvoir de rupture d'un interrupteur, c'est l'échauffement qui intervient en premier lieu. C'est de lui que l'auteur s'occupe dans l'article et il donne une formule simple permettant de déduire le courant qui produirait la soudure dans les interrupteurs, pendant le court instant qui s'écoule entre la formation d'un court-circuit et son fonctionnement. L'auteur établit d'abord la forme de la courbe du courant en fonction du temps lorsqu'un alternateur est mis en court-circuit, courbe qui est une expo-

pertielle le courant décroissant d'une valeur maximum jusqu'à la valeur du courant constant de court-circuit. Quant à la formule donnant le courant limite du pouvoir de rupture d'un interrupteur, elle est

$$I = \sqrt{\left(\frac{i\, c\, m\, \theta}{R}\right)},$$

où , calories par seconde correspondent à 1 watt, c, à la chaleur spécifique du cuivre ,3 calories par livre anglaise ; m à la masse de cuivre soumise à l'échauffement, en livres ; θ, à l'élévation de température, en degrés centigrades ; R, à la résistance de contact des contacts de rupture. L'auteur donne dans l'article une application numérique de la formule avec détermination du courant permanent de court-circuit équivalent, au point de vue échauffement, à la valeur donnée par la formule. — J. S.

621.311.7. — Guide pour la protection des installations électriques à courant alternatif contre les surtensions. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 848-860, 11 000 mots, 10 fig. — Cet article reproduit le guide établi par le groupe « protection contre les surtensions » de la commission pour les appareils à haute tension et la protection contre l'incendie et les surtensions, de l'Association suisse des Électriciens et de l'Union des Centrales suisses d'Électricité. Ce guide expose, dans une introduction, l'état actuel de nos connaissances sur les surtensions qui peuvent avoir lieu dans un réseau, où la self-induction et la capacité donnent naissance, le plus souvent, à des ondes à front raide, de charge et de décharge qui cheminent et se réfléchissent le long du réseau. Les origines de ces surtensions ainsi que les moyens que l'on possède aujourd'hui pour les éviter ou y remédier y sont amplement détaillés. Les divers modes de protection convenant à chaque genre de surtension sont résumés dans un tableau et la littérature concernant cette question si importante est rassemblée en une longue liste de références bibliographiques.

621.311.7. — La protection contre les surtensions dans les installations à courant alternatif suivant la nouvelle « Formule de conseils » du S. E. V. ; W. Kummer. *Schweizerische Bauzeitung*, 15 septembre 1923, t. LXXXII, p. 135-138, 2 000 mots, 2 fig. — L'Association des Électriciens suisses S. E. V. vient de donner sa complète approbation aux nouvelles directives Wegleitung concernant la protection des installations à courant alternatif contre les surtensions, travail qui lui avait été présenté par le groupe « Protection contre les surtensions » de la « Commission d'appareillage à haute tension, protection contre les incendies et les surtensions ». Les nouvelles directives tiennent compte des progrès réalisés au cours de ces dernières années et présentent relativement aux travaux antérieurs, en particulier le « Rapport sur la protection des installations électriques contre les surtensions » pour 1910, beaucoup d'idées neuves. Elles préconisent l'accroissement de la résistance d'isolement des enroulements des machines et transformateurs et donnent d'excellents conseils sur l'emploi des divers procédés de mise à la terre. Il n'y a pas bien longtemps encore, on ne considérait dans une ligne, au point de vue qui nous occupe, que la capacité et l'induction, et tout le problème se résolvait en pratique par la modification artificielle de ces deux quantités. On connectait à l'entrée des machines des bobines dont l'effet amortisseur semblait devoir donner toutes garanties. La précaution n'était pas suffisante, surtout avec l'accroissement des puissances et des tensions actuelles ; force fut de recourir à un meilleur isolement des enroulements des récepteurs. Il devenait en outre nécessaire de pouvoir leur faire subir des essais sérieux. Jusqu'alors, on se contentait de soumettre l'enroulement, portant en son centre un bloc métallique, à une tension égale à deux ou trois fois sa tension de régime. En réalité, on n'éprouvait ainsi que l'isolant entre l'enroulement et le bloc, et non pas l'isolation entre les diverses spires, la seule intéressante. Il était donc bien préférable de chercher à reproduire les phénomènes réels, méthode indiquée et appliquée par Böhm et dont s'est inspirée le Verband deutscher Elektrotechniker. Le S. E. V. opère d'une façon un peu différente et a adopté un procédé de la maison Brown Boveri et Cie de Bade. Les ondes sont obtenues par mise à la terre. Cette reproduction d'un accident particulièrement néfaste a l'avantage de se prêter à l'emploi de très hautes tensions et de ne nécessiter qu'une installation des plus simples. L'un des pôles du transformateur en essai est mis à la terre par l'intermédiaire d'un éclateur à boules à dispositif de soufflage. L'autre ou les autres pôles sont montés en parallèle sur une résistance. Outre un bon isolement, il est certaines autres mesures de sécurité à prévoir et sur lesquelles s'est portée l'attention du S. E. V. Les nouvelles instructions délimitent d'une façon rigoureuse le champ d'application des bobines d'extinction et des mises à la terre, avec ou sans résistance, du point neutre. Elle recommande aussi l'intercalation d'appareils enregistreurs dans tous les circuits de terre. Au point de vue rédaction, le nouveau guide comprend, après une introduction de H. Sbait, divers chapitres consacrés aux phénomènes de surtension, aux mesures propres à les prévenir et au choix des appareils de protection. Ce travail vient à son heure, étant donné que tout ce qui a paru antérieurement sur la question est déjà trop ancien et, par suite, dénué de toute valeur. Voir *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 848-860. — E. F.

621.311.7. — La protection contre les surtensions ; H.-W. Towne. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1053-1054, 500 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.311.77. — Protection par relais d'un grand réseau à haute tension. F. Doane. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1050-1053, 1 200 mots, 1 fig. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.311.77. — Un nouveau dispositif de relais temporisé. J. Reyval. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 809-813, 3 000 mots, 6 fig. — Après avoir rappelé succinctement les différentes qualités que doivent présenter les appareils de protection contre les surintensités, l'auteur donne la description détaillée d'un nouveau relais temporisé répondant à ces desiderata que construit la Société française d'Électricité A. S. E. A.

621.311.73. — L'expérience américaine en ce qui concerne les disjoncteurs dans l'huile ; J.-B. Mac Neill. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 883-885, 1 500 mots, 7 fig. Rapport présenté à la première section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14.00.42.44. — Réglementation technique des lignes de transport d'énergie électrique à très haute tension en France. Paul Meyer. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1001-1007, 4 000 mots, 6 fig. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14.00.42. — Sur la réglementation étrangère des lignes de transmission d'énergie électrique à très haute tension. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1007-1013, 4 500 mots, 2 fig. Rapports présentés à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

PARIS. — SOC. GLE D'IMP. ET D'EDIT. 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.53. — **Perte d'énergie des rayons cathodiques en passant à travers des feuilles métalliques**; H.-M. Terrill. *Phys. Rev.*, août 1923, t. XXII, p. 101-109, 1600 mots, 2 fig., 3 tab. — L'appareil de Whiddington a été modifié pour obtenir un faisceau de rayons homogènes, en adaptant une cathode de Coolidge dans un tube à vide élevé et en l'excitant par un courant redressé à haute tension. Après avoir traversé la feuille métallique, le faisceau électronique est dévié par le champ magnétique d'un solénoïde et étalé en bande large, dont une petite section, déviée de 30°, passe à travers la fente fixe d'un cylindre de Faraday, relié à un électroscope. En faisant varier le courant du solénoïde, on a obtenu les courbes d'énergie et, pour chaque cas, on a déterminé la perte la plus probable d'énergie au point maximum. On a étudié des feuilles laminées de Ag, Al, Au, Be, Cu pour des tensions de 25 à 51 kv qui donnent des rayons ayant des vitesses de 9×10^9 à $19,6 \times 10^9$ cm : s. Les résultats s'accordent avec la formule de vitesse de J.-J. Thomson, $v_0^4 - v_x^4 = a\,x$, où x est l'épaisseur et a, une constante telle que $\frac{a}{\rho} = 5,05 \times 10^{42}$ approximativement, ρ étant la densité du métal. La formule correspondante des tensions est :

$$V_0^2 - V_x^2 = b\,x \quad \text{avec} \quad \frac{b}{\rho} = 0,40 \times 10^{12}. \qquad (1)$$

Une table donne les résultats pour l'aluminium avec 0,00031 et 0,00062 cm d'épaisseur. La valeur moyenne de b trouvée est $1,1 \times 10^{12}$, ce qui correspond à une valeur de a de $1,4 \times 10^{43}$. Cette valeur de a est considérablement plus grande que celle trouvée par Whiddington, $0,732 \times 10^{43}$, mais elle concorde avec celle de Bohr déduite de considérations théoriques. La valeur de a obtenue par Widdington pour l'or est $2,54 \times 10^{43}$. Bohr a trouvé $5,6 \times 10^{43}$. Les valeurs de $\frac{b}{\rho}$ déterminées par les essais de l'auteur varient de $0,39 \times 10^{12}$ à $0,46 \times 10^{12}$: ce rapport est donc pratiquement constant ce qui démontre que b est proportionnel à la densité. Le mica donne sensiblement les mêmes résultats que l'aluminium. Toutefois, ces observations sont plus sujettes à caution, car il est difficile d'obtenir le mica en épaisseur très faible et surtout en épaisseur uniforme. Mais comme la densité du mica est à peu près celle de l'aluminium, on a une vérification de la loi $\frac{b}{\rho} = C^{te}$. Il est possible que b dépende du nombre d'électrons par centimètre cube, qui n'est pas exactement proportionnel à la densité. Si on appelle σ ce nombre, on a

$$\sigma = \frac{\text{densité} \times \text{nombre atomique}}{\text{poids atomique}}.$$

On a d'ailleurs obtenu des valeurs de $\frac{b}{\sigma}$ à peu près constantes, mais elles le sont moins que celles de $\frac{b}{\rho}$. — C. F.

539 11 : 537.1. — **Les valeurs des moments électriques des atomes et leur relation avec d'autres grandeurs**; R.-D. Kleeman. *Journal of the Franklin Institute*, octobre 1923, t. CXCVI, p. 479-493, 4000 mots, 5 tab., 1 fig — Puisqu'un atome se compose d'un certain nombre d'électrons distribués autour d'un noyau positif, son effet électrique sur un point éloigné sera équivalent à celui d'un doublet électrique. L'attraction ou la répulsion entre deux atomes ou molécules, de moment électrique M correspondant à la distance moyenne de séparation Z des molécules de la matière, est donnée par

$$\psi(Z, T) \cdot \frac{M^2}{Z^4},$$

où la fonction $\psi(Z, T)$ exprime l'effet de la collision moléculaire sur l'attraction moléculaire : l'auteur a déduit d'expériences variées que l'attraction entre deux molécules serait donnée par

$$\Phi\left(\frac{Z}{Z_c}, \frac{T}{T_c}\right) \frac{(\Sigma_{ca})^2}{Z^5},$$

où Σ_{ca} indique la somme d'un certain nombre de constantes atomiques, chacune de ces constantes étant approximativement proportionnelle à la racine carrée du poids atomique de l'atome auquel elle se rapporte: Z_c est la distance de séparation des molécules au point critique et T_c la température critique. La fonction Φ ne semble pas beaucoup varier avec Z ou T. Il découle de là, que le moment électrique d'un atome est proportionnel à la racine carrée de son poids atomique et que le moment d'une molécule est égal à la somme des moments des atomes. Ceci expliquerait, comme l'auteur l'a montré, la loi de la puissance d'arrêt de la particule α. Il découle également de la loi ci-dessus, que l'effet de la collision moléculaire, en modifiant la loi de l'inverse de la quatrième puissance, est représenté par le facteur

$$\Phi\left(\frac{Z}{Z_c}, \frac{T}{T_c}\right) \frac{1}{Z}$$

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers'Association*-Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.* *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* **du 7 janvier 1922, fascicule** *Documentation*, **p. 1 D et 2 D.**

dans la loi de l'attraction moléculaire. L'auteur, prenant le cas des liquides, rappelle qu'il a été prouvé que, si l'attraction entre deux molécules ou atomes est donnée par $\frac{K_1}{Z^5}$ (Z, distance de séparation; K, constante), la chaleur interne de vaporisation, en ergs par gramme, dans le cas particulier où la vapeur obéit aux lois des gaz, est donné par

$$L = 1{,}58 \frac{\rho_1^{\frac{1}{3}}}{m_a^{\frac{5}{3}}} K_1;$$

ρ_1 est la densité et m_a, la masse absolue d'un atome ou d'une molécule. Après avoire montré que

$$K_1 = 4 M^2,$$

l'auteur trouve qu'à la température du zéro absolu, on a

$$L_0 = 8{,}42 \frac{\rho_0}{m_a^2} M^2.$$

D'autre part, la valeur de L_0 peut être obtenue par extrapolation de l'équation

$$L = (\rho_1^2 - \rho_2^2) K_3$$

donnée par Batschinski, où ρ_1 est la densité du liquide, ρ_2 celle de la vapeur La constante K_3 s'obtient en appliquant l'équation à la matière pour une température à laquelle ρ_1 et L sont connus, L_0 étant donné par

$$L_0 = \left(\frac{\rho_0}{\rho_1}\right)^2 L.$$

Une table de valeurs de L_0 et L en calories donne les valeurs correspondantes de M_1 et permet de conclure que le moment électrique d'une molécule est égal à la somme des moments de ses atomes et que le moment d'un atome est proportionnel à $N^{\frac{2}{3}}$, N étant le nombre atomique. On a trouvé

$$M_a = 10^{-19} N^{\frac{2}{3}}$$

pour l'atome et

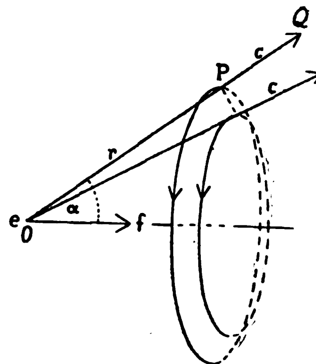
$$M_1 = 10^{-19} \Sigma N^{\frac{2}{3}} \text{ pour la molécule.}$$

En partant de ces résultats, l'auteur trouve que la distance de séparation X des charges électriques dans le doublet représentant l'atome, est égale à

$$2{,}09 \times 10^{-10} N^{-\frac{1}{3}} \text{ cm.}$$

En appliquant ce résultat à l'hydrogène où $N = 1$, on voit que la distance est plus petite que le diamètre de l'atome qui est de l'ordre de 10^{-8} cm. Selon les expériences de Bohr, la distance de l'électron au noyau est $0{,}53 \times 10^{-8}$ cm. Ainsi, pour que l'atome puisse se comporter comme un doublet électrique, il faut que le noyau n'occupe pas le centre de la trajectoire de l'électron, mais un point à la distance $X = 2{,}09 \times 10^{-10}$ cm du centre et à 90° du plan du mouvement. — C. F.

538.12. — Champs magnétiques intrinsèques; Leigh Page. *Phys. Rev.*, août 1923, t. XXII, p. 188-193, 1 000 mots, 1 fig. — Le champ intrinsèque est défini comme la portion de champ qui ne peut être annulée par la transformation de Lorentz. Il est clair qu'un champ qui peut être modifié par un changement de position de l'observateur du mouvement ne peut être représenté par des lignes de force à la façon habituelle. En effet, ce changement altère peut être la densité et la direction des lignes de force, mais il n'en annule aucune. Par conséquent, le champ magnétique d'une charge, se déplaçant relativement à l'observateur avec une vitesse constante, pouvant être annulé par la transformation de Lorentz, ne peut se représenter à la manière ordinaire. Il est donc normal de décomposer le champ dû à un élément de charge en deux parties : le champ intrinsèque qui ne peut



538.12. — Fig. 1. Schéma d'une charge en repos et des lignes de force circulaires qu'elle engendre.

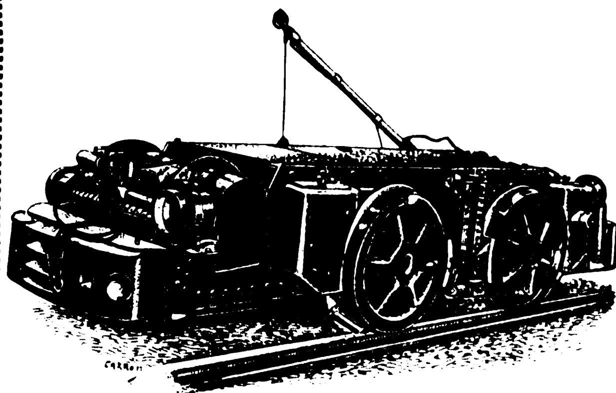
disparaître et le champ apparent qui dépend du mouvement de l'observateur et peut être annulé par la transformation de Lorentz. Pour déterminer l'intensité du premier, l'auteur considère, soit un élément de charge immobile momentanément par rapport à l'observateur, mais doué d'une accélération f (fig. 1). Le champ magnétique en Q est

$$H_p = \left[\frac{e}{4\pi r_p c^3} f \times c\right], \tag{1}$$

expression qui donne le champ au temps $\frac{\mathrm{OP}}{c}$ après le temps zéro, moment où e était immobile en O et avait l'accélération f. Les lignes de force sont des cercles. Le champ en Q, au temps $\frac{\mathrm{OQ}}{c}$, est donné par

$$H_q = \left[\frac{e}{4\pi r_q c^3} f \times c\right]. \tag{2}$$

Mais il est évident que, si les lignes de force, qui se trouvent en P au temps $\frac{\mathrm{OP}}{c}$, se meuvent avec la vitesse de la lumière le long des rayons issus de O, le nombre de tubes de force par unité de section en Q au temps $\frac{\mathrm{OQ}}{c}$ est celui donné par (2). Ce mouvement est exactement celui des éléments qui portent les lignes de force électrique. Le champ (1) constitue donc au moins une partie intrinsèque et, comme il est le seul champ magnétique relatif à l'observateur considéré, il doit constituer le champ intrinsèque en entier. L'auteur considère le champ intrinsèque d'une charge se déplaçant avec une vitesse v relativement à l'observateur. Il suppose ensuite que chaque élément en mouvement se trouve à l'intersection d'une ligne de force électrique et d'une ligne de force magnétique du champ intrinsèque. Admettant, de plus, que le nombre M de lignes de force constituant un tube est le même pour le champ électrique et le champ magnétique, il établit une relation entre le nombre ν d'éléments en mouvement émis par la charge le long d'une ligne



POUR LA MINE ET L'USINE
la locomotive ad hoc

Le problème complexe de la traction dans la mine exige des engins appropriés. Le montage d'un moteur quelconque sur un châssis plus ou moins lesté est une solution simpliste. La machine conçue et réalisée spécialement pour la mine et l'usine est la locomotive Goodman à trolley, à accumulateurs ou à combinaison.

MOTEURS D'UN TYPE PARTICULIER A TRÈS FAIBLE VITESSE, CHASSIS EN ACIER LAMINÉ, ÉQUILIBREURS COMPENSANT LES INÉGALITÉS DE LA VOIE, BUTOIRS EN ACIER MASSIF A DOUBLE RÉACTION, ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉ.

telles sont quelques caractéristiques :: de la locomotive Goodman. ::

50 types
de 10 à 500 Ch pesant 2 à 50 tonnes

12 000 locomotives Goodman sont en service dans le monde entier. Seul les usines Goodmann ont pu sortir des locomotives électriques de 500 Ch pesant 50 tonnes pour voie de 60 cm. La locomotive Goodman à batterie a été éprouvée contre le grisou par le departement :: des Mines des Etats-Unis ::

Vous avez intérêt à demander aujourd'hui le catalogue illustré et à nous soumettre le problème de votre traction.

"GOODMAN"
Locomotives électriques

Agent général A. J. MATHIEU. Ingénieur
6, Rue Saint-Georges - Paris
Tél. : Trudaine 60-32
:: R. C. Seine 30.507 ::

"SALVIS"
BARR (Bas-Rhin)
(Registre du Tribunal de Baillage de Colmar : N° 954)

FABRIQUE D'APPAREILS DE CUISSON ET DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE



Boiler de 75 litres (n° 1004)

Spécialité de :

FOURNEAUX électriques de 2 à 6 plaques de chauffe avec four à rôtir, chauffe-plats.

RÉCHAUDS en fonte à 1, 2 et 3 plaques de chauffe, interrupteurs à 3 réglages.

BOILERS chauffe-eau par accumulation de chaleur.

TOUS APPAREILS pour chauffage direct ou par accumulation de chaleur.

Envoi franco sur demande du Catalogue n° 2 et Notice spéciale.

de force électrique dans l'unité de temps, et la constante M. En effet, le nombre de lignes de force électrique traversant l'unité de section perpendiculaire à OP en P est $\frac{eM}{4\pi r^2}$, et le nombre par unité de largeur est $\frac{1}{r}\sqrt{\frac{eM}{4\pi}}$. Le long du rayon vecteur, le nombre d'éléments en mouvement, par unité de longueur, pour chaque ligne de force électrique, est $\frac{\nu}{c}$, de sorte que le nombre de lignes de forces magnétiques par unité de section est

$$MH = \frac{eMf \sin\alpha}{4\pi r c^2} = \frac{\nu}{re}\sqrt{\frac{eM}{4\pi}};$$

d'où

$$\nu = \frac{f \sin\alpha}{c}\sqrt{\frac{eM}{4\pi}}$$

et le nombre total d'éléments en mouvements émis par unité de temps est

$$\frac{eM}{4\pi r^2}\int_0 2\pi r^2 \sin\alpha \, d\alpha = \frac{f\sqrt{\pi}}{8c}(eM)^{\frac{3}{2}}.$$

— C. F.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.312. — Etude des flux de dispersion dans les machines électriques; Sahulka. *E. u. M.*, 25 mars 1923, t. XLI, p. 187, 1000 mots. — Pour l'évaluation de l'intensité du champ de dispersion en un point quelconque, il est possible d'employer une bobine d'essai reliée à un galvanomètre balistique. La bobine est placée à l'endroit désiré, successivement dans trois positions perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, et retirée, chaque fois, du champ étudié : les indications du galvanomètre déterminent l'intensité et la direction des lignes de force au point considéré. La mesure suivante est beaucoup plus simple; on introduit dans le champ une bobine en fil fin, parcourue par un courant et mobile autour d'un axe; le courant est amené à la bobine à l'aide de ressorts spiraux et une aiguille solidaire de l'axe permet la lecture du couple électromagnétique. On pourra utiliser la bobine en fil fin d'un wattmètre ou l'équipage mobile d'un volmètre à courants alternatifs à condition toutefois que la suspension permette de placer la bobine dans toutes les positions. Dans les essais décrits ci-dessous, on fit usage d'une bobine de wattmètre Siemens et Halske mise en série avec la résistance prévue pour les mesures à 150 v, le tout branché sous 220 v : cette surcharge, possible, étant donnée la courte durée de la mesure, permettait une déviation plus grande de l'aiguille. La bobine en série du wattmètre n'était pas utilisée. On place le wattmètre horizontalement à l'endroit désiré, l'axe de la bobine étant donc vertical et on tourne l'appareil autour de cet axe jusqu'à obtenir le maximum de déviation de l'aiguille; à ce moment, le plan d'enroulement de la bobine coïncide avec la direction de la composante horizontale du champ de dispersion; la composante verticale ne peut modifier la position de la bobine. On place ensuite le wattmètre verticalement de telle façon que la bobine soit encore au point étudié et que son axe, lequel est maintenant horizontal, soit perpendiculaire à la direction précédemment déterminée de la composante horizontale du champ. On effectue, comme dans le premier cas, la rotation de l'appareil autour de cet axe jusqu'à obtenir la déviation maximum. Le plan de la bobine traverse le champ résultant qui se trouve dans ce plan, perpendiculairement à l'axe de la bobine; la déviation correspond à la totalité du champ de dispersion. Comme il est plus commode d'effectuer la rotation du wattmètre, il convient de réaliser un appareil spécial. Une petite boîte ronde, contenant la bobine et l'échelle graduée se trouve montée sur un pivot vertical reposant lui-même sur une base circulaire. Le zéro de l'échelle doit coïncider avec la position normale de la bobine afin qu'on puisse déduire la direction du champ de la lecture de la déviation. A l'aide de cet appareil, les mesures susdites sont plus faciles à effectuer. Il reste à étalonner l'appareil, qu'il s'agisse d'une bobine de wattmètre ou d'un appareil spécial. On constitue dans ce but, à l'aide d'un seul fil, une bobine verticale, de forme circulaire, au centre de laquelle on place la bobine à étalonner, son axe étant lui-même vertical et dans le plan de la spire circulaire. On fait passer, dans le gros fil qui constitue cette dernière, un courant de valeur connue et on effectue la rotation de l'appareil, placé en son centre, jusqu'à obtenir la déviation maximum de l'aiguille indicatrice. Pour éliminer l'influence du champ terrestre, on inverse le sens du courant dans chacune des deux bobines et on effectue à nouveau l'opération. La valeur moyenne des deux déviations observées correspond à l'intensité du champ au centre de la bobine à gros fil, intensité aisée à calculer. Dans cette opération d'étalonnage, il est indifférent que l'axe de la bobine en fil fin soit vertical ou horizontal; dans le premier cas, il doit se trouver dans le plan de la bobine extérieure et, dans le deuxième cas, il doit au contraire lui être perpendiculaire. On trouvera ci-dessous les résultats d'une mesure effectuée : La bobine en fil fin du wattmètre Siemens utilisée, branchée en série avec une résistance de protection de 5000 ohms sous 220 v fut placée au centre d'une bobine verticale constituée par 5 spires ayant un diamètre de 35 cm et parcourue par un courant de 24 A. L'intensité du champ au centre est donnée par

$$H = \frac{2\pi 5 \times 24}{17,5 \times 10} = 4,31.$$

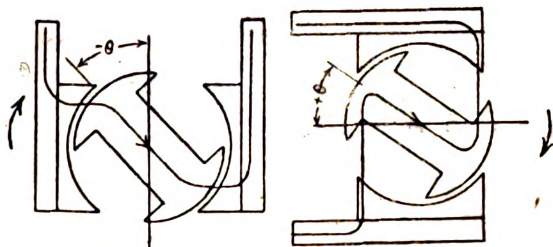
La bobine en fil fin, qui était perpendiculaire au plan de la première, accusa une déviation maximum de 17°. Le champ d'intensité 1 correspond par suite à une déviation de $17 : 4,31 = 3°,94$. En un point situé à proximité de la carcasse d'une machine construite par la firme Barthelemus et Cie, on put observer, pour une position horizontale du wattmètre, donc pour la position verticale de l'axe de la bobine d'essai, une déviation maximum de 46°. La bobine étant placée, pour la seconde opération, avec son axe perpendiculaire au plan repéré dans la première lecture, on obtient une déviation de 58°. Les intensités de champ, 11 et 14,7 gauss, correspondantes donnent les valeurs de la composante horizontale et la valeur vraie du champ de dispersion. A une distance de 40 cm de la même carcasse, la composante horizontale se trouve réduite à 3,8 gauss. Dans un autre cas, celui d'un moteur à courant continu de la Vereinigten El. A-G, à 220 v, 5,5 ch, on releva, tout contre la carcasse, les valeurs de 3,8 et 4,8 gauss pour la composante horizontale et pour le champ total. Conclusion : la dispersion des inducteurs de machines électriques peut être décelée à l'aide d'une bobine en fil fin parcourue par un courant continu (une bobine de wattmètre, par exemple). Les conducteurs d'amenée du courant à la bobine sont constitués par des ressorts spiraux et l'opération consiste à déterminer la position de la bobine qui donne la déviation maximum. — F. B.

621.312. — L'énergie dans le circuit magnétique d'une magnéto; N.-W.-Mc Lachlan. *Phil. Mag.*, septembre 1923, t. XLVI, p. 338-364, 9000 mots, 12 fig. — L'auteur désire montrer que le point de fonctionnement optimum pour une magnéto n'est pas sur la boucle d'hystérésis, mais sur une courbe auxiliaire. La valeur de $\mathcal{B}$ correspondant à ce point optimum n'est pas nécessairement égale à celle prise sur le quadrant principal pour laquelle $\mathcal{B}\mathcal{H}$ est maximum. Il établit d'abord une théorie élémentaire en faisant les hypothèses suivantes : 1° il n'y a pas de pertes quand l'induit tourne, que l'enroulement soit ouvert ou fermé; 2° le flux à travers la magnéto et son circuit extérieur est constant

à partir de la fermeture jusqu'à la rupture; 3° les fuites magnétiques sont nulles et la densité de flux dans les branches de l'aimant est uniforme; 4° le point de fonctionnement de la magnéto est situé sur la boucle principale d'hystérésis; 5° en circuit ouvert, la réluctance ne varie pas avec la position de l'induit; 6° les influences démagnétisantes sont celles qui accompagnent le fonctionnement normal où aucun dispositif n'est employé pour supprimer l'étincelle aux bougies. En appelant $\mathcal{H}_1$ la force magnétomotrice externe due à la force démagnétisante causée par la réluctance de l'armature; l_m, la longueur moyenne de l'aimant que l'on peut prendre le long de l'axe neutre depuis les centres des pièces polaires; N_1, le flux total à travers l'aimant et ρ_1, la réluctance du chemin extérieur à l'aimant, on peut écrire

$$\mathcal{H}_1 l_m + 4\pi ni = N_1 \rho_2;$$

ni représente les ampères-tours d'induit; ρ_2, la réluctance du chemin extérieur traversé par le flux. En désignant par L la self-inductance de l'induit dans la position des figures 1 et 2;



621.312. — Fig. 1 et 2. Diagrammes montrant la disposition du flux quand la rupture a bien avant et après la moitié de la course.

par N, le flux total coupé durant la rotation, de la fermeture à la rupture et en posant $N = N_1 \Phi(\theta)$, on arrive à l'expression $W = \frac{\mathcal{B}_1 \mathcal{H}_1}{8\pi} \cdot \Phi(\theta)\ (p-1) \times$ volume de l'aimant, p étant une constante. Il discute alors les conditions de maximum d'énergie avec un aimant de dimensions déterminées et l'aimant optimum lorsque l'armature, la section magnétique et l'entrefer sont déterminés. Il arrive aux conclusions suivantes : 1° en l'absence de pertes ou aux grandes vitesses, lorsque le courant d'induit est constant : *a*) avec un induit et un aimant de dimensions déterminées, il y a un certain entrefer pour lequel l'énergie électromagnétique associée à l'enroulement primaire est maximum à la rupture. Le point de fonctionnement optimum pour l'aimant n'est pas situé sur la principale boucle d'hystérésis, mais sur une courbe auxiliaire qui est l'intersection de lignes secondaires et des courbes de réluctance d'induit; *b*) lorsque les dimensions de l'induit, l'entrefer et la section de l'aimant sont fixées, il y a une certaine longueur d'aimant pour laquelle l'énergie par unité de volume d'aimant, associée avec le primaire à la rupture, est maximum; 2° dans les magnétos actuelles où il y a des pertes aux petites vitesses, les conclusions *a*, et *b*, sont valables, mais les valeurs optima varient avec la vitesse; 3° il faut que l'entrefer soit aussi petit que possible. Il doit en être de même de la résistance du primaire. — C. F.

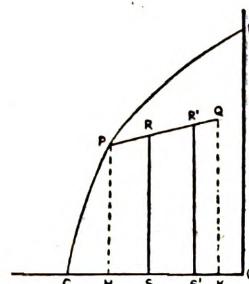
621.312. — Les relations d'énergie dans la magnéto à haute tension ; ELWYN JONES. *Phil. Mag.*, septembre 1923, t. XLVI, p. 386-399, 5000 mots, 9 fig., 1 tabl. — La détermination de la puissance développée dans une magnéto à haute tension est importante, non seulement pour faire le projet d'une telle machine, mais encore pour son étude théorique parce que l'aimant permanent, entre les pôles duquel tourne l'induit, subit des fluctuations périodiques d'intensité d'aimantation. Il s'agit de savoir si ces changements d'aimantation contribuent, d'une manière appréciable, à la puissance utile produite par la magnéto. Le travail mécanique W, de la position zéro à la position $\theta°$ de l'armature est égal à l'accroissement de l'énergie électromagnétique du système, plus la chaleur générée dans le fil primaire entre zéro et $\theta°$, plus les effets thermiques dans le fer et l'acier de la machine. Le premier terme comprend : $\frac{1}{2} Li^2$ (L, self-inductance du primaire et i, courant induit dans le primaire; $\frac{1}{2} Ni$, énergie cinétique du primaire dans le champ de l'aimant (Ni flux à travers ce primaire, dû à l'aimant;

$$\frac{1}{2}\int \mathcal{B}\mathcal{J}\,dv,$$

énergie d'aimantation que l'auteur suppose partiellement compensée par les effets thermiques dans le fer et l'acier;

$$\frac{v}{4\pi}\int_0^\theta \mathcal{B}\,d\mathcal{H},$$

énergie mutuelle des matières aimantées et du champ dans lequel elles sont placées. Si BC est la courbe de désaimantation; P et Q, les limites du petit cycle correspondant au



621.312. — Fig. 1. Courbe de désaimantation d'un aimant en acier.

point P, qui représente le plus haut degré de désaimantation auquel a été soumis l'aimant. On a

$$\int_0^\theta \mathcal{B}\,d\mathcal{H} = \text{aire RQKS},$$

R correspondant à la position θ. La chaleur dégagée dans le fil du circuit primaire est

$$\int_0^\theta R_1{}^2 \frac{d\theta}{\omega},$$

R étant la résistance de ce circuit et ω, la vitesse de rotation. L'expression de W est alors

$$W = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} iN' + \frac{v_i}{4\pi}\int \mathcal{B}_i\,d\mathcal{H}_i + \frac{v_s}{4\pi}\int \mathcal{B}_s\,d\mathcal{H}_s + \int_0^\theta i^2 R \frac{d\theta}{\omega} + X_1, \quad (1)$$

où X_1 représente n'importe quelle énergie magnétique de nature intrinsèque qui ne serait pas compensée et N', le flux primaire dans la position θ. A circuit ouvert dans le primaire, on a

$$W' = \frac{v_i}{4\pi}\int_{i=0} \mathcal{B}_i\,d\mathcal{H}_i + \frac{v_s}{4\pi}\int_{=0} \mathcal{B}_s\,d\mathcal{H}_s + X_2. \quad (2)$$

L'ACCUMULATEUR

TUDOR

Manufacture d'Accumulateurs de la Cie G^le d'Électricité

26, RUE DE LA BIENFAISANCE, PARIS (8e) — Tél. Wagram 02-90 et 91

Registre du Commerce de la Seine : N° analytique 21 516

Batteries pour

TOUTES APPLICATIONS

SOCIÉTÉ GRAMME

ANONYME AU CAPITAL DE 3500 000 FRANCS

TÉLÉGRAMME :
GRAMME-PARIS

TÉLÉPHONE :
Machines } NORD 02-01
} NORD 15-39
Lampes : NORD 83-26

SIÈGE SOCIAL :
26, Rue d'Hautpoul, PARIS (19e)
Registre du Commerce : Seine N° 29 522

USINES
26, RUE D'HAUTPOUL, Paris
29, RUE D'HAUTPOUL, Paris
200, RUE DE PARIS, Pantin

GÉNÉRATRICES et MOTEURS

A COURANTS CONTINU ET ALTERNATIF

TRANSFORMATEURS -:- APPAREILLAGE

MANUFACTURE DE LAMPES A INCANDESCENCE

MONOWATT et DEMI-WATT

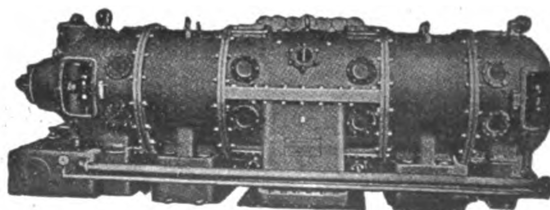
SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE ROTATIVE

SIÈGE SOCIAL et BUREAUX : 8, avenue Percier, PARIS (8e)

Téléphone : ELYSEES 13-94

Registre du Commerce : Seine N° 26 512

SMR



SMR

TURBO-ALTERNATEURS LJUNGSTRÖM

DE 500 A 10 000 KW

TURBINES ET TURBO-GÉNÉRATEURS « SMR » de 100 à 300 kw à grande vitesse et à réducteurs à engrenages.

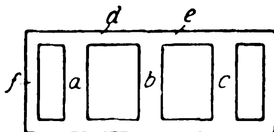
Retranchant (2) de (1), il vient

$$W - W' = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} iN' + \int i^2 R \frac{d\theta}{\omega} + \frac{v_2}{4\pi} (\text{aire RR'S'S})$$

$$+ \frac{v_1}{4\pi} \left[\int \mathcal{B}_1 \, d\mathcal{H}_1 - \int_{i=0} \mathcal{B}_1 \, d\mathcal{H}_1 \right] + X, \qquad (3)$$

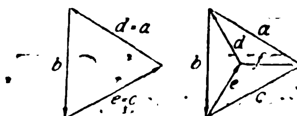
où $X = X_1 - X_2$. Toutes les mesures des valeurs des termes de l'équation (3) ont été faites sur une magnéto Thomson-Bennett Type AD.4. L'auteur décrit le principe des mesures du courant induit dans n'importe quelle position de l'armature, de la self-inductance du primaire, de la perte de chaleur dans le fil primaire, des valeurs de $\mathcal{B}$ et $\mathcal{H}$ pour l'aimant; de l'énergie mutuelle du fer dans le champ. Une table donne les divers termes de l'équation (3) pour diverses valeurs de θ. — C. F.

621.314. — La distribution du flux magnétique dans les transformateurs à cinq branches; Eric KLEIN. *E. T. Z.*, 15 novembre 1923, t. XLIV, p. 1015-1016, 1 200 mots, 9 fig. — Le transformateur étudié est du type à manteau avec bobines circulaires, conforme au schéma de la figure 1. Les



621.314. — Fig. 1. Schéma d'un transformateur à 5 branches.

trois branches médianes reçoivent les enroulements principaux. Le but de l'étude est d'indiquer les règles qui permettent d'évaluer les flux dans les diverses sections de la culasse. Dans le cas d'un transformateur à noyaux, c'est-à-dire réduit aux noyaux a, b, c et aux portions de culasse d et e, le flux en b est égal à la somme des flux en a et c. La somme de ces trois flux est nulle (nous admettons implicitement que la courbe de tension est une sinusoïde). En d et en e les flux sont les mêmes qu'en a et en c (fig. 2). Si nous voulons maintenant réduire les sections de culasse d et e, sans pour cela augmenter la saturation dans ces sec-



621.314. — Fig. 2 Répartition des flux dans un transformateur triphasé à noyaux. — Fig. 3. Répartition uniforme des flux dans un transformateur à cinq branches.

tions, il nous faut aussi réduire le flux correspondant. D'où le diagramme de la figure 3, relatif à une répartition uniforme. Dans ce cas, on a : flux dans la culasse = flux dans le noyau $\sqrt{3}$. Ce cas de répartition nécessite certains artifices : voyons ce qui adviendrait dans une distribution non uniforme. Une première approximation, basée sur des considération de réluctance, nous permet de supposer un flux f dans la branche auxiliaire. F est le flux dans le noyau. Le flux d dans la partie médiane de la culasse se déduit de la formule

$$d^2 = F^2 + f^2 - \sqrt{3}\, Ff.$$

Cette formule dérive d'une construction géométrique très simple, analogue à celle du diagramme 3, mais avec une valeur de f différente de celle de d ou de e. De là un moyen d'établir pour les valeurs de d, ou de B_d (induction correspondant à la section considérée), les valeurs correspondantes de B_f et d'en déduire le cas de répartition qui doit s'établir effectivement dans un transformateur donné. Ce cas étant trouvé, le calcul des pertes dans le fer ne présente aucune difficulté. Les conclusions sont que, dans la répartition non uniforme naturelle, les pertes dans le fer sont plus faibles que dans la répartition uniforme artificielle. Le fait que la partie médiane de la culasse est plus saturée que les parties extrêmes n'offre pas d'inconvénients, cette zone se trouvant en général placée dans d'excellentes conditions de refroidissement. L'auteur termine par quelques considérations sur l'économie des transformateurs à cinq branches et indique la relation qui doit lier leurs dimensions principales pour qu'il y ait intérêt à les subsituer aux transformateurs à trois branches usuels. — E. F.

621.315.14.00.42 (493). — Projet de réglementation internationale pour l'établissement des lignes de transport d'énergie à haute tension; DÉLÉGATION BELGE. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1 013-1 015, 2 000 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.317. — Mode de contrôle permettant de reconnaître si une ligne à courant triphasé se trouve chargée par induction ou par capacité; Heinrich SCHÖLLER. *E. T. Z.*, 15 novembre 1923, t. XLIV, p. 109, 300 mots, 2 fig. — La méthode indiquée permet d'apprécier le déphasage lorsqu'on ne possède pas d'instruments appropriés. L'enroulement à gros fil d'un wattmètre reste monté sur la même phase pendant toute la durée des mesures, tandis que l'enroulement de tension peut être monté à volonté sur chacune des trois phases. Dans ces conditions, trois séries de lectures indiqueront successivement les valeurs :

$$E_1 J_1 \cos \varphi_{E_1 J_1}, \quad E_2 J_1 \cos \varphi_{E_2 J_1}, \quad E_3 J_1 \cos \varphi_{E_3 J_1}.$$

Si l'on admet que les trois phases soient également chargées, ce qui revient à dire que les tensions de phases sont égales,

$$E_1 = E_2 = E_3 = E,$$

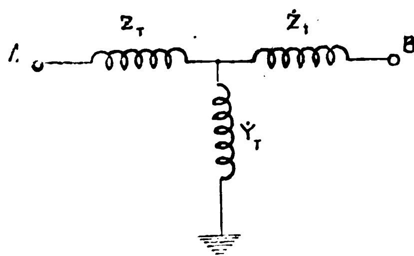
ces trois expressions ne différeront que par les valeurs des cosinus. De plus, si l'on se donne $\cos \varphi_{E_1 J_1}$, les deux autres s'en déduisent. Si l'on porte sur un graphique trois vecteurs E_1, E_2, E_3 déphasés de 120° et le vecteur J_1 faisant, avec E_1, l'angle $\varphi_{E_1 J_1}$, et que l'on fasse varier cet angle, on constate facilement qu'entre les produits de vecteurs EJ et les déphasages se présentent les relations suivantes :

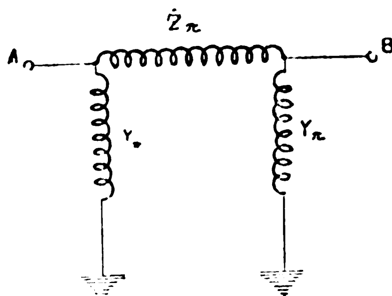
$E_1J_1 > E_3J_1 > E_2J_1$	capacité, déphasage de	0°	à 30° ;
$E_3J_1 > E_1J_1 > E_2J_1$	id	30°	à 60° ;
$E_3J_1 > E_2J_1 > E_1J_1$	id	60°	à 90° ;
$E_1J_1 > E_2J_1 > E_3J_1$	induction, déphasage de	0°	à 30° ;
$E_2J_1 > E_1J_1 > E_3J_1$	id	30°	à 60° ;
$E_2J_1 > E_3J_1 > E_1J_1$	id	60°	à 90° ;

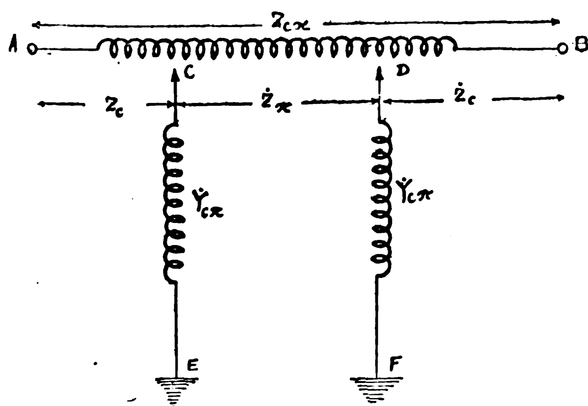
Ces produits ne sont autres que les nombres marqués par le wattmètre. Il va de soi qu'au lieu d'opérer sur les tensions de phase, on peut opérer sur les tensions composées. — E. F.

621.316. — Considérations générales sur les lignes électriques du type T et π, et lignes type π compensées; H. NURIYAMA et H. OKABE. *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XLII, p. 947-953, 3000 mots, 16 fig. — Les lignes du type T et du type π sont indiquées en figures 1 et 2. Les auteurs ont établi une théorie de la ligne π compensée (fig. 3) que l'on peut considérer comme intermédiaire entre les deux premières; $Z_{c\pi}$, Z_π, Z, représentent, en figure 3, l'impédance des sections AB, CD et DB. Z_c est appelée l'impé-

dance compensatrice ; $Y_{c\pi}$ est l'admittance du shunt. Nous pouvons considérer que la ligne uniforme ayant les mêmes

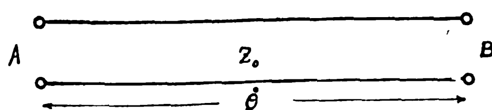






621.316. — Fig. 1, 2 et 3. Schémas de lignes en T et en π et d'une ligne en π compensée.

caractéristiques est représentée en figure 4. Alors $\beta = \frac{2 Z_c}{Z_{c\pi}}$ (1) représente le degré de compensation. La ligne (fig. 4) a comme caractéristique Z_0 qui est l'impédance et θ_0 qui est l'angle total hyperbolique. Si nous considérons que l'extré-



621.316. — Fig. 4. Ligne uniforme équivalente à la ligne compensée.

mité B est court-circuitée, I_A et I_B étant les courants au départ et à l'arrivée, on a

$$I_A = [1 + Y_{c\pi} (Z_\pi + Y_{c\pi} Z_c Z_\pi + 2 Z_c) I_B)]. \quad (2)$$

La figure 4 donne

$$I_A = I_B \cosh \theta_0. \quad (3)$$

Pour que les deux lignes soient équivalentes, on doit avoir

$$\cosh \theta_0 = 1 + Y_{c\pi} (Z_\pi + Y_{c\pi} Z_c Z_\pi + 2 Z_c). \quad (4)$$

En tenant compte des équations précédentes

$$\cosh \theta = 1 + Y_{c\pi} Z_{c\pi} \left(1 + \frac{(1 - \beta) \beta}{2} Y_{c\pi} Z_{c\pi}\right). \quad (5)$$

En considérant le cas où l'extrémité réceptrice est libre et à la tension V_B, on a

$$I_A = (2 + Y_{c\pi} Z_\pi) Y_{c\pi} V_B,$$

$$I_A = \frac{V_B}{Z_0 \sinh \theta}.$$

On arrive à exprimer θ et Z_0, qui sont les constantes de la ligne conjuguée uniforme, en fonction des constantes de la ligne π compensée

$$\theta = 2 \operatorname{arc sinh} \sqrt{\frac{Y_{c\pi} Z_{c\pi}}{2} 1 + \frac{(1 - \beta) \beta}{2} Y_{c\pi} Z_{c\pi}},$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z_{c\pi}}{Y_{c\pi}}} \left[\frac{\sqrt{1 + 0{,}5 (1 - \beta) \beta Y_{c\pi} Z_{c\pi}}}{1 + 0{,}5 (1 - \beta) Y_{c\pi} Z_{c\pi}} \times \cosh \frac{\theta}{2}\right].$$

On considère ensuite les facteurs de correction, par lesquels il faut multiplier l'impédance et la moitié de l'admittance de la ligne uniforme, pour obtenir l'impédance et l'admittance de la ligne compensée. Ces facteurs sont assez complexes, mais si $Z_c = 0$, c'est-à-dire $\beta = 0$ (ligne type π), on obtient les facteurs de correction bien connus de la ligne du type π, soit

$$K_1 = \frac{\sinh \theta}{\theta},$$

$$K_2 = \frac{\operatorname{tgh} \frac{\theta}{2}}{\frac{\theta}{2}}.$$

Au contraire, avec $Z_\pi = 0$, on a la ligne type T et

$$K_1 = \frac{\operatorname{tgh} \frac{\theta}{2}}{\frac{\theta}{2}},$$

$$K_2 = \frac{\sinh \theta}{\theta},$$

qui sont les facteurs de correction de la ligne type T. Comme exemple d'application de cette théorie, on a calculé une ligne téléphonique aérienne en cuivre, ayant pour distance des centres des fils, 40 cm ; et pour constantes linéiques : résistance r, 2,494 ohms : km ; self-inductance l, 0,0022 henry : km ; perditance g, 10^{-6} mhos : km ; capacité en dérivation c, 0,005285 × 10^{-6} farad : km. La ligne compensée du type π, qui correspond à une section de 30 km de la ligne ci-dessus, a été calculée. L'impédance totale et l'admittance ont été obtenues comme il suit :

$$Z = 30 [2{,}494 + j\omega \times 0{,}0022] \text{ ohms}$$
$$Y = 30 [10^{-6} + j\omega \times 0{,}005285 \times 10^{-6}] \text{ mhos},$$

$Z_{c\pi}$ et $Y_{c\pi}$ ont été calculées pour les valeurs réelles de β de

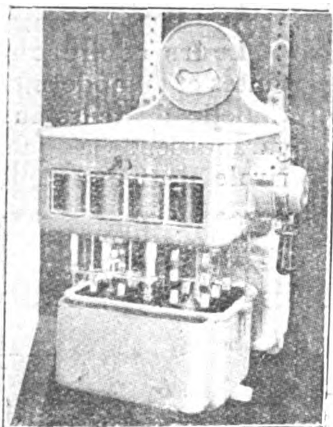
0, 0,2, 0,4, 0,6 et 1, pour des pulsations entre 2000 et 20000 radians : s. Des courbes résument les résultats. On observe que les valeurs correspondant à $\beta = 0,4$ sont satisfaisantes parce que les caractéristiques de $Z_{c\pi}$ et $Y_{c\pi}$ sont presque verticales. En se servant de ces caractéristiques, on trouve :

$R_{c\pi} = 70$ ohms, $R_c = 0,2 \times 70$ ohms,
$L_{c\pi} = 0,0645$ henry, $L_c = 0,2 \times 0,645$ henry.
$G_{c\pi} = 3,2 \times 10^{-6}$ mho, $R_\pi = 0,6 \times 70$ ohms,
$C_{c\pi} = 0,157 \times 10^{-6}$ farad, $L_\pi = 0,6 \times 0,0645$ henry.

On a comparé la ligne compensée type π avec les lignes T et π de longueur moitié à cause de la complexité de la première. Des courbes servent à cette comparaison. — C. F.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.311.75. — Un démarreur étoile-triangle immergé dans l'huile. *Engineering*, 20 juillet 1923, t. CXVI, p. 80-82, 2 000 mots, 7 fig. — Cet article décrit un démarreur de moteur asynchrone à cage d'écureuil récemment construit dans les ateliers de MM. Brokhirst, en Angleterre. La figure 1 est une vue extérieure de cet appareil, la cuve étant abaissée et les bobines à maximum et à minimum étant rendues visibles. L'appareil comprend un interrupteur général qui est fermé en premier lieu, un interrupteur qui connecte les enroulements du stator du moteur asynchrone en étoile pendant la



621.311.75. — Fig. 1. Accessoires principaux d'un démarreur étoile-triangle noyé dans l'huile, cuve abaissée et couvercle enlevé pour laisser voir, d'une part, les contacts et, d'autre part, les solénoïdes de relais.

période de démarrage et un commutateur pour le passage de la connexion en étoile à la connexion en triangle. La caractéristique essentielle de ce démarreur réside dans l'emploi de bobines à maxima qui permettent au moteur d'absorber, durant la période de démarrage, un courant d'intensité plus grande que durant la marche normale. Dans certains types de démarreurs de cette classe, les bobines à maximum sont rendues inopérantes, durant le démarrage, dans d'autres, leur action est temporisée. La première de ces méthodes ne protège pas le moteur contre un court-circuit, la seconde ne laisse souvent pas au moteur le temps de démarrer. Dans le démarreur Brookhirst, les plongeurs des électroaimants sont automatiquement abaissés pour la mise en marche et sont ramenés à leur position normale quand le démarrage est terminé. Dans ces conditions, un courant plus important est nécessaire pour soulever les plongeurs, ce qui, tout en assurant la protection de la machine, permet au démarrage de s'effectuer. Les contacts mobiles en forme de coins sont soulevés par deux tiges verticales en acier reliées à une tête de bielle articulée à l'extrémité d'un levier formé de deux plaques d'acier. Des cames montées sur l'arbre de commande actionnent les leviers. La suite des manœuvres de démarrage ne dépend que de la position angulaire des cames et est entièrement indépendante de l'opérateur. Pour mettre en route le moteur, on amène la poignée de droite dans la position de travail ; puis on la déplace successivement en avant et en arrière, ce qui, par l'action d'une roue à cliquet, fait tourner l'arbre de commande dans un seul sens seulement. On réalise ainsi successivement la fermeture de l'interrupteur général, puis la connexion en étoile et, enfin, la connexion en triangle. Après cette dernière opération, une came supplémentaire relève les plongeurs des électroaimants dans la position de marche. L'interrupteur général est maintenu fermé par un cliquet et c'est en dégageant ce cliquet que l'on arrête le moteur par la manœuvre d'un bouton. — F. K.

ECLAIRAGE

621.326.1 (47). — La fabrication des lampes électriques en Russie et son avenir probable ; A. IVANOFF, *Electritchestvo*, n° 4, 1923, p. 185-192, 8 500 mots, 2 fig. — A la déclaration de la guerre, l'industrie des lampes à incandescence était, en Russie, à ses débuts. La production se trouvait répartie entre trois fabriques à Moscou, une, plus importante, à Pétrograd et trois situées dans les régions qui font aujourd'hui partie de la Pologne. La fabrique de Pétrograd était établie en vue d'une production quotidienne de 25000 lampes à filament métallique. L'ouverture des hostilités amena un grand trouble, car elle arrêta net l'importation des éléments entrant dans la constitution des lampes et qui venaient tous de l'étranger. On fit des efforts pour suppléer, par l'industrie locale, au manque de matière première ; on tenta de faire venir le verre de Suède ; on réussit ainsi, non sans peine, à maintenir la production à son niveau d'avant-guerre, voire même à l'accroître. Après 1917, les modifications radicales survenues dans le régime du travail amenèrent une chute brusque, mais, depuis 1920, la courbe de la production est redevenue ascendante. Le nombre de lampes utilisées en Russie, en 1914, était d'environ 16 millions dont 15 660 000 étaient certainement à incandescence puisquelles servaient aux particuliers. Ceux-ci utilisaient environ 27 millions de lampes au commencement de l'année 1918. Les années suivantes marquèrent un accroissement insignifiant (à peine 5 à 7 pour 100) dans la puissance demandée aux usines génératrices ; on peut estimer à environ 30 millions le nombre total de lampes neuves durant l'intervalle 1918-1921. Des statistiques précises faisant défaut, en ce qui concerne cette période, on peut simplement supposer que les nécessités actuelles ne sont guère moindres que celles de 1914 ; elles doivent approximativement s'exprimer par 16,5 millions de lampes à vide de 25 à 50 bougies et par 400 000 à 500 000 ampoules à gaz de 100 bougies ou de puissance supérieure. Parmi les lampes à vide, ce sont celles de 25 bougies à filament de tungstène qui jouissent des faveurs du public. En ce qui concerne l'avenir immédiat, on constate que les fabriques de Moscou et de Pétrograd ne fournissant pas plus de 15 millions de lampes par an, la Russie ne pourra se passer de la lampe importée. En donnant aux fabriques existantes l'extension dont elles sont susceptibles et en complétant convenablement leur outillage, on pourra envisager une production normale couvrant les nécessités telles qu'elles étaient en 1914. La question est d'ailleurs liée à celle du prix de revient, lequel est moindre que le prix d'achat de la lampe importée, sans parler de l'obligation de payer en *devise-or*, obligation qui se répercute sur la totalité du prix quand le produit est importé, mais qui n'intervient que dans une proportion minime quand la lampe est fabriquée en Russie. La qualité de la lampe russe laisse à désirer et cela pour différentes raisons : absence de contrôle du fil de tungstène importé, imperfection de la technique verrière russe, régime de travail défectueux (salaires insuffisants, manque de discipline, etc.). La durée moyenne d'une lampe russe actuelle est d'environ sept cent cinquante heures. On a prévu, pour les fabriques de Moscou et de Pétrograd, des

Constructions Électriques MINICUS

Toujours copié !
Jamais égalé !

ASNIÈRES



MOTEURS "UNIVERSELS"

TYPES INDUSTRIELS POUR MARCHE CONTINUE

BREVETÉS FRANCE ET ÉTRANGER

MOTEURS MONOPHASÉS à COLLECTEUR

PUISSANCES : DE 1 30 A 2 3 CH – 1800 · 2400 & 3000 T : MN — 110 & 220 VOLTS

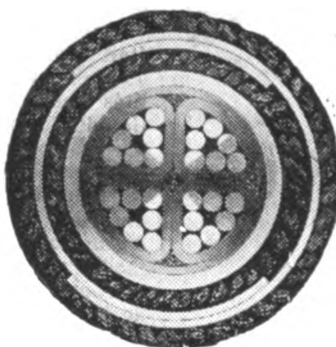
GROUPES "UNIVERSELS", AUTO-RÉGULATEURS p^r charge d'accumulateurs

Adresser la Correspondance à

Mrs BOSSAERT Frères, 10, rue Pauquet, PARIS (16e) - Tél. : Passy 71-74

Registre du Commerce : Seine n° 111 627

CABLES



HENLEY

L'expérience des USINES HENLEY dans la fabrication des câbles remonte aux débuts de l'usage de l'électricité.

Leurs recherches constantes et la modernisation continuelle de leurs installation- garantissent la qualité sans rivale de leurs câbles et fils

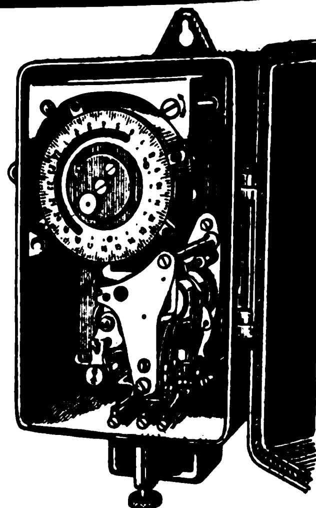
W. T. HENLEY'S Telegraph Works C^o L^td Londres

AGENT GÉNÉRAL : Ad. SEGHERS Rue Scribe 11 PARIS (9e)

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

S.A. DES INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES, BERNE (Suisse)

(anc. Ghielmetti & Cie)



Interrupteurs horaires électriques
pour éclairage public

Interrupteurs et Régulateurs de température

Interrupteurs à distance

Interrupteurs de blocage
pour Force motrice et appareils de chauffage

Horloges de contact
pour compteurs à tarif multiple

Interrupteurs horaires avec minuteries

Agent général pour la France et ses colonies

MM. Trüb, Täuber & Cie, 36, boulevard de la Bastille Paris (12e)

ATELIER DE RÉPARATION A PARIS à l'adresse ci-dessus

Téléphone : Diderot 14.90 —:— (*Registre du Commerce* : Seine N° 20534) —:— Adr. télég. DYN-PARIS

extensions et des perfectionnements devant mettre ces usines en état de faire face à une demande annuelle de 25 millions de lampes. La dépense atteindrait 870 000 roubles or. On remédiera aisément au manque de personnel, la durée d'apprentissage de l'ouvrière étant de deux mois, au maximum. Il conviendrait de produire, autant que possible, sur place les éléments constituant l'ampoule; une verrerie devrait être établie dans les environs de Pétrograd ; on ne saurait, malheureusement, songer à préparer en Russie le filament de tungstène tant qu'on n'est pas sûr d'obtenir du métal de première qualité. Enfin, au point de vue administratif, la fusion en trust des fabriques de Moscou et de Pétrograd serait souhaitable. — Th. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.365. — La fusion des métaux à haute température. *Chem. and Metall. Eng.*, 11 juin 1923, t. XXVIII, p. 1 035-1 036, 1 000 mots, 2 fig. — L'installation décrite a été faite pour la préparation d'un alliage métallique fondant à très haute température ainsi que pour celle du chrome, du nickel-vanadium, du palladium, etc. L'usine comprend, en dehors des fours, tous les laboratoires nécessaires pour les recherches; le métal est, dans tous les cas, fondu au four électrique. Il y a trois fours du type Ryan et un four à induction du type à haute fréquence de Northrup; le séchage des moules et des noyaux est fait également au moyen de l'électricité. Le four Ryan est à résistance, le courant passant par une électrode en charbon qui diffuse la chaleur à l'intérieur du four, évitant ainsi les surchauffes locales qui sont d'un effet désastreux dans la fabrication des alliages. La capacité des fours varie entre 25 et 250 kg; les connexions aux électrodes sont effectuées au moyen de pièces creuses parcourues par un courant d'eau; un commutateur à contacts multiples permet le réglage de l'intensité suivant la température à obtenir. Le four est garni de briques réfractaires en magnésite; il est fixe ou basculant suivant le cas; ce dernier permet la coulée directement dans les moules. On prévoit une nouvelle disposition pour l'utilisation parfaite de la puissance mise au service de l'usine; les fours seront mobiles sur rails; pendant que l'un d'eux sera au chauffage (qui demande trente à quarante minutes), un autre sera chargé du mélange à fondre et prêt à prendre la place du premier, on espère réduire la durée de cette opération à cinq minutes; la charge de l'usine sera ainsi à peu près constante. La consommation d'électrodes est, paraît-il, peu importante malgré les hautes températures obtenues. — E. B.

621.165 + 669.1. — Perfectionnements apportés dans la construction des fours de grande puissance pour la fabrication des alliages ferreux; B.-D. SAKLATWALLA et A.-N. ANDERSON. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 775-780, 2 500 mots, 3 fig., 1 tab. — La réduction des minerais au four électrique exige, comparativement, des quantités beaucoup plus importantes d'énergie que la fusion ou l'affinage des métaux déjà obtenus à l'état brut; aux basses tensions utilisées, l'opération correspondante met nécessairement en jeu des courants d'intensités élevées qui, avec des conducteurs du type ordinaire donnent lieu, fréquemment, à des échauffements de valeur inadmissible; ces échauffements sont, au reste, une conséquence directe de « l'effet pelliculaire » qui se traduit par une augmentation considérable de la résistance des conducteurs au passage du courant alternatif. En vue de trouver une solution à cette difficulté, les auteurs ont procédé à des essais de conduction avec huit systèmes d'arrangement de conducteurs constitués par des bandes ou des tubes de métal en nombre variable, en utilisant un transformateur triphasé débitant 10 000 A par phase, la densité du courant circulant dans les conducteurs étant, dans chaque cas, de 1,35 A : mm². Les résultats des expériences ont été résumés dans un tableau de l'examen duquel il ressort que le dispositif formé par 12 tubes de 7,5 cm de diamètre (4 par phase) entrelacés suivant la succession des phases, 1, 2, 3, 1, 2, 3, etc., et placés à une distance respective de 0,18 m, de centre à centre, présente, au point de vue du minimum d'impédance, les caractéristiques les plus avantageuses; pour des facteurs de puissance sensiblement inférieurs à l'unité, cet arrangement donne lieu, il est vrai, à des chutes de tension relativement importantes; mais cette propriété peut être mise à profit, pour un but de protection, en cas de fortes surcharges brusques ou de courts-circuits. Pour ces deux raisons, jointes à la possibilité de réaliser avec des conducteurs tubulaires de gros diamètre des barres omnibus d'une construction à le fois simple et robuste, la disposition signalée a été adoptée pour l'installation d'un four électrique de 4 000 kV-A, dont l'article décrit les particularités les plus intéressantes. Parmi ces dernières, il convient de noter : 1° le transformateur d'alimentation, triphasé, 60 p : s, 22 000/200 V, avec deux enroulements secondaires et quatre bornes par phase ayant chacune, en succession, un polarité différente; 2° le système de liaison entre le transformateur et le four comprenant, par phase, 4 tubes de 7,5 cm de diamètre, 16 bouts de câble extra-flexible sur âme d'amiante, de 500 mm² de section, un tube de 12,5 cm de diamètre, ce dernier relié au porte-électrode du four; 3° les deux dispositifs de réglage de la puissance absorbée, le premier fonctionnant d'après le principe de la balance de Kelvin et agissant sur l'ensemble des électrodes; le second, à caractère sélectif, de construction spéciale et commandant le mouvement d'une seule électrode; 4° le porte électrode avec bague et coins de forme tronconique dans lesquels l'électrode glisse à frottement; le remplacement de cette dernière, en l'absence de boulon et d'écrou ou d'autre organe de serrage analogue, peut être effectué en moins de deux minutes; 5° le mode de support des fours sur galets disposés dans deux directions à angle droit; lorsque le four nécessite un regarnissage, il est enlevé et un nouveau four, en ordre de marche, est roulé à sa place, la manœuvre correspondante n'exigeant pas plus de deux heures; 6° le rendement élevé de l'installation qui atteint 98,5 pour 100, pour la partie du circuit comprenant le transformateur et les conducteurs de liaison jusqu'aux électrodes; la valeur moyenne du facteur de puissance est de 99 pour 100. — L. D.

DIVERS

621.3 (063) (492). — Voyage en Hollande des représentants de l'Union des Syndicats de l'Electricité. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 610, 500 mots.

378.1 : 621.3 (494). — La formation des ingénieurs électriciens en Suisse; C. HOENING. *Bulletin A. S. E.*, avril 1923, t. XIV, p. 209-212, 1 500 mots. — A la suite d'articles publiés sur le même sujet dans cette revue, sous d'autres signatures, l'auteur donne également son opinion sur la question. Il s'agit du choix entre les programmes d'études soit des écoles techniques (Techniken), soit des écoles supérieures (Hochschulen) et de la comparaison des avantages de l'enseignement pratique et de l'enseignement théorique supérieur. En plus de ces débats, d'intérêt purement suisse, notons celui qui traite de la difficulté actuelle de placement des ingénieurs suisses en surnombre, ce qui montre que la crise déjà signalée en France où tous les jeunes gens choisissant la carrière de l'ingénioriat n'y sont pas absorbés par les besoins de l'industrie, sévit dans la République helvétique également. — L. C.

621.32 (064). — Exposition du Luminaire électrique. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 561-562, 800 mots.

621.32 (062). — Comité national francais de l'Eclairage : réunion du vendredi 19 octobre 1923. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 609-610, 700 mots.

92. — Nécrologie : Maurice LEBLANC. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 652, 500 mots, 1 photographie.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6. — A propos des composés isolants dits « compounds »; H.-W.-L. Bruckman. *R. G. E.*, 13 octobre 1923, t. xiv, p. 534-540, 5000 mots, 7 fig. — Quand l'isolant normal d'un câble vient à faire défaut, on le remplace par une matière versée dans un manchon. Cependant, cette matière n'a pas seulement pour but d'assurer l'isolement; elle a encore d'autres fonctions à remplir, par exemple, celles de protéger le papier du câble contre l'humidité et d'empêcher l'air de pénétrer dans le câble. Sa composition doit être invariable et d'une durée infinie. L'auteur montre, dans son article, que la matière désignée sous le nom général de « compound » et constituée par un mélange de différentes espèces d'asphaltes est appropriée à ce rôle. pourvu que l'on prenne dans sa préparation certaines précautions.

621.315.6. — Qualités que doivent posséder les isolants solides et leur contrôle; E. Orlich, *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. xxi, p. 181-182, 1800 mots — Dans les premiers âges de l'électricité, on ne demandait à un isolant que de posséder une résistance élevée et de se prêter à un travail mécanique facile. On n'utilisait alors que des matières naturelles, ébonite, ivoire, paraffine, cire, etc., qui répondaient à ces desiderata. Depuis, la question a évolué, l'isolateur est devenu une branche capitale de l'appareillage à haute tension. Il s'agit surtout de produire en masse des objets de dimensions suffisamment précises pour éviter tout travail de réajustage et, si le point de vue de l'isolement n'a pas perdu de sa valeur, il s'en est, par contre, soulevé beaucoup de nouveaux. Parmi ceux-ci interviennent en première ligne, la résistance aux effets mécaniques et thermiques. Il ne faut pas se dissimuler que l'échauffement est le gros écueil et qu'il limite d'une façon fâcheuse la puissance des installations électriques. L'emploi de produits artificiels atténue, dans certaines limites, cet inconvénient. Malheureusement, il en existe une foule sur le marché et, dans le nombre, il en est de qualité douteuse. Il faut savoir discerner, et il serait à souhaiter que l'on se conformât à cet effet aux prescriptions d'essais édictées par le Verband deutche Elektrotechniker. Tout au moins peut-on se livrer à une expérience simple. On cherche à provoquer l'inflammation au moyen d'une allumette. En complétant par une immersion de quelques heures dans l'eau, on obtient une indication sur le degré d'absorption. Le Verband deutscher Elektrotechniker a jusqu'ici poursuivi toutes ses recherches sur éprouvettes. Quelque intéressant que soit le procédé, il ne parait pas suffisant. Il faut lui adjoindre des essais sur appareils terminés. Le Verband deutscher Elektrotechniker est entré dans cette voie. Grâce à cette méthode, on pourra enfin établir la classification logique des isolants. Les considérations envisagées jusqu'ici ne sont pas les seules; il est trois autres points qui méritent une grande attention. Ce sont : la résistance superficielle, la tension disruptive et les pertes diélectriques. La première fait l'objet d'un chapitre spécial des prescriptions déjà citées. En ce qui concerne la deuxième, les règles édictées ont beaucoup moins de valeur. La nature du phénomène nous échappe. Sans doute, Wagner a émis l'hypothèse que la matière présenterait des zones de conductibilité maximum par lesquelles s'écoulerait le courant. Ces zones s'échaufferaient; l'intensité irait en croissant et la température s'élèverait aussi de plus en plus; si la tension était telle que la chaleur ne puisse se dissiper, on arriverait à la perforation. Mais cette théorie n'est pas universellement admise, et les recherches entreprises n'ont pas encore permis de se prononcer pour ou contre. Les pertes diélectriques sont du plus gros intérêt, elles ont pour résultat un échauffement particulièrement dangereux pour les câbles. Ici, encore, il existe une tension critique au-dessus de laquelle, l'excès de chaleur n'étant plus évacué, il y a destruction de l'isolant. La nature de ces pertes n'est pas bien déterminée; quoiqu'on ait travaillé sérieusement la question, le dernier mot n'a pas été dit. En dépit des progrès réalisés dans la technique des isolants, il y a encore beaucoup à faire. Trop souvent praticien et théoricien s'ignorent, il est à souhaiter qu'à l'avenir leur collaboration soit plus intime. — E. F.

621.315.6. — Le processus physique de la perforation des isolants solides. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. xxi, p. 198-199, 1200 mots, 4 fig. — D'après Wagner, la perforation proviendrait d'une non-homogénéité de la matière qui présenterait des zones de conductibilité diverses. Le courant de fuite empruntant les zones de moindre résistance, celles-ci s'échauffent, leur résistance diminue, d'où une élévation de plus en plus rapide de la température et du courant. Si l'isolant peut céder son excès de chaleur au milieu ambiant, on arrive à un état stable. Sinon, la conductibilité, le courant et la température risquent de s'élever brutalement et la perforation se produit. Wagner a étudié expérimentalement le phénomène et relevé les caractéristiques lui permettant de noter la tension de perforation. Pour éviter d'endommager l'éprouvette, il opère successivement sur un système bois + isolant, puis bois, et retranche les résultats. Grâce à cet artifice, les essais peuvent se répéter indéfiniment. Il a ainsi montré que la tension de perforation est proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique et indépendante de ses dimensions superficielles. Ce dernier résultat n'était pas admis jusqu'à ce jour, parce que les déformations apportées par les bords n'avaient jamais permis de travailler dans un champ homogène. La méthode de Wagner supprime cet inconvénient. La traduction algébrique nécessite quelques hypothèses, car, si la résistance d'un isolant diminue avec la température, la loi de variation elle-même n'est pas connue. Wagner a dû admettre une loi hypothétique et, sous cette réserve, est parvenu à établir la formule

$$U_m = \text{const.}\ \sqrt{\beta R_0},$$

où β représente un coefficient déterminé par la conductibilité thermique de la fibre envisagée et par ses dimensions et R_0, la résistance initiale de cette fibre. — En courant alternatif, il faut tenir compte du courant de charge du diélectrique, il y a échauffement supplémentaire. Il apparait que la tension de perforation décroît proportionnellement à la fréquence. — La rupture ne se produit que si la tension initiale est supérieure à la tension de perforation et le phénomène est d'autant plus accéléré que l'écart est plus grand. Les courbes donnant le temps de rupture rapporté à la tension, et cela pour diverses matières, ne diffèrent entre elles que par un changement d'échelle des ordonnées. — Enfin, Wagner a montré que c'est la tension efficace qui est à considérer, à l'exclusion de la tension maximum. Un isolant résistera tant que la tension efficace sera inférieure à la tension de perforation, bien que la contrainte pendant le maximum soit un multiple de celle qui résulterait de la tension de perforation. — Les travaux de Wagner offrent le plus grand intérêt, puisque, outre l'explication du phénomène, ils donnent le moyen d'en faire une analyse quantitative. — E. F.

621.315.6 : 666.3. — Les matériaux céramiques isolants; Félix Singer. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. xxi, p. 191-193, 1500 mots, 1 tabl. — L'électrotechnique ne peut utiliser que des produits non poreux (ou tout au moins très peu poreux) et non hygroscopiques. Les poteries, les porcelaines, les stéatites répondent à ces conditions. Au point de vue extérieur, ces diverses matières se différencient par leur couleur, leur opacité ou leur translucidité; ceci tient à la nature de leurs éléments constitutifs. Les porcelaines sont les plus employées, elles ont cependant le défaut de présenter un très fort retrait (16 à 20 pour 100); aussi a-t-on cherché à leur substituer les poteries. Elles peuvent avantageusement les concurrencer dans certaines branches : les isolateurs de traversée, par exemple. L'industrie ayant acquis une très grande pratique dans la fabrication des récipients de forte capacité, la production de ces pièces de grande largeur doit se faire sans difficulté. Les tensions de plus en plus en plus élevées qui sont en usage contraignent à augmenter les dimensions des isolateurs. Il y a lieu

d'augmenter aussi leurs qualités mécaniques et, dans ce but, les stéatites, très résistantes, présentent un réel intérêt. Elles ont, de plus, l'avantage de se rétracter très peu, 1 pour 100 seulement. Les noms de poteries, porcelaines, stéatites, ne sont que des noms génériques. Ces grandes classes se subdivisent en produits multiples sur lesquels l'électricien doit fixer son choix. C'est pour faciliter sa tâche que l'auteur a joint au présent article un tableau des qualités physiques des isolants céramiques vendus dans le commerce. — E. F.

621.315.6. — Les isolants à base de résine artificielle et de matières fibreuses; Wilhem Senst. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. XXI, p. 193-195, 2500 mots. — Les résines artificielles, ou bakélites, sont des produits de condensation des phénols et des formaldéhydes. Elles sont solubles dans l'alcool en donnant une laque qui est appliquée sur le papier ou mélangée à la matière fibreuse. Après séchage à froid, on donne, par chauffage et pression, la forme voulue à la pièce à fabriquer. Puis, on la soumet, durant deux heures, à une température de 175°C. Sous l'effet de cette « bakélisation » ou « recuit », la résine artificielle prend un état stable, devient insoluble et ne se ramollit plus aux températures élevées. Il est à recommander, pour éviter les soufflures provoquées par la vaporisation des traces d'humidité ou autres impuretés, d'opérer sous pression (air comprimé à 12 atmosphères). Le changement d'état se produit aussi à la longue à la température ordinaire. Les matières fibreuses sont, en général, le papier, la farine de bois et l'amiante. Elles permettent d'obtenir les papiers durcis et les agglomérats comprimés. Les papiers durcis dérivent de deux types de fabrication : *a*) les bandes de papier imprégnées de laque sur une seule face sont enroulées en tube sur un mandrin; *b*) les feuilles imprégnées sur leurs deux faces sont empilées et portées à la presse. La première méthode réduit au minimum les risques de soufflure et de plis et donne le meilleur produit. Tant qu'il n'y a pas bakélisation, la forme du papier durci peut être modifiée : transformation d'un tube cylindrique en un tube ovale, aplatissement d'un tube et transformation en une plaque, etc. Bien que le passage à l'état final se produise avec le temps, il est préférable, au point de vue isolation, de n'utiliser que des produits bakélisés. Les difficultés de fabrication proviennent, la plupart du temps, de défauts d'hémogénéité du papier : épaisseur irrégulière, feuilles distendues par places, etc. Il faut également veiller dans le travail (sciage ou perçage) au sens des feuilles, cette précaution évite le risque de fendre l'isolant. Le papier est hygroscopique, pour cette raison le papier durci l'est également. Les essais d'amélioration (cuisson dans l'huile) n'ayant pas donné les résultats attendus, on évitera de l'employer lorsque l'humidité est à craindre. Les agrégats comprimés résultent du mélange de la résine avec de la farine de bois, des fibres d'amiante, du papier lacté, etc. On fait le vide pour déshydrater la pâte, on donne la forme voulue pour pressage à chaud et l'on bakélise, s'il y a lieu. Il faut compter sur un retrait de 1 pour 100, ce qui peut amener des criques, surtout si l'on intercale dans la pâte des objets non compressibles, tels que des tiges métalliques. Il ne reste plus ensuite qu'à faire disparaître par grattage les aspérités superficielles. Les produits s'obtiennent en tige ou en plaques, on peut même les livrer au commerce sous leur forme définitive. Par suite de leur forte teneur en résine, ils résistent bien à l'humidité. Ici, encore, il faut tenir compte, pour tout travail ultérieur, du sens dans lequel tendent à s'orienter les fibres. Au point de vue électrique, les isolants à base de résine artificielle perdent une grande partie de leur valeur dès que la température s'élève, et cela d'autant plus que leur épaisseur est plus grande; ils sont donc beaucoup moins aptes à résister aux surtensions que la porcelaine. On tend cependant à les substituer à cette dernière pour des raisons de commodité de fabrication dès qu'il s'agit de pièces de dimensions importantes. On ne saurait donc trop recommander de les soumettre à des essais avant usage. Dans cet ordre d'idées, il faut signaler que certaines maisons, les « Continentalen Isola Werke », par exemple, s'efforcent de dresser des tables des propriétés caractéristiques de ces produits, qui, à l'aide de formules simples, permettront aux ingénieurs de déterminer les tensions d'éclatement et de perforation et d'arrêter leur choix sur la qualité convenable. — E. F.

669.27 : 621.395.615. — Propriétés des filaments de tungstène employés dans les tubes électroniques; F. Wolfers. *Radioélectricité*, 15 juin et 15 juillet 1923, t. IV, p. 10-14 et 22-24, 2300 mots, 5 fig. — Tous les appareils qui utilisent le phénomène thermoélectrique, tels que les tubes à rayons X de Coolidge ou les redresseurs de courant appelés *kénotrons*, comportent nécessairement une cathode, que l'on peut porter à l'incandescence, et une anode. En introduisant de plus, au voisinage de la cathode, une électrode auxiliaire, on obtient des relais amplificateurs, tels que les *audions* et les *pliotrons* employés en télégraphie et en téléphonie sans fil. Dans tous ces appareils, on n'emploie guère comme cathode que les filaments de tungstène, portés à l'incandescence par un courant auxiliaire, et, comme l'émission d'électrons croît d'une façon extrêmement rapide avec la température, on a intérêt à porter la cathode à des températures aussi élevées que possible, ce que permet le point de fusion élevé du tungstène (environ 3000° absolus). L'auteur se propose d'indiquer les principales propriétés de ces filaments. Les grandeurs qu'il importe surtout de connaître sont, en fonction de la température, l'éclat du filament, sa résistance électrique, le courant électronique qu'il peut émettre et, enfin, les conditions de son usure. Celle-ci est liée à la tension de vapeur et à la vitesse d'évaporation du métal. L'étude de toutes ces questions nécessite l'évaluation de la température des filaments qui peut être effectuée par de nombreux procédés; l'auteur se borne d'ailleurs à rappeler le principe des plus importants d'entre eux : procédés photométriques, procédés électriques. — G. M.

621.892 : 621.165. — Détérioration de l'huile de graissage dans le cas d'emploi dans les turbines à vapeur; A. Duckham et E. Bouvrey. *Engineering*, 21 septembre 1923, t. CXVI, p. 353, 1500 mots, 1 fig. — Par l'emploi de l'huile, le frottement entre les surfaces métalliques est absolument empêché, de sorte que les paliers des machines à grande vitesse peuvent être utilisés pendant des années entières sans usure appréciable. Pour obtenir ce résultat, il est essentiel que l'huile conserve ses qualités premières, mais, dans le cas de la turbine à vapeur, elle est exposée à être mélangée à l'eau s'échappant des garnitures de l'arbre, et, lorsque la proportion de cette eau, par rapport au volume de l'huile, devient trop grande, l'émulsion qui en résulte a perdu une grande partie des propriétés de l'huile. Il est essentiel de ménager des dispositions convenables pour l'extraction de cette eau, de manière à éviter que son volume ne dépasse de 15 à 20 pour 100 du volume de l'huile. On s'est efforcé de rechercher une qualité d'huile qui, mélangée à l'eau en toutes proportions, forme une émulsion homogène conservant ses qualités lubréfiantes; bien que certains résultats encourageants aient été déjà obtenus, la question est encore bien obscure et sa solution demandera encore de nombreux efforts. Les auteurs indiquent, dans l'article les résultats d'observations faites sur un certain nombre d'échantillons d'huiles; ils signalent, en particulier, les proportions diverses d'eau, ainsi que l'effet de l'oxygène sur ces mêmes huiles; une autre cause de troubles dans l'utilisation normale des huiles est la présence de boues formées par les poussières de l'atmosphère, ainsi que par les particules métalliques provenant des paliers et des organes des groupes de circulation de l'huile. — E. B.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.3 (064). — Foire ou exposition ? Heintzenberger. *E. T. Z.*, 31 mai 1923, t. xliv, p. 518-520, 3500 mots. — Sous ce titre, l'auteur veut attirer l'attention sur la différence qu'il convient de maintenir entre une foire commerciale et une exposition. Les foires sont des marchés destinés à favoriser les relations entre le producteur et le gros commerce. Les expositions, au contraire, ont pour but de permettre à l'industrie et au commerce de présenter les dernières nouveautés et de faire connaître tout ce qu'elles sont susceptibles de réaliser : les expositions sont destinées à être visitées par le public; les foires demandent, au contraire, à être fréquentées par des acheteurs. Il est certainement délicat de limiter exactement quels sont les objets susceptibles d'être présentés dans une foire ; il est plus aisé de donner quelques caractères qui devraient être exigés de ces objets, à savoir : marchandises susceptibles d'être réalisées en grande série et propres à la vente immédiate d'après l'échantillon exposé par expédition rapide du dépôt du producteur au revendeur. Par contre, les objets d'usage moins courant, le gros matériel, par exemple, pour l'établissement duquel les données varient dans chaque cas particulier, n'ont, somme toute, rien à faire dans les stands d'une foire. Si les exposants désirent cependant attirer l'attention sur les procédés qu'ils emploient pour ces constructions spéciales, il existe bien des moyens pour le faire sans s'astreindre à présenter l'appareil lui-même. L'article se termine par une liste énumérative, mais non pas limitative, des objets susceptibles d'être exposés dans une foire de l'industrie électrique : elle comprend, par exemple, les moteurs jusque 50 kw, les transformateurs jusque 500 kw. — F. B.

382(44—492). — La possibilité de l'expansion du commerce français en matériel électrotechnique en Hollande ; L.-G. Stokvis. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. xiv, p. 637-645, 5000 mots, 8 fig., 5 tab. — L'auteur expose d'abord les besoins considérables de la Hollande en matériel électrotechnique, car les applications de l'électricité y ont pris un large développement, puis, il montre que, par sa situation géographique et par le système du libre échange qui y règne, ce pays offre un vaste champ à l'exportation française dont les produits électrométallurgiques semblent, pour ainsi dire, ignorer complètement jusqu'ici les routes de La Haye et d'Amsterdam.

347.77(063). — Le Congrès de la Propriété industrielle de Mulhouse (28 et 29 juin 1923); Fernand-Jacq. *R. G. E.*, 22 septembre 1923, t. xiv, p. 427-428, 1500 mots. — L'auteur rend compte de l'intéressant congrès tenu (le premier depuis la guerre) dans nos provinces recouvrées, et expose la législation industrielle et les projets en cours ainsi que les vœux adoptés.

62(044): 31(043). — L'ouvrage secret établi par les soins et par ordre du Grand Etat-major allemand « Die Industrie im besetzten Frankreich, 1916 ». *R. G. E.*, 4 août 1923, t. xiv, p. 146-147, 500 mots. Communication faite par Alfred Renouard à la séance du 8 juin 1923 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

332.5 : 331.2. — La question du calcul de l'index; L. Fleischmann. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. xliv, p. 734-735, 2000 mots, 1 fig., 1 tab. — L'auteur rappelle, dans cet article, divers de ses travaux antérieurs et se propose de démontrer l'impossibilité de l'établissement d'un index, qui satisfasse à toutes les exigences. Il rappelle d'abord le but de l'index, dont la raison d'être date de la guerre et de l'introduction du papier comme monnaie légale, ce qui a entraîné des variations de sa valeur aussi rapides que considérables. L'index a pour but d'établir, en dépit de ces fluctuations du papier en circulation, un rapport entre les salaires et leur puissance d'achat : le chiffre des salaires varie proportionnellement à l'index. En principe, il existe autant d'index que de marchandises susceptibles d'être achetées. En fait, l'index le plus simple est celui qui se rapporte au prix d'achat de l'or; le plus pratique consiste, au contraire, à faire une évaluation qualitative et quantitative de la consommation normale dans des conditions déterminées; mais, outre les difficultés que présente cette évaluation, elle ne saurait répondre aux exigences essentiellement variables de chaque individu. L'auteur continue son étude en passant à la définition mathématique de l'index (c'est la sommation, étendue aux marchandises considérées, du produit de la quantité prévue par le prix du moment); il introduit la notion d'unité d'index et démontre, à l'aide de quelques relations, qu'il est impossible d'établir un index correspondant à une puissance d'achat constante, car les prix varient différemment. Il préconise une autre formule d'établissement d'index, moins imparfaite, mais trop complexe. Il conclut que, s'il est possible de dresser avec exactitude l'index correspondant aux périodes écoulées, on ne saurait l'établir d'une façon sérieuse par anticipation. — F. B.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 28 septembre 1923; Société des grandes Entreprises méridionales. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. xiv, p. 927, 600 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 17 novembre 1923; Société norvégienne de l'Azote et de Forces hydrauélectriques. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 991-992, 1000 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale du 29 septembre 1923; Société française Gardy. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 991, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1923; Société des Forces motrices de la Vienne. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1093-1094, 1200 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 29 novembre 1923; Omnium lyonnais. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. xv, p. 33-34, 2000 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 19 décembre 1923 ; Electricité et Gaz du Nord. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. xv, p. 151-152, 1400 mots.

657.37 (065)2. — Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1923 ; Société générale d'Entreprises. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. xv, p. 152, 600 mots.

657.37 (065)2. — Assemblées générales extraordinaires des 11 octobre et 8 décembre 1923 ; Compagnie électromécanique. *R. G. E.*, 2 février 1924, t. xv, p. 192, 700 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1923 ; Sud-Electrique. *R. G. E.*, 2 février 1924, t. xv, p. 191-192, 1000 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 22 décembre 1923 ; Compagnie électromécanique. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. xv, p. 233-234, 1300 mots.

ACHETEZ directement en FRANCE vos POTEAUX aux PRODUCTEURS

Les Poteaux BIAL sont entièrement traités dans nos Exploitations, chantiers et Usines. Ils sont imprégnés en Vase clos, par le Vide et la Pression.

Nous vous les fournirons
aux **CONDITIONS** les plus **AVANTAGEUSES**
par **TOUTES QUANTITÉS** et
en **TOUTES DIMENSIONS**
qui vous seront nécessaires

SPÉCIALITÉ DE GROS DIAMÈTRES
RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Les Bois Industriels d'Alsace et de Lorraine

Etablissements FRANÇOIS WEIMERSKIRCH
FONDÉS EN 1898

Grumes, Traverses, Bois de mine et de Construction, Manches d'Outils
Planches, Madriers, Parquets, Lattes etc. - Tous sciages.

USINES, CHANTIERS, BUREAUX, FLORANGE (Mlle)

Adresser la CORRESPONDANCE : **BOITE POSTALE 8 METZ**

Registre du Commerce : **Metz N° 612**

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE BOULOGNE S/SEINE

87, Rue du Château
et 10, Rue Jules Simon

R ou C
SEINE
N° 172 578

Téléphone :
AUTEUIL 35-21

FABRICATION SPÉCIALISÉE

TRANSFORMATEURS DE BOULOGNE

MARQUE DÉPOSÉE

ATELIERS CEB

TRANSFORMATEURS
DE PUISSANCE ET DE MESURE
Sécurité de fonctionnement
PRIX AVANTAGEUX
RENDEMENTS ÉLEVÉS

Demandez notre Catalogue TECHNIQUE

REPARATIONS ET MODIFICATIONS
DEPARTEMENT DE TÉLEPHONIE SANS FIL

AS

MAISON FONDÉE EN 1902

LEGENDRE FRÈRES

37, Rue Saint-Fargeau, PARIS (xxe)

Registre du Commerce : **Seine N° 60 256**

CONSTRUCTEURS
DE
MOTEURS ÉLECTRIQUES

Exécutent les réparations
et transformations
- de moteurs électriques -
= de toutes marques =

UNIS-FRANCE
1 2

Téléph. Roquette 27-26, » 27-36, » 50-51

Télégr. : LEGFRER-Paris
Metro : Saint-Fargeau
Ligne n° 3

ECFM
MARQUE DÉPOSÉE

SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE, FORCE MOTRICE

Société Anonyme au Capital de 75 000 000 fr

E C F M

Huiles lourdes
de Goudron de Houille
pour Fours et Moteurs Diesel

Tricrésol Paille
Métaparacrésols spécial et 60/40
Orthocrésol
pour la Fabrication des
Matières plastiques pour l'Electricité

Tous autres sous-produits
de la Distillation de la Houille

E C F M

USINES A GENNEVILLIERS (SEINE)

Adresser la Correspondance
au SIÈGE SOCIAL, 22, RUE DE CALAIS, PARIS. Tél. GUT. 38-16
Echantillons franco sur demande

Registre du Commerce : **Seine N° 72 526**

SECTION DE LÉGISLATION

621.316 : 347.424. — Jugement du Tribunal de Commerce de Toulon admettant la sécheresse de 1921 comme cas de force majeure. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 479-480. 1 000 mots.

621.316 : 347.424. — Arrêt de la Cour d'Appel de Lyon admettant la sécheresse de 1921 comme cas de force majeure. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. XIV, p. 478-479, 700 mots.

621.316 : 351.82 (43.8). — La loi polonaise sur l'électricité. *Bulletin de la Société belge des Electriciens*, novembre 1922, t. XXXVI, p. 304, 400 mots. — On trouvera, dans cette courte note, le relevé de quelques articles de la loi polonaise régissant les concessions de l'électricité relatives aux services publics, notamment en ce qui concerne les permissions de voirie. — Y. G.

621.316 : 351.82. — Circulaire relative à la fixation, la répartition et la mise en œuvre des réserves en énergie prévues à l'article 10 de la loi du 16 octobre 1919. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 604-607, 3 000 mots.

621.316 : 351.712.2.028. — La Jurisprudence du Conseil d'Etat sur les charges extra-contractuelles : principes constants, calculs divers; Paul Bougault. *R. G. E.*, 13 et 20 octobre 1923, t. XIV, p. 559-560 et 601-604, 5 200 mots. — L'auteur indique, dans la première partie de son article, les éléments qui doivent entrer en ligne de compte dans les charges extra-contractuelles (toutes les matières premières, la main-d'œuvre, etc.), et ceux qui peuvent venir en compensation (distribution d'énergie électrique, vente des sous-produits). Il expose, dans la seconde partie, ce que le Conseil d'Etat a voulu faire supporter aux concessionnaires, savoir : une part dans la perte, et comment doit être calculée cette perte.

621.315.14 : 351.712.2.028. — Cahier des charges pour la fourniture des poteaux en bois destinés à la construction des lignes d'énergie électrique. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 630-634, 2 000 mots, 4 fig. — Ce cahier des charges, préparé par le Syndicat des Entrepreneurs de grands Réseaux a été étudié par la vingt-troisième Commission (Haute tension) de l'Union des Syndicats de l'Electricité; le Comité de Direction de celle-ci l'a adopté dans sa séance du 7 février 1923.

621.347 : 351.712.2.028. — Modèle de cahier des charges pour la construction des réseaux ruraux de distribution d'énergie electrique. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 625-630, 4 000 mots. — Ce cahier des charges a été établi par le Syndicat des Entrepreneurs de grands Réseaux et étudié par la vingt-troisième Commission (Haute tension) de l'Union des Syndicats de l'Electricité. Il a été adopté par le Comité de Direction de l'Union dans sa séance du 7 mars 1923.

621.347 : 347.471.5. — L'électrification des campagnes par la distribution du courant des secteurs. Création d'un syndicat de communes ; son fonctionnement économique et financier. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 597-600, 4 200 mots. Analyse d'une communication de A. Blanc au Congrès régional de l'Electrification des Campagnes, Montpellier, 7-11 juin 1923.

629.113 : 351.82. — Loi du 21 août 1923 fixant les conditions d'attribution de subventions de l'Etat aux départements ou aux communes pour l'organisation et l'exploitation de services publics réguliers de transport par voitures automobiles et à traction électrique. *R. G. E.*, 22 septembre 1923, t. XIV, p. 431-432, 1 800 mots.

621.32 : 629.113 : 351.82. — Arrêté du ministre des Travaux publics, du 28 juillet 1923, fixant les conditions auxquelles doivent répondre les dispositifs d'éclairage des véhicules automobiles. *R. G. E.*, 18 août 1923, t. XIV, p. 239-240, 700 mots.

351.712.2.028 : 351.8.323. — Loi et décret du 10 décembre 1922 sur les conditions du travail dans les marchés passés au nom de l'Etat en ce qui concerne les allocations familiales. *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 607-608, 1 000 mots.

351.8 (017). — Décret du 8 juillet rendant obligatoires les normalisations adoptées par la Commission permanente de Standardisation dans l'exécution des travaux relevant directement du Ministère du Travail. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 176, 150 mots.

347.772. — La propriété industrielle et commerciale; Fernand-Jacq. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 513-517, 4 000 mots. — L'auteur, qui a publié précédemment une analyse (*R. G. E.*, 21 juillet 1923, t. XIV, p. 105-108) des travaux du Congrès de Rome de la Chambre de Commerce internationale, revient sur l'importance des résolutions votées dans le domaine de la propriété industrielle, et en donne ci-après le programme positif.

347.719. — Circulaire du 31 octobre 1923 relative à l'application de la loi du 1er juin 1923, rendant obligatoire sur tous les papiers de commerce, factures, etc., l'indication de l'immatriculation au registre du commerce. *R. G. E.* 24 novembre 1923, t. XIV, p. 822-823, 1 800 mots.

347.719. — Sur l'application de la loi du 1er juin 1923, concernant le registre du commerce. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 40, 500 mots.

347.719. — Sur l'application de la loi du 1er juin 1923 concernant le registre du commerce. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 096, 600 mots.

351.83 (43). — Lois allemandes sur le travail et projets de lois depuis le milieu de l'année 1922 à la fin de mars 1923; Carl Koehne. *E. T. Z.*, 7 juin 1923, t. XLIV, p. 544-546, 4 500 mots. — Cet article est un exposé des modifications introduites dans la législation allemande sur le travail. La loi du 22 juillet 1922 est la principale innovation : elle institue les offices publics et officiels de placement en lieu et place des offices professionnels. En plus du placement proprement dit, les offices publics s'occupent de l'assurance contre le chômage et des apprentissages, comme ils peuvent être aussi chargés de toutes les institutions concernant les chômeurs. De nouvelles prescriptions ont été introduites dans la législation sur le travail au sujet de la saisie des salaires du renvoi des employés, de l'emploi obligatoire des grands blessés. L'article donne des renseignements sur l'application de ces deux lois et il contient aussi des indications sur les projets à l'étude d'autres lois sociales concernant la durée du travail, le contrat général de travail. Les lois sur les tarifs et sur les assurances, celles concernant les procès relatifs aux contrats de travail ont dû être revisées à cause de l'effondrement du mark ; l'article donne quelques indications à ce sujet. — A. M.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.315.14.00.42 (492). — Projet de modification des prescriptions pour la construction des lignes à très haute tension, établi par l'Institut royal des Ingénieurs néerlandais; BELLAAR SPRUYT. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1010-1012, 2000 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14 (42). — Résumé des recherches récentes faites en Angleterre sur le matériel et la construction des lignes aériennes; WEDMORE et HUNTER. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 999-1000, 300 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la deuxième Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14. — Recherches expérimentales faites sur le matériel et la construction des lignes aériennes; E.-B. WEDMORE et W.-B. WOODHOUSE. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 937-940, 3000 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.316.00.42. — Projet de réglementation pour toutes les installations de transmission électrique. *E. u. M.*, 18 mars 1923, XLI, p. 175-178, 2700 mots. — L'article reproduit le texte de ces prescriptions entrant en vigueur le 1er septembre 1923. On y trouve tout d'abord les limites d'applications de ces règlements et une série de définitions des systèmes qui sont compris sous la dénomination générale d'installation de signalisation (Fernmeldeanlagen), puis quelques principes concernant les sources d'énergie correspondantes (accumulateurs, transformateurs, redresseurs), ainsi que l'appareillage utilisé, enfin les prescriptions relatives au montage et notamment à l'isolation des conducteurs, suivant leur nature — fils nus, isolés, câbles — et suivant les locaux où ils peuvent être placés. — F. B.

621.316. (017). — Note sur la normalisation des tensions; DARRIEUS. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1043-1044, 500 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.316. — Les tensions de transport; HANKER. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1044-1045, 600 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14.00.12. — Abaque pour la détermination des efforts sur les supports dus aux conducteurs des lignes aériennes; Paul MARTIN. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 845-847, 1000 mots, 2 fig. — Dans cet article, l'auteur résout graphiquement un problème bien connu des techniciens de la ligne aérienne. Il reprend pour cela la formule admise pour les efforts dus à la tension des conducteurs et à l'effort du vent sur ceux-ci. Il transforme ensuite cette formule pour la rendre calculable à l'aide d'un abaque par points alignés. Malgré le nombre de six variables indépendantes, cet abaque est traité d'une façon simple grâce au fait que trois de ces six variables peuvent entrer sur une même échelle. L'abaque est d'ailleurs basé sur un procédé classique que l'on trouve dans les traités de nomographie.

621.315.4. — Efforts agissant sur les supports dans une direction parallèle à la ligne; BORGQVIST et TORSTEN-NORDELL. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 933-934, 1000 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.00.14. — Résumé pratique du calcul électrique des transmissions d'énergie à haute tension par l'emploi d'abaques; A. BLONDEL et Ch. LAVANCHY. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 775-798, 1000 mots, 24 fig., 4 tabl. — Le calcul électrique des lignes de transmission d'énergie à très haute tension a pour point de départ des équations aux dérivées partielles, dont la résolution conduit à des formules bien connues. Divers procédés graphiques ont été imaginés pour l'application de ces formules à des exemples numériques, en particulier dans le but de réduire les calculs algébriques nécessaires et de faciliter la discussion générale du fonctionnement d'une distribution. L'un de ces procédés, basé sur l'emploi d'abaques hyperboliques universels et exposé pour la première fois par M. R.-S. Brown, a été déjà décrit et appliqué avec plus de détails par les auteurs du présent article. Depuis cette publication, l'un des auteurs a édité un nouvel abaque modifiant l'abaque de M. R.-S. Brown pour en rendre l'application plus simple et a établi, en outre, un autre abaque permettant d'effectuer les calculs complémentaires nécessaires à l'étude de la marche en parallèle de plusieurs lignes. Aujourd'hui, les auteurs se proposent d'expliquer le mode d'emploi de ces abaques nouveaux en les appliquant à quelques exemples numériques et en prenant soin de supprimer de cet exposé toutes les considérations théoriques développées suffisamment dans leurs publications antérieures. D'autre part, ils décrivent de nombreux abaques auxiliaires, dont quelques-uns ont déjà paru dans cette Revue, et leur mode d'emploi, de sorte que cet

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A M.A.*, *The british electrical and allied Manufacturer'sAssociation*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2[e] série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 13 premiers tomes, 520 fr. Abonnement : France, 75 fr; Etranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'État. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Electricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XV[e] Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français. Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1760 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch.). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

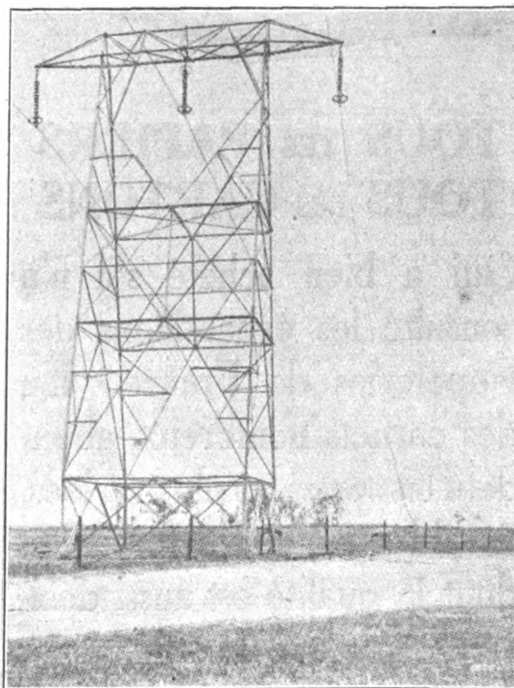
(Frais de port et d'emballage en plus).

article constitue un résumé du calcul électrique d'une transmission composée de la ligne elle-même et de ses transformateurs élévateurs et abaisseurs de tension. Signalons qu'à la suite de la publication de cet article il a été constaté qu'une erreur avait été commise dans l'établissement de l'un des abaques : celui concernant les cosinus hyperboliques ; cet abaque sera publié ultérieurement après rectification.

621 315.1 : 511.2. — Nomogramme fondamental pour le calcul des lignes extérieures ; K. Riedlinger. *E. u. M.*, 23 septembre 1923, t. XLI, p 549 558, 8000 mots, 4 fig., 3 tabl. — La représentation graphique des divers états d'un conducteur suspendu entre deux points fixes est donnée le plus souvent par des lignes courbes établies dans le système de coordonnées cartésiennes. Etant donné qu'il y a trois inconnues, cette représentation entraîne l'existence d'une infinité de courbes. La méthode des abaques à points alignés constitue une solution plus élégante du problème, mais il est indispensable cependant d'avoir recours à un graphique particulier, correspondant à la nature du conducteur utilisé. L'auteur de l'article a établi une méthode absolument générale, s'appliquant au calcul de tous les cas, indépendamment de la nature des matériaux. Après avoir rappelé les relations fondamentales entre les flèches, portées et tensions, et les avoir transformées convenablement, l'auteur passe à la justification des abaques représentatifs de ces équations. A l'aide de trois tables reproduites au cours de l'article, on déduit immédiatement, des données fondamentales du problème, la valeur des différents facteurs nécessaires à l'utilisation des abaques qui donnent d'une façon tout à fait générale la solution (détermination des flèches et des tensions) des problèmes des lignes extérieures. L'avantage de cette méthode consiste dans l'emploi d'une seule échelle curviligne pour l'ensemble des matériaux susceptibles de constituer le conducteur. Son emploi facile et rapide est démontré à la fin de l'article à l'aide de quelques exemples vraiment pratiques et discutés d'une façon très complète. — F. B.

621.315.14.00.14. — Calculs des lignes électriques ; leur application pratique aux problèmes de la transmission et de la distribution ; W.-T.-J. Atkins. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t LXI p. 1044-1048, 4000 mots, 3 fig., 3 tabl. — Le type de réseau qu'on rencontre communément en pratique, c'est-à-dire celui qui alimente des charges disséminées et dont la composition est complexe, se trouve presque toujours négligé ou n'est, du moins, traité que superficiellement, dans la littérature traitant des calculs de lignes. L'auteur passe ici en revue les principes fondamentaux, et décrit les méthodes basées sur le principe de superposition, qui permettent de résoudre par approximations successives les problèmes de complexité quelconque. Le travail nécessaire pour arriver à la solution est bien moindre que celui qu'entraîne une méthode directe, les limites d'exactitude des données étant généralement assez larges L'article expose la méthode de calcul des courants de court-circuit et de leur effet d'échauffement ; il donne un exemple du calcul des courants normaux, des chutes de tension et des courants de court-circuit dans tous les tronçons d'un réseau. — P. L.

621.315.14. — Caractéristiques électriques et mécaniques de la construction de lignes modernes de transmission d'énergie ; C.-B Carlson et W.-R. Battey. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1126-1128, 1200 mots, 4 fig. — Il s'agit, en substance, d'un mémoire sommaire destiné à servir de base de discussion sur le sujet, au Congrès de del Monte de l'A. I. E. E. (2-5 octobre 1923) et résumant, avec photographies de pylônes et dessins et spécifications de chaînes d'isolateurs à l'appui, les données générales d'établissement de la nouvelle ligne à 220 kv construite par le Southern California Co entre ses sous-stations de Laguna Bell et de Eagle Rock. Les caractéristiques indiquées par les auteurs, sans avoir encore reçu la sanction de l'expérience, puisque l'installation correspondante est encore en cours d'exécution, n'ont été adoptées, pour ce qui a trait notamment au système de construction des supports, qu'après des essais concluants entrepris avec des appuis grandeur nature, dans les ateliers du fournisseur. La photographie ci-incluse (fig. 1) représente un pylône d'alignement avec son armement complet. Son examen peut être utilement complété par les quelques précisions suivantes : conducteur constitué par un câble d'aluminium-acier de 25,4 mm de diamètre ; charge

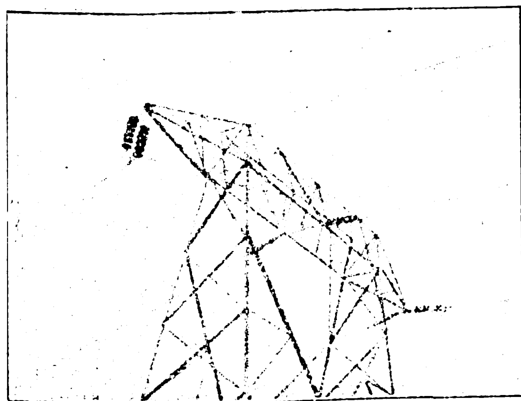


621.315.14. — Fig. 1. Pylône d'alignement avec son armement pour la ligne de Laguna Bell à Eagle Rock, à 22000 v.

de rupture correspondante : 11000 kg ; limite élastique : 7500 kg ; poids au mètre courant : 1,3 kg ; effort de tension imposé : 5500 kg dans les conditions de charge maximum ; emploi d'un fil de terre fixé au sommet des pylônes ; portées normales : 280 m ; distance minimum entre les éléments sous tension et la masse, 1,8 m ; chaînes simples d'isolateurs pour les suspensions (13 éléments en série), chaînes doubles pour les amarrages (deux chapelets constitués chacun par 15 éléments en série), armure annulaire en aluminium fondu disposée à l'extrémité inférieure des chaînes, de manière à encercler le dernier isolateur ; cornes de décharge à l'extrémité supérieure des chaînes supportant les deux conducteurs latéraux (sur la chaîne centrale, ces cornes de décharge sont remplacées par une armure annulaire en fer plat) ; température minimum ayant servi de base pour les calculs, 12° C ; pression du vent sur l'appui 50 kg : m² sur une fois et demie l'aire d'une face du pylône ; pression du vent sur le conducteur, 40 kg : m² sur la section longitudinale ; distance minimum entre les conducteurs et le sol, 18 m à 50° ; toutes les ferrures d'attache ont été établies avec un coefficient de sécurité égal à 3 et éprouvées en conséquence ; pour satisfaire à cette condition, eu égard aux limitations résultant de distances minima à observer, au point de vue électrique, on a été conduit à faire couramment usage, pour les organes en question, d'acier fondu. — L. D.

621.315.14. — Pratique de la construction des lignes de transmission à la traversée de chaînes de montagnes : M.-T. Crawford. *J.A.I.E.E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1121-

1125, 2000 mots, 12 fig. — Il s'agit d'une ligne à la tension de 110 kv, d'une longueur de 200 km environ, construite par la Puget Sound Power and Light Co entre l'usine de White River et la ville de Wenatchee, à travers les montagnes de Cascade (altitude 1 200 m) et de Wenatchee (altitude 1800 m), et dont les caractéristiques d'installation sont les suivantes : pylônes en acier supportant, disposés dans un même plan horizontal, trois câbles en cuivre de 105 mm² de section; chaînes d'isolateurs Ohio Brass Co. N° 25620, à cape et à tige, six éléments en série pour la suspension, sept éléments en série pour l'amarrage; portées comprises entre 120 et 210 m; tension de pose correspondant à une contrainte égale à la limite élastique du métal conducteur pour une température de —18° C, une pression due au vent de 40 kg : m² et une épaisseur de glace de 12,5 mm. Dès le premier hiver d'exploitation, on a eu à enregistrer un certain nombre de dégâts à l'installation, à la traversée de la chaîne de Cascade, sur une distance de 1500 m environ, au voisinage du point le plus élevé de la ligne en cet endroit. Les dommages ont consisté : 1° en une rupture de câbles, en plusieurs ruptures de chaînes d'arrêt et en quelques glissements de conducteurs dans les pinces d'amarrage, tous accidents et incidents provoqués par des tensions mécaniques exagérées appliquées à la ligne et résultant de contraintes intermittentes, en saccade, produites par le processus répété d'un amoncellement anormal de givre et de la chute subséquente du dépôt formé; 2° en dégradations des parties basses des pylônes par le fait de la neige partiellement solidifiée, accumulée en véritable amas sur les éléments supérieurs de la construction et tombant, au moment du dégel, sur les éléments inférieurs. Quelques photographies intercalées dans l'article permettent de se faire une idée de l'intensité caractérisant les phénomènes mentionnés et de se rendre compte des dommages causés. La vue ci-incluse (fig. 1) qui représente l'armement d'un



621.315.14. — Fig. 1. Vue de la partie supérieure d'un pylône.

pylône en cours de modification, illustre la méthode employée pour remédier aux effets du dépôt de givre ; en vue de réduire au minimum l'effort imposé aux conducteurs et aux chaînes, on s'est proposé de réaliser, pour la ligne, le plus de flexibilité possible ; dans cette idée, on a décidé de remplacer, dans tous les pylônes d'arrêt, les dispositifs d'amarrage par des systèmes à suspension composés de chaînes doubles d'isolateurs reliées aux deux extrémités par des palonniers métalliques ; la contrainte appliquée aux isolateurs sera, de la sorte, diminuée, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter le nombre de ces derniers. En prévision des dégâts causés par les chutes de neige, la membrure inférieure des pylônes sera protégée par l'adjonction de cornières de forte section, le sommet de l'angle étant disposé vers le haut, de manière à former toit, et l'arête en saillie jouant en même temps le rôle de brise-glace. Si ces améliorations apparaissent, à l'expérience, comme insuffisantes, on envisage la nécessité de recourir à des câbles de plus forte section, à l'emploi d'un plus grand nombre de chaînes en parallèle, et, probablement aussi, à une augmentation du nombre des appuis. — L. D.

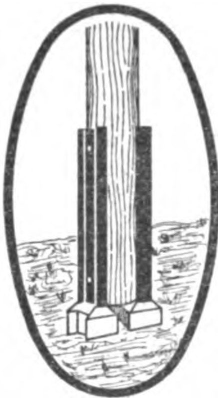
621.316. — Phénomènes transitoires dans les lignes de transmission; V. Bush. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1155-1158, 2200 mots, 13 fig. — L'article est un exposé sommaire des résultats obtenus au cours d'essais récemment entrepris à l'Institute of Technology de Massachusetts, en vue d'une part, de contrôler par l'expérience quelques conclusions déduites de l'étude des phénomènes transitoires dans les lignes de transmission et, d'autre part, de soumettre à une investigation d'ordre qualitatif certains phénomènes relatifs à la réflexion des ondes et à leur forme. Les essais ont été effectués, en partie, au laboratoire, sur une ligne artificielle de longueur variable, décrite dans un autre mémoire par le professeur F.-S. Dellenbaugh Jr. et en partie, à l'extérieur, sur une ligne commerciale (Gadsden-Lindale), établissant la jonction entre la Georgia Ry and Power Co et l'Alabama Power Co. La méthode d'expérimentation adoptée a consisté, uniformément, à soumettre ou à soustraire, brusquement, les installations à l'action d'une tension continue. Les résultats trouvés sont, néanmoins, utilisables dans la plupart des cas où entrent en jeu des potentiels alternatifs de fréquence usuelle, attendu que d'ordinaire, les ondes initiales de tension et de courant ont déjà subi une atténuation importante avant que le potentiel appliqué correspondant ait lui-même varié d'une façon appréciable. Les essais ont consisté dans la fermeture (ou la rupture), dans les conditions d'application de la tension déjà indiquées, d'une ligne artificielle, variable en longueur (155 km, 537 km, 1612 km) et de la ligne de jonction ci-dessus mentionnée; l'extrémité libre des lignes était soit ouverte, soit court-circuitée. On a également étudié les cas suivants : réflexion d'onde sur une inductance placée en bout de ligne; phénomènes transitoires accompagnant la rupture d'un circuit de ligne, d'abord au point le plus distant, ensuite en un point intermédiaire et, finalement, à l'origine, un transformateur fortement chargé étant branché à l'autre extrémité. Les résultats ont été concrétisés par la prise d'oscillogrammes dont une douzaine, environ, ont été reproduits dans l'article. Les diagrammes ainsi obtenus, comparés avec les courbes déduites par le calcul, ont permis de vérifier la concordance entre les données de l'expérience et les conclusions de la théorie, sauf, cependant, en ce qui a trait à la forme du front de l'onde; celle-ci, au lieu de présenter la disposition perpendiculaire à l'axe indiquée par l'analyse, affecte une forme plus ou moins arrondie. Ce résultat tient, évidemment, aux hypothèses simplifiées admises pour la ligne idéale et qui ne sont, dans les lignes commerciales ordinaires, qu'imparfaitement réalisées. La question de l'influence à attribuer à la raideur de front d'une onde est traitée par l'auteur avec quelque détail; selon lui, une onde de tension à front raide, même vertical, n'est point, en raison de sa forme, dangereuse en soi. Lorsqu'une onde de ce genre vient buter contre l'extrémité de l'enroulement d'un transformateur, tout se passe, dans le premier moment, comme si en ce même point, était subitement appliquée, par tout autre moyen, une tension maximum de même valeur; par l'expression, dans le premier moment, on entend l'intervalle de temps pendant lequel les phénomènes transitoires, qui prennent naissance dans le transformateur, sont conditionnés par la capacité existant entre son bobinage et la terre, et qui précède celui où un courant d'intensité appréciable commence à circuler dans ses enroulements. C'est au cours de cette période que se produisent, d'ordinaire, les surtensions maxima; or, au point de vue de l'effet résultant, il importe peu que la tension, ainsi brusquement appliquée, atteigne son maximum dans l'espace d'une ou de cent microsecondes. Dans le cas, en particulier, où un transformateur branché directement, à un moment donné, sur une génératrice, se trouve soudainement soumis à l'action d'une tension continue E, la tension à ses bornes croît rapidement, acquiert une valeur sensiblement double

Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel



Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que h rs sol, de facilité de pose, de poids reduit, de prix modique... et même d'esthétique.

Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc ,etc.,etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18/22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° 2. Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22/27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ. soit 80 kg par élément.* La pièce ..... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

(*Registre du Commerce* : Seine N° 204 507)

Téleph. : Trudaine 48-18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

18, rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 5..

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 56-06
R. C. : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



CONSOLES POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES REFÉRENCES



CONSOLES POUR ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

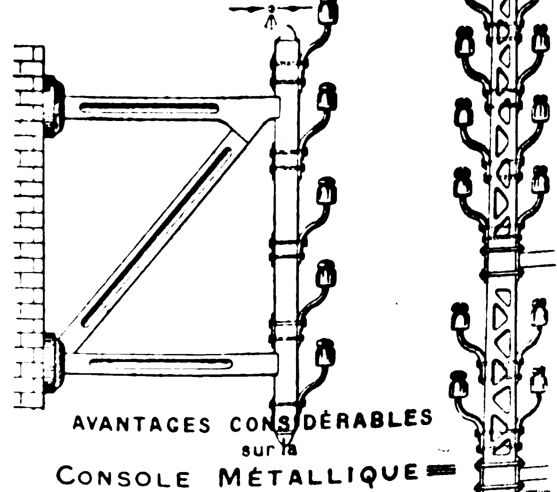
CONSOLES EN BETON ARME

POUR

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S. G. D. G.

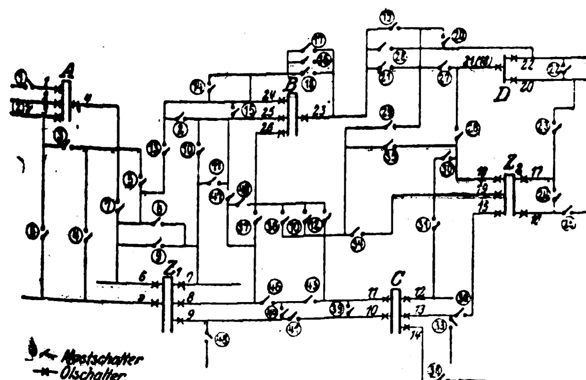


AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

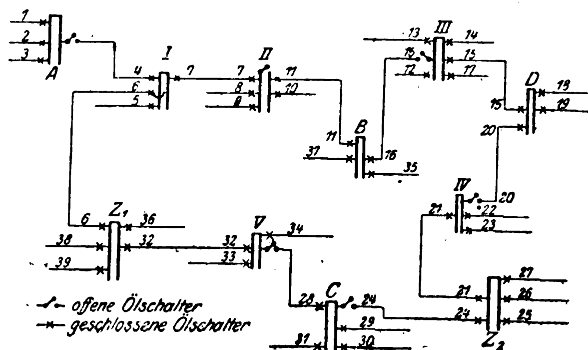
de E et atteint, finalement, cette dernière valeur à la suite d'une série d'oscillations d'amplitude décroissante. La durée de ce phénomène transitoire est heureusement très faible, car elle dépend essentiellement de la fréquence propre d'un circuit comprenant, principalement, l'inductance des connexions et la capacité répartie du transformateur et de la source; la question de surtension ne se pose donc pas, lors d'une manœuvre de couplage du genre considéré si l'on se place strictement au point de vue de l'isolation; car une perforation présuppose davantage que l'existence d'une surtension; elle nécessite aussi un certain temps, quant à la durée d'application de cette dernière. Les conditions sont différentes si une longue ligne de transmission vient à être introduite entre la génératrice et le transformateur; l'onde atteint l'enroulement, légèrement atténuée, et comme l'inductance de l'appareil s'oppose, au premier moment, à l'écoulement du courant, cette onde est réfléchie; la tension, de ce fait, est à peu près doublée; elle persiste d'ailleurs, aux bornes du transformateur, jusqu'à l'arrivée de l'onde suivante ou jusqu'à ce que le courant, commençant à passer en quantité suffisante, ait pour effet de réduire son amplitude; la surtension, eu égard à sa durée, est dans ces conditions susceptible d'avoir des conséquences sérieuses. L'onde de tension est accompagnée par une onde de courant; une onde de courant à front raide ne présente pas, du fait même de cette particularité, de danger spécial, quelque crainte qu'on puisse concevoir à ce sujet, au premier abord; c'est en réalité l'onde de tension qui joue, dans tous les cas, le rôle déterminant et, si, à l'examen, il a été trouvé que celle-ci était inoffensive, on doit en conclure qu'il en est de même de l'onde de courant. — L. D.

621.316. — L'établissement des réseaux étendus, à moyenne tension; G. Schendell. *E. T. Z.*, 27 septembre 1923, t. xliv, p. 891-894, 4500 mots, 5 fig. — Après un rapide aperçu sur les raisons qui ont provoqué le développement des réseaux de distribution à haute tension, l'auteur étudie l'influence des perturbations sur le développement des dispositifs de protection contre les surintensités, et sur celui des réseaux de distribution à moyenne tension. Il montre que, dans ces derniers, qui se sont développés au fur et à mesure que le nombre des consommateurs augmentait, on a été conduit, afin d'assurer en tous temps la marche du réseau et limiter à un faible secteur les interruptions de service, aux réseaux à mailles compliqués; la figure 1, dans



621.316. — Fig. 1. Schéma des lignes de distribution du réseau à maille. Mastschalter, interrupteur sur poteaux; Olschalter, interrupteur dans l'huile.

laquelle Z_1 et Z_2 sont les usines génératrices; A, B, C, D, des sous-stations, donne un exemple d'un tel réseau représenté schématiquement. L'auteur énumère ensuite les conditions que l'on doit s'efforcer de remplir dans l'établissement d'un réseau à moyenne tension. Ces conditions sont au nombre de seize : nécessité de la simplicité et de la gradation des dispositifs de protection; la partie du réseau privée de courant doit être la plus faible possible; elle ne doit être coupée que par l'interrupteur à huile, les interrupteurs sur poteaux doivent au plus servir à son actionnement; en cas de chute d'un conducteur d'alimentation à haute tension, une ou plusieurs ligne à moyenne tension doivent pouvoir lui suppléer; les sous-stations à moyenne tension doivent posséder des barres omnibus doubles avec interrupteur de couplage; les barres supplémentaires ne doivent pas être considérées comme réserves, mais être utilisées pour permettre une plus grande possibilité de déclenchement et de permutation; en cas de charges très fortes, les sous-stations non alimentées en haute tension doivent être alimentées par deux côtés grâce au couplage de barres omnibus; les lignes à moyenne tension ne doivent pas être constituées par de longues dérivations; la construction de sous-stations de moyenne tension doit se faire en des points convenables où aboutissent de nombreuses dérivations; à un interrupteur à huile doivent au maximum être branchés 50 à 60 km de ligne; certains centres de consommation (petites villes, fabriques) doivent pouvoir être facilement passées d'une ligne de distribution à une autre; l'intensité du courant de terre doit être abaissée par une répartition convenable du réseau; les caractéristiques des différents disjoncteurs ne doivent pas s'enchevêtrer; les interruptions doivent être rapidement supprimées; enfin, on doit pouvoir facilement changer les dispositifs de sélection dès qu'il s'en présente un plus sûr et meilleur marché. L'auteur donne alors le schéma du même réseau que celui de la figure 1, mais dans lequel il a satisfait aux seize conditions énumérées ci-dessus (voir en figure 2 dans

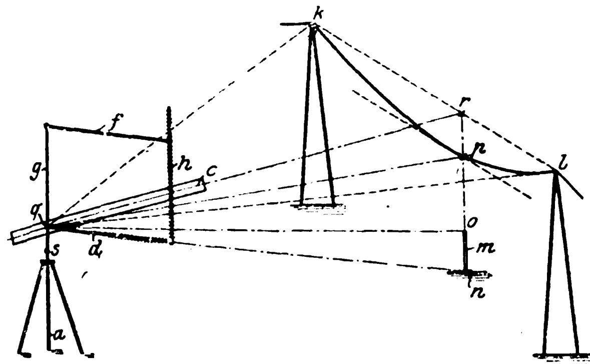


621.316. — Fig. 2. Schéma des lignes de distribution du réseau développé. Offene Olschalter, interrupteur dans l'huile ouvert; geschlossene Olschalter, interrupteur dans l'huile fermé.

laquelle I, II, III, IV et V représentent de nouvelles sous-stations disposées aux points convenables du réseau). Un tel mode d'établissement permet de réaliser un dispositif de protection contre les surintensités très sûr et simple dont l'auteur décrit l'application toujours au même réseau. On peut, dans ce cas, placer sur les lignes à haute tension des interrupteurs à retardement indépendant de celui des lignes à moyenne tension, mais, dans tous les cas, il faut éviter l'enchevêtrement des réglages des disjoncteurs. — R. G.

621.315.14.00.12. — Nouvel appareil permettant de déterminer les hauteurs ou les flèches des lignes aériennes. *E.T.Z.*, 20 septembre 1923, t. xliv, p. 881, 400 mots, 1 fig. — La figure 1 ci-contre représente un appareil qui permet de déterminer, sans aucun calcul, la hauteur de certains points ou les flèches des lignes électriques. On voit qu'il consiste essentiellement en un parallélogramme orientable dont les côtés d, f, g, h sont assemblés par articulations. Les côtés g et h sont verticaux et g est rendu orientable par la rotule s. Autour du point d'appui q, peut tourner la lunette c. Les côtés d et h portent une graduation millimétrique. Pour mesurer la flèche d'une ligne, on installe l'appareil à environ

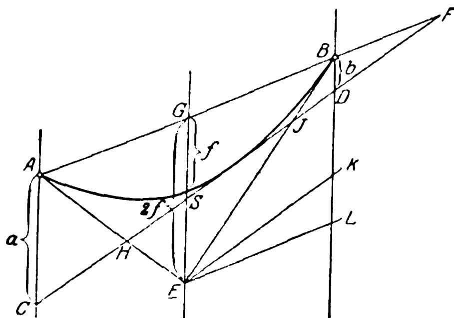
12 m et 15 m de la portée. On le place dans un plan vertical, on vise le point d'attache k et on règle l'orientation de la lunette de manière qu'elle puisse suivre la droite k l. Puis, on cherche le point le plus bas de la ligne, p, en inclinant la lunette. Au-dessous de ce point, on plante un jalon



621.315.14.00.12. — Fig. 1. Disposition schématique d'un appareil permettant de déterminer les hauteurs ou les flèches des lignes aériennes.

de hauteur connue m ; on vise le point n avec le côté d du parallélogramme et on laisse toujours ce côté d en visée. La lunette est ensuite dirigée sur o et, comme on connaît la hauteur de la mire *m*, on peut facilement établir la relation existant entre m et la graduation du côté *h*. En visant p et r, on obtient les hauteurs n p et n r dont la différence donne la flèche. Il est même possible de choisir une graduation de *d* et de *h* qui permet, pour un certain éloignement, de lire directement les hauteurs. — B. H.

621.315.14.00.14. — Mesure de la flèche dans les lignes aériennes ; K. Grütter et A. Vaupel. *E.T.Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 723-724, 900 mots, 2 fig. — L'auteur rappelle que A. Vaupel a indiqué une nouvelle méthode (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 15 février 1923, t. XLIV, p. 143-146; *R.G.E.*, 28 juillet 1923, t. XIV, p. 137-138) pour la détermination de la flèche des lignes aériennes et il signale comme inexacte la méthode usuelle dite de la visée. La flèche f n'est pas égale à la moyenne arithmétique des ordonnées a et b (fig. 1)



621.315.14.00.14. — Fig. 1. Construction graphique pour la détermination de la flèche d'un conducteur.

découpées par les lignes de visée, sur les verticales correspondant aux points d'attache A et B. Il est cependant facile de la calculer simplement par la formule :

$$f = \frac{1}{2}\left(\frac{a+b}{2} + \sqrt{ab}\right),$$

c'est-à-dire que la flèche est la moyenne arithmétique des moyennes arithmétique et géométrique des ordonnées de visée correspondant aux points d'attache. Ceci n'est vrai que si l'on assimile la chaînette à une parabole. Cette approximation est acceptable, puisqu'elle est admise dans le calcul de tension. Dans la figure 1, chaque droite de visée est une tangente à la parabole. La flèche cherchée est la distance verticale entre la corde passant par les deux points d'attache et la parallèle à cette corde, tangente à la parabole, au point S, intersection de cette courbe avec le diamètre E G conjugué de la corde AB. Ce diamètre est la verticale qui divise la portée en deux parties égales. D'après les propriétés de la parabole, les tangentes en A et en B se coupent en E sur le diamètre conjugué de la corde AB, de telle manière que E G est divisé en deux parties égales et l'on a

$$EG = 2GS = 2f. \tag{1}$$

La tangente de visée CD coupe les tangentes AE et BE en H et en J de manière que :

$$HE : AH = BJ : EJ. \tag{2}$$

En considérant maintenant la tangente CF comme droite coupant le triangle A B E, la relation de Menelaus donne :

$$AF.BJ.HE = BF.EJ.AH, \tag{3}$$

D'où il vient, en tenant compte de la relation (2),

$$\frac{a}{b} = \frac{AF}{BF} = \frac{EJ.AH}{BJ.HE} = \left(\frac{EJ}{BJ}\right)^2. \tag{4}$$

En menant E K parallèle à CE, on obtient :

$$\frac{DK}{DB} = \frac{FJ}{BJ} = \sqrt{\frac{a}{b}};$$

donc

$$DK = b\sqrt{\frac{a}{b}} = \sqrt{ab}.$$

Si l'on mène ensuite E L parallèle à A B, on a :

$$KL = \frac{a-b}{2}.$$

En portant les valeurs trouvées dans l'égalité 1, on obtient

$$2f = GE = BL = BD + DK + KL = b + \sqrt{ab} + \frac{a-b}{2}$$

ou

$$2f = \frac{a+b}{2} + \sqrt{ab};$$

qui est la formule donnée. — La méthode indiquée au début de l'article susvisé n'est souvent pas praticable lorsque le terrain est difficile ou la portée infranchissable, par exemple, en montagne ou aux traversées de rivières. Dans ces cas, la méthode de visée convenablement employée rend de bons services. M. A. Vaupel, objecte que la méthode indiquée par M. Grütter peut être utile lorsque, par suite de conformation particulière du terrain, la hauteur de la ligne au-dessus du sol ne peut pas être directement mesurée avec une perche, de la manière qu'il a indiquée. Généralement, il n'est pas intéressant de connaître f au milieu de la portée, mais seule importe la hauteur du point le plus bas de la ligne. La distance horizontale x_2 du point le plus bas de la ligne au point

d'attache le plus bas, est, d'après les notations du croquis de la figure 2,

$$x_2 = \frac{x}{2} - \frac{xh}{8f},$$

ou, en écrivant la valeur de f sous la forme

$$f = \left(\frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{2}\right)^2,$$

$$x_2 = \frac{x}{2} - \frac{x}{2}\,\frac{h}{(\sqrt{a} + \sqrt{b})^2}.$$

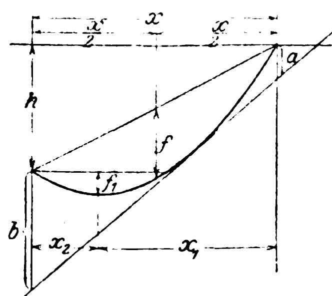
Le point le plus bas de la ligne se trouve d'une longueur f_1 au-dessous du point d'attache le plus bas

$$f_1 = \frac{1}{f}\left(f - \frac{h}{4}\right)^2,$$

ou, en y portant la valeur de f,

$$f_1 = \left[\frac{\sqrt{a} + \sqrt{b}}{2} - \frac{h}{2(\sqrt{a} + \sqrt{b})}\right]^2.$$

Au lieu de déterminer le point le plus bas de la ligne au-dessus du sol au moyen d'une latte de bois ainsi que



621.315.14.00.14. — Fig. 2. Graphique permettant de calculer la hauteur au-dessus du sol du point le plus bas d'un conducteur reposant sur des appuis dont les sommets sont à des cotes différentes.

M. Vaupel l'avait proposé dans son article susvisé, on utilise ici une méthode indirecte entachée, d'ailleurs, de toutes les erreurs signalées. — B. H.

621.315.14. — Description des dispositions adoptées pour une grande portée (traversée du Pô); Renzo Norza. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 942-944, 1200 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.61. — Nouveaux types de supports; G. Darrieus et H. Desbarres. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 931-933, 1700 mots, 1 fig. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14·666.994. — L'étude de poteaux en ciment armé par les Tramways de Cleveland. *Electric Railway Journal*, 10 novembre 1923, t. LXII, p. 819-821, 1800 mots, 7 fig. — Cet article donne quelques résultats d'essais, ainsi que des indications sur la réalisation et la conduite de ces essais, entrepris dans le but de déterminer les dimensions et la constitution de poteaux en ciment armé de résistance suffisante, mais plus économiques que ceux déjà en usage. Les tramways de Cleveland n'emploient ces poteaux que dans les parties de ligne en alignement droit, et l'effort maximum exercé sur un poteau est estimé à 1000 livres (environ 450 kg) appliquées en un point situé à 45 cm du sommet et à 6,10 m au-dessus du niveau du sol. L'armature des poteaux adoptés à la suite de ces essais comprend quatre barres brutes de 20 mm de diamètre et de 8,50 m de long et quatre barres de 15 mm de côté et de 5,50 m de long. Ces barres sont fixées sur des cercles placés de loin en loin. Enfin, un fil de fer n° 12 est enroulé sur toute la longueur de l'armature, les spires étant espacées de 75 mm environ. Le béton employé est composé de 1 partie de ciment, pour 1,9 partie de sable et 2,3 parties de gravier. Aux essais, ces poteaux ont commencé à craquer pour des charges variant de 2000 à 2600 livres (900 à 1170 kg). Enfin, signalons que leur prix de revient est de 15,9 dollars contre 21 dollars pour les anciens. Ceux-ci avaient une armature formée de huit barres carrées de 15 mm de côté et 8,50 m de long placées au sommet d'un octogone, et il n'y avait aucun renforcement transversal. Le béton employé était composé de 1 partie de ciment pour 2,1 parties de sable et 1,3 partie de gravier. — J. S.

621.315.14. — Poteau universel pour grandes lignes de transmission d'énergie; G.-D. Cangia. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, p. 933, 150 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14. — Dalle de béton pour fondation de pylônes métalliques; Tumerelle. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 937, 80 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14. — Méthode de calcul des massifs de fondation des pylônes; Duval. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 934-937, 3000 mots, 1 fig. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14 (73) — Caractéristiques d'établissement des pylônes des lignes de transmission à 110 et à 220 kv de la Pacific and Gas Electric C° (Californie); W. Dreyer. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1117-1120, 2000 mots, 5 fig., 1 tab. — L'auteur passe en revue les principaux facteurs pris en considération dans la détermination du mode de construction des différents types de pylônes sur les lignes à très haute tension et indique les solutions adoptées à la Pacific Gas and Electric C°. L'article est complété par un tableau contenant des données générales d'établissement sur huit types de supports normalisés en usage à cette compagnie et par des photographies, vues en perspectives et dessins schématiques, renseignant sur les formes spéciales d'appui et les dispositions prises en vue d'assurer une transposition satisfaisante des conducteurs sur des lignes à 110 et à 220 kv, à simple ou à double circuit. Signalons quelques particularités intéressantes : 1° En vue de réaliser une économie sur les dépenses totales d'installation par une réduction rendue possible du coût de construction et d'implantation des pylônes, on a estimé nécessaire de n'imposer au métal des conducteurs qu'une contrainte de 60 pour 100 environ de sa limite élastique au lieu de se tenir très rapproché de cette limite, pour les conditions de charge maximum, suivant les errements de la pratique américaine usuelle ; 2° les portées de 250 à 350 m ont été reconnues comme étant, tout compte fait, les plus avantageuses ; 3° les calculs des appuis normaux ont été établis dans les hypothèses suivantes : lignes à circuit double, trois fils brisés, tous les trois d'un même côté du pylône (ligne à circuit simple), et deux fils brisés ; tous les pylônes sont éprouvés à une surcharge de 50 pour 100 ; 4° dans le cas d'implantation obligée des appuis dans une dénivellation du tracé, on a trouvé presque tou-

jours avantageux d'installer des pylônes surélevés, plutôt que de chercher à remédier au relèvement des chaînes d'isolateurs par l'emploi de dispositifs d'amarrage ; 5° données numériques relatives à quelques types :

Tableau I.

	Lignes à 220 kV		Lignes à 110 kV	
Nature du circuit	simple	double	simple	double
Type	SA	SM	S	AH
Hauteur du pylône	17 m	30 m	15 m	25 m
Distance entre conducteurs	5,5 m	4,6 m	4,1 m	3 m
Section du conducteur	250 mm²	250 mm²	85 mm²	125 mm²
Pression du vent	40 kg : m²	40 kg : mm²	30 kg : mm²	40 kg : mm¹
Epaisseur de glace	12,75 mm de glace	pas de glace	40 mm de neige	pas de glace
Portée normale	150 m	245 m	120 m	245 m
Portée maximum en alignement	230 m	300 m	120 m	300 m
Poids	2 300 kg	3 800 kg	1 825 kg	2 300 kg
Béton des fondations	4,6 m³	5,7 m³	8,2 m³	4,8 m³

621.315.2. — Les possibilités de la transmission d'énergie par câbles souterrains fonctionnant sous 100 000 à 150 000 v. *Electrician*, 10 août 1923, t. xci, p. 141, 900 mots. — L'article est une discussion du rapport de M. Taylor sur ce sujet. M. Malpas émet quelques doutes sur le fonctionnement normal de tels câbles et insiste sur le peu de sécurité d'une exploitation de ce genre ainsi que sur le prix élevé du kilowatt-heure résultant de l'emploi de tels câbles. MM. Holttum et Clothier font des observations dans le même sens, ils ne pensent pas que les suggestions du conférencier puissent recevoir une application réellement commerciale. M. A.-B. Mallison montre que, sur le continent, l'emploi de très hautes tensions a été rendu possible par l'utilisation de lignes aériennes dont l'étude a été très poussée ; il y a là un enseignement dont on pourrait tirer parti. MM. Marchant et Warr proposent quelques dispositifs et modes de fabrication des câbles ayant pour but de diminuer les contraintes auxquelles sont soumis les isolants ; enfin, M. F. Merces propose l'emploi de câbles à un seul conducteur, qui, suivant lui, donnent d'excellents résultats. — E. B.

621.315.51. — Propriétés mécaniques des câbles de cuivre et d'acier soumis à des charges dépassant celles de la limite d'élasticité ; W. Borgqvist et T. Nardell. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 940-942, 1 500 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.62. — Le problème des isolateurs au point de vue de l'exploitant ; G.-E. Bennett. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 952-957, 4 000 mots, 1 fig., 6 tab. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.62. — Propriétés électriques des isolateurs ; G. Lequerler. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 951-952, 1 200 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.62. — Les isolateurs du marché mondial jugés d'après la conductivité de l'eau employée pour mesurer leur tension d'amorçage sous pluie. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. xiv, p. 724-725, 1 500 mots, 3 fig., 1 tab. Analyse d'un article de Weicker, publié dans *E. T. Z.*, 12 avril 1923, t. xliv, p. 336-337, 1 800 mots, 3 fig., 1 tab.

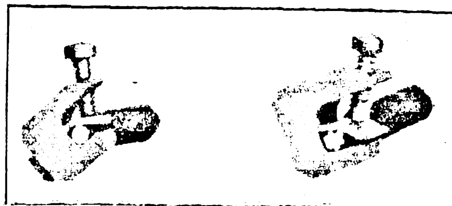
621.315.62. — Considérations sur l'emploi des isolateurs ; R.-P. Jackson. *R. G. E.*, 15 déc. 1923, t. xiv, p. 957, 40 mots. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.311.76. — Systèmes isolants développés pour empêcher les éclatements d'arcs sur les lignes de transmission de grande longueur ou d'écartement limité ; Austin. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. xiv, p. 958-960, 2 000 mots, 3 fig. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.4. — Le neutre des réseaux à haute tension doit-il être mis à la terre ; R. Beard. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1 054-1 055, 1 100 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.4. — Sélecteur de terres pour réseaux triphasés sans mise à la terre. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. xv, p. 27-29, 1 800 mots, 1 fig., 1 tab. Analyse d'un article de P. Ackermann, publié dans *J. A. I. E. E.*, avril 1923, t. xliii, p. 311-319, 5 500 mots, 3 fig., 4 tab.

621.315.32. — Bornes de connexion pour matériel d'installation électrique et petit appareillage ; Alfred Hermann. *Der elektrische Betrieb*, 10 octobre 1923, t. xxi, p. 217-219, 1 200 mots, 4 fig. — Les constructeurs ont une tendance fâcheuse à créer des types de bornes variant suivant la nature des appareils sur lesquels elles sont adaptées. Il en résulte une très grande diversité de modèles : à vis, à logement latéral, à douille, à auget, à mâchoire, etc. Chacun se pose d'une manière différente et chacun nécessite un mode de fixation particulier du conducteur. Il n'est pas douteux qu'il y aurait grand intérêt à créer une borne normalisée. On réaliserait ainsi de grandes économies dans les installations électriques, sans compter que la formation des monteurs s'en trouverait simplifiée. Les qualités d'une telle borne doivent être les suivantes : 1° le conducteur ne doit pas être endommagé lors du serrage ; 2° les surfaces de contact doivent être aussi grandes que possible ; 3° le conducteur doit pouvoir être introduit facilement ; 4° on doit pouvoir fixer indifféremment les conducteurs massifs et les conducteurs en torons ; 5° il ne doit pas y avoir besoin de retirer les vis complètement, ce qui expose à les égarer ; 6° lors du ser-



621.315.32. — Fig. 1. Borne à languette de serrage.

L'URANUS remplace le Soleil



Le seul diffuseur breveté scientifique doublant l'effet lumineux d'une lampe demi-watt

SOCIÉTÉ ANONYME " URANUS "

Direction générale : 18, rue Drouot, Paris

Téléph. : Gutenberg 55-52

DEMANDER NOTRE CATALOGUE

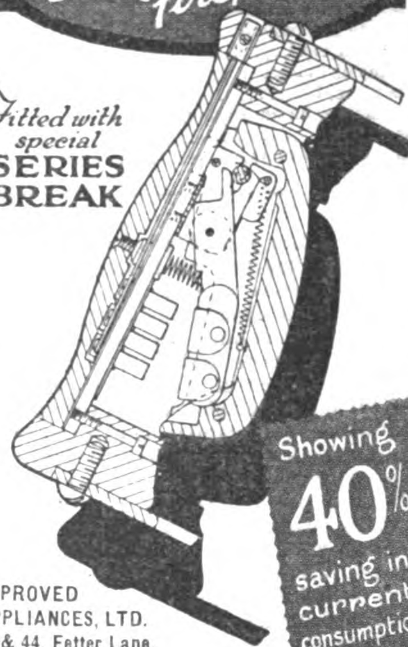
Dispositif Breveté dans le monde entier

Licences à accorder pour fabrication et vente

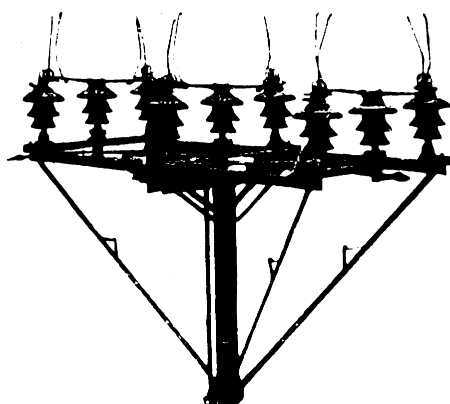
GRIP CONTROL SWITCH HANDLES

(DENNYS PATENT Nº 189573)

Safe Economical Fireproof



Pour le contrôle des petites machines électriques perceuses, meules, fers électriques, etc., etc.



Interrupteur aérien 45000 volts monté sur un seul poteau.

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS & DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES & MÉCANIQUES

BUREAUX & ATELIERS : 40, rue d'Aguesseau, BOULOGNE-SUR-SEINE

Téléph. : 367 Boulogne *Reg. Com. : Seine. Nº 170 761*

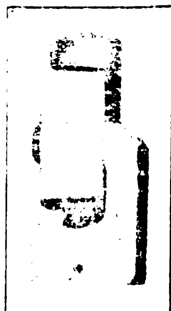
APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE A HAUTE ET TRÈS HAUTE TENSION

TYPE « DELTA STAR »

SPÉCIALITÉ D'APPAREILS POUR L'EXTÉRIEUR

PETITS POSTES ÉCONOMIQUES SUR POTEAUX jusqu'à 40 000 volts

rage, le conducteur ne doit pas être refoulé par côté, ni les mâchoires écartées; 7° la borne doit pouvoir s'adapter à des sections voisines de conducteur. — On pourrait ajouter les bornes doivent être construites pour des sections de conducteurs et non pour des courants d'intensité déterminée; elles doivent porter la mention des sections auxquelles elles sont destinées; on ne doit pas employer de vis de moins de 3 mm de diamètre.—La borne à languette de serrage (fig. 1) semble répondre à ces conditions. Elle se compose essentiellement d'un étrier massif avec languette articulée. Le conducteur repose sur le fond de l'étrier; la vis de pression, agissant sur la languette, en assure la parfaite fixation. Cette borne se construit en cinq types : n° 1, pour des sections de conducteur de 1 à 2,5 mm²; n° 2, 1,5 à 6 mm²; n° 3, 1,5 à 10 mm²; n° 4, 2,5 à



621,315.32. — Fig. 2. Borne à cadre.

16 mm²; n° 5, 2,5 à 35 mm². Pour les petites dimensions, il existe une variante, moins encombrante que le dispositif précédent. C'est la borne à cadre (fig. 2), dans laquelle la languette est remplacée par un cadre qui coulisse le long de la tige de la vis — Cette borne répond bien aux conditions d'universalité désirée puisqu'elle peut s'adapter sur les appareils les plus variés tels que : interrupteur, boîte de dérivation, prise de courant à fiches, plaque de fusibles, etc. — E. F.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS, RÉSEAUX

621.311.21(73). — Aménagement de la chute de Upper Falls de la Washington Power Co à Spokane (Etats-Unis); L.-J. Pospisil. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1134-1140, 4000 mots, 6 fig. — Cette chute est située sur la branche sud des trois ramifications formées par la rivière Spokane à la traversée de la ville de ce nom. Le long de cette rivière, qui prend sa source au lac de Cœur d'Alène, dont la superficie est de 110 km² et la hauteur d'eau utilisable de 1,65 m, la Washington Power Co a déjà édifié quatre usines dont la puissance globale atteint 125 000 ch; l'une d'elles, dite de Montroe Street, est sise à une faible distance en aval de la chute nouvellement aménagée. Une retenue a été établie, en amont, pour maintenir le plan d'eau à un niveau sensiblement constant, pour l'usine de Upper Falls et créer, dans la dérivation naturelle sur laquelle elle est placée, une accumulation suffisante; l'usine de Montroe Street est alimentée, normalement, par les eaux de décharge de Upper Falls, sans qu'il ait été prévu de réservoir régularisateur, et elle peut aussi, éventuellement, par une manœuvre opportune des vannes du barrage ci-dessus mentionné, recevoir, de ce côté, ainsi qu'il sera expliqué plus loin tout ou partie, du débit qui lui est nécessaire. Notons, en passant, que le système de ces vannes a dû être établi pour évacuer, à l'époque de la fonte des neiges, des crues atteignant 1600 m³ : s. Enfin, complication supplémentaire, il a été jugé utile, pour certaines raisons, de prévoir la conduite électrique de la nouvelle usine et son alimentation en courant continu pour l'excitation, à partir du tableau d'une sous-station existante (dite de Post Street) éloignée d'elle d'une distance de 100 m environ. L'ensemble des conditions ci-dessus a nécessité la mise au point de nombreux dispositifs de commande, de régulation, de signalisation et de sécurité, sur lesquels l'article fournit des renseignements plus ou moins détaillés. Nous nous bornons ici à signaler les caractéristiques principales de l'installation en donnant seulement, sur les organismes accessoires, quelques indications sommaires : 1° *Conduite forcée.* Elle a un diamètre de 5,5 m, est construite en béton armé et établie pour un débit de 60 m³ : s; 2° *Turbine.* Elle est du type vertical, avec spirale en béton armé, moulée dans un massif de béton ordinaire constituant la fondation du groupe et du bâtiment de l'usine; la turbine développe une puissance de 14 250 ch sous une chute de 20 m et tourne à la vitesse de 105,8 t : mn; le tube d'aspiration, dû à Lewis F. Moody, est de forme spéciale; il présente, à son extrémité inférieure, deux ouvertures rectangulaires séparées par une pile intermédiaire de 1,8 m d'épaisseur; 3° *Alternateur.* Il est du type General electric Co, supporté, en même temps que la turbine, par un palier de butée baignant dans l'huile et reposant sur des ressorts; des freins à air comprimé, commandés par deux conduites, correspondant à une application plus ou moins rapide, permettent de hâter l'arrêt du rotor quand, à la suite d'un incident d'exploitation, l'alternateur se trouve intempestivement débranché. Le service général de l'usine est assuré par un seul agent qui joue en principe, le seul rôle de surveillant, la mise en parallèle de l'alternateur et le contrôle de la marche de la station étant sous la responsabilité de l'homme du tableau de la sous-station de Port Street, ainsi qu'il a été dit plus haut; eu égard à ces conditions toutes spéciales d'exploitation, on a été conduit à installer un ensemble très complet de relais, d'appareils indicateurs et de dispositifs de protection ayant trait, notamment, au contrôle du graissage, du fonctionnement du régulateur de vitesse, de l'échauffement des paliers de la position d'ouverture de la vanne d'admission, etc; 4° *Valve Johnston.* Elle est destinée à dériver de la conduite forcée, par un embranchement de 2,7 m de diamètre, l'eau nécessaire à l'alimentation momentanée de la centrale Monroe Street (27 m³ : s), en cas d'arrêt subit de l'usine d'Upper Falls, jusqu'à l'arrivée d'un volume d'eau additionnel libéré, en temps utile, par une manœuvre de vanne au barrage supérieur. La valve Johnston est actionnée, automatiquement, par un appareil de commande à moteur système Dean; 5° *Barrage.* Il comporte deux vannes roulantes à secteur et quatre vannes verticales; elles sont actionnées par moteur, au moyen de deux commutateurs installé l'un, à pied d'œuvre, et l'autre, à 900 m environ du barrage, dans le bureau de l'agent central chargé de coordonner le service de production et de distribution d'énergie sur l'ensemble du réseau de la compagnie. — L. D.

621.311.21. — Les usines génératrices de l'Alz : Hirten-Holzfeld; Dietz. *E. u. M.*, 23 septembre 1923, t. XLI, p. 559-560, 600 mots. — Le directeur de ces usines, mises en service à la fin de 1922, en a donné une description très détaillée : on en trouvera ci-dessous un exposé succinct. Après de nombreux projets plus ou moins modifiés, ces usines furent mises en construction en 1916 et utilisent les eaux de l'Alz. Le canal d'amenée, d'une longueur totale de 16 km, présente les aspects les plus divers suivant les régions traversées : conduites en béton, galeries, passage sous voie ferrée et au-dessus du lit d'un ruisseau. Le château d'eau domine la vallée du Salzach, l'usine se trouvant tout au fond. La salle des machines, à laquelle aboutissent cinq conduites d'amenée de 2,5 m de diamètre et 150 m de long, contient cinq turbines de 10000 ch chacune à 500 t : mn, accouplées à des alternateurs de 9000 kv-A, 10 kv prévus pour $\cos\varphi = 0,7$ et munis de paliers à refroidissement par circulation d'eau et d'excitatrices en bout d'arbre. Le poids d'un groupe est d'environ 138 tonnes; son PD^2 est de 108 t-m². La position encaissée des usines occasionna de sérieuses difficultés pour la question du transport : la seule voie d'amenée des maté-

riaux était la voie ferrée de la Wackerwerke, usine de produits chimiques, à proximité de l'emplacement du château d'eau, sur la crête. Outre des rouleaux, on utilisa une sorte de plate-forme mobile prévue pour 30 tonnes de charge utile et un déplacement de 143 m, avec une inclinaison de 30 pour 100 environ : l'engin était mû électriquement. Grâce à ce procédé, on put amener les wagons jusque dans la salle des machines elle-même, dans le champ d'action du pont roulant. Le même engin avait servi précédemment au transport des matériaux de construction. A côté de ces problèmes techniques s'élevèrent de nombreuses difficultés d'ordre financier, étant donné l'époque de l'exécution : on peut noter que les salaires horaires qui étaient de 0,58 mark au début des travaux s'élevèrent progressivement jusqu'à 330 marks. — F. B.

621.311.21 (73). — Constructions et extensions récentes, pour la production de l'énergie hydroélectrique, à la Southern California C° ; H.-L. Doolittle *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1132-1133, 1800 mots. — 1° *Usine de Kern River, n° 3.* Cette usine est en service depuis bientôt deux ans ; son équipement consiste en deux turbines à réaction, à axe vertical, développant une puissance de 22500 ch, sous une chute de 240 m de hauteur; elles représentent les machines les plus puissantes du type, construites pour ces conditions. Fait curieux à noter, elles ont été établies pour fonctionner à deux vitesses différentes correspondant aux fréquences de 50 et 60 p : s et ce, en raison de la nécessité d'alimenter, suivant les époques de l'année, alternativement deux secteurs où la distribution s'effectue sous ces mêmes fréquences. Le passage de l'un à l'autre régime est obtenu en changeant la roue, la manœuvre correspondante, grâce aux dispositions prévues, ne présentant aucune difficulté spéciale. Résultat inattendu, la roue calculée pour 50 p : s donne un rendement sensiblement aussi élevé (en l'espèce 90 pour 100), à la vitesse correspondant à 60 p : s. Après deux années de service, les aubages mobiles sont encore en excellent état; le fait est attribué, principalement, à leur mode de construction et aussi, pour une part, à la pureté de l'eau résultant des dispositions efficaces prises pour la décantation. 2° *Usine de Big Creek, n° 3.* Cette usine, qui est actuellement en cours de construction, comprendra trois turbines développant 35 000 ch, sous une chute de 225 m. Le canal d'amenée, qui est souterrain, aboutit à une chambre d'équilibre en forme de sablier et dont les dimensions sont les suivantes : diamètre à la base, 18 m ; diamètre au centre, 7,5 m ; diamètre au sommet, 23,5 m ; on a été conduit à adopter cette solution, en raison des variations importantes du niveau à la prise d'eau, en service normal ; la partie élargie de la chambre, à la base, est destinée à parer au cas d'une demande soudaine d'énergie, et la partie similaire, de large section, vers le sommet, à absorber les à-coups de débit créés par une décharge brusque. Le collecteur alimentant les conduites forcées, en raison de la pression élevée à laquelle il doit résister, a fait l'objet d'études spéciales : le modèle adopté consiste en deux sphères nourrices, en tôle d'acier, réunies par un tuyau de faible longueur. Les conduites forcées, sur toute leur longueur, sont constituées par des tubes soudés par forgeage. Dans les joints d'expansion, la partie du tuyau sur laquelle repose la garniture, a reçu un revêtement cuivreux d'une épaisseur de 1,6 mm ; on espère, qu'avec une pareille surface de contact, parfaitement unie et à l'abri des attaques de la rouille, tous ennuis résultant de défauts d'étanchéité seront éliminés. L'installation de l'usine proprement dite comportera les deux particularités suivantes : *a*) le graissage, au lieu de s'effectuer suivant le système central, avec bac, filtres, pompes, tuyauterie de distribution, sera assuré normalement (un dispositif de secours est prévu en cas de besoin) par des pompes individuelles à engrenages, prenant l'huile dans un petit réservoir placé en dessous du palier à lubrifier et le refoulant dans la partie haute de ce dernier ; *b*) le plancher de la salle des machines, au lieu d'être continu, s'étagera suivant deux niveaux différents ; une moitié sera de plein-pied avec le socle de l'alternateur, l'autre moitié étant établie à la même hauteur que la turbine ; cette disposition a été choisie dans le but de laisser constamment sous l'œil du personnel le plus possible du matériel confié à ses soins. Dans l'usine de Big Creek, suivant la règle posée par la Compagnie pour toutes ses nouvelles usines, des compteurs Venturi seront installés ; ces instruments, couramment utilisés, par les opérateurs à l'usine de Kern River, pour l'obtention d'un rendement élevé, sont susceptibles, éventuellement, de révéler le degré d'usure critique de certains organes (tuyères d'injection, par exemple) dont le remplacement, en apparence prématuré, peut, ainsi que l'expérience l'a prouvé, devenir, tout compte fait, économique. A signaler, pour terminer, l'essai, sur une turbine de 22 500 ch, à Kern River, de bagues d'étanchéité en caoutchouc, dont les applications, après mise au point indispensable, paraissent devoir prendre un certain développement. 3° *Usine en projet.* Il s'agit de l'aménagement, encore à l'étude, d'une chute de 730 m avec turbines à action doubles, en porte à faux sur l'arbre de l'alternateur, et construites pour développer 75000 ch, les difficultés principales à résoudre résident, en l'espèce, dans l'établissement des conduites forcées et dans la construction des paliers de la turbine et de l'alternateur. — L. D.

621.311.21. — Les machines de l'usine hydroélectrique de la Schwarzenbach (Forêt Noire) ; E. Treiber. *Schweizerische Bauzeitung*, 21 et 28 juillet 1923, t. LXXXII, p. 33-35 et 49-51, 6700 mots, 10 fig. — Il a déjà été question dans ces colonnes (*R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. XIV, p. 147 D) de l'usine de la Schwarzenbach, qui constitue un complément de l'usine de la Murg à Forbach (Bade). Parmi les particularités saillantes de l'installation, il convient de noter le système de prise d'eau et l'emploi de vannes sphériques. L'eau est prise au moyen de deux pertuis de 0,80 m de diamètre, munis de vannes sphériques. Une vanne cylindrique, mue par l'électricité, découvre l'entrée du tube collecteur en montant dans une tour édifiée à côté du barrage ; l'eau se précipite d'abord dans les six orifices situés sous le cylindre obturateur et tombe verticalement dans le collecteur où elle acquiert la direction horizontale. Il a été fait un emploi fréquent de vannes sphériques : on les rencontre aussi bien aux conduites de prises d'eau qu'aux turbines principales et à la grande pompe d'alimentation. La vanne sphérique, récemment créée par la Compagnie Escher Wyss, consiste en un tronçon de tube monté sur tourillons et susceptible de pivoter à l'intérieur d'une chambre sphérique ; en la position d'ouverture totale, l'axe du tube coïncide avec l'axe de la conduite ; pour fermer celle-ci, on imprime au tube obturateur une rotation de 90° (ou de 180°), ce qui a pour effet de placer une plaque obturatrice devant l'orifice, la pression de l'eau immobilisant la plaque sur un siège creusé dans la paroi de la chambre sphérique. Les vannes des turbines, en acier coulé, ont un diamètre de 1,10 m ; elles sont commandées par servo-moteur et ont pour mission spéciale d'isoler les turbines en cas de danger, en s'interposant entre la conduite d'amenée et la conduite de distribution aux ajutages. La vanne sphérique présente de réels avantages sur les autres systèmes d'obturation : elle occupe peu de place, elle est d'une étanchéité pratiquement parfaite, elle convient aux canalisations de grand diamètre et aux fortes pressions, tout en ne nécessitant pas d'installation spéciale, grâce à la façon compacte dont elle est construite. — Th. S.

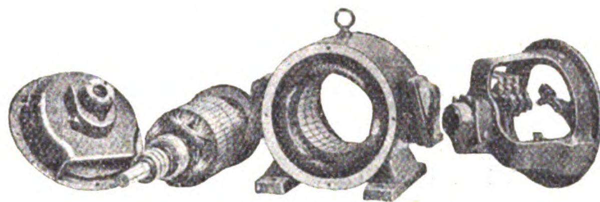
621;311.2 (73). — La nouvelle station génératrice de Bolton. *Electrical Review*, 12 octobre 1923, t. XCIII, p. 540-543, 2000 mots, 7 fig. — Cette station existe depuis 1894, époque à laquelle elle produisait du courant monophasé sous 2000 v; la puissance installée resta faible jusqu'en 1912, mais, à ce moment, fut augmentée considérablement pour venir en aide aux autres usines surchargées. On installa donc une unité génératrice de 4000 kw, à courant triphasé, 6600 v, 50 p : s avec les chaudières, réchauffeurs et autres auxiliaires nécessaires. Dans le cours des années suivantes, de nouveaux

coke. Cet ouvrier a fait une chute malencontreuse qui l'a porté au contact de câbles sous tension. Hasard malheureux, on ne peut reprocher aucune faute. Ouvrier spécialiste. Mort. — 3° Courant triphasé sous tension de 3 000 v. Electrocution d'un électricien occupé à modifier l'appareillage. Faute d'inattention qui aurait pu être évitée. Ouvrier spécialiste. Mort. — 4° Courant triphasé sous tension de 5 000 v. Accident analogue au précédent dû à l'imprudence d'un monteur. Aurait pu être évité. Ouvrier spécialiste. Accident bénin, brûlures légères. — 5° Courant triphasé sous tension de 10 000 v. Electrocution d'un maçon travaillant à la réparation d'une cellule de tableau, qu'il ne croyait pas être sous tension. N'a pas tenu compte de l'écriteau qui l'avertissait du danger. Aurait pu être évité. Spécialiste des travaux électriques. Mort. — 6° Courant triphasé sous tension de 20 000 v. Electrocution d'un électricien qui pénètre sans autorisation dans le local d'un transformateur. Aurait pu être évité. Ouvrier spécialiste. Mort. — 7° Courant triphasé sous tension de 20 000 v. Electrocution d'un ouvrier occupé à réparer une ligne qui fut mise sous tension sans avertissement. Faute du personnel du poste de branchement qui aurait pu être évitée. Ouvrier spécialiste. Mort. — 8° Electrocution d'un jeune homme, poussé par une tierce personne dans un local d'appareillage ouvert à l'aide d'une fausse clef. Crime étranger à l'industrie électrique. Mort. — En résumé, tous ces accidents, à l'exception du n° 2, dérivent de fautes et n'auraient pas dû se produire. On peut même ajouter que les installations électriques ne devraient pas pouvoir se prêter à la perpétration d'un crime comme celui du n° 8. — E. F.

621.317.8. — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des forumles susceptibles dêtre employées pour servir de base à la tarification de l'energie réactive; A.-L. Racapé. *R.G.E.*, 1er décembre 1923, t. xiv, p. 837-845, 6 500 mots, 2 fig., 1 tab. — Après avoir considéré les trois formules de tarification de l'énergie électrique usuellement employées, dont deux sont conformes aux circulaires ministérielles des 24 novembre 1919 et 17 janvier 1920, l'auteur trace les courbes exprimant la variation du prix de l'énergie en fonction de la variation du déphasage du circuit d'utilisation. Il en déduit, ensuite, les points remarquables, ce qui lui permet d'établir un tableau d'après lequel le consommateur peut se rendre compte facilement, pour une valeur donnée moyenne du déphasage de son circuit d'utilisation, quelle est la formule de tarification qui est la plus avantageuse à appliquer. — Conservant la même méthode de discussion, l'auteur envisage ensuite trois nouvelles formules répondant aux desiderata d'un certain nombre de sociétés techniques qui demandent des conditions moins sévères pour le client.

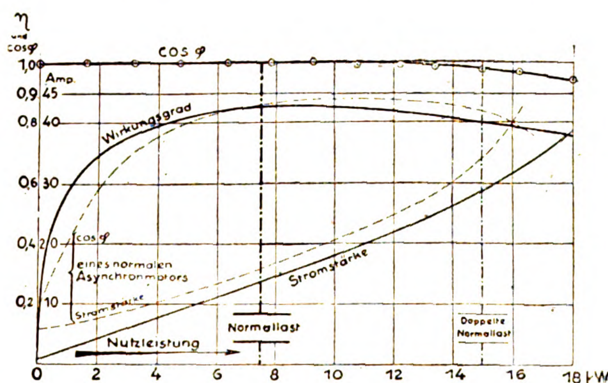
APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313 — Un nouveau moteur compensé à champ tournant; L. Hartwagner. *Der elektrische Betrieb*, 24 octobre 1923, t. xxi, p. 225-227, 2 000 mots, 7 fig. 1923, t. xliv, p. 907-908, 1 700 mots — Il y a plus de vingt ans que les électriciens se sont attelés à la réalisation du moteur asynchrone n'empruntant pas de courant magnétisant au circuit, c'est-à-dire travaillant avec un facteur de puissance égal à l'unité. En 1901, Heyland créait le premier moteur compensé. On sait que l'excitation se faisait par le rotor, branché, à cet effet, sur le réseau par l'intermédiaire d'un transformateur d'excitation. Heyland se heurta à de sérieuses difficultés : construction compliquée, étincelles au collecteur, faible rendement. Les recherches s'orientèrent dans une autre voie. On ne s'attacha plus qu'à réaliser la compensation des moteurs puissants à marche lente, laissant la question pendante pour les petites unités. C'est alors qu'apparurent les déphaseurs, véritables excitatrices à courant alternatif. Puis vinrent les moteurs asynchrones synchronisés à excitation à courant continu. Dans ces derniers, la compensation ne peut être réalisée que dans des limites assez étroites. On ne peut espérer tourner la difficulté en réglant l'excitation suivant la charge, ce qui conduirait à des mécanismes beaucoup trop coûteux. A l'heure actuelle, où la question du facteur de puissance est prépondérante pour le consommateur, le problème revenait à créer un type de compensateur qui ne fut pas trop onéreux, pût convenir aux petits moteurs et maintenir un facteur de puissance aussi élevé que possible à tous les régimes, sans pour cela nuire aux rendements. La maison Sachsenwerk, reprenant l'idée primitive d'Heyland, vient d'apporter une très heureuse solution. Le courant magnétisant est produit dans le moteur lui-même par un enroulement auxiliaire de quelques spires placées dans le rotor. Il s'agit, en somme, d'un moteur asynchrone ordinaire qui porte, outre les bagues de frottement, un petit collecteur réuni à l'enroulement auxiliaire. La construction en est assez simple, comme on peut le constater d'après la figure 1. La compensation est presque complète à toutes



621.313. — Fig. 1. Vue des différentes pièces composant le moteur compensé à champ tournant, type ouvert.

charges. Ainsi, la figure 2, relative aux essais d'un moteur de 7,5 kw, nous montre, qu'à double charge, on a encore $\cos\varphi = 0{,}97$. Bien entendu, cet avantage se maintient sans qu'il y ait besoin de modifier le calage des balais. La consommation de courant est inférieure à celle d'un moteur ordinaire, c'est

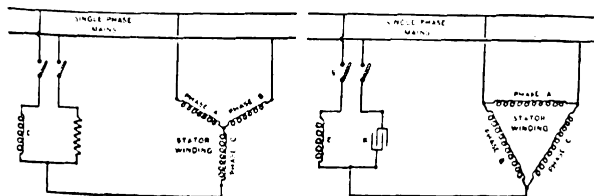


621.313. — Fig. 2. Lignes figuratives du facteur de puissance, du rendement et du courant absorbé. Les traits pleins concernent le moteur compensé et les traits interrompus, le moteur non compensé. Nutzleistung, puissance utile; Normallast, charge normale; Doppelte Normallast, double de la charge normale; cos φ eines normalen Asynchronmotors, cos φ d'un moteur asynchrone normal; Stromrstärke, courant; Wirkungsgrad, rendement.

ainsi que le courant de marche à vide ne représente que 5 pour 100 du courant de marche normale contre 45 pour 100 dans un moteur ordinaire. Le collecteur travaille sans étincelles, la commutation se faisant dans d'excellentes conditions et la tension aux balais étant minime (15 v entre deux balais dans l'exemple actuel). En agissant sur le calage des balais, on peut provoquer le déphasage en avant et fournir de la puissance réactive au réseau, ce qui peut être intéressant dans certains cas particuliers. Il faut signaler que ce moteur

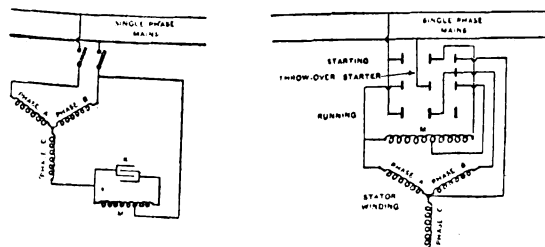
possède une caractéristique de vitesse analogue à celle d'un moteur asynchrone. A ce titre, il supporte fort bien les à-coups, comme il s'en rencontre dans la commande des presses, pilons, cisailles, etc. Il est susceptible d'une surcharge atteignant 2,5 à 3 fois la charge normale. Le démarrage se fait sans étincelles au collecteur, à l'inverse de ce qui se passait dans le moteur d'Heyland, par suite de la tension très élevée à la mise en route Ici cette tension est la même qu'en pleine vitesse. Le moteur compensé peut être équipé en moteur à courant monophasé. L'encombrement est analogue à celui d'un moteur asynchrone ordinaire, seules les dimensions axiales subissent une légère augmentation, par suite de l'adjonction du collecteur. Le prix dépasse de 15 à 20 pour 100 celui d'un moteur ordinaire. Comme nous l'avons indiqué plus haut, le calage des balais peut être modifié. Normalement ils sont réglés pour $\cos \varphi = 1$ et immobilisés dans cette position. Au besoin le mécanisme de verrouillage peut être plombé. La Sachsenwerk a commencé par construire des moteurs de 2 à 9 kw tournant à 1 500 t : mn ; depuis quelque temps, elle a exécuté des moteurs atteignant 100 kw sous des vitesses de 1000 à 1500 t : mn. La limite possible dépend du fait que le rotor est branché sur le réseau. En ce qui concerne les tensions, au-dessus de 1000 v, il y a lieu d'adjoindre un transformateur — E. F.

621.313.2. — Le fonctionnement des moteurs triphasés sur un réseau monophasé; G. Windred. *Electrical Review*, 12 octobre 1923, t. xciii, p. 527-528, 1 700 mots, 6 fig. — L'auteur passe en revue les différents artifices utilisés, soit pour le démarrage des moteurs en monophasés, soit pour leur



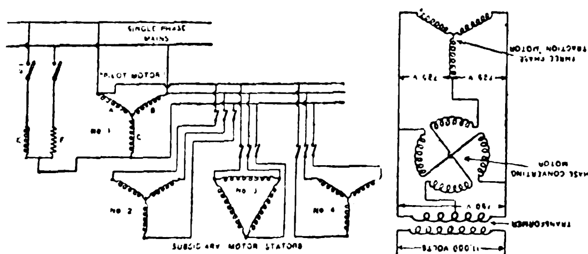
621.313.2. — Fig. 1. Connexions pour le démarrage et le fonctionnement d'un moteur triphasé en moteur monophasé. — Fig. 2. Connexions pour le fonctionnement du moteur en triphasé. Single phase mains, ligne à courant monophasé.

fonctionnement de moteurs triphasés sur un réseau monophasé. Le dispositif de la figure 1, dans laquelle E est une



621.313.2. — Fig. 3. Connexion directe de deux phases à la ligne, la troisième C étant fermée sur un compensateur. — Fig. 4. Connexions montrant le dispositif employé pour le démarrage et la marche avec deux phases d'un moteur triphasé, avec l'adjonction d'un démarreur commandé par un commutateur. Throw over starter, démarreur à renversement brusque ; Running, marche normale ; Stator winding, enroulement du stator.

inductance en parallèle avec une résistance, est seulement utilisé pour le démarrage d'un moteur dont le stator est bobiné en triphasé; la phase auxiliaire C est supprimée en marche normale par l'ouverture de l'interrupteur S. Au contraire, dans la figure 2 la self-inductance E et le condensateur K restent en circuit pendant la marche et le stator accouplé en triangle fonctionne comme s'il était alimenté en polyphasé; la figure 3 s'inspire du même principe, mais une prise variable en M permet un certain réglage; l'auteur appelle l'ensemble K-M un compensateur Les préférences de l'auteur vont à ce dernier dispositif; par un choix judicieux des éléments qui le composent, il est possible d'obtenir un couple de démarrage énergique. Le schéma de connexions de la figure 4 donne de moins bons résultats. Au démarrage, A est connecté à M et la phase B est mise en court-circuit; la phase C est inactive aussi bien pendant le démarrage que pendant la marche normale et l'on peut faire abstraction de ses enroulements En marche normale, les phases A et B sont connectées directement au réseau. La figure 5 montre encore une disposition intéressante; un moteur tournant à vide et alimenté comme en (1) fournit aux bornes du stator



621.313.2. — Fig. 5 Connexion permettant à la ligne à courant monophasé de donner du courant triphasé aux bornes d'un moteur. — Fig. 6. Variante du dispositif ci-dessus applicable aux moteurs de traction.

des tensions triphasées utilisées pour l'alimentation normale de moteurs triphasés normaux. La figure 6 montre un système qui a été utilisé pour la traction; un moteur convertisseur tournant à vide porte sur son stator deux enroulements décalés de 90° et branchés respectivement aux bornes et au milieu du transformateur; les forces électromotrices induites sont alors telles que le moteur de traction est alimenté par des courants triphasés. — E. B.

621.313.25. — Nouveau moteur asynchrone système Punga. *Der elektrische Betrieb*, 24 juin 1923, t. xxi, p. 141-142, 600 mots, 5 fig. — Le moteur imaginé par le professeur Punga est construit par la firme « Shumans Elektrizitätswerk » et destiné à remédier aux inconvénients des bagues, frotteurs et autres mécanismes des moteurs d'induction du type courant. A cet effet, la carcasse du rotor porte deux séries de rainures. Les unes logent un bobinage normal; les autres, plus profondes, contiennent un enroulement à haute résistance : barres de fer montées sous forme de cage. Il ne sert qu'au démarrage, donc il est fermé à ce moment et ouvert en marche normale. Pour éviter toute fausse manœuvre, son interrupteur est conjugué avec celui du stator. Il suffit d'agir sur un volant pour assurer les opérations dans l'ordre voulu. — E. F.

621.313.25. — Le moteur asynchrone triphasé à double alimentation; V. Tolvinski. *Elektritchestvo*, n° 5-6, 1923, t. 1 (nouvelle série), p. 274-281, 5 000 mots, 9 fig. — Explication du fonctionnement et théorie de ce moteur illustrée par quelques oscillogrammes obtenus en 1913 aux laboratoires du premier Institut polytechnique de Pétrograd. — Th. S.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin


UNIS · FRANCE
1
2

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Electrons et éther (observations de R.-P. Hoyt). *Electrician*, 21 décembre 1923, t. XCI, p. 698-699, 2200 mots. — L'auteur présente quelques observations relatives à un article de M. Sayers (*Electrician*, 21 septembre 1923, t. XCI, p. 296-297; *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. XV, p. 89 D.), et traitant du même sujet. M. Sayers avait éprouvé quelques difficultés à concilier les équations de Maxwell avec celles résultant des théories nouvelles; l'auteur apporte quelques éléments nouveaux qui permettent d'élucider quelques points, mais un certain nombre d'autres parties restent quelque peu obscures.

537.1 + 539.1. — La diffusion d'électrons par un noyau positif de champ limité; C. Davisson. *Phys. Rev.*, juin 1923, t. XXI, p. 637-649, 4000 mots, 7 fig. — Les expériences de Geiger et Marsden ont établi le fait important que la distribution angulaire des particules α diffusées par divers métaux est conforme à la théorie de simple diffusion émise par Rutherford. D'après cette théorie, la charge positive de l'atome est concentrée en un noyau extrêmement petit situé au centre de l'édifice atomique, et le champ qui règne autour de ce noyau est central et d'intensité égale à $\frac{E}{r^2}$, où E représente la charge nucléaire et r, la distance au centre du noyau. D'autres expériences de Chadwick ont vérifié que, selon une hypothèse déjà proposée, E est donné par Ne, où N est le nombre atomique du métal diffusant et e, la charge élémentaire de l'électron. Il résulte aussi de ces expériences que, dans le cas de l'or et du platine, la loi de la force inversement proportionnelle au carré de la distance doit être considérée comme tout à fait exacte entre les limites $r = 3.10^{-12}$ cm et $r = 4.10^{-11}$ cm. Ces limites correspondent respectivement à la distance minimum entre la particule α et le noyau lors de la collision suivant la ligne des centres, et à la distance entre le noyau et la ligne de passage de la particule α qui subit la déviation mesurable minimum. Dans la théorie citée plus haut, on suppose que le champ qui règne autour du noyau est illimité, c'est-à-dire que son intensité est donnée par $\frac{E}{r^2}$ pour toutes les valeurs de r. Ceci est légitime dans le cas qu'elle envisage, en raison de la grande énergie des particules α. Toute déviation appréciable se produit si près du noyau que la nature du champ au delà de $r = 10^{-10}$ cm ne présente absolument aucune importance. Il n'est par suite pas nécessaire, dans ce cas, de prendre en considération les électrons périphériques, parce qu'ils sont situés en dehors de cette limite. Il est évident, cependant, que l'hypothèse d'un champ illimité, même si l'on veut se borner à un calcul, n'est en général pas admissible lorsque l'on considère la diffusion des particules β et des électrons de plus faible vitesse. L'énergie des électrons même les plus rapides est petite par rapport à celle des particules α, et des déviations appréciables seront possibles dans un champ illimité, à des distances du noyau supérieures à la distance des électrons les plus voisins. On doit donc s'attendre à ce que les écarts à la loi de l'inverse du carré provenant de l'action protectrice de ces électrons donne lieu à des écarts correspondants par rapport à la distribution de la diffusion observée dans le cas des particules α. Ces écarts ont été, en effet constatés, par divers auteurs. On devra donc, pour une interprétation correcte de la diffusion des électrons, recourir à un calcul analogue à celui de Rutherford pour les particules α, mais modifié de façon à tenir compte de l'action protectrice des électrons périphériques. On peut supposer, pour commencer, que l'intensité du champ autour du noyau est donnée par $\frac{E}{r^2}$ pour les valeurs de r inférieures à une certaine valeur ρ, et que son intensité est nulle pour toutes les valeurs supérieures à ρ. Tel est le cas traité dans le présent travail. Ces conditions, bien qu'à coup sûr beaucoup plus simples que celles que l'on rencontre réellement dans les atomes, paraissent de nature à représenter assez bien ce qui se passe dans quelques atomes légers, comme le magnésium et l'aluminium, pour expliquer les traits principaux de la diffusion des électrons à faible vitesse par ces éléments. Le calcul est fait d'abord sans tenir compte de la variation de la masse de l'électron avec la vitesse. Les résultats les plus frappants de ce calcul sont que la distribution angulaire de la diffusion n'est fonction que d'un paramètre $\mu = \frac{V\rho}{E}$, où V est la chute de potentiel qui communique aux électrons leur vitesse et que, pour des valeurs de μ inférieures à l'unité, l'intensité maximum de la diffusion est dans la direction opposée à celle du mouvement des électrons du faisceau incident. On considère ensuite la variation de masse de l'électron avec la vitesse, et l'on trouve que, lorsqu'on tient compte de cette variation, la distribution dépend de V aussi bien que de μ. Il n'a pas été trouvé possible dans ce cas, d'arriver à une formule explicite pour l'intensité de la diffusion en fonction de μ et de V, mais l'auteur a élaboré une méthode semi-graphique pour la construction des courbes de distribution. — L. B.

537.311 : 669.28. — La conductivité électrique de la molybdénite. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1026, 200 mots. Analyse d'un article de A.-T. Waterman, publié dans *Physical Review*, mai 1923, t. XXI, p. 540-549, 3000 mots, 4 fig.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers'Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série, de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 13 premiers tomes, 520 fr. Abonnement : France, 75 fr; Etranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches, 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'Etat. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Électricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVe Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français. Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1 460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1 308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.).— Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R. de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus).

537.52. — L'origine des ions dans la décharge lumineuse discontinue; K.-T. Compton et T.-E. Foulke. *G. E. R.*, novembre 1923, t. xxvi, p. 755-757, 1 700 mots, 2 fig. — Dans le phénomène de décharge discontinue utilisant une cathode froide, on sait que les champs électriques sont tout à fait incapables d'extraire des ions du métal des électrodes. Il s'agit donc de connaître l'origine des ions initiaux. Les essais ont porté sur la mesure du retard entre l'application de la tension et le passage du courant de décharge (voir théorie de Townsend) et sur l'influence de la proximité du radium au voisinage du tube employé et de la présence d'un écran métallique autour du tube. On peut tirer la conclusion suivante: que les ions initiaux essentiels à la décharge sont dus à la radiation d'éléments radioactifs de la terre; en effet, la présence de radium facilite la décharge et la présence d'un bouclier métallique (plomb) la contrecarre au point de diminuer assez le nombre d'ions générés pour empêcher toute décharge. — A signaler l'emploi d'un oscillographe basé sur le galvanomètre d'Einthoven et construit par le professeur Trowbridge, et permettant la mesure de courants très faibles agissant pendant de très courts intervalles de temps (0,001 seconde). — P. V.

537.53. — Sur la décharge en haute fréquence dans les gaz raréfiés; *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 54, 300 mots. Communication présentée par C. Gutton à la séance du 22 novembre 1923 de la Section de Nancy de la Société française de Physique.

537.53. — Les mouvements des électrons dans les gaz et la formation des ions négatifs dans l'air; Leonard B. Loeb. *Phil. Mag.*, décembre 1923, t. xlvi, p. 1088-1089, 700 mots. — Dans une note récente, le Dr V.-A. Bailey, commentant un travail de l'auteur qui date de 1921, paraît s'être trompé en ce qui concerne la méthode de mesure employée. L'auteur a tenté de vérifier la théorie de la formation des ions de J. J. Thomson, en étudiant les courbes du mouvement dans l'air à une pression inférieure à celle correspondant à 100 mm de mercure. Il a employé la méthode Rutherford à courant alternatif, avec des alternances d'ondes de forme carrée, obtenues à l'aide d'un interrupteur. C'est la méthode d'expérience appelée par le Dr Bailey : « Modification Lattey » de la méthode de Rutherford. L'auteur ne s'est donc pas servi de la méthode appelée par Bailey « Modification Franck » qui repose sur l'emploi d'un courant de forme sinusoïdale. Dans le travail ci-dessus, les équations employées par l'auteur n'étaient qu'une grossière approximation des équations rigoureuses. Par suite de l'imprécision de certains facteurs, il ne semblait pas nécessaire de chercher une plus grande approximation. Mais, dernièrement, des mesures bien plus précises ont été faites, en se servant d'ondes de forme carrée. En outre, on a exécuté quelques mesures grossières de la vitesse des électrons dans l'air aux pressions employées dans cette étude. Ces résultats obtenus donnent une vérification frappante de la théorie de J.-J. Thomson. Cependant, lorsque certaines corrections, qui semblent théoriquement nécessaires, sont faites aux valeurs des vitesses des électrons, l'accord observé est complètement détruit. Pour l'application de ces corrections, on a fait certaines hypothèses concernant les effets de la charge d'espace due à l'accumulation des ions. Il n'est donc pas sûr que les vitesses corrigées soient plus justifiées que celles qui ne le sont pas. Il s'agit de savoir si la forme rigoureuse de la théorie de Thomson est correcte ou non. L'auteur s'accorde avec le Dr Bailey pour dire qu'il est possible que h, le facteur constant de J.-J. Thomson, puisse décroître avec la vitesse de l'agitation thermique U, quoique rien ne puisse confirmer qu'il en soit ainsi. Il convient, en particulier, d'indiquer que, pour la variation de U produite par des champs plus élevés, H.-B. Wahlin n'a trouvé aucun changement caractérisé du facteur h. Il convient également de dire que h est une fonction distincte de la nature chimique du gaz, d'une nature telle, que, même si l'hypothèse de Bailey était correcte (c'est-à-dire h fonction de U), la théorie de Thomson serait applicable dans ses grandes lignes. L'auteur a cru pendant longtemps que l'usage de tensions sinusoïdales alternatives de haute fréquence était un mauvais procédé pour la détermination des vitesses des électrons. Cependant, jusqu'à maintenant, la méthode a été la seule permettant de mesurer les vitesses des électrons dans la plupart des gaz au-dessus d'une pression correspondant à 100 mm de mercure. — C. F.

537.53. — Courants d'ions positifs dans la colonne positive d'un arc à mercure; Irving Langmuir. *G. E. R.*, novembre 1923, t. xxvi, p. 731-735, 3 500 mots, 5 tab. — Si, dans un tube à décharge de diamètre uniforme, on place, dans le parcours de celui-ci, une petite électrode auxiliaire connectée à un électromètre ou un potentiomètre, on trouve que la charge acquiert un potentiel défini. Si on charge l'électrode positivement (1 ou 2 v), un courant d'électrons relativement intense s'établit entre le gaz et elle. Si on charge négativement l'électrode, ce courant s'inverse et devient moins intense; il ne croît que lentement, même si la tension appliquée au tube croît de plusieurs centaines de volts; il semble se comporter comme un courant de saturation. L'auteur, partant de ce phénomène, établit une théorie qui l'explique et qui fournit en même temps une nouvelle conception de la nature de l'arc au mercure. — P. V.

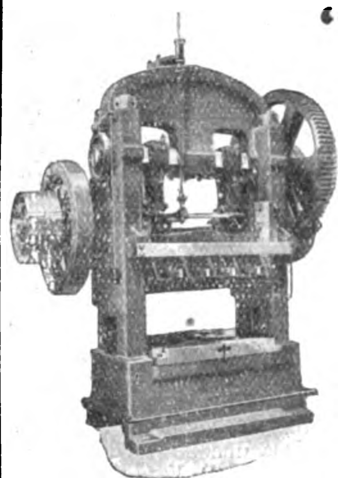
537.53. — Le potentiel explosif des étincelles dans les gaz; G. Holst et E. Oosterhuis. *Phil. Mag.*, décembre 1923, t. xlvi, p. 1117-1122, 2000 mots. — Une molécule de gaz peut être ionisée par un électron aussitôt que l'énergie de l'électron atteint une certaine valeur correspondant au potentiel d'ionisation de la molécule. Pour qu'un ion positif puisse être capable d'ioniser, il doit avoir au moins la même énergie. Dans la plupart des cas, les conditions afférentes à un tube à décharge sont telles qu'il est impossible pour un ion positif d'acquérir cette énergie. D'après des mesures de Gill et Pidduck effectuées dans l'hélium, pour une pression de 5 mm et une distance d'électrodes de 78 cm, on a trouvé un potentiel explosif de 156 v. La trajectoire moyenne, ayant seulement une longueur de 0,03 mm, la chute de tension par trajectoire moyenne dans la direction du champ est de 0,6 v. Le potentiel d'ionisation de l'hélium atteint 25 v, de sorte que l'ion décrirait une trajectoire au moins quarante fois plus grande que la trajectoire moyenne. La probabilité de décrire une trajectoire de cette longueur dans une direction arbitraire étant inférieure à 10^{-17}, il devient évident que, pratiquement, toute ionisation par les ions positifs doit être négligée. Si un courant électrique passe à travers un tube rempli de néon, on peut observer une illumination avec des courants très petits de l'ordre de 10^{-9} A. On a fait l'expérience suivante : un tube au néon, avec des électrodes distantes de 1 cm et une pression intérieure d'environ 1 cm, était mis en série avec un diode. En réglant le courant du filament de ce dernier, le courant dans le tube au néon peut varier de valeurs très petites à la valeur à laquelle les lueurs commencent. On observe tout d'abord une lueur très pâle près de l'anode. En accroissant le courant, une série de couches alternativement lumineuses et obscures apparaissent : l'une parfaitement obscure devant la cathode, suivie d'une autre lumineuse délimitée avec une extrême précision, les couches devenant de plus en plus diffuses près de l'anode. Avec un courant plus intense, on obtient la lueur cathodique ordinaire. Cependant, la première couche obscure persiste près de la cathode. Le fait que six ou sept couches peuvent être aisément observées prouve que, pratiquement, tous les électrons doivent perdre leur énergie à la même distance de la cathode. Le nombre de couches est égal au potentiel du tube divisé par le potentiel d'ionisation. L'apparition de ces couches est la principale base de l'hypothèse faite par l'auteur, à savoir que les électrons sont libérés à la surface de la cathode. Il a trouvé que le potentiel explosif minimum du néon peut varier de 1 à 3 suivant la matière employée pour la cathode. Les considérations ci-dessus ont amené l'auteur à considérer un gaz idéal hypothétique dans lequel : 1° un électron ne perd aucune énergie dans les col-



PRESSES



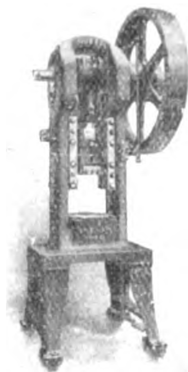
"BLISS"



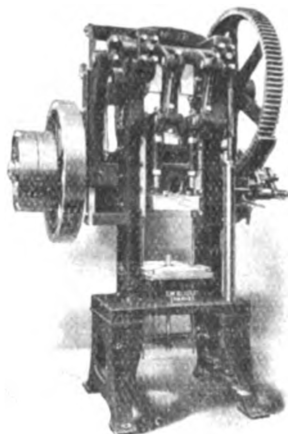
A DEUX BIELLES

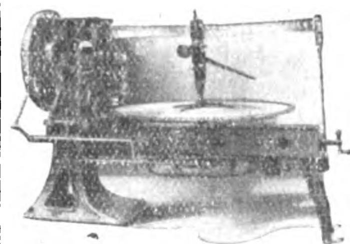


A BATI INCLINABLE



A COLONNES DROITES





A EMBOUTIR,
A ENCOCHER
et de toutes sortes



MACHINES SPÉCIALES ET OUTILLAGES "BLISS"

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

E. W. BLISS C° (PARIS)

54 et 56, Boulevard Victor-Hugo

SAINT-OUEN (Seine)

Tél. : Nord 46-96
» Nord 16-75
» Nord 85-43 *Registre Commerce* : Seine. N° 88 715

Adr. télég. : BLISSCO Saint-Ouen-sur-Seine

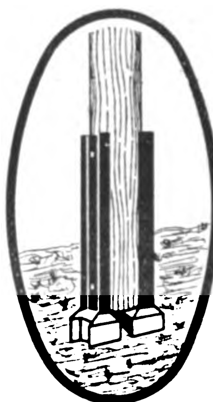
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc., etc., etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18 22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° . Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22 27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce .. ... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9°)

(*Registre du Commerce* : Seine N° 204 407)

Téléph. : Trudaine 48-18 et 48-19

lisions, tant que sa vitesse est au-dessous de celle correspondant au potentiel d'ionisation ; 2° un électron ionisera aussitôt que sa vitesse sera égale au potentiel d'ionisation V_i; 3° n ions positifs libéreront un électron à la surface de la cathode; 4° aucun ion positif n'ionise une molécule de gaz par collision. Un électron part de la cathode à une distance d de cette dernière; il ionise pour la première fois en formant un nouvel électron et un ion positif. Si g est le nombre de fois que le phénomène se produit, le nombre total d'ions formés est $2^g - 1$. Aussitôt que g atteint une valeur g_s, donnée par $2^{g_s} - 1 > r$, la condition pour l'étincelle est atteinte et le potentiel explosif est $V_s = g_s V_i$. n dépendra du travail nécessaire pour libérer un électron de la cathode. L'auteur considère ensuite une seconde approximation en tenant compte de la perte par l'élasticité de la collision et en négligeant toutes les autres pertes. Il en déduit une formule qui montre que le potentiel explosif est fonction de $a p$ (a, distance des électrodes en centimètres; p, pression du gaz en centimètres de mercure). Le calcul du nombre de collisions dans l'argon est très difficile, étant donné que le diamètre apparent de la molécule, selon Ramsauer, n'est pas constant. De sorte que, même dans le cas de l'argon, aucune formule ne peut être obtenue. — C. F.

537.1 : 537.531. — La déviation d'un flux d'électrons par une radiation électromagnétique : E.-O. Hulburt. *Phys. Rev.*, juin 1923, t. XXI, p. 650-652, 1 000 mots. — Dans une expérience de Lapp, un faisceau intense de rayons X parait occasionner la déviation d'un flux d'électrons traversant le faisceau. Le calcul théorique, basé sur l'électrodynamique classique, donne pour la déviation maximum $\frac{He}{m\omega}$, où $\frac{\omega}{2\pi}$ est la fréquence de la radiation et H, l'amplitude de l'intensité du champ qui lui est dû. Pour la lumière solaire ($H = 0,04$), la valeur de la déviation n'est que $4 \cdot 10^{-10}$, c'est-à-dire bien trop petite pour pouvoir être mise en évidence expérimentalement; de même, elle ne dépasse pas 10^{-15} pour des rayons X intenses. Si le résultat de Lapp est confirmé, il y aura là un nouveau conflit avec la théorie classique. — L. B.

538.12 : 537.531. — L'effet du champ magnétique sur l'absorption des rayons X ; Joseph A. Becker. *Phys. Rev.*, octobre 1923, t. XXII, p. 320-323, 1 000 mots, 4 fig. — L'article est une suite à un précédent travail (*Phys. Rev.*, t. XX, p. 134, 1922). Le fer, l'aluminium et le carbone n'ont montré aucun changement dans le coefficient d'absorption (dû à un champ magnétique de 17 000 gauss) lorsqu'on opérait à 90 kv. Le carbone, le bois et le lithium ont montré des effets inférieurs à la limite de précision de l'appareil. Si l'effet existe, il est réellement très petit. — C. F.

538.15. — Méthode pratique pour la détermination des actions électromagnétiques ; P. Charpentier. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 740-743, 1 600 mots, 11 fig. — Les diverses méthodes classiques pour déterminer le sens des actions électromagnétiques : règle du bonhomme d'Ampère, méthode des trois doigts de Fleming, règle du tire-bouchon de Maxwell, sont très simples; mais elles donnent facilement lieu à des confusions. Il est assez difficile, en particulier, de les faire appliquer correctement par le praticien. C'est ce qui a amené l'auteur à présenter un ensemble de règles faciles à retenir, se rapprochant beaucoup de la règle de Fleming, mais qui ont l'avantage de pouvoir être appliquées sans hésitation et sont susceptibles d'un emploi généralisé dans la pratique industrielle.

538.22. — Les propriétés magnétiques de l'éthylsulfate de gadolinium aux basses températures ; L.-C. Jackson et H. Kamerlingh. *C. R. Ac. des Sc.*, 16 juillet 1923, t. CLXXVII, t. 154-158, 1 200 mots. — Les mesures effectuées sur l'éthylsulfate de gadolinium mettent en évidence que ce corps obéit à la loi de Curie, qu'il est purement magnétique, que le nombre de magnétons est de 37,3, chiffre comparable à celui donné par Cabrera (37,91) avec l'oxyde de gadolinium et à celui obtenu à Leyde avec le sulfate de gadolinium. Enfin, on a établi que les cristaux d'éthylsulfate de gadolinium, qui appartiennent au système hexagonal, étaient magnétiquement isotropes, et cela à la précision près des expériences. — M.-H. B.

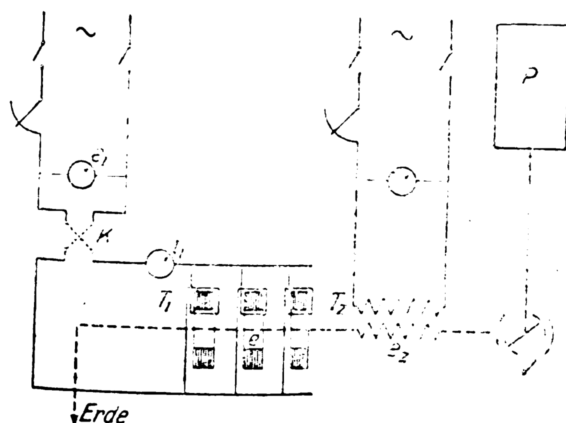
538.23. — A propos des courbes d'hystérésis de l'arc ; S. Murai et H. Yagi. *J. I. E. E. of Japan*, août 1923, n° 421, p. 750-758. — La caractéristique dynamique d'une décharge change de forme suivant la nature et la forme du courant, mais elle dépend aussi, en outre, de la nature du circuit tout entier. On a étudié expérimentalement, dans ce sens, un arc entre charbons alimenté par du courant alternatif à 300 v, 60 p : s, et la courbe d'hystérésis de l'arc a été relevée au moyen d'un oscillographe à tube de Braun. La déformation de la courbe suivant les différentes valeurs de la longueur de l'arc montre qu'on peut considérer que l'hystérésis de l'arc a deux origines : une étant la consommation d'énergie nécessaire pour produire l'ionisation autour des électrodes, et l'autre résidant dans l'accumulation d'énergie électrique et cinétique par les ions situés dans la portion de l'arc formant flamme. On a relevé les courbes avec l'impédance en série constituée soit par une résistance non inductive soit par une self-induction sans résistance. Les résultats obtenus, pour une longueur constante de l'arc et des valeurs constantes de la tension efficace et du courant efficace lorsqu'on fait varier l'impédance depuis des valeurs purement ohmiques jusqu'à des valeurs purement inductives, sont très intéressants. On sait qu'une résistance de réglage sans self-induction pour un arc en courant alternatif abaisse le rendement et qu'une self-induction pure abaisse le facteur de puissance. Mais, en plus, on doit prendre en considération l'effet de la longueur de l'arc et la nature de l'impédance en série et on doit les choisir convenablement suivant la destination pratique envisagée pour l'arc. — J. S.

538.531. — Note sur le calcul des inductances en haute fréquence. *R. G. E.*, 4 août 1923, t. XIV, p. 155-156, 1 500 mots. Analyse d'un article de F.-B. Pidduck, publié dans *Philosophical Magazine*, avril 1923, t. XLV, p. 783-786, 1 500 mots.

538.532. — Sur les phénomènes instantanés dans les électroaimants à courant continu ; Y. Tokiyama. *J. I. E. E. of Japan*, août 1923, n° 421, p. 768-775, 7 fig. — Dans cet article, l'auteur calcule la pénétration du flux dans un électroaimant à courant continu en supposant que c'est un cylindre plein de longueur indéfinie. D'abord, il suppose que l'excitation se produit instantanément et il compare ses résultats avec ceux, trouvés expérimentalement, du Dr Hopkinson. Dans les deux cas les résultats sont suffisamment près l'un de l'autre. — Ensuite, il traite de la pénétration du flux dans un noyau en fer lorsqu'une force électromotrice constante est appliquée au circuit d'excitation de l'électroaimant. — J. S.

538.54. — Induction dans un anneau muni de deux enroulements ; J. Saulka. *E. u. M.*, 1er juillet 1923, t. XLI, p. 382-384, 2 000 mots, 1 fig. — Si l'on entoure un anneau de fer avec deux enroulements complètement séparés dont l'un est utilisé comme primaire et l'autre comme secondaire et qu'on alimente l'un des circuits par un courant variable, tout le flux est renfermé à l'intérieur de l'anneau et, si l'on n'est pas partisan de l'action à distance, il n'est pas pas possible d'expliquer comment, dans un pareil anneau, l'induction peut se transmettre au circuit secondaire qui n'est, en réalité, coupé par aucune ligne de force. Il faut alors se contenter de dire que la loi de Maxwell s'applique et que le nombre des lignes de force varie à l'intérieur de l'enroulement secondaire. Pour se rendre compte du mécanisme de l'induction dans ce cas, l'auteur a employé un transformateur à anneau (système Ganz), muni d'un enroulement secondaire fermé sur un galvanomètre balistique. Lorsqu'on

rompait le courant primaire, la déviation du balistique était la même soit que le secondaire fût enroulé directement sur le noyau, soit qu'il eut un diamètre beaucoup plus grand atteignant jusqu'à 5 m. Lorsque le secondaire était disposé soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'anneau, il n'y avait aucune déviation. Il n'y avait rien à tirer de ces expériences. Une seconde série d'essais fut faite avec un circuit secondaire ouvert se composant d'un fil rectiligne se terminant par deux masses conductrices dont l'une peut être remplacée par la terre. Le galvanomètre à courant continu ne pouvait plus convenir pour déceler le courant passant d'un conducteur à l'autre pendant l'induction, car la charge, après avoir passé dans un sens devait repasser immédiatement en sens inverse. On choisit donc comme instrument de mesure un voltmètre électrostatique à plusieures cellules, dit électromètre, et, pour augmenter encore la sensibilité de la mesure, on disposait en série une source auxiliaire permettant de maintenir l'appareil dans la position correspondant à sa plus grande sensibilité. L'effet de la tension induite était alors de diminuer ou d'augmenter légèrement la déviation de l'électromètre. La figure 1 ci-jointe montre le schéma



538.54. — Fig. 1. Montage pour la détermination de la force électromotrice induite à l'intérieur d'un solénoïde en anneau.

du montage. Les trois transformateurs T_1 ont leur trois circuits primaires alimentés par la source e_1 à courant alternatif, 110 v, 50 p : s; le secondaire est formé par le fil e relié, d'une part, à la terre et, d'autre part, à l'électromètre V dont le quadrant est relié à un conducteur P formé de 18 feuilles d'étain et placé à 5 m du transformateur T_1. On mesurait successivement $e_2 + e$, e_2 et $e_2 - e$ et l'on a trouvé les valeurs moyennes suivantes : $e_2 + e = 70{,}78$, $e_2 = 69{,}58$ et $e_2 - e = 67{,}80$. La différence des valeurs extrêmes était donc de 2,98 v lorsque le fil était tendu dans l'axe des anneaux. Lorsque le fil faisait une spire autour des trois anneaux, on obtenait 70,40, 69,40 et 67,75, avec une différence extrême de 2,65. Enfin, quand le fil décrivait une spire autour de chacun des trois anneaux, on trouvait 70,58, 69 35 et 67,78 avec une différence de 2,80 encore égale aux précédentes. Par contre, quand le fil était tendu parallèlement à l'axe des trois anneaux, mais à l'extérieur de ceux-ci, on n'observait aucune différence. Enfin, on a éloigné le conducteur P à 10 m sans obtenir de différence dans les mesures ci-dessus. Ensuite, on fit faire au fil des boucles ouvertes autour des anneaux et l'on observa que, lorsque les ouvertures des boucles étaient à l'extérieur des anneaux, il y avait déviation et lorsque ces ouvertures se trouvaient à l'extérieur, il n'y avait pas déviation. On doit donc déduire de toutes ces expériences que l'induction se produit principalement dans la partie des conducteurs qui se trouve à l'intérieur de l'anneau. On peut s'expliquer ce fait en considérant que, dans le cas de la figure, les parties de l'enroulement primaire qui sont normales au fil secondaire sont sans action sur lui; quant aux parties qui lui sont parallèles, celles qui sont à l'intérieur de l'anneau, étant à une moindre distance, ont une action plus forte que celles qui sont à l'extérieur. Quoi qu'il en soit, il paraît certain que, dans un solénoïde en anneau uniformément bobiné, l'induction a lieu principalement à l'intérieur du solénoïde. — J. C.

538.65. — Magnétostriction et effets magnétoélectriques dans le fer, le nickel et le cobalt; P. Mc Corkle. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. XXII, p. 271-278, 2 000 mots, 5 fig., 1 tab. — 1° *Effets de magnétostriction.* Comme l'a observé Pidgeon, le cobalt est intermédiaire entre le fer et le nickel, au point de vue de l'effet Wiedemann, la torsion pour 6 A : mm² décroissant jusqu'à un minimum de 21″ par centimètre pour un champ de 50 gauss. L'effet Joule dans un champ longitudinal pour le cobalt est aussi intermédiaire entre celui du fer et du nickel, $\frac{\Delta L}{L}$ diminuant constamment jusqu'à -20×10^{-6} pour 1 000 gauss. Pour le fer, l'effet n'est positif que jusqu'à 250 gauss. — 2° *Effets magnétoélectriques.* *a*) Changements de la force électromotrice thermique dans un champ longitudinal. $\frac{\Delta E}{E}$ est positif pour le fer, atteignant un maximum de 0,021 pour 110 gauss; pour le nickel, il est négatif, croissant jusqu'à — 0,026 pour 1 000 gauss; pour le cobalt, il est intermédiaire, son maximum n'étant que 5.10^{-4} et cette grandeur étant négative au-dessus de 300 gauss. En chargeant le fer et le nickel, on abaisse les courbes considérablement dans la direction négative; pour le cobalt, l'effet est moindre; *b*) Changement de résistance dans le champ longitudinal. Pour le fer, $\frac{\Delta R}{R}$ croit jusqu'à une valeur égale à $2\ 10^{-3}$ pour $H > 800$ gauss; pour le nickel, la croissance est rapide jusqu'à la valeur constante $14{,}8.\ 10^{-3}$ pour $H > 400$ gauss; pour le cobalt, il y a accroissement continu jusqu'à 4.10^{-3} pour 1 000 gauss. — L. B.

MESURES ET ESSAIS

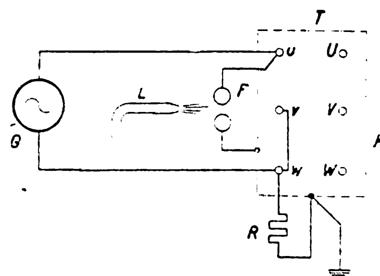
531.7(014). — Règles pour les unités et la désignation des grandeurs dans les formules. *E. u. M.*, 13 mai 1924, t. XLI, p. 291, 500 mots. — Définition de la masse et du poids d'un corps, détermination des symboles mathématiques et des symboles à employer pour représenter les différentes grandeurs physiques. — J. C.

531.7. — Quelques considérations sur les unités de mesures; J.-C. Christié. *J.I.E.E.*, décembre 1923, t. LXII, p. 47-50, 3 000 mots. — L'auteur rappelle la base naturelle (dix doigts des mains) sur laquelle la civilisation ancienne a été amenée à fonder le système de numération décimal. L'adoption d'un tel système n'est point à l'abri de toute critique; une échelle basée sur le nombre douze ou, encore mieux, sur le nombre huit, eût été certainement plus avantageuse. Toutefois, l'usage de la notation décimale est maintenant si enraciné que son remplacement par le système binaire apparait pratiquement impossible; dans ces conditions, une autre réforme, plus urgente, s'impose; c'est celle qui consiste à mettre en harmonie les échelles de mesure courantes avec le système de numération universellement admis; c'est dire qu'il convient d'adopter, en Angleterre, le système métrique, malgré les quelques inconvénients qu'il entraîne avec lui et qui justifient, jusqu'à un certain point, le préjugé de l'ouvrier britannique contre lui, celui-ci manifestant toujours une préférence marquée pour la division de l'unité usuelle (le pouce) en huit parties (système binaire). La mesure des pressions et des températures, dans les conditions actuelles, présente des anomalies; au lieu de mesurer en effet, les grandeurs correspondantes, dans leur intégralité comme on a coutume de le faire pour les longueurs, on utilise un point de départ ou zéro artificiel; il parait plus logique de rapporter, dans tous les cas, la pression au vide

absolu et la température au zéro absolu. Pour la chaleur, l'énergie mécanique et l'énergie électrique, en l'absence de coordination entre les travaux des différents chercheurs engagés dans des études envisageant les phénomènes sous des points de vue apparemment distincts, on a été conduit à adopter une foule d'unités (ergs, joules, kilowatts-heure, calories, kilogrammètres, etc.) pour représenter une seule et même chose, à savoir l'énergie ; quelques modifications à un système aussi complexe, dans le sens de la simplicité et de l'unification, seraient évidemment désirables. L'adoption du système d'unités C.G.S. marque un progrès considérable réalisé dans cette voie; c'est à son emploi que l'on doit attribuer, pour une grande part, le développement rapide enregistré dans l'industrie de la construction électrique; ce n'est cependant pas un système encore parfait ; la définition, sur laquelle il est en partie basé, de la masse d'un pôle magnétique par la force exercée sur un pôle voisin, ne tient pas compte de la perméabilité du milieu et laisse de côté la notion du flux qui émane de ce pôle. Une conséquence de ce fait est, notamment, l'introduction du facteur 4π dans nombre de formules électriques. La question se pose de savoir s'il ne conviendrait pas de rattacher les unités C.G.S., pratiquement représentées par des modèles physiques, à certaines unités fixes dont l'existence dans la nature paraît être conconfirmée (masse de l'atome d'hydrogène, longueur d'onde des radiations lumineuses dans une partie déterminée du spectre, grandeur de l'électron, etc.). Mais avant toutes ces réformes, une autre s'impose, qui aurait dû être réalisée depuis longtemps ; c'est le classement du système de poids et mesures dont lord Kelvin a dit : « Qu'il est absurde, ridicule, qu'il gaspille le temps et use le cerveau. » — L. D.

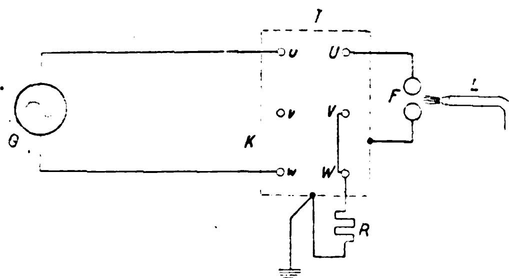
621.312.16(017). — Normalisation des balais en charbon ou graphite pur ou métallisée (non compris les balais des moteurs de traction), adoptée par l'Union des Syndicats de l'Electricité le 29 juin 1923. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 65, 400 mots. — Les premières prescriptions françaises concernant les dimensions des balais en charbon ont été établies par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique en 1917 et 1918 et publiées dans la « Revue générale de l'Electricité » du 27 juillet 1918, t. IV, p. 114. Elles furent soumises à l'Union des Syndicats de l'Electricité et celle-ci chargea sa quatrième Commission d'en faire une étude contradictoire avec la collaboration des délégués de tous les syndicats intéressés à la question. De cette étude résulta un nouveau texte qui fut adopté par le Comité de Direction de l'Union le 7 janvier 1920 et publié dans la « Revue générale de l'Electricité » du 20 mars 1920, t. VII, p. 391. Récemment, quelques modifications ont été apportées par la quatrième Commission de l'Union aux valeurs des dimensions primitivement prescrites pour les chanfreins et les longueurs des flexibles de connexion, ainsi qu'aux valeurs des tolérances. Ces modifications ont été adoptées par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité dans sa séance du 29 juin 1923. La note qui nous occupe reproduit le nouveau texte concernant les chanfreins, les flexibles et les tolérances. Quant aux dimensions des balais eux-mêmes, elles restent fixées par les indications données dans les planches I à IV publiées aux pages 392, 393 et 394 du numéro précité.

621.31 (017) (494). — Projets de normalisation et valeurs normales. *Bulletin A. S. E.*, août 1923, t. XIV, p. 455-462, 2500 mots, 9 fig. — Sous ce titre, le « Bulletin A. S. E. » publie le texte global des diverses résolutions des assemblées générales que cette association a tenues depuis 1920. Nos lecteurs en ont déjà eu connaissance par des analyses successives. A titre documentaire, nous extrayons de ce texte les lignes suivantes : — ARTICLE PREMIER. L'Association suisse des Electriciens définit des tensions électriques normales et recommande aux électrotechniciens suisses de les employer exclusivement dans les circonstances suivantes : construction d'installations nouvelles, transformations importantes d'installations existantes. Il est conseillé, d'autre part, en ce qui concerne les installations actuelles dont les tensions sont voisines des normales, d'adopter également ces valeurs normales par des mesures appropriées. — Les titres des principaux chapitres des 37 articles qui composent ces projets sont les suivants : A, valeurs normales pour les basses tensions (courant continu et courant alternatif). B, contrôle (à définir ultérieurement) ; A, valeurs normales pour les hautes tensions ; B, contrôle de l'isolation pour les hautes tensions d'appareils et de machines, entre conducteur et terre ou bâti ; C, essais de contrôle de transformateurs au moyen d'ondes à front raide (voir compte rendu ci-dessous) : D, essais des transformateurs sous une tension jusqu'à deux fois supérieure à leur tension nominale. Voici l'analyse du chapitre C relatif à l'épreuve des transformateurs aux ondes à front raide. — ART. 23. Limites d'application. L'essai aux ondes à front raide est à faire subir aux enroulements des transformateurs dont la tension nominale V_n excède 3000 v, en considérant la tension d'alimentation de la totalité de l'enroulement (c'est-à-dire entre conducteurs extrêmes du transformateur ou du groupe de transformateurs). L'essai aura lieu



621.31 (017) (494). — Fig. 1. Alimentation par le côté essayé.

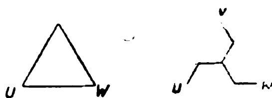
à la plate-forme du constructeur, sur le transformateur terminé, avant l'essai de surtension par onde propre. Il a normalement lieu à froid, mais il peut être demandé qu'il soit fait à chaud. — ART. 24. La valeur de la tension d'essai V_e est 1,3 V_n. — ART. 25. Montage. La borne à essayer est mise à la terre à travers un éclateur à boules muni d'un dispositif de soufflage. Les autres pôles sont reliés en parallèle à la



621.13 (017 (494)). — Fig. 2. Alimentation par le côté opposé au côté essayé. T, transformateur à essayer ; G, Source (à protéger par un procédé quelconque, condensateurs, bobine de self-induction) : F, éclateur à boules, avec soufflage d'air (vitesse de 6 m : s environ). Diamètre des boules ; jusqu'à 80 kv, 62,5 ou 125 mm : au-dessus de 80 kv, 124 mm : *R*, résistance ohmique ; L, conduite d'air sous pression ; K, cuve du transformateur ; u, v, w, U, V, W, bornes de l'enroulement.

terre à travers une résistance. Divers modes d'alimentation peuvent être adoptés ; on recommande le suivant. La fréquence du courant d'alimentation sera la fréquence nominale du transformateur ou une fréquence plus élevée. L'alimentation aura lieu soit par le côté essayé (fig. 1) soit par le côté opposé (fig. 2). Ces figures montrent le dispositif à adopter

pour l'essai, avec alimentation branchée entre u et w. On procédera à l'achèvement complet des essais en permutant chaque fois circulairement les connexions. Ce procédé convient à tous les montages usuels sauf au montage en triangle et en zigzag (fig. 3), où les bornes v et W ne seront pas



621.13 (017) (494). — Fig. 3. Montages en triangle ou en zigzag d'un transformateur, pour lesquels une borne seule, W par exemple, est connectée à la résistance.

à relier toutes deux à la terre, mais W seulement. Lorsque l'essai a lieu sur le côté à haute tension, un point de la basse tension sera mis à la terre. — Art. 26. L'essai est conduit de la façon suivante. L'écartement des boules F étant réglé pour la tension V_e, le robinet du soufflage étant ouvert, on fait monter la tension de la source jusqu'à jaillissement d'une étincelle (la teinte de celle-ci pour une résistance convenablement choisie et une vitesse de soufflage suffisante est violet ou bleu. Si la résistance est trop faible ou le soufflage insuffisant, les étincelles sont jaunes). A partir de l'amorçage, on laisse l'étincelle jaillir pendant le temps correspondant à la durée de l'essai. — Art. 27. La résistance R est prise de façon à correspondre environ à 0,5 jusqu'à 2 ohms par volt de la tension V_e. La valeur supérieure ne doit pas être dépassée afin de maintenir les surtensions sur les bornes non essayées dans les limites admissibles. On ne doit pas non plus descendre au-dessous de la valeur inférieure, afin que le courant reste suffisamment faible et qu'il ne se crée pas d'arc à la place des décharges disruptives. — Art. 29. La durée de l'essai doit correspondre à celle du passage d'environ 1 000 ondes à front raide, soit 10 s, pour une fréquence d'alimentation de 50 p : s. — — L. C.

535 24. — Le photomètre « Cube » de Everett Edgcumbe and Co. *Electrical Review*, 30 novembre 1923, t. xcIII, p. 808-809, 800 mots, 2 fig. — On préfère maintenant mesurer l'éclairement sphérique moyen plutôt que l'éclairement moyen dans un plan horizontal et exprimer le rendement d'une source lumineuse en bougies ou en lumens par watt. Dans ces conditions, il est avantageux de disposer d'un appareil permettant d'effectuer la mesure du flux lumineux total émis par une source. Ulbricht a indiqué que, si une source lumineuse était placée à l'intérieur d'une sphère de grandes dimensions, à parois peintes de couleur blanche, l'illumination de cette surface serait la même en tous les points et que la mesure faite en un point quelconque permettrait le calcul de la puissance lumineuse de la source. Les constructeurs se sont inspirés de cette idée et ont établi un appareil de forme cubique (la forme sphérique étant de réalisation difficile) dont l'intérieur peint d'une couleur blanche spéciale est éclairée uniformément par la source. Le professeur Sumpner a montré que cet éclairement était très sensiblement uniforme. Une ouverture de section variable à l'aide de diaphragmes et garnie de verres dépolis permet la mesure de l'éclairement par les méthodes usuelles décrites succinctement dans l'article. Avec cet appareil, il est facile de mesurer des sources variant de 120 à 120 000 lumens; l'échelle du photomètre peut être graduée de manière à obtenir une lecture directe en bougies au lumens. — E. B.

535.24. — Mesure de la visibilité de l'énergie rayonnante; K.-S. Gibson et E.-P.-T. Tyndall. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, août 1923, n° 475, p. 131-191, 20 000 mots, 23 fig. — Ce travail est consacré à une nouvelle détermination de la visibilité des diverses radiations du spectre, ou de la sensibilité de l'œil humain pour ces radiations. On a fait usage, pour ces déterminations, de la méthode point par point, basée sur l'emploi d'un photomètre à égalité d'éclairement de deux plages du champ photométrique, ne présentant entre elles qu'une différence de nuance insignifiante ou nulle. Les observations ont porté sur 52 personnes pour des longueurs d'onde comprises entre 490 et 680 m μ, et sur 38 des précédentes entre les limites plus étendues allant de 430 à 740 m μ. Les énergies rayonnantes étaient basées sur des mesures radiométriques et spectrophotométriques, contrôlées par une mesure indépendante de la température de couleur correspondante. Les luminosités ont été obtenues au spectrophotomètre de Brace. Un secteur variable de Brodhun fournissait les rapports de luminosités. On a fait des comparaisons détaillées entre les résultats individuels et moyens de ce travail et ceux des précédentes investigations. Il n'y a pas de différence certaine entre les valeurs moyennes de la visibilité obtenues par les méthodes de papillotement et d'égalité d'éclat, pourvu que la première soit employée dans les conditions expérimentales recommandées par Ives, et que la seconde ne s'écarte pas trop de ces conditions. Les auteurs proposent une correction à la courbe en usage, dont résulte un accord plus parfait avec les données expérimentales moyennes de visibilité, tout en donnant pour la lumière dont la température de couleur est 2077° K un centre de gravité de même longueur d'onde que celui prévu par Ives. — L. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

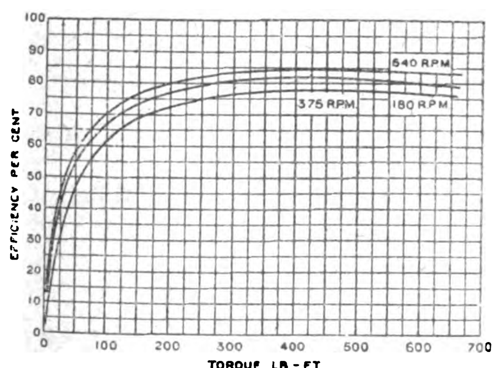
627.83. — Conduites forcées pour usines hydrauliques. Les tendances nouvelles. *La Technique moderne*, 1er décembre 1922, t. xiv, p. 590-591, 1 700 mots. — L'auteur examine rapidement les différents systèmes de fabrication de conduites qui ont été utilisés pour d'assez fortes pressions; il passe ainsi rapidement en revue le ciment armé, la fonte frettée, le bois avec des frettes en acier, les tôles soudées, les tubes monobloc obtenus par procédé électrolytique, les conduites dites à pression différentielle formées de deux tubes concentriques, l'espace annulaire renfermant également de l'eau; enfin, les tunnels en charge et les puits qui paraissent trouver une application dans de nombreux cas. — Y. G.

621.1. — La production et l'utilisation de la vapeur comme source de force motrice. *La Technique moderne*, 1er décembre 1922, t. xiv, p. 513-584, 55 000 mots, 93 fig. — Cet article constitue une importante revue d'ensemble de tout ce qui se rapporte aux chaudières et aux machines à vapeur. Il est divisé en plusieurs parties qui traitent successivement des sujets suivants : 1° générateurs fixes de vapeur, les différents types, les surchauffeurs, les réchauffeurs et économiseurs, l'emploi de combustibles liquides ou pulvérisés, les foyers mécaniques, les appareils de contrôle de la chauffe, l'épuration des eaux d'alimentation; 2° machines fixes à vapeur, machines à pistons modernes, turbines, condenseurs pour machines fixes ; 3° chaudières marines, application de la surchauffe à ces chaudières, emploi de combustibles liquides, chargeurs mécaniques ; 4° machines marines, machines à pistons, turbines marines, leurs condenseurs ; 5° locomotives à vapeur, l'application de la surchauffe et du réchauffage de l'eau, combustibles, chauffe mécanique pour les locomotives, locomotive à turbine. — Tout cet exposé est suivi de la description des principaux appareils et des plus récentes installations de production de la vapeur, d'après les documents fournis par des firmes industrielles diverses. — B.-E.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

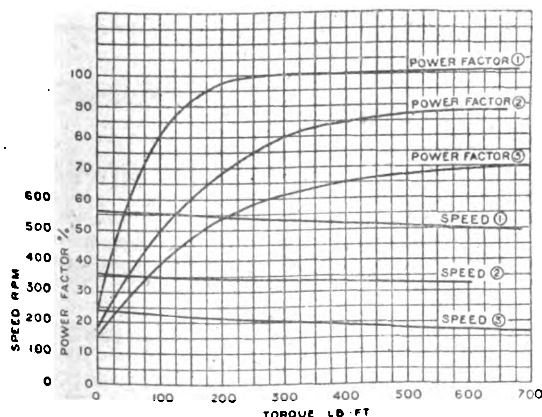
621.313.25. — Moteurs à courants alternatifs à vitesse variable. *Electrician*, 21 septembre 1923, t. xci, p. 307-308, 1 700 mots, 3 fig. — Ce type de moteur peut fonctionner à toutes les vitesses comprises entre le minimum et le maximum comme un moteur à courant continu à réglage par l'excitation. La caractéristique principale du moteur est que

le primaire est constitué par le rotor; le courant est amené aux enroulements par l'intermédiaire de trois bagues et de balais; l'enroulement secondaire est placé sur le stator. — Un enroulement spécial d'excitation est logé sur le rotor dans les mêmes encoches que l'enroulement primaire, et est muni d'un collecteur; puis, à l'aide de balais, il est mis en série avec l'enroulement secondaire du stator. — La variation du nombre de tours du moteur s'obtient en décalant le collier des porte-balais autour du collecteur; cette variation est normalement de 1 à 3, mais il est possible d'obtenir tout autre rapport; pour une position donnée des balais, la vitesse est sensiblement constante quelle que soit la charge, la variation est de l'ordre de 10 pour 100 entre la marche à vide et la marche à pleine charge. En général, la variation de vitesse totale est partagée en deux parties égales, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de la vitesse du synchronisme.



621.313.25. — Fig. 1. Courbes de rendement en fonction du couple d'un moteur à courant alternatif à réglage par l'excitation. Torque LB-Ft, couple en pieds-livres; Efficiency per cent, rendement en centièmes.

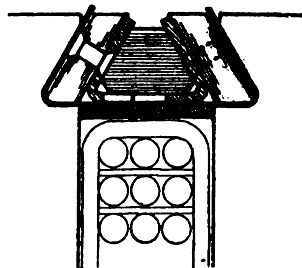
Le couple normal est constant dans toute l'étendue du réglage et la puissance sur l'arbre est proportionnelle à la vitesse, contrairement à ce qui a lieu pour le moteur à courant continu à vitesse variable. Le démarrage peut être effectué



621.313.25. — Fig. 2. Courbes de la vitesse et du facteur de puissance en fonction du couple d'un moteur à courant alternatif à réglage par l'excitation. Speed R. P. M., vitesse en tours par minute; Power factor o o, facteur de puissance en centièmes.

par la simple fermeture d'un interrupteur à la condition que les balais occupent sur le collecteur la position convenable. Il est très facile d'imaginer et de réaliser un dispositif qui impose automatiquement un ordre de manœuvre des appareils tel que ce résultat soit obtenu. — En ce qui concerne la commutation, ce type de moteur supporte avantageusement la comparaison avec tous les autres; la puissance passant par le commutateur n'est qu'une fraction de la puissance totale, de sorte que la tension et le courant sont relativement faibles pour une puissance donnée; le collecteur et les balais peuvent, par suite, être prévus de grandes dimensions, ce qui améliore beaucoup les conditions de la commutation. — Les figures 1 et 2 montrent les courbes caractéristiques d'un moteur de 50-17 ch tournant à 540-180 t : mn, l'alimentation étant faite en courant triphasé, 400 v, 25 p : s. — La figure 1 concerne les courbes de rendement du moteur en fonction du couple moteur pour les vitesses de 540, 375 et 180 t : mn; la figure 2 donne les facteurs de puissance et les courbes de vitesses en fonction du couple moteur pour trois positions différentes des balais. — La variation de la vitesse peut s'effectuer d'une manière très douce, le collecteur et les balais agissant comme un combinateur à très grand nombre de touches, il trouve par suite son application dans tous les cas où la variation graduelle de la vitesse est de première importance, par exemple, dans le cas de machines à fabriquer le papier, à imprimer, etc. — E. B.

621.313.25.00.2. — Cales magnétiques pour encoches de moteurs asynchrones. *Der elektrische Betrieb*, 10 septembre 1923, t. XXI, p. 207, 400 mots, 2 fig. — La Sachsenwerk Licht und Kraft A. G. a imaginé de remplacer les cales en bois par des cales magnétiques, destinées à éviter la déformation du champ provoquée par les encoches ouvertes (fig. 1). Les deux

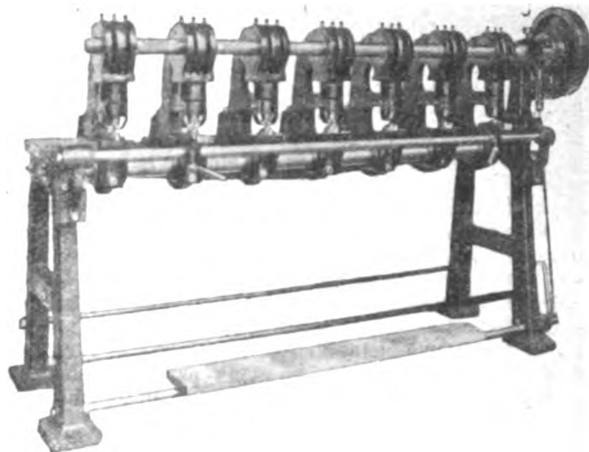


621.313.25.00.2. — Fig. 1. Cale magnétique pour encoche de moteur asynchrone.

parties latérales se composent de lames de tôles superposées de 0,5 mm d'épaisseur, rivées sur deux supports en bronze coudés à leur partie inférieure. Elles sont mises en place, après qu'on a eu soin de tapisser la paroi interne de l'encoche d'une feuille isolante. La cale médiane est en fibre séchée et imprégnée de paraffine. Elle est enfoncée entre les deux épaulements. Il est facile de se rendre compte que, par suite de la forme trapézoïdale, il se produit un serrage énergique qui empêche tout dérangement du système. L'emploi de cette cale améliorerait d'une façon sensible le rendement et le facteur de puissance des machines à encoches ouvertes. — E. F.

621.313.2. — Les moteurs autosynchrones (2e partie); A. Lindstrom. *Electrician*, 20 juillet 1923, t. XCI, p. 54-56, 3 200 mots, 5 fig. — L'auteur établit maintenant le diagramme de fonctionnement du moteur d'où il tire les courbes caractéristiques : courbes du facteur de puissance, du courant (total et réactif) en fonction de la charge du moteur. Il étudie ensuite le couple synchronisant du moteur, son effet sur la vitesse et les conditions d'établissement du synchronisme, et l'influence des divers facteurs qui influent sur la faculté de synchronisation du moteur. En résumé, de ces études l'auteur donne les quelques conclusions ci-après : 1° il est très important de maintenir aussi bas que possible le glissement du rotor, si on doit démarrer le moteur avec une forte charge ou si les

POINÇONNEUSES MULTIPLES



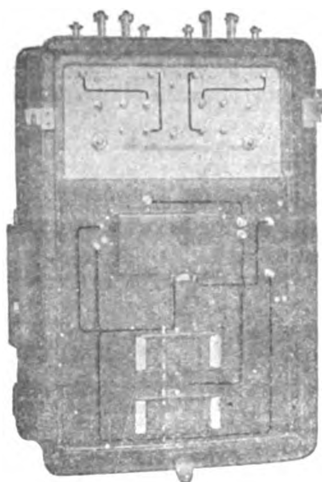
Presses - Cisailles

Presses à serrer les rotors

Machine spéciale pour coller le papier sur les tôles

L. LESTAEVEL

37, *Rue Francis-de-Pressensé*, **VILLEURBANNE (Rhône)** — *Registre du Commerce* : Lyon N A 34938



MONTI & MARTINI, Milan (Italie)

SOC. ANON. — CAP. LIT. : 5 MILLIONS

Via Bergamo, n° 51

FABRICATION ET EXPORTATION DANS LE MONDE ENTIER DES

TUBES ISOLANTS « ITALA »

DE COTON IMPRÉGNÉ

le meilleur isolant des fils employés dans l'appareillage électrique, télégraphique, téléphonique, avec et sans fil, ainsi que dans l'industrie des automobiles

PROSPECTUS ET ÉCHANTILLONS SUR DEMANDE

GERMAIN * LÉON

INGÉNIEUR A. ET M.

MANUFACTURE DE PIÈCES EN MATIÈRES ISOLANTES

Usinage mécanique de la FIBRE, de l'ÉBONITE, de la LACTOLITHE et, en général, de toutes les Matières isolantes, pour toutes applications concernant l'Électricité.

Téléph. : ROQUETTE 13-86 — *Registre du Commerce* : Seine N° 217141 — 41, RUE OLIVIER-MÉTRA, **PARIS** (XXe)

CABLES ET FILS ISOLÉS

Joseph JARRIANT,

Maison fondée en 1860

233, rue de la Croix-Nivert, PARIS (XVe)

Registre du Commerce : Seine N° 6082

TÉLÉPH. : SÉGUR 17-96 — NORD-SUD : PORTE DE VERSAILLES

Spécialité de câbles RONDS et PROFILÉS pour DYNAMOS et MOTEURS

parties tournantes forment un volant d'un action sensible; 2° toutes choses égales d'ailleurs, il est important que le moteur ait une grosse capacité de surcharge; 3° si on démarre le moteur à vide, il n'y a pas de danger de ne pas arriver au synchronisme; 4° si l'action comme volant des machines entraînées est très marquée, il est bon d'employer un accouplement élastique ou une longue courroie; 5° toutes les autres conditions étant égales, il est préférable d'avoir une alimentation à faible fréquence, qu'à fréquence élevée. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.332.5. — Lignes de contact pour la traction à grande vitesse; M. Leboucher. *R. G. E.*, 15 décembre 1923; t. xiv, p. 944-945, 1 000 mots, 2 fig. Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.332 5. — Les lignes de contact avec prises de courant par sabots; V. Huth. *E. T. Z.*, 25 octobre 1923, t. xliv, p. 965, 450 mots, 1 fig. — Dans « E. T. Z. » du 19 juillet 1923, p. 688, on a décrit la ligne de contact avec sabots frotteurs du North Shore Railway, en faisant remarquer que l'effort le plus favorable du sabot sur le fil avait été fixé à 16 kg. Ce chiffre paraît exagéré et, d'après l'expérience acquise en Allemagne, on ne devrait pas dépasser un effort de 5 kg. Au cours de l'été de l'année 1900, beaucoup de ruptures de fil se produisirent sur les lignes de tramways allemands et on dut les attribuer à la trop grande flèche des conducteurs et à l'effort excessif exercé par la roulette. Lorsqu'on en fait les rectifications nécessaires et réduit l'effort à 4 ou 5 kg, les ruptures ne furent plus que des accidents exceptionnels. D'ailleurs, pour fixer les fils de contact, on a beaucoup utilisé, en alignement, une pince qui permet aux fils de glisser librement sur la traverse (voir « E. T. Z. », 1923, p. 688, la suspension proposée par M. Huttleston). Ce dispositif breveté pendant 15 ans a donné de bons résultats et est encore employé avec succès. On peut dire que les ruptures de conducteurs dues aux « six pannes » rappelées par M. Huttleston peuvent être évitées ou tout au moins réduites quand : 1) la ligne de contact est tendue conformément aux règlements et que sa tension est maintenue élevée même pendant les chaleurs par des ridoirs; 2) les modes de fixation de la ligne (aux aiguillages, croisements, etc.) sont étudiés de manière que le fil ne reçoive qu'une faible contrainte au cisaillement; 3) la prise de courant (poulie, archet ou sabot) n'est appuyée sur la ligne de contact que par une force de 4 à 5 kg. Si cette limite est dépassée, les organes de contact subissent une usure rapide et des ruptures sont déterminées par la contrainte élevée que subit le fil aux points de fixation par suite des balancements. — B. H.

621.333. — Le fonctionnement en machines shunt des commutatrices dans les sous-stations; R.-J. Saulsbury. *Electric Railway Journal*, 10 novembre 1923, t. lxii, p. 815-817, 1 700 mots, 2 fig., 2 tab. — Dans cet article, l'auteur montre, au moyen de quelques relevés statistiques, les bons résultats obtenus par le fonctionnement des commutatrices en machines shunt, au point de vue diminution des arrêts des sous-stations et de la fréquence des « flashes » dans le réseau des tramways de Pittsburgh. Les lignes de ce réseau étaient originellement alimentées directement en courant continu. Puis, avec le développement du réseau, on dut avoir recours à l'alimentation en courant alternatif avec transformation en continu dans des sous-stations. On utilisa d'abord des groupes moteur-générateurs avec moteurs asynchrones, ensuite avec moteurs synchrones; puis, enfin, lors des dernières installations on eut recours à des commutatrices. Toutes les sous-stations sont alimentées par une même ligne du côté à courant alternatif et marchent en parallèle sur le côté à courant continu. Or, on constata que la fourniture d'énergie électrique était beaucoup moins sûre et régulière que du temps de l'alimentation par des usines indépendantes. Les arrêts des sous-stations étaient nombreux et longs et généralement l'arrêt de l'une entraînait l'arrêt de plusieurs autres. On a obvié en grande partie à ces ennuis en appliquant le fonctionnement en machines shunt aux commutatrices. En outre, ce fonctionnement améliore les conditions de commutation des commutatrices leur permettant des surcharges plus élevées, surtout en ce qui concerne les vieilles machines sans pôles auxiliaires, et diminue la fréquence des flashes, ce qui entraîne une économie sensible d'entretien. Ce fonctionnement en machine shunt n'offre comme inconvénient que celui de nécessiter un peu plus d'attention de la part du chef de sous-station pour la question du facteur de puissance. — J. S.

629.113.6 (73). — Les caractéristiques constructives essentielles des automobiles électriques et l'organisation du service des transports automobiles en Amérique; A. Solodovnikoff. *Electritchestvo*, n°s 5-6, 1923, t. 1 (nouvelle série), p. 283-287, 3 000 mots, 6 fig. — Th.-S.

629.113.65. — La traction sur route par accumulateurs; Jean Boës. *R. G. E.*, 8 et 15 décembre 1923, t. xiv, p. 905-916 et 967-988, 20 000 mots, 55 fig., 6 tab. — L'emploi de l'énergie électrique emmagasinée dans des accumulateurs pour la traction sur route semble entrer dans une nouvelle phase. Après quelques années de vogue, ce système de locomotion est, en France, presque tombé dans l'oubli. A l'étranger et plus particulièrement en Amérique, il en est tout différemment. L'auteur a, dans son étude, rappelé les principes essentiels de la traction à accumulateurs, résumé l'état de son développement actuel et donné quelques aperçus économiques de la question qui paraît injustement méconnue.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.7 (44). — Le réseau téléphonique hollandais. *E. u. M.*, 2 septembre 1923, t. xli, p. 523, 300 mots. — Voici, d'après M. Petritsch (*Das Fernkabel*, Berlin, 1922, fasc. 2), quelques renseignements concernant les récents développements des réseaux téléphoniques hollandais. Deux boucles souterraines sont formées : l'une, partant d'Amsterdam et aboutissant à cette même ville, traverse La Haye, Rotterdam, et Utrecht; l'autre doit réunir Rotterdam à Utrecht. Sur ces artères circulaires seront branchées les lignes conduisant en Angleterre, en Belgique, en France et en Allemagne. On n'utilisera les ampoules amplificatrices qu'exceptionnellement. Les lignes doubles sont montées en systèmes quadruplex. Dans les câbles pupinisés, la grosseur des conducteurs en cuivre varie de 0,9 à 2 mm, les bobines présentant un écartement de 2,3 à 3,3 km. Les valeurs du coefficient d'affaiblissement β sont, pour les câbles à conducteur de 2 mm, de 0,0066 (artère principale) et 0,0053 (ligne quadruple) ou 0,0063 (artère principale) et 0,0052 (ligne quadruple) selon que le fournisseur était la Compagnie Siemens-Halske, de Berlin ou, la Western Electric Company. Le produit βl n'est jamais descendu au-dessous de 7,5, à la fréquence 5 000 p : s. Les puissances obtenues ont été pareilles dans les deux cas. — Th. S.

621.395.5. — Equipement téléphonique pour circuits en câbles de grande longueur; Charles S. Demarest. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. xlii, p. 1159-1161, 1000 mots, 7 fig. — Dans un mémoire présenté au Congrès annuel de l'American Institute of electrical Engineers, le 27 juin 1923, l'auteur s'est proposé de donner des précisions sur les améliorations apportées, au cours de ces dernières années, à la construction et à l'installation de l'équipement utilisé dans la téléphonie par câbles à longue distance. Dans le présent article, qui paraît n'être, du travail cité, qu'un résumé incomplet, et, sur quelques points, très sommaire, M. Demarest se borne à fournir quelques indications générales, avec photographies et schéma à l'appui, sur les différents types de répétiteurs téléphoniques successivement essayés depuis 1914 jusqu'à la date la plus récente. Exceptionnellement, la question du système de montage et d'installation de ces appareils du

type le plus récent est traitée par l'auteur avec quelques détails. Les répéteurs téléphoniques ont acquis une grande importance dans la téléphonie par câbles ; l'emploi, pour ce genre de communication, de conducteurs de diamètre plus faible que dans les lignes ordinaires et aussi plus rapprochés les uns des autres, a eu comme conséquence nécessaire l'installation d'un nombre comparativement beaucoup plus élevé de ces appareils et ce n'est, d'ailleurs, que grâce aux perfectionnements marqués dont ces derniers ont été l'objet, que la téléphonie par câbles a pu devenir réellement pratique. Dans le modèle de répéteur le plus récent, on s'est attaché, en particulier, à faciliter le montage et à réduire l'encombrement en surface des installations ; dans ce but, on a créé des unités, dites « basiques », susceptibles d'être utilisées dans toutes les stations, avec l'adjonction d'appareils spéciaux exigés pour les différents cas séparément groupés : chaque élément complet, établi suivant des dimensions normalisées, est monté, avec d'autres en nombre convenable, dans les panneaux de dimensions également unifiées, d'une charpente métallique verticale occupant tout l'espace entre le plancher et le plafond de la station : grâce aux dispositions prises, l'encombrement, en plan, d'une unité, au lieu de 1,3 m² (chiffre de 1914), ne sera plus désormais que de 0,13 m². — L. D.

621.395 34. — Le système téléphonique automatique et les postes « central automanuels » de la ville de Vienne. Leur liaison aux postes privés ; J. Engblom. *E. u. M.* 25 mars et 1er avril 1923, t. XLI, p. 181-185 et 193-200, 9500 mots, 16 fig. — Les premiers brevets pour la réalisation de la téléphonie automatique remontent à 1889 où l'on relève les noms de Conolly et Mac Tighe. Dix ans plus tard, eurent lieu de nouveaux essais avec Smith et Strowger, ce dernier appliquant déjà certains principes qu'on retrouve encore aujourd'hui dans les appareils en service. Et il faut arriver en 1901 pour trouver la première société qui se consacre à la construction des postes automatiques et réalise les premières installations pratiques. Après avoir tracé dans ses grandes lignes l'historique de la téléphonie automatique, l'auteur signale que les divers systèmes peuvent pratiquement se diviser en quatre groupes . — *Présélecteur*. Le présélecteur comporte un commutateur rotatif actionné par relais et permet à l'abonné d'entrer en relation avec une ligne libre. — *Chercheur d'appel*. Chaque poste particulier est relié à deux relais placés au poste central et actionnant un chercheur d'appel dont les contacts sont reliés aux abonnés. Chacun de ces deux systèmes présente deux variantes, suivant le mode d'actionnement des relais qui peuvent être disposés comme il suit : soit deux relais reliés respectivement aux deux pôles de la batterie, d'une part, et aux fils de la ligne « abonné », d'autre part ; soit un seul relais relié à l'un des pôles de la batterie, le second pôle étant mis à la terre et la mise en service du relais étant obtenue par mise à la terre de l'un ou l'autre des fils de l'abonné, lesquels aboutissent tous deux au relais unique. Ces considérations d'ordre général sont suivies d'un historique développé des applications du téléphone automatique en Autriche et d'une description détaillée du système semi-automatique de la ville de Vienne. Chaque abonné possède deux lignes a et b alternativement mises à la terre pour la recherche du sélecteur libre ; il est montré comment, ayant trouvé une ligne libre, l'abonné se trouve mis en communication avec le numéro désiré, grâce aux divers sélecteurs mis en fonctionnement par l'employé libre qu'il avait atteint. Suit une description des appareils : présélecteurs, sélecteurs, tableaux d'abonnés et de groupes d'abonnés illustrés de plusieurs schémas simplifiés pour faciliter l'exposé du fonctionnement des divers dispositifs. Enfin, l'auteur décrit les appareils d'abonnés dans le cas de téléphone automatique et montre comment un abonné peut actionner lui-même les divers sélecteurs jusqu'à obtention de l'abonné désiré et il termine par la description bureau central automatique de Vienne. Plusieurs figures illustrent cet exposé très détaillé. — F. B.

621.396.24. — Les ondes très courtes en radiotélégraphie. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 966, 600 mots. Communication faite par R. Mesny et P. David à l'Académie des Sciences et publiée dans les *C. R. Ac. des Sc.*, 25 novembre 1923, t. CLXXVII, p. 1106-1107.

621 396.62. — Localisation des pannes dans les appareils récepteurs ; Lucien Chrétien. *La T. S. F. moderne*, octobre 1923, t. IV, p. 855-864, 5700 mots, 7 fig. — L'auteur envisage les différents cas de mauvais fonctionnement d'un appareil récepteur radiophonique et il indique, pour chacun d'eux, le moyen d'y remédier. — M.-H. B.

621.396 662.2. — Couples et forces s'exerçant entre les bobines courtes cylindriques parcourues par des courants alternatifs de radiofréquence ; W.-A. Parlin. *Phys. Rev.*, août 1923, t. XXII, p. 193-198, 1400 mots, 6 fig. — Il s'agit de courants alternatifs comportant de 10^5 à 10^7 alternances par seconde. L'auteur a fait des mesures de forces, s'exerçant entre des bobines parcourues par des courants continus, des courants alternatifs à 60 p : s et des courants de radiofréquence. Pour les courants à basse fréquence, les couples et forces trouvés sont conformes aux résultats donnés par les formules de Maxwell et d'autres auteurs. Mais, dans certains cas de courants de radiofréquence, il n'y a pas accord avec les formules théoriques. On a employé, pour les essais, un dynamomètre sensible qui consiste en une bobine fixe portant 11 tours de fil et de 25 cm de diamètre, et une bobine mobile de 11 tours et 30 cm de diamètre. La bobine mobile était suspendue et libre de tourner. Les contacts de la bobine mobile étaient à mercure. Le fil de suspension était un fil de bronze de 21 cm de longueur et de 0,125 mm de diamètre. L'extrémité supérieure du fil était fixée à une boussole qui pouvait tourner autour de l'axe de suspension. Pour mesurer le couple, on disposait la boussole de façon que les bobines fassent un certain angle lorsqu'il ne passait aucun courant. Dès que le courant passait, on tournait la boussole de façon à ramener les bobines à leur angle initial. La différence entre les lectures donnait la mesure du couple. Les deux bobines étaient en série avec un ampèremètre à fil chaud soigneusement calibré. Pour les courants de radiofréquence on introduisait une petite bobine en série avec les deux autres, et elle servait à réaliser le couplage avec le circuit-générateur. Un tube à vide servait de générateur d'oscillations entretenues, et un transformateur de 1/2 kw, avec condensateur et éclateur, était disposé pour les oscillations amorties. On trouva que, pour un angle donné entre les bobines, le couple variait comme le carré de l'intensité du courant, ce qui s'accorde avec la théorie. Pour un courant constant de 60 p : s et de 0,6 A, le couple fut mesuré pour une série d'angles compris entre 10° et 90°. L'accord avec les formules de Maxwell semble assez bon. On trouva, pour les courants de radiofréquence, que le couple croît avec la fréquence. Lorsque les courants étaient dans le même sens, le couple croissait à mesure que l'angle entre les bobines décroissait. Pour des angles entre 90° et 170°, les courants sont de sens opposés. Le couple ne varie pas, dans ce cas, avec la fréquence du courant. Les résultats sont sensibles, qu'il s'agisse d'oscillations entretenues ou amorties. L'auteur pense que l'explication des divergences entre les résultats de l'expérience et ceux de la théorie classique réside dans les réactions causées par le rayonnement de l'énergie des bobines sous la forme d'ondes électromagnétiques. — C. F.

621.396.663. — Recherche, à la station réceptrice, de la direction d'une station d'émission radiotélégraphique. *Engineering*, 7 septembre 1923, t. CXVI, p. 305-307, 3500 mots. — On sait que les procédés de recherche dus à Bellini-Tosi et Robinson sont différents en application, mais identiques en principe : le Radio-Research Board a fait des essais comparatifs sur les deux systèmes et déposé un rapport sur la question : l'article indiqué ci-dessus est un résumé de ce rapport. Les auteurs rappellent le principe des ondes dirigées de Bellini-Tosi et de la réalisation pratique du dispositif

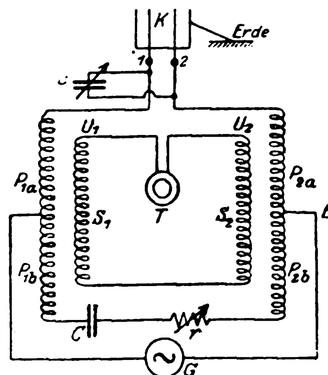
de réception constitué par deux grands cadres placés à anglesl droits ; en raison de leurs dimensions, ces cadres sont fixes et mis en série respectivement avec des bobines de petites dimensions disposées à angles droits et mobiles sur un axe; la direction de la station d'émission est déterminée à l'aide de la rotation de ces petites bobines. Dans le système Robinson, deux bobines à angle droit sont mobiles autour d'un axe vertical et mises en série avec un interrupteur inverseur. L'auteur montre que les deux systèmes sont théoriquement équivalents et équivalent à un troisième système qui comporterait une seule bobine à un seul tour. Des essais ont été entrepris avec les trois dispositifs et l'auteur en donne les résultats qui sont identiques dans les trois cas et conformes à la théorie établie dans la première partie du rapport. Contrairement à la croyance générale, l'utilisation de bobines de grandes dimensions donne une sécurité supplémentaire. Le système Bellini et la bobine à un seul tour, donnent des résultats plus exacts avec les ondes entretenues qu'avec les ondes amorties ; le système Robinson, plus sensible, donne une sécurité moins bonne. — E. B.

621.396.67. — Antennes multiples. *E. T. Z.*, 23 août 1923, t. XLIV, p. 817, 500 mots, 1 fig. — Dans les grandes stations radiotélégraphiques modernes, il arrive fréquemment que plusieurs émissions soient produites en même temps. Les longueurs d'ondes étant forcément très voisines et les antennes proches les unes des autres, celles-ci s'influencent mutuellement. Avec les ondes courtes, l'action réciproque des antennes est due à un couplage magnétique, tandis qu'avec les ondes longues, elle provient d'un couplage par capacité ; les tensions induites par capacité sont déphasées de 180° par rapport à celles de provenance magnétique. Il existe des dispositifs qui permettent de rendre les antennes parfaitement indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire d'annihiler leur influence mutuelle, même lorsqu'elles sont très proches et qu'elles travaillent avec des longueurs d'ondes très voisines. La station de Nauen, actuellement en transformation, est la première où sera faite une application pratique de ce système d'antennes multiples. L'article original contient une figure représentant en projection horizontale et verticale la nouvelle antenne de Nauen. — A. M.

621.396.71 (44). — La station radiotélégraphique de Lyon. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 988-989, 1 000 mots, 4 fig. Analyse d'un article de H. Ballet, publié dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mai 1923, t. XII, p. 534-564, 12 000 mots, 9 fig.

621.397.3. — Téléphonie et chemins de fer ; W. Nauwerk. *E. T. Z.*, 4 octobre 1923, t. XLIV, p. 916, 800 mots. — Après des essais sur une ligne privée, la société de radiotélégraphie Erich-Huth, de Berlin, vient d'établir, sur la ligne Berlin-Hambourg, une installation permettant de communiquer d'un poste de téléphonie quelconque avec les voyageurs d'un train. Le système employé est une combinaison de téléphonie avec et sans fil : étant données les distances, les dimensions des antennes rapportées sur les voitures, ainsi que l'importance des postes d'émission, il n'était pas possible de résoudre ce problème par pure transmission sans fil. On a imaginé alors d'utiliser, pour la transmission des ondes électromagnétiques émises par l'antenne du train, les fils téléphoniques et télégraphiques longeant la voie : l'intervalle sans fil à surmonter se limite donc à une distance de 5 à 10 m, ce qui solutionne le problème. Sur la ligne susdite, on a établi deux stations fixes, l'une près de Berlin, l'autre près de Hambourg, c'est-à-dire aux extrémités des lignes téléphoniques auxquelles elles sont couplées avec tous les soins voulus pour assurer la sécurité des communications normales. Chacune de ces stations comporte un poste d'émission et un poste de réception susceptibles de fonctionner simultanément, et aussi un appareil téléphonique destiné à transmettre la communication au poste téléphonique. Les stations établies sur les chemins de fer sont analogues et on y utilise pour le service la batterie d'éclairage du wagon. L'antenne, rapportée sur deux wagons consécutifs, comporte six fils de 14 m chacun, surplombant de 40 cm le toit de la voiture. Une cabine spécialement aménagée soustrait l'opérateur aux bruits du roulement. Le voyageur peut donc à volonté communiquer avec l'un quelconque des abonnés de Berlin, par exemple, après avoir appelé la station fixe correspondante qui lui donne l'abonné demandé. Le service est, à peu de chose près, aussi satisfaisant que celui du téléphone ordinaire. — F. B.

621.395.5. — Une méthode simple de compensation pour la détermination de l'état et la mesure de la capacité et des pertes des câbles téléphoniques ; Jequier et Kühle. *E. T. Z.*, février 1923, t. XLIV, p. 115-116, 600 mots, 3 fig. — *Objections de M. Jequier.* La méthode proposée précédemment par M. Kühle offre, quand il s'agit de mesures industrielles, un inconvénient dû au couplage en série de la capacité de réglage c et de la résistance r. La valeur des pertes se déduit, en effet, par calcul, de la formule $r(c\omega)^2$ (ω étant la pulsation du courant alternatif) correspondant au silence du téléphone Puisque ω est constant, la valeur absolue de r décroît quand la capacité c augmente, et il en résulte la circonstance peu favorable aux mesures industrielles, à savoir que les pertes importantes seront mesurées par des valeurs réduites de la résistance. On pourrait donc utilement modifier le couplage comme il suit (fig. 1): une capacité constante C se trouve en série



621.395.5. — Fig. 1. Montage pour la mesure de la capacité et des pertes des câbles téléphoniques.

avec la résistance r, la capacité variable c étant branchée en parallèle avec le câble. La capacité du câble est alors donnée, à l'instant du silence, par $K = C - c$ et la graduation du condensateur variable peut donner, par lecture directe, la valeur de K. D'ailleurs le facteur $C\omega^2$ étant alors constant pour une pulsation donnée, on peut également graduer la résistance r pour la lecture directe des pertes qui, dans ce cas, varient dans le même sens que la résistance. — *Réplique de M. Kühle.* La modification apportée au dispositif sous prétexte de simplification est totalement étrangère au principe même de la compensation. Il faut noter, d'autre part, que l'idée appliquée par M. Jequier avait déjà été émise précédemment sous une forme un peu différente, il est vrai, mais plus favorable à la correction des valeurs de la résistance et supérieure au point de vue vraiment pratique des mesures industrielles. — F. B.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.392. — Un atelier de soudure électrique moderne dans une mine de lignite. *E. T. Z.*, 20 septembre 1923, t. XLIV, p. 879, 800 mots, 3 fig. — Une exploitation minière a conçu une installation de soudure électrique particulièrement pra-

tique, divisée en deux parties distinctes : l'atelier de soudure et le local des génératrices contenant les machines électriques et l'appareillage. Le sol de l'atelier n'est que partiellement pavé pour permettre de faire facilement les trous à sable pour réchauffer les pièces. L'endroit où s'effectue la soudure est entouré d'écrans d'acier pour préserver l'entourage de l'action des rayons ultraviolets très durs. Les deux dynamos donnant le courant d'utilisation peuvent débiter chacune de 150 A à 460 A, sous 30 V à 65 V et marcher isolément ou en parallèle sur la même pièce. Une connexion équipotentielle est prévue pour empêcher l'inversion de la polarité d'une des machines dans le cas où les rhéostats d'excitation ne seraient pas identiquement réglés. Toutes les manœuvres d'interrupteurs, de réglage ou de contrôle sont faites dans l'atelier. Une installation identique a été réalisée sur wagon pour la réparation sur place des bennes, des rails, des aiguillages ou des longs tuyaux. Le wagon est divisé longitudinalement en deux parties, l'une comprenant les machines électriques et l'autre, l'attirail de soudage proprement dit. La première est complètement protégée des intempéries par des panneaux. L'éclairage est branché sur le circuit de la machine excitatrice. Quand ce groupe mobile n'est pas en service dans l'exploitation, il est garé à l'atelier et trouve son emploi pour les mêmes réparations. Dans la mine en question, on se sert d'une vieille installation électrique de 52 kV-A pour la soudure des petites pièces ou pour le réchauffage. — B. H.

621.392. — Dispositif et table pour la soudure électrique des chaînes ; A. Beljarsky. *Electritchestvo*, n° 5-6, 1923, t. I (nouvelle série), p. 291-292, 1 000 mots, 2 fig. — Les figures sont assez claires ; le texte renseigne brièvement sur le mode de fonctionnement et donne quelques détails sur les résultats des essais. Deux machines pivotant autour d'un point commun portent les électrodes que l'on rapproche brusquement du chaînon à souder, par un mouvement de manette. En appuyant sur une pédale, on ferme le primaire du transformateur au moment voulu. La chaîne est supportée par deux galets et se déplace le long de la paroi antérieure de l'établi. Le calcul donne 24,3 pour 100 pour la part qui revient à la soudure proprement dite dans la quantité de chaleur fournie. — Th. S.

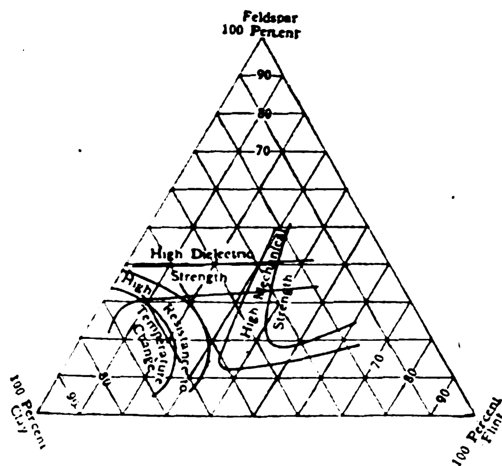
621.392. — Le courant continu est-il indispensable pour la soudure à l'arc ; O. Wundram. *Der elektrische Betrieb*, 24 septembre 1923, t. XXI, p. 209-210, 2 200 mots. — Dans un arc à courant continu, le dégagement de chaleur étant beaucoup plus élevé à l'anode qu'à la cathode, la pièce à souder est mise en communication avec le pôle positif. Dans un arc à courant alternatif, il semble, à priori, que le dégagement doive être le même aux deux pôles ; d'autre part, on admettait que le sens du déplacement des particules métalliques était lié à la direction du courant. Ces deux raisons faisaient rejeter l'usage du courant alternatif pour les travaux de soudure à l'arc et, pendant près de quarante ans, il ne fut jamais question que de courant continu. Cependant, le bouleversement de la situation économique créé par la guerre imposait l'impérieuse nécessité de restreindre les frais. Sous l'action des circonstances, on faisait quelques expériences avec le courant alternatif, qui permettaient de reconnaître que celui-ci se prêtait fort bien à ce genre de travail. C'est que l'on avait mal dégagé la nature réelle du phénomène ; la loi du déplacement était erronée et les expériences entreprises à l'Ecole technique supérieure de Hanovre doivent fixer bientôt sur la véritable répartition des chaleurs dégagées. Elles tendent à établir que le courant alternatif se comporte d'une façon particulière dans les arcs électriques. Quoi qu'il en soit, il existe en Allemagne un certain nombre de postes de soudure équipés en courant alternatif. Les résultats obtenus permettent tout espoir pour le développement du nouveau procédé. Son avantage réside avant tout dans son économie. Suivant les chiffres donnés par l'auteur, le rendement d'un poste ou rapport de l'énergie théoriquement nécessaire à l'énergie effectivement dépensée, varie en courant continu de 20 à 50 pour 100, suivant que l'on se sert du courant du secteur ou que l'on utilise une dynamo spéciale. Cela, en se plaçant dans les conditions optima. En effet, en supposant qu'on ait monté une dynamo spéciale, cas le plus favorable, il faut compter sur le moteur qui l'entraîne, et l'on sait que la transformation du courant continu ne se fait pas sans pertes appréciables. En courant alternatif, au contraire, il suffira d'un transformateur, et le rendement variera de 75 à 80 pour 100. Il est évident que ce transformateur sera quelque peu délicat. Il devra, entre autres, pouvoir fournir une tension suffisante pour l'amorçage de l'arc, et maintenir pendant l'opération une tension sensiblement constante en dépit d'assez fortes variations de puissance. En cas de court-circuit, sa tension devra baisser très rapidement pour prévenir les accidents. Malgré cela, l'auteur estime que les frais d'achat et d'entretien d'un transformateur seront moins élevés que ceux d'un groupe convertisseur ; il y voit en outre l'avantage d'un moindre encombrement de l'atelier et d'une surveillance plus facile. — E. F.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6 : 665.3. — L'huile au point de vue diélectrique ; Théodor Buck. *Der elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. XXI, p. 195-197, 2000 mots, 3 fig. — L'huile est un composé complexe, auquel il est impossible d'attribuer une formule chimique définie. On ne peut qu'indiquer les limites extrêmes entre lesquelles peuvent varier ses divers caractères (poids spécifique, point d'inflammation, viscosité, etc.), pour qu'elle puisse être utilisée dans les divers appareils électriques. Il y a lieu d'attirer l'attention sur l'influence de l'humidité qui abaisse d'une façon notable sa rigidité diélectrique. Or, l'huile voyage dans des récipients, qui, par suite de nécessité de rinçage, contiennent toujours une certaine quantité d'eau. L'huile contient toujours, en outre, des poussières ou autres particules solides en suspension : elles se saturent d'humidité, forment pont entre les électrodes et favorisent la disrupture. D'où l'importance de la dessiccation (chauffage) et du filtrage (de préférence sous pression). Pour éprouver une huile, on utilise deux électrodes dont la forme varie suivant les pays. En Amérique et en Angleterre, ce sont deux plaques métalliques ; en Allemagne, deux calottes sphériques. L'auteur préconise l'emploi de deux électrodes cylindriques. Certains points restent encore dans l'ombre, les phénomènes d'ionisation en particulier. Des recherches ont été entreprises dans ce but à l'Institut électrique de l'Ecole technique supérieure de Darmstadt ; on opère avec un condensateur circulaire, on le met sous tension et l'on observe les phénomènes lumineux qui se produisent. — E. F.

621.315.6 : 666.5. — La fabrication de la porcelaine employée comme isolant ; Frank H. Riddle. *J. A. I. E. E.*, juin 1923, t. XLII, p. 631-635, 3 500 mots, 9 fig. — Cet exposé est la troisième partie d'une sorte de précis pour la fabrication et l'essai des porcelaines électriques. L'auteur passe en revue les essais des matières premières, la composition et la formation d'une porcelaine en cuisson, les propriétés et essais du produit obtenu, enfin l'émaillage. Les matières premières doivent être soumises à des essais très sérieux avant leur emploi ; l'analyse chimique permet d'assurer une fabrication sans changements de composition. Les kaolins et glaises sont essayés pour leur couleur et leur porosité à la température normale de cuisson ; pour la finesse de leur grain, au tamis de 80 mailles par centimètre carré. Les glaises subissent, en outre, des épreuves mécaniques : mélangées poids pour poids au silex, elles sont façonnées en éprouvettes de 15,24 cm de long et de 2,50 cm × 2,54 cm de section ; leur résistance à la rupture par flexion est ainsi de 21 à 31 kg : cm². La finesse du grain de silex est déterminée par la méthode de décantation : un courant d'eau emporte, à la vitesse de 0,8 à 1,5 mm : s les plus fines particules d'un échantillon de 50 gr. Il importe qu'il y ait peu de résidus pour obtenir une porcelaine de qualité supérieure.

Le feldspath subit le même essai pour la finesse du grain, et, en outre, son aptitude à la vitrification, sa couleur, sa déformation, sont observées à la température de 1 280° C (cône pyrométrique n° 8). La composition de la porcelaine, et, partant, ses propriétés, son traitement, peuvent varier dans des limites très étendues. L'emploi de diagrammes triangulaires, tels que celui de la figure 1, est commode



621.315.6 : 666.5. — Fig. 1. Diagramme triangulaire montrant les variations des propriétés physiques en fonction de la composition. Feldspar, Feldspath ; Clay, argile ; High dielectric strength, haute rigidité diélectrique ; High mecanical strength, haute résistance mécanique ; High resistance to temperature change, haute résistance aux variations de température.

pour choisir une composition optimum. Les porcelaines pour haute tension contiennent généralement 50 pour 100 d'argile, 27 à 30 de feldspath et 20 à 23 de silex. Dans les porcelaines spéciales pour traversées, le feldspath et le silex sont éliminés et remplacés par des calcinés synthétiques (magnésie, alumine, silice, acide borique). Pendant la cuisson, l'eau simplement mélangée est d'abord évaporée ; l'eau combinée est expulsée à 500° C. A 575° C, le silex passe de la forme α à la forme β avec la dilatation correspondante. Le retrait a lieu à 900° C. En continuant la cuisson, la porcelaine se contracte et sa porosité décroît ; le feldspath fond enfin et dissout graduellement les argile et silex, plus réfractaires, ou bien il contribue à l'inversion des autres matières, notamment de l'argile, qu'il convertit en sillimanite et en silice libre. La solubilité du quartz dépend de la taille des grains et du traitement thermique. En raison des variations de volume des grains de quartz, il est évident que la porcelaine cuite, dans laquelle des grains grossiers sont enrobés parfaitement par la masse vitrifiée et non dissous, se trouve placée, après refroidissement, dans un état précaire, car les grains de quartz se contractent alors plus rapidement que le reste de la porcelaine. Il est non moins évident que les tensions internes résultantes sont d'autant plus élevées que les grains sont plus gros ; ce qui démontre clairement la nécessité d'employer une poudre de silex farineuse (flour-like). Si la température est trop poussée, des gaz se forment dans la masse et la structure vésiculaire qui en résulte est sans valeur pour l'isolement. Les principales propriétés de la porcelaine sont l'imperméabilité, la rigidité diélectrique et la résistance mécanique. L'imperméabilité aux liquides est observée en injectant une solution alcoolique de fuschine dans la porcelaine, par immersion, sous une pression de 15 kg : cm². La zone rougie donne une idée de la vitrification. Pour mesurer la résistance électrothermique, on note la « valeur *Te* ». C'est la température à laquelle un centimètre cube de porcelaine conserve encore une résistance de un mégohm. Elle varie de 400°, pour les porcelaines ordinaires, à 800° C pour certaines porcelaines spéciales. Les porcelaines usuelles ont une résistance à la compression de 3 300 à 4 400 kg : cm² ; leur ténacité varie de 200 à 400 kg : cm² et leur coefficient de dilatation linéaire de 4×10^{-6} à 9×10^{-6}. Les porcelaines spéciales ont une résistance à la rupture comprise entre 400 et 800 kg : cm² et un coefficient de dilatation qui s'abaisse jusqu'à $2,7 \times 10^{-6}$. L'émail, composé de silicates de potassium, de calcium et d'alumine, doit être en contact parfait avec la porcelaine dont il augmente alors la résistance mécanique. Il doit être approprié à la porcelaine, eu égard surtout au coefficient de dilatation. — L. P.

621.315.6 : 666.5. — Production de la porcelaine électrotechnique. V ; Frank H. Riddle. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 858-863, 3 000 mots, 9 fig. — L'article, qui fait partie d'une série traitant le sujet dans son ensemble, est spécialement consacré à l'exposé des méthodes utilisées pour les opérations suivantes : façonnage, séchage, glaçage. Les procédés de façonnage sont relativement nombreux : 1° façonnage à la presse, pour les pièces pour basse tension, de forme compliquée (corps d'interrupteurs, de coupe-circuits, fusibles, douilles de lampes, etc.) ; la matière, pulvérisée au préalable, est ensuite comprimée dans des moules métalliques ; 2° façonnage par tournasage, à l'outil ordinaire ou à la meule ; modelage sur la roue de potier, soit à la main, soit en faisant usage d'un moule en plâtre de Paris pour le façonnage extérieur et d'un calibre pour le façonnage intérieur de l'objet ; une modification de ce dernier procédé, qui donne tout particulièrement de bons résultats pour la fabrication d'isolateurs à parois minces, consiste à remplacer le calibre par un poinçon chauffé au gaz que l'on déplace verticalement dans l'axe du moule pour agir, par pression, sur la matière à modeler qui y est contenue ; la vapeur dégagée au contact du poinçon et de l'argile joue, très heureusement, le rôle de lubréfiant ; 3° façonnage par coulage : la matière, amenée à l'état fluide après incorporation de certains sels pour obtenir ce résultat avec la teneur d'eau minimum, est coulée dans des moules en plâtre de Paris, destinés à absorber l'eau de la solution ; depuis quelques années, ce procédé est particulièrement en faveur pour la fabrication d'isolateurs lourds et massifs. — *Séchage*. Anciennement, ce séchage était effectué dans de vastes chambres, à la température ordinaire : on évitait soigneusement tout courant d'air, en vue d'assurer un refroidissement lent et régulier ; dans les usines modernes, on procède à la même opération dans une atmosphère saturée d'humidité ; grâce à une température de service plus élevée et à une circulation active de l'air, qui ne présente, en l'espèce, que des avantages, on réalise, avec des installations beaucoup moins encombrantes, une production sensiblement accrue. — *Glaçage*. Il importe que la glaçure et le corps de la porcelaine aient des coefficients de dilatation assez faibles, d'abord, et, ensuite, aussi peu différents l'un de l'autre que possible ; la conductibilité de ces deux matières doit, en outre, être comparativement élevée. Si ces conditions sont remplies, l'objet fabriqué sera capable de résister, sans détérioration, aux effets d'un refroidissement brusque. Pour les pièces lourdes, telles que les isolateurs, le glaçage est d'ordinaire réalisé par le procédé dit « à un seul feu » ; pour les objets comportant des éléments de faible épaisseur, on est obligé de recourir à deux cuissons successives, l'une avant, l'autre après vernissage ; en Europe, la première de ces cuissons est effectuée à basse température ; en Amérique, au contraire, la vitro-fixation de la porcelaine est d'abord réalisée à haute température ; on applique une glaçure facilement fusible et on procède à une seconde cuisson à température plus basse. — L. D.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Bienges

N'oubliez pas que vous êtes assuré de réunir

UNE CONCEPTION PARFAITE
UNE CONSTRUCTION ROBUSTE
UNE FABRICATION SOIGNÉE

en employant

NOS **APPAREILS de TABLEAUX**

NOTRE **PETIT APPAREILLAGE**

— TARIFS FRANCO SUR DEMANDE —

L. VIÉVILLE

8, Rue Rougemont, 8 — PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine n° 187 082

Téléph. : BERGÈRE 56-97

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES

73, rue N.-D. des Champs, PARIS (6e)

Registre du Commerce : Seine N° 182 051

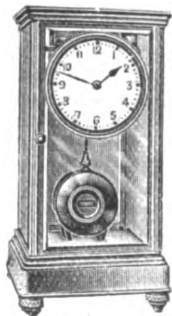
PROTECTION DES RÉSEAUX



Parafoudre basse tension type P. E. M.

pour courant alternatif

Tél. : Fleurus 11-45   Adr. télég. : Condensator-Paris



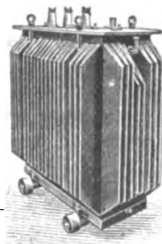
LAMPES A ARC

PENDULES ÉLECTRIQUES

TRANSFORMATEURS

MOTEURS ÉLECTRIQUES

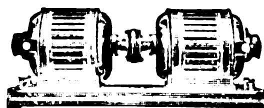
T. S. F.



GROUPES DE CHARGE

Établissements

BARDON



61, Boulevard National CLICHY (Seine)

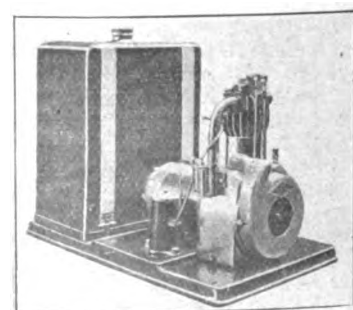
Registre du Commerce : Seine, N° 55 814

Tél. Marcadet, 06-75, 15-71



Sté Anyme des Anciens Etbts d'Appareillage Electrique Gabreau
83 rue du Château et 1, 3 et 5, rue Jules Simon
BOULOGNE s/SEINE

GROUPES ÉLECTROGÈNES, TABLEAUX, ÉQUIPEMENTS COMPLETS D'INSTALLATIONS DE TOUTES PUISSANCES, SIMPLES & AUTOMATIQUES



GROUPE L. 250 watts automatique

Registre du Commerce : Seine n° 199 152

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.53. — **La diffusion des électrons à faible vitesse par le platine et le magnésium** ; C. Davisson et Ch. Kunsman. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. XXII, p. 242-258, 6500 mots, 7 fig., 1 tab. — Les électrons émanant d'un filament de tungstène sont accélérés par une chute de potentiel pouvant aller jusqu'à 1 000 v. et un faisceau étroit de ces électrons est dirigé sur une anticathode de platine sous une incidence égale à 45°. Le nombre des électrons diffusés ayant une énergie supérieure aux 9/10 de celle des électrons primaires est déterminé dans différentes directions, en mesurant le courant qui parvient à un collecteur de Faraday, que l'on pouvait orienter dans des directions comprises entre $\psi = 15°$ et $\psi = 135°$ d'angle avec le faisceau primaire. Pour des chutes de potentiel allant jusqu'à 200 v, l'intensité de la diffusion décroît plus ou moins régulièrement lorsqu'on passe des faibles aux grandes valeurs de ψ, ce qui indique un maximum pour $\psi = 0$. Aux potentiels supérieurs, la figure de diffusion comprend deux lobes bien marqués en plus de celui qui apparaît pour $\psi = 0$. Lorsque l'on recouvre de magnésium l'anticathode de platine, les figures sont simples, à l'exception d'un petit lobe qui se produit sur les courbes pour des chutes de potentiels inférieures à 150 v. Jusqu'à 500 v, l'intensité maximum est apparemment dans la direction $\psi = 0$, mais pour des chutes de potentiel supérieures, la direction de l'intensité maximum se déplace jusqu'à environ $\psi = 90°$. Puisque les électrons lents sont plus aisément déviés que les particules α, leurs figures de diffusion dépendent, non seulement du champ qui existe immédiatement autour du noyau, mais aussi de sa nature dans les régions avoisinant les électrons de structure. Les figures compliquées fournies par le platine indiquent que le champ extérieur au noyau de l'atome de ce métal est caractérisé par l'existence de plusieurs discontinuités proches les unes des autres résultant de concentrations d'électrons à certaines distances du centre. L'atome de magnésium ayant une seule forte concentration d'électrons (le groupe L) donne naissance à des figures simples. Ces figures s'accordent avec les figures théoriques calculées pour la diffusion d'électrons par un noyau positif de champ limité. Sur la base de cette théorie, les résultats indiquent une concentration de 7 ou 8 électrons dans une couche de rayon égal à environ $1.5 . 10^{-9}$ cm. — L. B.

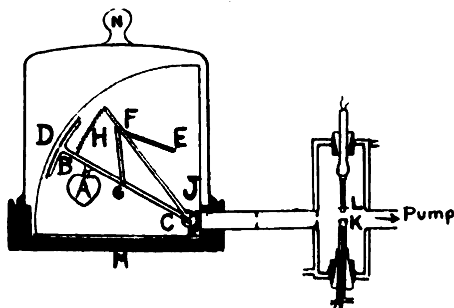
537.531 : 539.11. — **La structure atomique et la réflexion des rayons X par les cristaux** ; D.-R. Hartree. *Phil. Mag.*, décembre 1923, t. XLVI, p. 1091-1111, 8000 mots, 5 fig. 3 tab. — La réflexion des rayons X dans les cristaux ne donne aucune idée de l'orientation relative des diverses orbites des électrons, pas plus que de la phase d'un électron dans son orbite. Ceci tient à ce que, lorsqu'un électron est dans une position donnée par rapport au noyau, sa contribution aux relations de phases entre les ondes des divers atomes est la même, quel que soit l'atome auquel il appartient. Mais, lorsque les centres des atomes sont distribués au hasard dans l'espace (de sorte que les intensités, et non les amplitudes des ondes dispersées par les divers atomes doivent être ajoutées), les différences de phases entre les ondes dispersées par les électrons individuels dans un atome déterminé sont importantes. L'intensité dispersée par une masse amorphe dépendra de l'orientation relative des orbites et des phases des électrons dans un même atome. Mais les formules théoriques sont plutôt compliquées, et jusqu'à ce qu'une concordance plus convenable ait été obtenue entre la théorie et l'expérience, il ne semble pas probable qu'un éclaircissement de la question puisse être tiré de l'observation des masses amorphes. — C. F.

537.531. — **Potentiels critiques des raies de la série M du thorium** ; P.-A. Ross. *Phy. Rev.*, septembre 1923, t. XXII, p. 221-225, 800 mots, 3 fig. — Ce travail poursuit la détermination des longueurs d'onde des raies et limites d'absorption de la série M du spectre de rayons X émis par le thorium. Le tube à rayons X employé au cours de ce travail était un cylindre de laiton refroidi par courant d'eau, muni d'une anticathode de cuivre K (également refroidie par l'eau), dans la face terminale de laquelle se trouvait emprisonné un bouton de thorium (fig. 1). La cathode L consistait en une hélice de tungstène. En surchauffant cette hélice, on obtenait un courant d'électrons pouvant aller jusqu'à 25 milliampères pour des chutes de potentiel comprises entre 3 et 5 kv. Le courant continu à haute tension était fourni par l'appareil décrit ailleurs par D.-L. Webster. Le tube était maintenu vide au moyen d'une pompe à diffusion fonctionnant sans arrêt. Le spectromètre était séparé du tube à rayons X par une feuille d'aluminium fixée sur la fente en J, et le vide y était réalisé au moyen d'une autre pompe. Les pectromètre consistait en un socle de fer M, supportant une grande cloche N de 33 cm de diamètre intérieur dans laquelle se trouvait un cristal de gypse C, mis en rotation au moyen du bras F. Le bras G portait un écran B, destiné à arrêter les radiations diffusées, tout en laissant passer, à travers une fente D, pratiquée en son milieu, le faisceau régulièrement réfléchi. Cette précaution a l'avantage d'améliorer grandement le contraste entre les lignes et le fond. Au moyen du pantographe EFG, on obtenait un mouvement du bras F de vitesse angulaire égale à la moitié de celle de G. E est un pivot fixé au quadrant de laiton qui porte tout le système. En F, se trouve un contac

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M.A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General elecric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

glissant, maintenu au moyen du léger ressort H. Enfin, A est une came par laquelle on imprime au bras BG une vitesse à peu près uniforme. Pour étudier les potentiels critiques, il est avantageux de réduire le plus possible le temps de pose, ce qui peut être obtenu en employant la méthode du cristal stationnaire, sans fente, et avec le tube à rayons X



537.531. — Fig. 1. Spectromètre à rayons X.

tout près du spectromètre. Pour le spectre d'absorption, on s'est servi d'écrans de papier mince imbibé d'une solution de nitrate de thorium. Les potentiels critiques des lignes observées s'accordent bien avec les valeurs prédites par la loi du quantum pour les limites d'absorption M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 respectivement. — L. B.

537.531. — Polarisation des rayons X en fonction de la longueur d'onde ; Paul Kirkpatrick. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. xxii, p. 226-232, 2300 mots, 3 fig. — Notre connaissance de la polarisation des rayons X primaires date des travaux de Barkla, qui a montré que, lorsque certaines substances sont frappées par des rayons X, les radiations secondaires qui en résultent montrent des maxima et des minima d'intensité lorsqu'on les observe suivant les différentes directions d'un plan normal au faisceau primaire. On a montré que ce résultat implique une polarisation du faisceau primaire, dans un sens tel que la composante prédominante se trouve dans la direction du faisceau cathodique produisant les rayons X, et de grandeur telle que le rapport des composantes de polarisation était égal au rapport des intensités de la diffusion maximum et minimum. L'auteur envisage successivement le phénomène : 1° en fonction de la longueur d'onde ; 2° en fonction de la chute de potentiel. Dans ces expériences, les rayons qui émanent de l'anticathode d'un tube Coolidge tombent sur un bloc de paraffine, et on détermine les intensités relatives des rayons secondaires diffusés dans un plan normal aux rayons primaires, et dans des directions respectivement parallèle et perpendiculaire à la direction des rayons cathodiques primaires ; cette détermination était effectuée au moyen de chambres d'ionisation connectées à des électromètres. Qualitativement, on observe que la polarisation est plus grande lorsque la longueur d'onde diminue et on trouve que la radiation secondaire est plus pénétrante dans la direction du maximum de diffusion que dans la direction perpendiculaire. Au point de vue quantitatif, le rapport des composantes croit de 0,835 pour 0,3 angström, à 0,98 pour 1 angström. Ainsi, même les plus petites longueurs d'onde (0,22 angström) n'étaient pas complètement polarisées. En fonction de la chute de potentiel, la polarisation moyenne décroit lorsque la chute de potentiel maximum augmente de 26 à 64 kv, le rapport des intensités des composantes croissant de 0,77 à 0,92. Les résultats obtenus indiquent, en outre, que, même pour une anticathode très mince, la polarisation diminuerait lorsque la vitesse des rayons cathodiques augmenterait. — L. B.

537.531. — Une théorie quantique corpusculaire de la diffusion des rayons X par les éléments légers ; G.-E.-M. Jauncey. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. xxii, p. 233-241, 3000 mots, 4 figures. — Dans une récente théorie, due à Compton, de la diffusion des rayons X en quanta séparés, on prévoit un changement déterminé de longueur d'onde produit par la diffusion ; mais, dans le calcul de l'intensité du faisceau diffusé, il raisonne, d'une façon qui n'est pas tout à fait rigoureuse, par analogie avec l'effet Doppler. On montre, dans le présent travail, que l'énergie enlevée au faisceau primaire est de l'ordre de grandeur de l'énergie tombant sur une sphère ayant un rayon égal à celui de l'électron. On suppose par suite que les quanta de rayons X, sous forme de corpuscules, sont déviés par les électrons selon une loi de force telle que pour, les corpuscules de petit moment (quanta de basse fréquence), la distribution des rayons diffusés est celle exprimée par la théorie classique. On trouve, en outre, que, pour les corpuscules de grand moment (quanta de haute fréquence), les électrons diffusants reculent sous l'action des collisions, de telle sorte que la distribution de l'énergie des rayons diffusés se trouve modifiée. L'auteur donne des courbes et des formules qui montrent pour diverses fréquences les valeurs théoriques de l'énergie totale enlevée au faisceau primaire par diffusion, l'énergie qui réapparait dans le faisceau diffusé, et l'énergie de recul des électrons diffusants. La formule exprimant la distribution des rayons X diffusés est de forme semblable à celle obtenue par Compton, mais elle donne des résultats sensiblement différents pour les très hautes fréquences, telles que celles des rayons γ durs. Une comparaison avec l'expérience pour la diffusion des rayons γ durs montre un accord qui est dans la limite des erreurs d'expérience, et qui est aussi satisfaisant que celui obtenu au moyen des équations de Compton. Toutefois, en modifiant légèrement les hypothèses, il est possible d'obtenir exactement l'équation de Compton, ou d'autres expressions qui n'en diffèrent que peu. — L. B.

MESURES ET ESSAIS

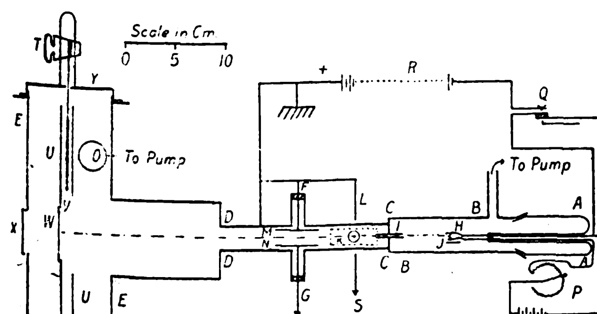
627.133. — La mesure de l'écoulement des liquides dans les canaux ouverts ; C. Reinell. *Der elektrische Betrieb*, 26 novembre 1923, t. xxi, p. 247-248, 450 mots. — La méthode de Pœbing pour la mesure de l'écoulement des liquides au moyen d'un rideau à claire voie a fait l'objet de quelques discussions de la part de M. Oesterlen. Ses arguments sont repris et examinés dans cet article. C. Reinell ne voit pas de sérieux reproches à faire au dispositif préconisé. L'encrassage possible du rideau peut être évité au moyen d'artifices appropriés. La seule objection réellement fondée est celle de la nécessité d'un étalonnage préalable. Ce n'est là qu'un bien faible inconvénient, qui compte peu vis-à-vis des supériorités de l'appareil sur les autres systèmes. — E. F.

537.742. — Nouveaux électromètres à grande sensibilité. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. xiv, p. 774, 1 000 mots. Résumé d'une communication faite par B. Szilard à la séance du 6 juillet 1923 de la Société française de Physique.

621.312.13.031.5. — Constantes caractéristiques de construction et unités de mesure ; Lawrence E. Widmark. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. xlii, p. 1153-1154, 1000 mots, 3 fig. — Dans un mémoire antérieur publié dans le numéro de septembre 1922 du « J. A. I. E. E., » et résumé dans la « R. G. E., » 10 mars 1923, t. xiii, p. 81 D, l'auteur a montré, qu'en choisissant judicieusement les unités de mesure pour les constantes de construction, il était possible, pour l'étude des conditions de fonctionnement d'un moteur d'induction de puissance et de caractéristiques quelconques, de faire usage d'un diagramme circulaire unique, établi une fois pour toutes. Dans le présent article, il envisage une généralisation de la méthode déjà proposée et insiste, à nouveau, sur les avantages que comporte son emploi. L'application du procédé, qui a en vue, dans chaque cas, l'établissement de courbes caractéristiques

normalisées, consiste à faire usage, pour les grandeurs portées sur les axes de coordonnées, d'unités de mesure qui sont des fonctions convenablement choisies d'une constante de construction déterminée de la machine. Les courbes caractéristiques de fonctionnement des machines électriques se prêtent, d'une façon générale, à une transformation par un changement d'unités du genre indiqué. L'article traite l'exemple d'un moteur à courant continu à vitesse constante, pour lequel, la courbe normalisée des puissances, (qui est, en l'espèce, une droite, pour la puissance absorbée, et une parabole, pour la puissance restituée), est obtenue en adoptant, pour les unités de mesure, les fonctions de la résistance ayant les expressions suivantes : $\frac{(\text{tension})^2}{4 \times \text{résistance}}$ pour les ordonnées (puissances) et $\frac{\text{tension}}{2 \times \text{résistance}}$ pour les abscisses (courants). Dans le cas d'un moteur d'induction, la transformation s'effectue en prenant comme constante de base la réactance au lieu de la résistance. Les avantages du système proposé, dès qu'il s'agit, en particulier, de moteurs de ce dernier type, consiste notamment, dans les facilités qu'il offre pour l'étude de l'influence exercée sur le facteur de puissance, le rendement, le couple, etc, par un changement apporté aux constantes du bobinage ; le travail est considérablement simplifié, car il n'est point nécessaire, comme avec d'autres méthodes, de modifier quoi que ce soit à la construction générale du diagramme. — L. D.

621.317. — L'oscillographe à rayons cathodiques et son application à la mesure exacte des pressions d'explosion, des changements de potentiel dans les tubes à vide et dans les magnétos à haute tension ; DAVID A. KEYS. *Journal of the Franklin Institute*, novembre 1923, t. CXCVI, p. 577-591, 3500 mots, 7 fig. — Le type d'oscillographe à rayons cathodiques décrit dans ce travail constitue un instrument dont le besoin se faisait sentir dans de nombreuses recherches correspondant à l'enregistrement exact de variations très rapides du potentiel électrique. Avec cet instrument, en effet, on peut mesurer des changements de potentiel qui se produisent en moins de 1 millième de seconde. Par l'utilisation des propriétés piézoélectriques de la tourmaline, l'appareil a été adapté à la mesure de changements de pression rapides, tels que ceux qui se produisent lorsqu'un mélange gazeux explose dans un récipient clos. L'appareil (fig. 1) consiste en un bouchon rodé AA fixé au tube de verre BB. L'hélice J portée par le bouchon est constituée



621.317. — Fig. 1. Schéma de l'oscillographe à rayons cathodiques. Scale in cm, échelle en centimètres.

par du fil de tungstène, qui peut être porté à une température convenable par le courant d'une batterie de chauffage ; la disposition est, du reste, celle du tube Coolidge. Le tube de verre BB est adapté à un tube de laiton CD, fermé à son extrémité CC par une plaque de laiton traversée en son centre par un tube I d'environ un quart de millimètre de diamètre. A l'intérieur du tube CD, et isolées de celui-ci, se trouvent deux séries de plaques parallèles K et MN, respectivement à angle droit les unes des autres. CD est soudé à un tube plus large, fixé lui-même au cylindre vertical EE, dont le fond supérieur Y porte un tube de verre à robinet T, permettant de faire descendre une plaque photographique U suspendue par un fil enroulé au robinet. Cette plaque est guidée dans son mouvement par des rainures verticales. W est un écran de willemite phosphorescente qui peut être examiné à travers la fenêtre de verre X. On évacue l'air de l'appareil au moyen d'une pompe à vide élevé. Les connexions électriques sont celles de la figure (une des lames K est également au sol). Lorsqu'on chauffe le filament et que l'on abaisse la clef Q, le champ intense créé entre J et CC accélère les électrons émis par le filament incandescent. Les électrons traversent le tube I en un faisceau étroit, qui forme sur l'écran W une petite tache brillante. La plaque S est alors reliée à la source de potentiel dont les variations sont à étudier et la plaque G est reliée à un oscillateur Vreeland, qui introduit entre les plaques M et N une différence de potentiel alternative sinusoïdale, dont la période peut, du reste, être modifiée à volonté. Celle-ci produit un déplacement vertical de la tache, et sa trajectoire représente l'axe des temps. Le potentiel que l'on étudie produit un déplacement horizontal. Si les deux mouvements ont lieu simultanément, on obtient une courbe sur laquelle il est possible de lire les variations du potentiel en fonction du temps. Cette courbe peut être enregistrée en abaissant la plaque photographique. Tel est le principe de ce très ingénieux appareil. — L. B.

621.317.5. — Mesure pratique de l'énergie réactive ; Ch. DEVANT. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 11-19, 6000 mots, 13 fig. — Dans cet article, l'auteur expose, aussi simplement que possible, les principes de fonctionnement, de réglage et de pose de deux types de compteurs pour courants triphasés non équilibrés, à 3 fils, dont il a étudié, en laboratoire, les caractéristiques et dont il a apprécié, chez le client, l'excellente tenue.

621.317.5. — Les compteurs d'électricité à consommation réduite ; M.-R. FICHTER. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 62-65, 2000 mots, 6 fig. — Le compteur à induction, du calibre 10 A, 110 V, 50 p : s, décrit dans cette note, offre quelques perfectionnements intéressants, parmi lesquels nous citerons particulièrement : la diminution de la puissance absorbée par le circuit en dérivation qui est de 0,25 W par 100 V, alors que la tolérance administrative est de 1,5 W par 100 V ; une erreur nulle de 100 à 1 200 W, pour cos $\varphi = 1$ et de 1 pour 100 à 1 000 W, pour cos $\varphi = 0,7$, l'erreur relative n'étant d'ailleurs que de 1 à 2 pour 100 au-dessous de 100 W ; le démarrage au 1/400 de la charge normale et l'enregistrement certain au 1/150 de cette charge, etc.

621.317.5. — La mesure de la puissance réactive ; R.-S.-J. SPILSBURY. *B. E. A. M. A.*, décembre 1923, t. XIII, p. 350-358, 6000 mots, 5 fig., 2 tab. — Dans cet article, l'auteur se propose d'examiner certains points théoriques qui se présentent dans les appareils employés pour la mesure de la puissance réactive. Il commence d'abord par envisager le cas du courant monophasé et montre qu'on peut alors utiliser pour la mesure de la puissance réactive un wattheuremètre ordinaire dont l'angle propre de déphasage soit égal à zéro. Il indique un moyen d'arriver à ce résultat ainsi qu'une variante du principe consistant à employer un compteur à double équipage. En ce qui concerne les circuits monophasés, l'auteur conclut qu'il n'y a pas d'erreurs théoriques s'opposant à l'emploi d'appareils à induction, mais que la construction de ces appareils spéciaux peut présenter des difficultés et qu'il peut être difficile d'arriver au degré de précision des compteurs de puissance réelle ; par exemple, il peut être difficile de compenser les pertes par frottement du fait que ces compteurs doivent pouvoir tourner dans les deux sens. L'auteur envisage ensuite le cas des circuits triphasés et, d'abord, le cas de circuits parfaitement équilibrés. Il examine alors les divers montages possibles, à savoir : 1° méthode du wattmètre unique ; 2° méthode à phase

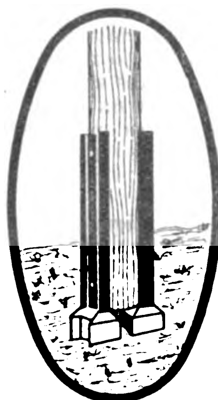
Le Pied de Poteau

BREVETÉ S. G. D. G.

" Forclum "

Le seul qui soit vraiment simple et rationnel

Possède au plus haut degré les caractéristiques indispensables de parfait isolement, d'aération abondante, de résistance éprouvée, aussi bien dans le sol que hors sol, de facilité de pose, de poids réduit, de prix modique... et même d'esthétique.



Adopté par les plus importantes compagnies de distribution d'électricité, l'Administration des P.T.T. pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, la Compagnie des Chemins de fer du Nord, les Poudreries du Bouchet, etc., etc., etc...

Au 1er Janvier 1923,

14 000 PIEDS EN SERVICE

EXTRAIT DU TARIF :

N° 1. Pour poteau de 8,50 m hors sol; diamètre la base : 18/22 cm; poids : *100 kg environ, soit 50 kg par élément.* La pièce....... **57 fr.**

N° . Pour poteau de 10,25 m hors sol; diamètre à la base : 22/27 cm; poids : *125 kg environ, soit 62,500 kg par élément.* La pièce.... **60 fr.**

N° 3. Pour poteau de 13 m hors sol; diamètre à la base : 27-32 cm; poids : *160 kg environ, soit 80 kg par élément.* La pièce ..... **80 fr.**

Pour tous renseignements complémentaires, écrire ou téléphoner à

"FORCLUM", 67, rue de Dunkerque, PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine N° 204407

Téléph. : Trudaine 48-18 et 48-19

Etablissements DESAULTY

18, rue de Longueville
St QUENTIN (Aisne)
Téléph. : n° 1
R. C. : St-Quentin N° 507

11, rue de Provence
PARIS (9e)
Téléph. : Bergère 56-06
R. C. : Seine N° 124891

CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

MODÈLE DÉPOSÉ



CONSOLES
POUR ÉCLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES



CONSOLES
POUR
ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

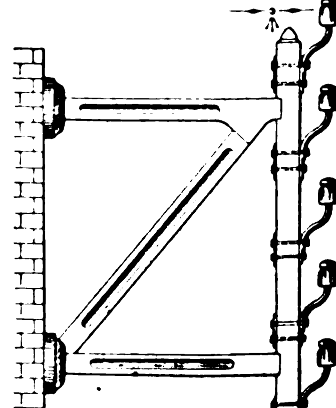
CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S.G.D.G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

croisée; 3° méthode des deux wattmètres par différence; 4° méthode du déphasage nul et, enfin, 5° méthode de la tension composée. — Après cette première étude, l'auteur aborde le cas de circuits triphasés non équilibrés en définissant ce qu'on peut entendre dans ce cas par puissance réactive qu'il prend égale à ΣIV sin φ, φ étant le déphasage entre la tension et le courant dans chaque phase. Reprenant ensuite chacune des méthodes ci-dessus indiquées dans le cas de circuits équilibrés, il étudie analytiquement ce qui se passe dans le cas présent et montre que la méthode 4e du déphasage nul est seule exacte et donne, dans tous les cas, la puissance réactive définie ci-dessus. Les autres méthodes ne conduisent qu'à des résultats plus ou moins approchés. Pour comparer plus exactement la valeur de ces autres méthodes, l'auteur donne deux applications numériques qui montrent que la méthode 2e de la phase croisée et celle 5e de la tension composée sont exactes quand les trois tensions sont complètement équilibrées; elles fournissent, en général, des résultats assez approchés, surtout si, pour la méthode 2, on utilise un montage étoile artificiel ou tout autre analogue. Les méthodes 1 et 3 ne donnent pas de résultats satisfaisants, surtout la méthode 3. La méthode du déphasage nul repose sur la construction d'appareils de mesure ayant un déphasage propre nul. On emploie alors un appareil comportant deux groupes de tels éléments (chaque élément comportant une bobine d'intensité et une bobine de tension), qui sont branchées comme dans le cas de la méthode ordinaire des deux wattmètres, mais de façon telle, toutefois, que leurs effets s'ajoutent pour un facteur de puissance égal à l'unité. — J. S.

621.312.2 (084). — Essais des alternateurs. De la détermination des coefficients du diagramme de Potier; Adr. Curchod. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 829-831, 2000 mots, 1 fig. — L'auteur de cet article propose de déterminer les coefficients λ et α qui interviennent dans le diagramme de Potier en se servant des résultats obtenus avec l'alternateur, d'abord, en courant déphasé en avant, puis, en courant déphasé en arrière. Il suffit, pour pouvoir réaliser ces derniers essais, de disposer sur la plate-forme d'un moteur synchrone surexcité ou d'une batterie de condensateurs dont la capacité dépend de la tension aux bornes de l'alternateur, de l'intensité de courant admise pour l'essai en courant réactif et de la fréquence de ce courant ($I = \alpha U$).

621.312.00.14. — Installation d'une plate-forme d'essais de machines électriques; C. Reindl. *Der elektrische Betrieb*, 24 janvier 1923, t. XXI, p. 13-20, 7000 mots, 13 fig. — L'auteur décrit l'installation d'une plate-forme d'essais capable de fournir du courant continu et du courant alternatif jusqu'à 500 v et propre à l'essai des machines au frein. Il décrit longuement le schéma de montage adopté et particulièrement un électroaimant permettant la vérification des induits depuis 80 jusqu'à 500 mm de diamètre. Cet appareil a des pièces polaires inclinées, en formes de U, entre lesquelles on vient placer l'induit à vérifier. Il décrit ensuite une dynamo-frein dont l'inducteur et l'induit sont mobiles, l'un par rapport à l'autre, en tournant autour de deux paliers communs; l'inducteur porte deux bras à l'extrémité desquels se trouvent des plateaux dans lesquels on peut mettre des poids pour équilibrer le moment produit par le flux magnétique passant de l'inducteur à l'induit. Il montre comment on peut se servir de cette machine, même pour essayer des moteurs à vitesse très variable comme les moteurs de traction. — J. C.

621.395.622.00.14. — Méthodes d'essais des appareils téléphoniques : postes d'abonnés, microphones, récepteurs. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 826. Communication faite par M. Valensi, le 19 novembre 1923 à la Société française des Electriciens.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

532.5 : 621.29. — Le mouvement du niveau de l'eau dans les chambres de mise en charge. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 696-698, 1500 mots, 2 fig. Analyse d'un article de A. Schoklitsh, publié dans *Schweizerische Bauzeitung*, 17 et 24 mars 1923, t. LXXXI, p. 129-131 et 146-149, 4300 mots, 6 fig., 2 tab.

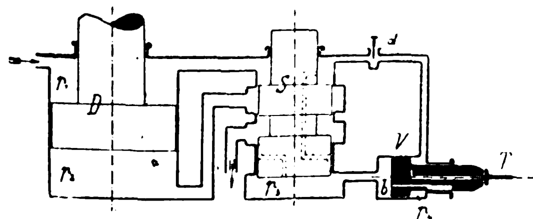
621.174. — Production économique de la vapeur; D. Brownlie. *Electrician*, 3 août 1923, t. XCI, p. 115-116, 3000 mots. — L'auteur mentionne l'emploi de plus en plus fréquent des pressions de vapeur élevées: cette tendance est générale ainsi que celle de l'augmentation de la température de surchauffe. La rapidité de cette évolution effraie l'auteur qui crie casse-cou, le temps n'ayant pas encore donné sa consécration. Un autre point qui attire son attention est la grande valeur admise pour la chute de pression entre la chaudière et la valve de la turbine; une amélioration sensible peut être obtenue de ce côté. Revenant sur la question des hautes pressions et températures recherchées, l'auteur dit que leur adoption est due au désir de diminuer l'importance des différents organes accessoires des salles de chaudières, en particulier l'installation calorifuge dont l'importance diminue avec le diamètre des canalisations de vapeur, mais, en raison de la composition chimique de ce calorifuge, l'emploi des températures élevées en amène la destruction rapide provoquant des frais importants. L'auteur aborde ensuite la question de la puissance totale des stations que l'on établit actuellement ou qui sont en fonctionnement, telles que celle de Gennevilliers de 200 000 kw, de Golpa de 150 000 kw, de Goldenburg de 300 000 kw et un projet américain de 500 000 kw; les dimensions des chaudières ont été considérablement augmentées, on adopte aussi de plus en plus le chauffage à l'aide de combustible pulvérisé. La manutention mécanique du charbon et des cendres forme la dernière partie de l'étude qui est une analyse d'un rapport de la National Electric Light Association américaine sur les progrès récents réalisés dernièrement en Amérique. — E. B.

621.181. — Chaudière à haute pression. *E. T. Z.*, 5 juillet 1923, t. XLIV, p. 644-645, 500 mots, 1 fig., d'après *Archiv für Wärmewirtschaft*, 1923, t. IV, p. 94-95. — Les risques d'explosion rendent dangereuse la construction des chaudières dont les pressions atteignent 50 et 200 atmosphères. On en est réduit à les constituer par des tubes de très petit diamètre variant entre 25 mm et 30 mm et, pour diminuer les risques d'explosion, il faut que la vapeur, aussitôt produite, se dégage et soit remplacée par de l'eau. L'ingénieur suédois Blomqvist a résolu le problème de la manière suivante. La chaudière est composée d'un certain nombre de tubes horizontaux de diamètre aussi grand que le permet la ténacité du métal. Pour expulser les bulles de vapeur adhérentes aux parois, les tubes tournent autour d'un axe horizontal. L'eau baigne ainsi toutes les surfaces chauffées. Le modèle construit a des tubes de diamètre extérieur égal à 305 mm, de 19 mm d'épaisseur et de 3,4 m de longueur totale, non compris les encastrements. La pression de service atteint 100 kg : cm². L'eau est introduite dans chaque tube par un orifice et répartie sur toute la surface intérieure par un appareil centrifuge à aubes. L'ensemble est entraîné par une turbine à vapeur ou un moteur électrique à la vitesse de 330 t : mn. Les joints sont exécutés avec du palmetto. Le réglage se fait en agissant sur l'épaisseur du jet d'eau annulaire qui rentre dans chaque élément : un seul régulateur suffit pour un jeu de tubes. On mesure leur température au moyen d'un pyromètre à levier directement monté sur eux. Pour la construction de cette chaudière, effectuée à la Raffinerie Göteborg der Svenska Sockerfabriks-A. B., on a employé un acier Siemens Martin d'une ténacité de 72 kg : mm² à 74 kg : mm² à la température de 400°C. — B. H.

621.186. — L'influence des organes de fermeture sur la vitesse économique de la vapeur dans les turbines à va-

peur surchauffée; Karl Schmidt. *Der elektrische Betrieb*, 26 novembre 1923, t. xxi, p. 215, 700 mots, 1 fig.; d'après un article de O. Denecke dans *Maschinenbau, Abt. Gestaltung*, 1922, p. 1. — Il y a lieu, dans un projet de canalisations de turbine à vapeur surchauffée, de rechercher le diamètre optimum, c'est-à-dire celui qui conduit à la moindre dépense de vapeur et aux moindres charges du capital. A ce diamètre optimum correspond une vitesse « économique » et inversement. Ce sont les considérations qui déterminent le choix de cette vitesse « économique » que l'auteur se propose d'exposer. Le problème est traité pour des conditions un peu spéciales qui correspondent à des turbines fonctionnant dans les limites suivantes : pression initiale de 16 et 10 atmosphères, puissance de 8500 kw avec une consommation horaire de vapeur de 45000 kg (grandes turbines) et puissance de 750 kw avec une consommation de 5000 kg (petites turbines). — I. La vitesse économique sera d'autant plus grande que la température de la vapeur sera plus élevée, que la pression de la chaudière sera plus faible et que la turbine sera plus petite. — II. La vitesse économique dépend des résistances des soupapes et séparateurs d'eau, de la résistance propre du reste de l'installation et du prix des soupapes et séparateurs. A l'appui de ces affirmations, l'article montre l'intérêt qu'il peut y avoir à faire usage des nouvelles soupapes à faible résistance, type Koswa, en dépit de leur prix d'achat élevé. Les vitesses économiques sont beaucoup plus faibles qu'on ne l'admet généralement dans les ouvrages techniques. Dans des cas exceptionnellement favorables, elles peuvent atteindre au maximum 45 à 48,3 m : s, chiffre très inférieur à celui de 80 à 100 m : s qu'on trouve fréquement indiqué — E. F.

621.311.2 : 621.245. — Régulateur à rappel automatique et à effet indirect; P. Sagberg. *E. u. M.*, 11 novembre 1923, t. xli, p. 660, 300 mots, 1 fig. — Dans les régulateurs usuels à effet indirect, le rappel est produit par le mouvement du piston du servo-moteur, ce qui provoque toujours des oscillations ; l'ingénieur Magne de la Société Kr. Burg, de Christiania, a imaginé (fig. 1) un dispositif permettant un retour indépendant de ce mouvement ; les flèches indiquent

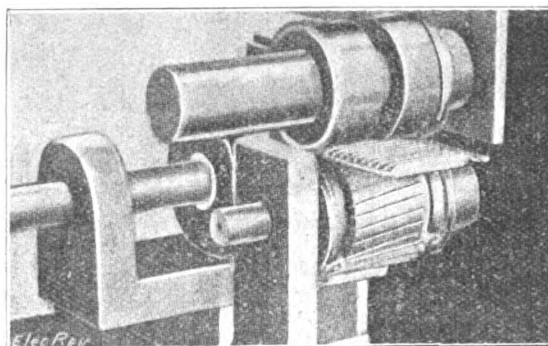


621.311.2 : 621.245. — Fig. 1. Schéma du régulateur Magne (Société Kvaerner Brug, Christiania).

la marche de l'huile de la presse. Le piston du servo-moteur D, qui agit comme organe différentiel, est commandé par le piston S dont le mouvement dépend de la position de la valve d'admission V. La soupape T est en communication avec le manchon d'accouplement du régulateur à force centrifuge. Les pressions $p_1, \ldots\ldots p_4$ se font équilibre proportionnellement aux surfaces des pistons sur lesquelles elles s'exercent. Par l'intermédiaire des canaux pratiqués en S et en V, un mouvement correspondant à celui de T se produit en V, S et D; le tiroir de lui-même vient à sa position intermédiaire; le rappel peut être considéré comme spontané. La variation du nombre de tours Δn est toujours proportionnelle à celle de la charge de la turbine ΔN et à la constante de temps t du régulateur ; on a donc $\Delta n = K_1 \cdot \Delta N_1 t$. Comme t peut être considéré aussi comme proportionnel à ΔN, on a $t = K_2 \Delta N$; on en déduit, en posant $K_3 = K_1 K_2$, la relation $\Delta n = K_3 (\Delta N)^2$, où Δn est proportionnel à ΔN^2. Il résulte de cela un très fort amortissement pour les faibles variations de charge. Le réglage peut être fait pour donner une vitesse de rotation constante pour toutes charges, mais on peut aussi atteindre, au moyen d'un deuxième rappel, n'importe quelle variation de régulation. On y arrive en pratiquant une rainure dans un piston particulier dont le mouvement est commandé par V au moyen d'une tige et qui est rappelé par le mouvement de D. — M. H.

621.312 + 621.314 (017). — Travaux de normalisation de la commission du Verband deutscher Elektrotechniker pour les machines et les transformateurs. *E. T. Z.*, 20 septembre 1923, t. xliv, p. 883-886. — L'article indique les caractéristiques choisies pour les différents types de tourillons et de poulies qui ont été normalisés. — B. H.

621.313.2.00.2. — Nouveau procédé de fabrication des rotors à cage d'écureuil. *Electrical Review*, 10 août 1923, t. xciii, p. 209, 600 mots, 4 fig. — L'enroulement est fabriqué

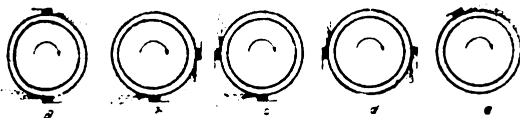


621.313.2.00.2. — Fig. 1. Nouveau procédé de construction de moteurs.

en partant d'une plaque de cuivre par étampage. Il est appliqué de l'extérieur; des encoches ouvertes sont donc nécessaires. Les fentes sont poinçonnées obliquement par rapport aux génératrices du rotor, ce qui facilite la mise en place de l'enroulement (fig. 1) par une opération de laminage. Une fois les barres mises en place, dans une seconde opération, une roue dentée les comprime dans les encoches. Les bords du rouleau sont ensuite soudés et en dernier lieu l'enroulement est comprimé à la presse. — F. K.

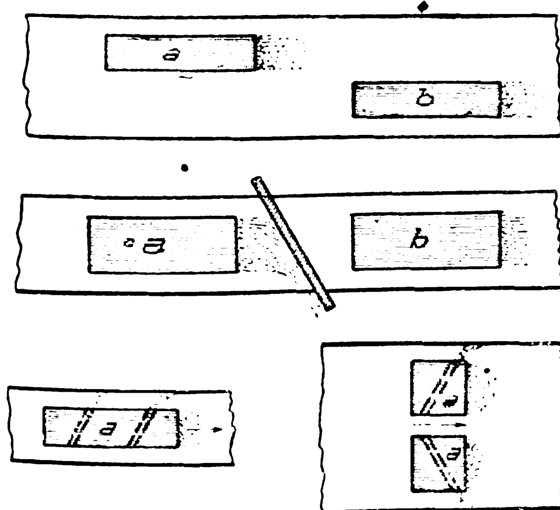
621.312.16. — Usure des balais de bagues collectrices; J. Kozisck. *E. u. M.*, 11 novembre 1923, t. xli, p. 653-655, 1 700 mots, 7 fig. — Tandis que, pour les balais de commutation, on ne se préoccupe que de leur capacité de commutation, dans le cas des balais de bagues collectrices, c'est l'usure seule qui importe, surtout depuis l'emploi de grandes vitesses périphériques et de fortes densités de courant. C'est même l'unique problème qui ne soit pas encore résolu de manière satisfaisante dans la construction des machines unipolaires. Le présent article a pour but d'y apporter une contribution. Les données caractéristiques sur la composition des balais, la densité du courant qui les traverse, leur pression sur les bagues collectrices ainsi que la composition et la vitesse tangentielle de celles-ci, ont été jusqu'ici considérées comme essentielles. Il en est de même, comme le montre l'auteur, de la disposition des balais sur la périphérie des bagues. En effet, pendant la rotation, un faisceau de particules provenant des bagues et des balais est projeté, à partir de ces derniers, tangentiellement à la bague. Si un second balai se trouve sur la trajectoire de ces particules, celles-ci viendront s'interposer entre le balai et la bague, d'où un mauvais contact ; ce nuage de poussières conductrices provoque aussi l'amorçage d'arcs entraînant une très rapide usure des bagues, d'où une augmentation de la tension au con-

tact des balais, celui placé dans le sillage de l'autre ayant, de plus, un fonctionnement défectueux. L'auteur remédie à ces défauts en disposant les balais comme l'indiquent, sur la figure 1, les schémas a, b, c, et aussi le schéma d, souvent



621.312.16. — Fig. 1. Exemple de répartition des balais sur le pourtour d'une bague.

appliqué. Le cas représenté par le schéma e, que l'on rencontre dans la majorité des cas à cause de ses commodités, est à rejeter. Lorsqu'on est obligé de disposer les balais l'un derrière l'autre sans pouvoir les écarter de leurs zones de projection respectives, le mieux est de chasser au dehors les parcelles arrachées. On y parvient au moyen d'écrans en cuir ou en feutre, ou de brosses, disposées obliquement, ou encore par l'action d'un courant d'air produit par un dispositif approprié de ventilation. Un autre moyen recommandable consiste à sectionner obliquement les balais, les fentes ainsi produites canalisant les particules, qui sont alors chassées sur le côté. Ce procédé a d'ailleurs fait l'objet d'un brevet (D. R. P. 223 165, 1908, SSW, Schöde), qui ne recherchait là qu'une augmentation de la surface d'aération des balais. Les figures 2, 3 et 4 montrent les diverses dispositions préconisées par l'auteur. Enfin, un autre facteur influe encore sur l'usure des balais et des bagues; l'écartement de ces dernières, qui devra être convenablement calculé, et le choix du métal qui les constitue. L'auteur se propose, dans un prochain article, d'expliquer, grâce à des expériences de laboratoire, les phénomènes constatés ci-dessus et donnera de nombreux exemples d'usure des balais. — M. H.



621.312.16. — Fig. 2. Echelonnement axial des balais. — Fig. 3. Dispositif de protection des balais par écran ou brosse. — Fig. 4. Balais à fentes obliques.

621.313 (084). — Considération de la saturation dans le diagramme circulaire des machines asynchrones polyphasées; Heinrich Kafka. *E. T. Z.*, 19 juillet 1923, t. XLIV, p. 686-688, 1000 mots, 5 fig. — Le diagramme circulaire connu ne tient pas compte de la saturation des tôles et, par suite de cette simplification, il arrive que, pour les machines très saturées, les différentes valeurs mesurées ne correspondent qu'approximativement avec celles calculées d'après le diagramme. L'auteur décrit un procédé graphique relativement simple qui permet de considérer la saturation et d'obtenir des résultats plus exacts que par le diagramme précédent. Son principe peut même être employé pour tenir compte de la saturation dans les autres machines électriques. — B. H.

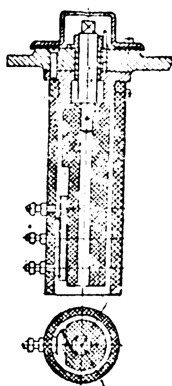
621.314. 00.14. — Les transformateurs à haute tension. L'importance des essais d'isolement et leur signification; A. Dahlgren. *Electrician*, 21 décembre 1923, t. XCI, p. 688-689, 2700 mots, 1 fig. — La rupture de l'isolant entre les circuits à haute tension et à basse tension ou la terre peut avoir pour le réseau de distribution une répercussion considérable; aussi l'épreuve des diélectriques utilisés pour la construction a-t-elle une importance de plus en plus grande. Le but de l'auteur est de montrer, à l'aide d'une théorie élémentaire, que cet essai doit être fait avec quelques précautions, car, autrement, les isolants sont soumis à des contraintes supérieures de beaucoup à celles supportées en fonctionnement normal. L'auteur explique comment ces contraintes se produisent; elles sont dues à des phénomènes de résonance de certains harmoniques de la courbe de tension. Si on désigne par V_0 la tension d'alimentation; par V_1 et V_2, les tensions auxquelles sont soumis les isolements de deux des noyaux; par X, l'expression $\omega^2 LC$, L et C étant la self-induction et la capacité des enroulements, on peut établir les courbes de $\frac{V_2}{V_0}$ et $\frac{V_0}{V_1}$ en fonction de X; ces rapports deviennent infinis pour certaines valeurs de X qui correspondent à la résonance, la contrainte devenant ainsi, sinon infinie, du moins beaucoup plus grande qu'en régime normal. Ce phénomène se remarque rarement pour l'onde fondamentale, mais peut se produire pour l'un des harmoniques de denture. Pour atténuer autant que possible ces effets au cours des essais sous tension, il convient de mettre les enroulements en court-circuit et d'appliquer la haute tension à toutes les extrémités libres de l'enroulement. — E. B.

621.314.031.4. — Quelques dispositifs de couplage de transformateurs de phase rotatifs et statiques. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 814-816, 1 800 mots, 7 fig. Analyse d'un article de K. Sachs, publié dans *E. u. M.*, 20 mai 1923, t. XLI, p. 293-299, 3 500 mots, 15 fig.

621.314.6. — Quelques remarques au sujet des redresseurs électrolytiques; M.-A. Codd. *Electrical Review*, 9 novembre 1923, t. XCIII, p. 683-684, 1 500 mots, 3 fig. — Les piles servant comme *redresseurs* électrolytiques, dont le réservoir en tôle de fer constitue l'anode et dont la cathode est en aluminium, perdent au bout de quelques jours de fonctionnement, leurs propriétés essentielles. A la suite de multiples essais ayant eu pour but d'élucider les causes de cette défaillance, l'auteur arrive à la conclusion que les causes principales sont au nombre de deux. La première provient de l'anode dont la surface est polarisée. Durant le passage de ce qu'on pourrait appeler l'onde négative du phénomène électrolytique, un faible courant chemine, en réalité, en sens contraire au courant principal; ce courant, d'une part, dépose sur l'aluminium une fine pellicule d'oxyde de fer et, d'autre part, recouvre d'une couche de bulles d'hydrogène la tôle de fer en la polarisant. La seconde cause est plus intéressante encore. On a trouvé que la présence d'entretoises en bois, maintenant l'écartement entre les parties inférieures des électrodes, prolongeait l'existence active de la pile; la matière dont est faite l'entretoise semble jouer un rôle important puisque, en remplaçant le bois par de l'ébonite, on affaiblissait la pile notablement. Sans se prononcer de façon catégorique, l'auteur suppose que la plaque d'aluminium avec sa couche d'*hydroxyde* forme condensateur et que le bois dont est faite l'entretoise favorise la décharge, celle-ci ayant lieu avant que le courant principal ait eu le temps de s'établir. Quant à la polarisation de l'anode, on y a obvié par les dépolarisants ordinaires tels que le permanganate et

le bichromate potassiques, le bichromate de sodium ou le bioxyde de manganèse, sous forme de revêtement de l'anode, en vase poreux. Des résultats meilleurs furent obtenus avec des plaques en charbon de cornue recouvertes de noir de platine. — Th.-S.

621.314. — Transformateur sur poteau des usines Volta. *E. T. Z.*, 27 septembre 1923, t. XLIV, p. 899-900, 500 mots, 2 fig. — Ce transformateur sur poteau est muni de dispositifs de protection contre la pluie et la neige consistant en isolateurs pourvus d'auvents en tôle recouverts de ciment. Les bornes d'entrée se terminent dans une cloche cimentée placée sur la tête des isolateurs. Au point de vue de la protection électrique, les bobines de self-induction de garde sont disposées à l'intérieur du couvercle ; contre les surintensités, on utilise le dispositif breveté du fusible dans l'huile avec double interruption ou également contre les surtensions le dispositif breveté Bergmeister, qui consiste en un anneau en cuivre placé au-dessus du paquet supérieur des bobines dans chacune des trois phases ; ces anneaux sont fendus et reliés, d'une part, à chacune des bobines supérieures correspondantes et, d'autre part, directement à



621.314. — Fig. 1. — Haut commutateur de couplage pour les prises extérieures de transformateurs sur poteaux.

l'isolateur à haute tension. La figure 1 donne une vue schématique du commutateur des prises muni de trois séries de contact à 120°. Le transformateur, qui est dans l'huile, est muni d'un conservateur d'huile pourvu d'une soupape d'aspiration et d'expiration, constituée par un tube qui traverse verticalement le conservateur d'huile, mais dont la partie inférieure seule est dans l'atmosphère, la partie supérieure venant déboucher tout près du couvercle du conservateur. — R. G.

621.314.5. — Au sujet du rôle que les récipients métalliques jouent dans les phénomènes de décharge dans les grands redresseurs à vapeur de mercure; Moritz SCHENKEL. *E. u. M.*, septembre 1923, t. XLI, p. 535, 600 mots; d'après *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern*, 1923, t. II. — Si l'on relie entre eux le grand récipient et le vase cathodique isolé, par un conducteur dans lequel on insère un galvanomètre, on constate la présence d'un courant sans qu'il y ait d'arc sur les parois du récipient et son sens est celui même du courant redressé. Il croît en intensité en même temps que le courant total, suivant une courbe parabolique, et peut atteindre le quart de la valeur de ce dernier. Si on continue alors à faire croître le courant total, le courant extérieur pour une valeur difficile à définir saute brusquement sur les parois du récipient en produisant une tache lumineuse errante et bientôt la tache cathodique disparaît. Il y a alors diminution du vide et amorçage en retour. Le récipient joue donc le rôle de conducteur quand le récipient cathodique n'est pas isolé du récipient principal. L'accroissement du courant peut, en certains cas, donner lieu à une sorte d'explosion. On plaça ensuite dans le circuit extérieur une machine à courant continu, à tension réglable dans les deux sens, et on remarqua que, si le courant total croissait, il fallait augmenter aussi la force contre-électromotrice pour annuler le courant dévié; au contraire, dans ces mêmes conditions, on doit diminuer la tension opposée à la cathode pour attirer le courant cathodique sur le récipient. En résumé, on supprime ce phénomène en reliant directement la cathode aux parois du récipient métallique. On obtient le même résultat en reliant l'anode auxiliaire à la cathode. — Pour obvier à ces inconvénients, les ateliers Siemens-Schuckert munissent leurs grands redresseurs de pare-étincelles isolés; comme le danger d'amorçage en retour croît avec la valeur de la tension à redresser, on peut, au préalable, mettre le récipient sous tension pour empêcher la formation d'un arc sur le récipient. — M. H.

621.315 14 : 666.995. — L'emploi de poteaux en béton armé pour une ligne à 132 000 v. *Electrical World*, 13 janvier 1923, t. LXXXI, p. 106-107, 800 mots, 5 fig. — Ces poteaux ont été employés pour une partie de la ligne à 132 000 v reliant les usines de Trollhättan et Vasteras en Suède. Ils ont été construits, en Allemagne, suivant le procédé à force centrifuge, qui consiste à placer l'ossature d'acier dans un moule creux qui est animé d'un mouvement de rotation rapide autour de son axe pendant que le béton y est versé. Par suite de l'effet de la force centrifuge, la surface extérieure du poteau vient très lisse et dense. Chaque poteau pèse 3600 kg environ et a 18,60 m de haut; son diamètre à la base est de 50 cm et au sommet, de 23 cm. Le bras transversal pèse 2000 kg et a 18 m de long avec un diamètre de 28 cm. Le poteau est garanti pour pouvoir supporter, au sommet, un effort de traction de 600 kg avec un facteur de sécurité de 4. Lors d'essais on a obtenu, sous une charge de 3000 kg, une flèche au sommet de 1,37 m sans déformation permanente ni fissures. Pour l'exécution de la ligne, ces poteaux sont placés par deux, réunis par le bras transversal à une hauteur de 17,50 m environ au-dessus du sol, l'ensemble ayant l'aspect d'un portique. Les conducteurs sont placés dans un plan horizontal à environ 6 m l'un de l'autre. Ce système a déjà été employé pendant la guerre en Suède avec des poteaux de bois. Il se prête facilement à une augmentation de la puissance de transmission de la ligne. D'ailleurs, tel quel, il permet déjà l'adjonction d'un quatrième conducteur, et le nombre total peut en être porté à 6 par adjonction d'un troisième poteau avec un bras transversal. — J. S.

621.311.7. — Protection des feeders d'après le principe du polygone (Polygonschütz). *E. T. Z.*, 4 octobre 1923, t. XLIV, p. 909-910, 700 mots, 3 fig. — Dans le but d'effectuer la coupure automatique d'une ligne avariée (en cas de rupture de conducteur, de court-circuit ou de mise à la terre) sans avoir à s'imposer l'emploi de câbles spécialement construits ou de conducteurs auxiliaires, les ateliers Siemens-Schukert ont réalisé un dispositif de protection dite polygonale. Le système est basé sur la valeur comparative des courants dans des lignes parallèles : dans ce but, on dispose, en tête et en bout de chaque ligne, des transformateurs d'intensité ; les secondaires de chaque station extrême sont couplés en série et constituent un polygone dont les sommets sont reliés au centre par l'intermédiaire d'un relais (fig. 1). En service normal, le courant ne circule que dans le polygone et toute perturbation trouble cet équilibre : en cas de court-circuit sur la ligne I (fig. 2), les relais 1 et 4 entrent en jeu et alimentent un circuit auxiliaire qui réalise la coupure du tronçon malade, la mise en court-circuit des transformateurs d'intensité et la mise hors circuit des relais correspondants. Si un court-circuit se produit ensuite sur la ligne II, ce sont alors les relais 2 et 4 qui entrent en jeu et, comme la mise hors circuit de II exige, d'après le premier schéma, le fonctionnement des relais 1 et 2, on a prévu un dispositif qui

permet au relais voisin (ici le 4) de fonctionner à la place de 1. La figure 3 donne le schéma complet pour une installation triphasée. Il convient de remarquer que, la protection fonctionnant pour un déséquilibre de 10 pour 100 des courants, le défaut se trouve supprimé dès son apparition. — F. B.

621.311.7. — Fig. 1. Schéma de principe de la protection polygonale. — Fig. 2. Protection polygonale en cas de court-circuit sur I.

621.311.7. — Fig. 3. Protection polygonale pour 3 lignes parallèles.

A, Auslösespulen, bobine de coupure; J, Maximalstromrelais, relais à maximum de courant; M, Stromrelais, relais de courant; N, Schaltelement, interrupteur de couplage; Str. Strommesser, ampèremètre; W, Stromwandler, transformateur d'intensité.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.23. — Moteurs synchrones à réaction; J.-K. Kostko. *J. A I E. E.*, 22 novembre 1923, t. XLII, p. 1162-1168, 5000 mots, 11 fig. — Le moteur synchrone à réaction, en raison de la simplicité de sa construction et de la précision de sa marche au synchronisme, est devenu le système de commande normalement utilisé pour une certaine classe de dispositifs redresseurs chargés, notamment, d'assurer la charge de batteries d'accumulateurs à basse tension, d'alimenter avec du courant redressé à haute tension des ampoules à rayons X, etc., la puissance mise en jeu dans ces différentes applications ne dépassant jamais quelques chevaux. La limite pour laquelle le moteur à réaction peut être établi, sous sa forme actuelle, ne saurait, d'ailleurs, être dépassée eu égard à la mauvaise utilisation de la matière dans ce genre de machine et à ses caractéristiques de fonctionnement défavorables. Suivant l'opinion de l'auteur, l'infériorité que présente, à ce point de vue, le moteur à réaction, par rapport aux autres types de moteurs à courant alternatif, découle, pour une grande part, du mode de construction défectueux adopté jusqu'ici pour le rotor. Pour le prouver, il développe d'abord la théorie d'un moteur à réaction comportant, pour le rotor, des réluctances différentes dans deux directions perpendiculaires; il envisage ensuite, pour cet élément, une disposition nouvelle de construction basée sur une application de ce principe et en étudie par le calcul les propriétés caractéristiques. Des résultats ainsi obtenus, il déduit que le fonctionnement d'une machine ainsi modifiée est pratiquement comparable à celui de tout autre moteur à courant alternatif de type courant. L'amélioration proposée est susceptible d'étendre le champ d'application du moteur à réaction sans qu'il soit permis cependant d'escompter, pour nombre de raisons, le développement de son emploi sur une échelle importante. — *Théorie du moteur à réaction.* Soient D et T deux ondes de courant sinusoïdal, déphasées de 90°, produites par des enroulements statoriques convenablement agencés; les réluctances pour les flux F_d (champ direct) et F_t (champ transversal) engendrés par D et T respectivement sont supposées différentes et l'on admet que l'on a $\frac{F_t}{F_d} = \frac{T}{D} \times K$, avec la condition $K < 1$. Le couple a alors pour expression $F_d T - F_t D = F_d T (1 - K)$. Pour accroître la valeur de cet élément, on peut songer à diminuer la grandeur du champ transversal F_t. Un moyen rationnel d'arriver à ce but et qui est utilisé, au reste, dans la solution de nombre d'autres problèmes du même genre, consiste à subdiviser le rotor dans une direction à peu près parallèle au champ direct; avec les inductions usuelles admises dans le fer, les intervalles entre les sections peuvent être pris assez grands sans qu'il en résulte, pour le métal, un état de saturation exagérée; et le champ transversal peut, en conséquence, être réduit à une valeur comparativement assez faible. L'auteur propose d'adopter, comme mode de subdivision, la disposition indiquée en figure 1, avec un arc polaire suffisamment large (72° en l'espèce). Le calcul montre que, pour un moteur établi avec un rotor de ce système et comportant seulement quatre sections par pôle, le couple maximum atteint 80 pour 100 de celui développé par un moteur d'induction de même puissance du type cou-

621.313.23. — Fig. 1. Mode de subdivision du rotor d'un moteur asynchrone.

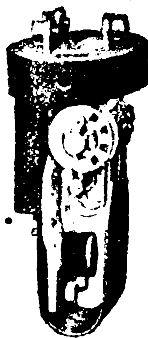
rant et dépasse de plusieurs fois la valeur du couple correspondant dans un moteur à réaction à pôles saillants. L'augmentation du nombre de sections permettrait d'améliorer encore les conditions de fonctionnement à ce point de vue. mais. en présence des résultats obtenus avec le chiffre indiqué, il ne parait pas nécessaire, au prix de complications supplémentaires, d'adopter, pour le rotor, une subdivision plus complète. — L. D.

621.314 : 536.5. — Un appareil automatique. avertisseur de danger; Quaink. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 739-740, 3 fig.; *Der elektrische Betrieb*, 24 juillet 1923, t. XXI, p. 157, 600 mots, 2 fig. — Les surintensités étant susceptibles. dans certains cas, d'échauffer l'huile des transformateurs ou des interrupteurs jusqu'à son point d'inflammation; il est nécessaire d'exercer une surveillance sérieuse de la température de cette huile. La société Siemens et Halske a réalisé un dispositif avertisseur par signaux optiques et acoustiques et réglable pour les températures de 40 à 90° C. L'appareil représenté en figure, plonge dans l'huile et est



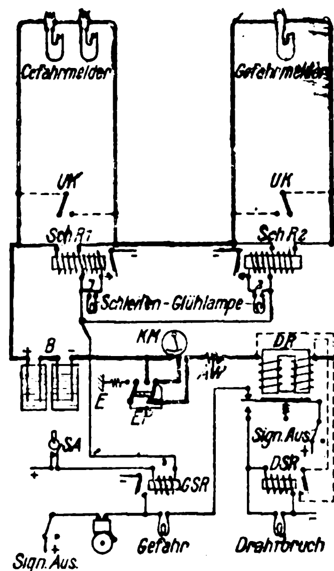
621.314 : 536.5. — Fig. 1. Appareil avertisseur avec son tube plongeur et le dispositif de fermeture.

muni d'enroulements parcourus par un courant de 60 à 70 milliampères. Un dispositif de contact comporte un ressort en forme d'U constitué par deux métaux de coefficients de dilatation très différents ce qui rend le ressort sensible aux variations de température. L'appareil, reproduit en entier sur la figure 2, comporte en outre une bobine



621.314 : 536.5. — Fig. 2. Ensemble de l'appareil.

de résistance élevée branchée en parallèle avec le ressort décrit Le schéma 3 indique son mode de fonctionnement de. Au repos la bobine et le relais correspondant à l'usine, sont court-circuités par le contact à ressort. Si la température augmente, ce contact est rompu et le courant passe par la bobine et le relais qui ferme le circuit de la lampe de signalisation correspondante. Un autre circuit se trouve également fermé, circuit qui comporte une lampe (portant la mention « danger ») et une sonnerie; ce circuit reste fermé jusqu'à ce que l'homme de service vienne le couper et il se referme de suite si le danger subsiste. En cas de rupture de fil dans le dispositif avertisseur, le relais à lampe reçoit à nouveau du courant et ferme la lampe corres-



621.314 : 536.5. — Fig. 3. Schéma de l'installation. UK, interrupteur pour les couteaux; Sch R, relais à couteaux; B, source de courant pour les lignes à couteaux; KM, ampèremètre; E, terre; EP, interrupteur de contrôle de terre; SA, coupure du signal; DSR, relais du signal « rupture de fil »; GSR, relais du signal « danger »; DR, relais de « rupture de fil ». Gefahrmelder, avertisseur de danger; Scheifen-Ghühlampe, filament en boucle.

pondante; comme la résistance élevée est alors en série, la valeur du courant est très faible. ce qui permet, grâce au relais de « rupture de fil », la fermeture de la lampe portant l'inscription « fil rompu ». L'avertisseur fonctionne également. Le dispositif comprend en outre un indicateur de terre Il permet donc de contrôler. de la station génératrice ou de tout autre point choisi, la température de l'huile des appareils en service. On peut même, si on le désire, enregistrer la courbe des variations de la température. — F. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

629.113.65. — Les voitures électriques à accumulateurs; H.-E. Dance. *J. I. E. E.*, octrobre 1923, t. LXI, p. 1 100-1 108, 6 000 mots, 5 fig. — L'auteur traite rapidement la question de la batterie qui peut être au plomb ou au fernickel, puis donne les schémas des systèmes de commande qui paraissent apoir la faveur des constructeurs. Nous reproduisons ci-dessous l'un des appendices qui terminent l'article et qui est d'un intérêt général. — La comparaison des pertes occasionnées par la régulation de la vitesse d'un moteur série peut être faite de la manière suivante lorsque l'accroissement de vitesse est effectué par la réduction du champ: *a*) *Bobines disposées en série ou en parallèle.* — Soit N le nombre de bobines; T, le nombre de tours par bobine; R, la résistance par bobine; R_s, la résistance du shunt; I, le courant total; I_c, le courant dans chaque bobine et I_s, le courant dans le shunt. Les ampères-tours normaux sont ITN. Supposons qu'ils soient réduits à $k\,ITN$, où k est constant. Dans le cas du système série-parallèle, les tours sont constants et les ampères-tours sont réduits par la mise en parallèle; donc $I_c = ki$. Par conséquent, le nombre de circuits en parallèle est $\frac{1}{k}$, et le nombre de bobines en série par cir-

cuit est kN; la résistance totale est $k^2 RN$ et la perte totale $I^2 k^2 RN$; *b) Shuntage du courant principal par une résistance.* — Ici les bobines étant constamment en série, les ampères-tours ne peuvent être réduits que par une diminution de courant, soit $I_c = kI$; d'où $I_s = (1-k)\ I$. La résistance des bobines est RN; donc

$$kIRN = (1-k)\ IR_s, \quad \text{ou} \quad R_s = \frac{kRN}{(1-k)}$$

et la résistance totale est

$$\frac{1}{\frac{1}{RN} + \frac{(1-k)}{kRN}} = kRN;$$

d'où une perte totale $I^2 kRN$; *c) Court-circuitage d'une portion des bobines de champ* — Le nombre de tours et unités est $(1-k)$. Le nombre de tours laissés en circuits est kTN et la résistance totale kRN, d'où une perte totale $I^2 kRN$. Les pertes dans les cas *(a) (b) (c)* sont comme les nombres $k : 1 : 1. — 11.$

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.734. — La propagation des signaux télégraphiques sur des câbles Krarup. *E. T. Z*, 30 août 1923, t. XLIV, p. 385; d'après *Arch. für Elektrotechnik*, 1923, t. XIII, p. 268-285, 300 mots. — H. Salinger traite la question de la propagation de l'électricité sur un câble homogène avec armure en fer dont l'inductance dépend de l'intensité du courant. Si l'on néglige d'abord la résistance et la perditance et qu'on désigne par C et par Φ la capacité et le flux magnétique par unité de longueur du câble, la tension U et le courant I dans une onde isolée progressant le long du câble sont reliés par la relation

$$U = \int_0^I \sqrt{\frac{\Phi'}{C}}\, dI,$$

dans laquelle on a $\Phi' = \frac{d\Phi}{dI}$; dans un câble sans fer, Φ représenterait l'inductance. Les ondes, cependant, ne se propagent pas avec un front raide; le plus souvent, chaque point du front se meut à la vitesse $\frac{1}{\sqrt{\Phi' C}}$, où Φ' est donné par l'intensité du courant au point considéré du front. Les relations ne valent que tant que la tension est plus petite qu'une quantité « critique » qui est calculée d'après la fonction $\Phi\ (I)$. Pour de plus grandes tensions, le front de l'onde se décompose en pointes modifiées de la manière indiquée plus haut. Ces résultats sont obtenus d'aprè un procédé d'intégration de Riemann : même l'hystérèse du fer peut être prise en considération. Pour le cas le plus important, celui où la tension est plus petite que la tension « critique », on peut tenir compte de l'influence de la résistance et de la perditance, au moins en ce qui concerne la propagation du front de l'onde. Celui-ci ne reste pas raide comme dans le câble sans fer, mais subit une distorsion accessible au calcul. De cette étude, il résulte que cette distorsion due au fer peut atteindre, suivant les cas, des valeurs très élevées. — M. H.

ÉCLAIRAGE

535.89. — Elimination des points brillants dans l'éclairage industriel. *Electrician*, 5 octobre 1923, t. XCI, p. 367, 1400 mots. — Une tendance actuelle de l'éclairage industriel est d'augmenter notablement la quantité de lumière par unité de surface, les résultats d'une telle augmentation sont, en général, satisfaisants, mais ils sont aussi accompagnés d'une série de phénomènes qui n'ont peut-être pas assez attiré l'attention. Il est à peu près impossible de dissimuler complètement les points très fortement lumineux et aussi d'éviter que l'éclairage ne soit pas absolument uniforme; il existe des ombres et des différences d'éclairement, qui sont toujours préjudiciables pour les yeux des travailleurs et il peut en résulter des accidents. Lorsqu'une personne passe d'un endroit très éclairé à un autre qui l'est moins, elle reste aveuglée pendant un certain temps; il peut même se faire que cette personne ne s'aperçoive pas exactement de l'état dans lequel se trouvent ses organes visuels. Il est donc urgent de rechercher les moyens convenables pour obtenir un éclairage aussi uniforme que possible et de tenir compte particulièrement que tout point très lumineux et de petite surface est une cause de danger; il est indispensable de veiller à la création d'un éclairage sensiblement constant ou tout au moins qu'il n'existe qu'une faible différence entre la source de lumière et l'intensité moyenne de la lumière réfléchie par les murs et les objets environnants. — E. B.

621.328.15. — Dispositif permettant d'augmenter le rendement lumineux d'une lampe de projection à courant alternatif. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 989-990, 600 mots, 4 fig. Analyse d'un article de B. SCHAFER, publiée dans *E. T. Z.*, 12 avril 1923, t. XLIV, p. 335-336, 800 mots, 4 fig.

621.328.11. — Eclairage des mannfactures et des ateliers. *Electrician*, t. XCI, p. 149, 1800 mots. — Cet article est un résumé du rapport d'un inspecteur électricien des manufactures et ateliers. Ce rapport attire l'attention sur un certain nombre de points: l'éclairage indirect par diffusion semble avoir la préférence des ouvriers bien qu'un certain nombre de ces derniers inclinent pour l'éclairage direct; en général, l'éclairage semble insuffisant et il en résulte un certain nombre d'accidents, en particulier, des chutes de personnes. Ces accidents peuvent être évités, car ils sont de ceux qui résultent d'une installation mal comprise ou mal exécutée; l'article en mentionne un certain nombre parmi lesquels il convient de noter ceux dus à un isolement défectueux des conducteurs ou de l'appareillage, à l'inflammation de l'huile des interrupteurs à haute tension. Une partie de l'étude est consacrée à la recherche de l'établissement d'un type convenable de sous-station. — E. B.

APPLICATIONS DIVERSES

621.37. — Epuration électrique des gaz. *Der elektrische Betrieb*, 24 octobre 1923, t. XXI, p. 229-230, 450 mots, 3 fig. — Cette épuration se produit lorsqu'on amène le gaz à traiter au contact d'électrodes chargées électriquement sous très haute tension. Les phénomènes diffèrent suivant qu'il s'agit de courant alternatif ou de courant continu. Dans ce dernier cas, le seul utilisé, les particules en suspension, que ce soient des particules métalliques ou non, des gouttelettes d'eau, des vapeurs, etc, prennent une certaine charge qu'elles abandonnent au contact de l'électrode de précipitation. Elles se séparent de cette dernière sous l'action de leur propre poids ou grâce à des moyens mécaniques (soufflage, choc, etc.) Le procédé a été mis au point par la Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, de Francfort. Les électrodes sont constituées par un faisceau de tubes verticaux portant de minces fils tendus suivant leur axe. Les poussières se rassemblent dans des entonnoirs fixés à la partie inférieure. Le courant du secteur est porté à la tension voulue, 50 000 v, au moyen d'un transformateur et redressé dans un appareil spécial. La même firme construit également des épurateurs à électrodes planes. Dans ce cas, les chambres d'épuration peuvent être disposées horizontalement ou verticalement. L'épuration électrique présente sur les autres modes en usage l'avantage d'une faible consommation d'énergie et se caractérise par un rendement qui peut atteindre 99 pour 100. — E. F.

DIVERS

621.315(063)(44). — Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute tension. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 171 B-172 B (liste des rapports présentés); 1er et 8 décembre, p. 825 et 873-875 (compte rendu général); 1er décembre, p. 827-828 (discours prononcés à la séance d'ouverture par M. R. Legouez et par M. Le Trocquer); 8 décembre, p. 877-879 (rapports généraux sur les travaux des sections); 8 décembre, p. 879-880 (vœux émis); 8 décembre, p. 881-885 (compte rendu des travaux de la première section); 15 et 22 décembre, p. 931-962 et 995-1001 (compte rendu des travaux de la deuxième section); 22 et 29 décembre, p. 1001-1015 et 1043-1064 (compte rendu des travaux de la troisième section).

621.315(063)(44). — Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 761 et 171 B-172 B, 1 000 mots; 1er décembre p. 827-828, 2 300 mots; 8 décembre, p. 873-875, 2 000 mots. Ces trois notes donnent; la première, le programme de la session qui s'est tenue à Paris du 26 novembre au 1er décembre; la seconde, les discours prononcés à la séance d'ouverture par M. Legouez, président de la Conférence et par M Le Trocquer, ministre des Travaux publics; la troisième, un compte rendu sommaire de l'ensemble de la session.

53(062). — Union internationale de Physique pure et appliquée. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 929, 400 mots. — Note signalant la constitution de cette Union et la réunion de sa première assemblée générale à Paris, le 10 décembre 1923.

USINES ET ATELIERS. OUTILLAGE

621.824 : 531.37. — Abaque pour le calcul de la vitesse critique des arbres à grande vitesse; L. Szabo. *E. u. M.*, 2 septembre 1923, t. XLI, p. 521, 500 mots, 1 fig. — Procédé de calcul graphique permettant d'évaluer rapidement la vitesse critique de l'arbre dans la double supposition que l'arbre est un solide d'égale résistance et que la charge totale est appliquée en son milieu, hypothèse ne modifiant qu'insensiblement les conditions réelles dans lesquelles le problème se présente. La vitesse critique est représentée par l'expression

$$300\sqrt{\frac{1}{f_{\max}}} = 10^3\sqrt{10^6 \times 5,3\,\frac{J_{\max}}{Gl^3}}.$$

l est ici l'écartement entre paliers en centimètres; G, le poids en kilogrammes; $J_{\max}$, le moment d'inertie de la section médiane de l'arbre; $f_{\max} = \frac{3}{80}\cdot\frac{Gl^3}{EJ_{\max}}$, flèche maximum où E est le module d'élasticité de l'acier, égal à $2,2 \times 10^6$. L'abaque comprend cinq échelles parallèles tracées à des distances appropriées et convenablement graduées : les échelles représentent respectivement le diamètre, la vitesse critique, la longueur entre paliers, le produit Gl^3 et le poids. On trace, pour chaque cas particulier, une droite entre les points représentatifs des valeurs données du poids et de la distance entre paliers ; le point d'intersection de cette droite avec l'échelle du produit Gl^3 est relié au point représentatif du diamètre par une nouvelle droite qui coupe l'échelle des vitesses au point cherché. — Th. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

666.5. — Propriétés physiques et chimiques de la porcelaine; Frank H. Riddle et Carini. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 946-951, 5 000 mots, 1 fig. Rapports présentés à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux à très haute Tension.

621.315.6 : 666.5. — Fabrication de la porcelaine électrotechnique. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1035-1036, 1 200 mots, 1 tab. Analyse d'un article de Frank H. Riddle, publié dans *J. A. I. E. E.*, avril 1923, t. XLII, p. 343-346, 3 000 mots, 3 fig.

621.314 : 665.5.00 42(43). — Prescriptions du Verband deutscher Elektrotechnicker relatives aux huiles pour transformateurs et interrupteurs. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 751-754, 2 600 mots, 2 fig. Analyse d'un article de *E. T. Z.*, 21 juin 1923, t. XLIV, p. 600-602, 2 700 mots, 2 fig.

621.315.6 : 677. — De l'influence d'un échauffement prolongé à haute température sur les matières isolantes textiles; C.-H. Möllering. *Der elektrische Betrieb*, 24 juin 1923, t. XXI, p. 134-137, 2 500 mots. — Un échauffement prolongé et à haute température produit une sorte de destruction des isolants qui abaisse d'une manière sensible leurs propriétés mécaniques. Deux savants, Dettmar et Schüler, se sont particulièrement occupés de cette question. Les matériaux en essai étaient maintenus pendant un certain laps de temps à une température donnée, refroidis et examinés. Dans les expériences de Schüler, on avait adopté les températures de 90°, 100°, 110° et 120°C et une durée de 100 jours. Il fut reconnu depuis que les altérations se produisent bien avant et cette durée fut ramenée à une, deux, trois, quatre ou cinq périodes de 24 heures. Les essais portaient aussi bien sur les fibres unitaires que sur les fils tissés, secs ou humides. Ce sont les résultats des travaux de Dettmar et de Schüler qui font l'objet de cet article. Ils se traduisent par une série de tableaux donnant, pour chaque catégorie, la limite d'élasticité et le coefficient d'allongement en fonction de la température et de la durée de l'échauffement, avec deux subdivisions que l'on considère les corps à l'état humide ou à l'état sec. Il s'agit, en la matière, du jute, du coton et des soies. Il faut noter, qu'en présence des irrégularités des fils de jute, l'examen n'a porté que sur le fil. Dans toutes les autres classes, on a considéré l'élément constitutif, d'une part, le fil terminé d'autre part, tel qu'il est utilisé dans le tissage des toiles d'isolants. Sans reproduire ici les chiffres établis, nous nous bornerons à signaler les résultats les plus saillants. Jute et coton se comportent à peu près de la même façon. Il se pourrait donc que le premier soit appelé à concurrencer avantageusement le second. En ce qui concerne les soies, le tussah paraît préférable à la soie de trame, difficultés de fabrication mises à part. Quant à la soie artificielle, si l'on en excepte la soie à l'acétate, elle a le gros inconvénient d'être très hygroscopique et constitue, de ce chef, un mauvais isolant. Il a du reste été remarqué que, d'une façon générale, l'humidité abaisse la propriété mécanique. Dans la question des cotons, il y a divergence de vues entre l'auteur et Schüler. Tandis que celui-ci fait entrer, en première ligne, la période d'échauffement dans les altérations de la matière, celui-là en montre l'indépendance et rattache le phénomène à des actions d'ordre chimique, fonction de la seule température. Il y aurait vers 110° formation d'oxy-cellulose, et c'est l'existence de ce composé qui diminuerait les propriétés mécaniques du coton. Il se pourrait fort bien que, pour cette matière, il y ait eu, au cours des essais, des erreurs de lectures ou des fautes de méthode (inévitables, puisque les soies n'avaient que 10 mm de longueur), qui auraient faussé la valeur des résultats. — E. F.

621.315.6. — Effet de l'humidité sur la résistance électrique des matériaux isolants fibreux; Takes Akahira. *J. I. E. E. of Japan*, août 1923, n° 421, p. 719-746, 37 fig. — Dans ces recherches, pour éliminer les erreurs dues aux changements des autres conditions, on a également étudié l'influence de la température, de la tension appliquée, etc. On montre, dans ce rapport, qu'après la mise sous tension de l'échantillon examiné, il se produit un effet de charge; la température s'élève et la répartition de l'humidité varie par suite de l'effet du courant de perte qui traverse la substance :

par conséquent, la résistance dans une condition déterminée devrait être évaluée par la valeur du courant de perte à l'instant initial où la tension est appliquée. On montre qu'en général l'humidité a une influence marquée sur la résistance d'isolement des matériaux fibreux, et la relation entre la résistance d'isolement et l'humidité relative, qui varie suivant un cycle, représente une boucle d'hystérésis en raison de la propriété d'hystérésis hygroscopique des matériaux fibreux ; par conséquent la résistance, pour une valeur donnée de l'humidité, devrait être exprimée en rappelant la variation précédente de l'humidité. Pour l'emploi pratique, cependant, il est commode d'exprimer la résistance d'isolement, pour une humidité donnée, par la valeur moyenne de la résistance correspondant à cette humidité déduite de la courbe d'hystérésis exprimant la relation entre la résistance et l'humidité. On propose de représenter la relation entre cette valeur moyenne de la résistance et l'humidité par a formule empirique

$$\log_{10} R = a - \frac{bh}{1 - ch^2}$$

où R représente la valeur moyenne de la résistance pour une humidité h : a est une constante qui dépend de la nature du matériau, c'est-à-dire de sa résistance d'isolement pour une humidité zéro ; b et c sont des constantes exprimant l'effet de l'humidité sur la résistance. Pour onze matériaux divers ces constantes ont été obtenues expérimentalement et on montre qu'elles sont presque les mêmes pour des matériaux d'origine végétale, mais elles diffèrent beaucoup pour les autres matériaux d'origine animale ou minérale ou fabriqués. Finalement, on établit que, pour de tels produits, on peut déterminer l'effet de l'humidité sur la résistance d'isolement en mesurant les résistances moyennes correspondant à trois degrés différents d'humidité, et en déduisant les constantes de la formule ci-dessus. — J. S.

535.89 : 666. — **Le verre employé comme matière première dans la technique de l'éclairage**; ZSCHIMMER. *E. u. M.*, 26 août 1923, t. XLI, p. 502-504, 2 200 mots. — Pour les verres servant à l'éclairage, on peut distinguer deux formules de fabrication : 1° silice, carbonate de sodium, nitrate de potassium, alumine et carbonate de calcium ; 2° silice, carbonate de sodium, borax, alumine et carbonate de calcium. A la place de la chaux, on emploie souvent d'autres oxydes. Comme qualité essentielle du verre, il y a d'abord lieu d'exiger une grande résistance aux actions extérieures; l'eau (vapeur d'eau) est l'ennemi le plus dangereux du verre ; ses propriétés thermiques dépendent principalement de son coefficient W de résistance thermique que la théorie de Winkelmann permet de calculer exactement d'après la formule

$$W = \frac{Z\sqrt{K}}{E.a\sqrt{s.c}}.$$

Z est la résistance à la traction ; K, la conductibilité calorifique absolue ; E, le module d'élasticité ; a, le coefficient de dilatation linéaire ; s, le poids spécifique et c, la chaleur spécifique. L'auteur aborde ensuite la question très importante des verres « opalins » ou « laiteux », destinés à diffuser autant que possible les rayons lumineux sans changer essentiellement la couleur de la source lumineuse. Le verre opalin doit laisser passer une certaine partie des rayons et réfléchir les autres, sans changer la couleur ni diminuer l'intensité totale de la lumière produite. La théorie n'est pas au point en ce qui concerne la fabrication même du verre opalin ; mais, toutefois, on peut en poser quelques principes généraux. L'opaline est constituée par une substance incolore dans laquelle sont répartis des corpuscules étrangers, inégalement incolores (cristal, sphérolithe, petites bulles). Quand des particules en nombre infini sont mélangées au verre, celui-ci prend, par réflexion, en lumière blanche, l'aspect bleuâtre bien connu de l'opale naturelle tandis qu'il apparaît rouge par transparence (feu de l'opale). Cela provient de ce que les milieux troublés réfléchissent avec plus d'intensité les rayons de petites longueurs d'onde du bleu que les rayons de grandes longueurs d'ondes du rouge si bien que, pour la transmission, ce sont ces derniers qui l'emportent. La loi connue donne

$$i = \frac{C}{\lambda^4},$$

où i est l'intensité de la lumière réfléchie ; C, une constante et λ, la longueur d'onde de la lumière utilisée. On obtient le verre opalin par dévitrification du verre ordinaire chauffé à haute température ou en traitant le verre ordinaire par le fluor (spathfluor, cryolithe), ou par le phosphate de calcium ou, encore, par l'arséniate de plomb ; de plus, par toute une série d'autres combinaisons (zinc, oxyde de zinc, etc.). Citons encore les verres colorés employés pour la signalisation sur des chemins de fer et les bateaux, pour la photographie, pour conserver la vue ; ils absorbent les rayons ultravisibles et les violets à longueurs d'onde courtes pour ne laisser passer que la lumière blanche ; tel est le verre « Euphos » fabriqué par la maison Putzler fr à Penzig (Silésie). On cherche en Allemagne, en Amérique et un peu partout un verre correcteur pour lampes, conçu de façon à réduire l'intensité lumineuse des rayons émis par une source artificielle dans la même proportion que celle existant dans la lumière du jour. Pour terminer, le conférencier parle de la fabrication des verres spéciaux transparents aux rayons ultraviolets, dont le spécimen le plus connu est le verre « uviol ». — M. H.

COMBUSTIBLES

661.96. — **Production de l'hydrogène par décomposition thermique des huiles minérales**; E.-R. WEAVER. *Chem. and Metall. Eng.*, 28 mai 1923, t. XXVIII, p. 939-945, 5 200 mots, 17 fig. — Le procédé consiste à faire passer les vapeurs de l'huile minérale sur un lit de coke incandescent ou dans une colonne de briques à très haute température ; l'huile est décomposée et fournit une certaine quantité d'hydrogène. Le gaz ainsi obtenu n'est pas absolument pur et la quantité d'impuretés est variable suivant les conditions de marche de l'ensemble de l'appareil. L'oxyde de carbone est toujours en excès notable sur l'azote, mais son volume reste sensiblement dans un rapport constant tandis que le méthane, en quantité négligeable pendant la première demi-heure, augmente rapidement ensuite. L'élimination du méthane a été obtenue assez facilement ; il n'en a pas été de même pour l'oxyde de carbone, car sa formation est restée longtemps inexplicable ; les sources d'oxygène paraissent être les suivantes : l'air restant dans le coke et la garniture réfractaire et l'eau ou les composés organiques contenant de l'oxygène dans l'huile et des composés identiques dans le coke. Toutes ces sources d'oxygène ont été étudiées séparément et les recherches correspondantes sont exposées au long dans l'article; elles ont conduit à la détermination exacte des meilleures conditions d'emploi du procédé. L'article se termine par l'établissement de la balance thermique du procédé ; le rendement est à peine supérieur à 30 pour 100 et son calcul est basé sur des données seulement approximatives, mais qui permettent de certifier la faiblesse du rendement et peuvent conduire à la découverte de moyens d'améliorer le procédé. — E. B.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. BLONDIN.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Une explication simple des principes de la théorie des quanta. R.-W. WESTERN. *Electrical Review*, 14 et 21 décembre 1923, t. XCIII, p. 883-884 et p. 924-926, 6200 mots. — De soigneuses études dans diverses branches de la physique ont montré que l'action de la lumière est discontinue. Elle est une forme de la variation d'énergie d'un électron qui change d'orbite de révolution pour une plus petite autour du noyau central. L'auteur rappelle d'abord la définition du mot « action » dans la théorie des quanta, et qui est traduit par l'expression $\int mv\,ds$ dont la quantité sous le signe « somme » représente le moment d'un corps en chaque point de sa trajectoire multiplié par les longueurs de trajectoire représentées par chaque point; tous les produits sont additionnés. Le principe des quanta exige que la quantité ainsi obtenue pour une période complète, dans le cas d'un mouvement périodique, soit un multiple exact d'une quantité fixe appelée « constante de Plank » et désignée par h. Dans le cas de la trajectoire circulaire d'un électron on a

$$\int mv\,ds = \int_0^{2\pi r} mv\,dr = 2\pi mvr = nh.$$

r étant le rayon de la trajectoire. L'auteur montre ensuite comment l'obligation ci-dessus détermine les trajectoires que peut suivre un électron, trajectoires dont les rayons doivent être entre eux comme 1, 4, 9, 16 etc., c'est-à-dire les carrés des nombres entiers. Puis il étudie l'influence de ces conditions sur l'énergie de l'électron et établit en premier lieu que, quelle que soit l'orbite effective décrite par l'électron, la moitié de son énergie possible a déjà disparu : elle a été radiée sous forme de lumière visible ou invisible. Il montre qu'il ne peut y avoir de variation d'énergie que si l'électron change de trajectoire et indique quelles sont dans ce changement les variations de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle. Le principe des quanta s'applique non seulement à la révolution d'un électron autour du noyau, mais aussi à la vibration par laquelle la lumière se manifeste. On eut quelques difficultés à faire admettre le principe que l'action puisse être atomique, et cette idée ne fut acceptée qu'en raison des nombreux phénomènes physiques pour lesquels elle permettait une explication satisfaisante. L'auteur en donne un exemple tiré des spectres lumineux. Le principe de l'action s'applique également à l'absorption de la lumière. Cette absorption correspond à une augmentation de l'énergie potentielle des électrons qui, en même temps, passent d'une trajectoire à une autre de plus grand rayon avec une vitesse moindre. On trouvera, d'autre part, dans l'article un essai de l'auteur pour illustrer familièrement ces principes au moyen d'une comparaison avec des faits plus courants. Ensuite, l'auteur expose quelques idées sur les faits impliqués par le principe des quanta et montre, par exemple, que la théorie électronique jointe à celle de la relativité conduit à ce fait que la masse d'un corps est due à son énergie totale à la fois externe et interne. On trouvera aussi quelques considérations sur la quantisation des forces, et conséquemment sur la question de la différence entre forces statiques et forces dynamiques. — J. S.

537.53. — Courants limités par la charge d'espace entre des cylindres coaxiaux; Irving LANGMUIR et Katharine B. BLODGETT. *Phys. Rev.*, octobre 1923, t. XXII, p. 347-356, 3 000 mots, 3 tab. — Dans des articles précédents, on a montré que, dans un vide très élevé, la charge d'espace des électrons limite le courant qui peut passer d'une électrode chaude à une anode positivement chargée. Il en résulte qu'au delà d'une certaine température de la cathode, il n'y a plus accroissement du courant. L'auteur a calculé la fonction $\beta = f\left(\frac{r}{r_0}\right)$ dans l'équation de la charge d'espace

$$i = 2\,\frac{\sqrt{2}}{9}\sqrt{\frac{e}{m}} \times \frac{V^{\frac{3}{2}}}{(r\beta^2)}.$$

i est le courant par unité de longueur le long de l'axe; V, la tension en un point quelconque P; r, le rayon en P; e et m, la charge et la masse respectives d'un électron. Deux séries différentes ont été trouvées pour β et on a déterminé les coefficients pour quatorze termes de chaque série. On a comparé les deux résultats entre eux et on les a encore contrôlés par une méthode d'intégration. Les valeurs de β^2 ont ainsi été obtenues à 1/10 000e près. Pour une cathode de rayon r_0 intérieure à une anode de rayon r, β^2 croît de 1 pour la valeur $\frac{r}{r_0} = 11{,}2$, à une valeur maximum 1,0946 pour $\frac{r}{r_0} = 42$, puis décroît jusqu'à un minimum, 0,9990 à $\frac{r}{r_0} = 30\,000$, pour atteindre 1 lorsque $\frac{r}{r_0} = \infty$. L'hypothèse $\beta^2 = 1$ a donc conduit à des erreurs qui ont atteint 9,5 pour 100, mais cette cette erreur est généralement égale et opposée à celle qui est introduite en négligeant l'effet de la vitesse initiale. Lorsque la cathode est extérieure à l'anode, β^2 est donné d'une manière précise par l'équation

$$\beta^2 = 4{,}6712\,\frac{r_0}{r}\left[\log_{10}\frac{r_0}{r}.\log_{10}\sqrt{2}\right]^{\frac{3}{2}} \quad \text{pour} \quad \frac{r_0}{r} > 10.$$

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1500 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 13 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 14 premiers tomes, 560 fr. Abonnement : France, 75 fr; Etranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 et 1921, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 et 1922, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'Etat. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Électricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVe Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français. Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, 100 cm × 65 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, 65 cm × 60 cm, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauv (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Mesnier (J.). — Abaque pour les calculs électriques en courant continu. Loi d'Ohm, calcul : des résistances de démarrage, de chûte de tension, d'effet Joule, de puissance, etc., 105 cm × 75 cm, en noir, 10 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus).

La constante empirique $\sqrt{2}$ signifie que la distribution du potentiel près de l'anode n'est pas changée si la cathode chaude est remplacée par un cylindre froid ayant la moitié de la section de la cathode chaude. La correction pour les vitesses initiales est moindre, pour une cathode cylindrique située à l'intérieur d'une anode, que pour des cathodes et anodes parallèles et planes. — C. F.

537.53. — Les mouvements des électrons dans les gaz; K.-T. Compton. *Phys. Rev.*, octobre 1923, t. XXII, p. 333-346, 6500 mots, 5 fig., 2 tab. — Pour des vitesses d'électrons au-dessous d'une valeur critique caractéristique de chaque gaz, les collisions avec les molécules sont probablement pareilles à celles qui se produisent entre des sphères élastiques, puisqu'il ne se produit ni ionisation, ni radiation. La fraction moyenne de l'énergie perdue dans la collision élastique d'une molécule de masse M avec un électron de masse m est

$$f = 2\,\frac{m}{M}\left(\frac{1-\Omega}{U}\right),$$

où Ω et U sont les énergies cinétiques moyennes des molécules et des électrons. Si on a $U > \Omega$, les électrons perdent de l'énergie dans les collisions. Ils en gagnent dans l'espace entre les collisions, de sorte que l'énergie cinétique tend à croître ou à décroître jusqu'à une énergie finale. Considérant les équations du mouvement de Langevin, on trouve

$$U_t \text{ (en volts)} = 66\,\frac{El}{\sqrt{l}},$$

où El est le produit de l'intensité du champ par la longueur de la trajectoire moyenne. Dans le cas d'électrodes parallèles planes, le nombre de collisions par centimètre et aussi le rapport de la vitesse en un point quelconque à la vitesse finale sont indépendants de l'intensité du champ. Dans le cas d'un filament cathodique rectiligne entouré d'une anode cylindrique coaxiale, les électrons peuvent acquérir leur vitesse maximum près de la cathode et, par conséquent, perdent de la vitesse en approchant de l'anode. Des courbes sont données pour divers cas. Substituant la valeur de la vitesse terminale dans l'équation de Langevin, on arrive à l'expression suivante du mouvement des électrons

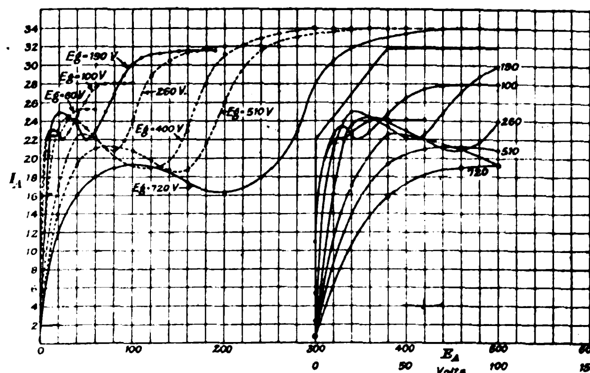
$$\mu = 0{,}815\,l\sqrt{\frac{e}{2m}}\left[\frac{\Omega}{2} + \left[\frac{\Omega^2}{4} + W^2\right]^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{2}}$$

dans laquelle l'énergie due au champ est

$$eW = \frac{leE}{1{,}506\sqrt{f}}.$$

Cette expression rappelle quelque peu celle donnée par Loeb (corrigée d'une erreur numérique), mais elle donne une valeur plus élevée de 0 à 10 pour 100. Quand les collisions ne sont pas élastiques, la mobilité est plus grande. — C. F.

537.53. — L'émission électronique (le phénomène de Hull étudié par Goetz). *Electrician*, 14 décembre 1923, t. XCI, p. 659-661, 2 500 mots, 2 fig. — Hull a trouvé que, lorsque la cathode, la grille et l'anode d'un triode sont reliées à la batterie suivant le dispositif « dynatron », la grille étant à un potentiel positif élevé par rapport à la cathode et le potentiel de l'anode étant accru graduellement, le courant d'anode croît d'abord rapidement et passe par un maximum. Un accroissement supplémentaire du potentiel de l'anode produit une diminution du courant d'anode qui arrive même à changer de signe dans certains cas. Finalement, on observe un minimum de courant après lequel le courant positif de l'anode croît avec le potentiel jusqu'à ce qu'il atteigne la même valeur que précédemment. Hull en a conclu que les électrons primaires, accélérés par le potentiel élevé de la grille, frappent l'anode avec une grande violence et produisent une émission secondaire d'électrons qui traversent la grille lorsque son potentiel est plus élevé que celui de l'anode. — Lorsque le potentiel d'anode s'approche de celui de la grille, les électrons secondaires ne vont plus de l'anode à la grille. Le courant d'anode s'accroît alors de nouveau. Hull en conclut qu'il y a des avantages considérables à utiliser la partie négative de la courbe caractéristique. C'est dans ce sens que von Goetz a dirigé son étude. Il a utilisé une cathode de Coolidge consistant en un cylindre de fer à l'intérieur duquel était placée une spirale de tungstène chauffée électriquement ; il a ainsi obtenu un courant d'électrons dans la direction de l'axe du cylindre. Les électrons ne pouvaient atteindre les parois de verre à travers le cylindre de fer qui formait écran. La grille comportait un réseau à mailles très serrées de fil très fin de tungstène à 2 mm du bord supérieur de la cathode ; l'anode était d'abord à 14,5 mm au-dessus de la grille. Après une série de mesures, la distance fut réduite à 3 mm sans altérer la position relative de la cathode et de la grille. On avait prévu aussi une anode secondaire consistant en un anneau de feuille de tantale concentrique à la cathode et à l'extérieur de celle-ci. Des précautions spéciales avaient été prises pour assurer un vide parfait. Au cours d'expériences préliminaires, on trouva qu'avec un courant de chauffage constant du fil de la cathode le courant d'émission des électrons de la cathode vers la grille était pratiquement indépendant du potentiel de l'anode et qu'il variait seulement avec celui de la grille. Il variait naturellement avec la température du fil de la cathode. Le courant de la cathode et le courant de l'anode atteignaient une valeur de saturation quand les potentiels de la grille et de l'anode étaient égaux et suffisamment élevés. Le courant de grille variait de 1/12 à 1/9 environ du courant de la cathode. La figure 1 montre les résultats d'une série d'expériences.



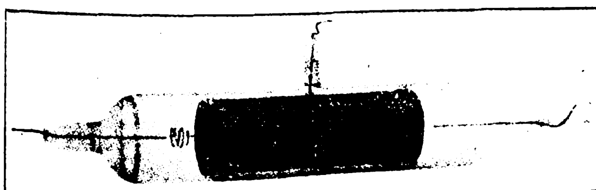
537.53. — Fig. 1. Courant d'anode en fonction de la tension d'anode pour différentes tensions de la grille d'un tube électronique.

Le potentiel de grille était maintenu constant pour chaque courbe et la relation entre le courant et la tension d'anode était déterminée pour une température constante de la cathode. Dans chaque courbe, on voit un maximum bien caractérisé de I_A (courant d'anode) suivi d'un minimum. La valeur de saturation est atteinte lorsque le potentiel de grille E_g est assez élevé. L'auteur conclut : lorqu'une cathode métallique est chauffée, les vitesses des électrons émis sont distribuées selon la loi de Maxwell. De simples considérations mécaniques montrent que, si s est la distance entre la grille et le point mort d'un électron (vitesse nulle), on a

$$s = \frac{\left(\delta^2 + \frac{E_g e}{m}\right)A}{(E_g - E_a)\,\frac{2e}{m}},$$

où δ est la vitesse avec laquelle il quitte la cathode (vitesse thermique), E_g le potentiel de grille, e la charge, m la masse de l'électron, A la distance de la grille de l'anode et E_a le potentiel de l'anode. Mais les choses ne sont pas aussi simples par suite de la « charge d'espace » à la surface de la cathode, qui empêche les électrons les plus lents de se déplacer vers la grille jusqu'à ce que son potentiel soit suffisamment accru. De plus, lorsque le potentiel de grille est petit, les électrons arrêtés se rassemblent entre les mailles. Ils exercent entre eux une force répulsive et ils freinent les électrons qui traversent. Il y a également une autre cause de trouble due à l'action électrostatique de la grille qui transforme les trajectoires rectilignes en paraboles. Dès que les électrons quittent la grille, ils suivent de nouveau des lignes droites non parallèles à l'axe du tube et, si l'anode est à quelque distance, plusieurs électrons peuvent ne pas l'atteindre. — Lorsque l'anode secondaire était en place et que la distance entre la grille et l'anode principale était réduite à 3 mm, on a trouvé que l'effet dû à l'émission électronique secondaire était accru (lorsqu'on amenait le potentiel de l'anode secondaire à une valeur élevée appropriée). On crée en effet une voie additionnelle pour les électrons secondaires. — C. F.

538.15. — La mesure de champs magnétiques d'intensité moyenne au moyen d'un magnétron; A.-W. Hull. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. XXI, p. 279-292, 4000 mots, 13 fig. — Toutes les méthodes en usage jusqu'à ce jour pour la mesure des champs magnétiques d'intensité faible ou moyenne ont deux limitations pratiques : 1° elles requièrent un instrument de mesure des courants, délicat et non portatif; 2° elles mesurent l'effet d'un changement du champ, et non le champ lui-même. Il est dès lors nécessaire soit de faire varier le champ à mesurer (annulation ou renversement), ou de déplacer la bobine de mesure par rapport au champ. D'ailleurs, dans la majorité des cas, le champ est en partie dû au magnétisme du fer et on ne peut le faire varier d'une façon connue, de sorte que le déplacement d'une bobine reste la seule méthode pratique. Le procédé indiqué par l'auteur n'est pas assujetti à de telles limitations. Les mesures peuvent être faites avec un voltmètre étalon portatif, sans mouvement ou variation du champ, et avec une exactitude égale à celle des méthodes galvanométriques. Le champ magnétique exerce une influence sur tous les tubes électrons, surtout sur ceux du type à vide élevé. En général, cependant, l'effet du champ dépend de la construction et de l'orientation du tube d'une façon difficile à calculer, ce qui entraîne la nécessité de précautions précises dans l'emploi du tube. Ces précautions deviennent inutiles lorsqu'on emploie un tube symétrique du type décrit ici, le magnétron, qui est une forme spéciale de kénotron à deux électrodes, dont la cathode est un filament rectiligne, et dont l'anode est un cylindre circulaire coaxial avec la cathode (fig. 1).



538.15. — Fig. 1. Le tube magnétron.

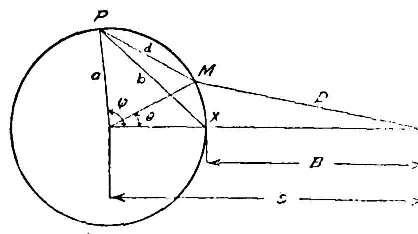
L'effet d'un champ magnétique à la cathode est le suivant : *a*) en l'absence du champ, les électrons se dirigent radialement de la cathode à l'anode; *b*) un faible champ magnétique parallèle à la cathode courbe légèrement leurs trajectoires, dans des plans normaux à la cathode; *c*) si la chute de potentiel est constante, la courbure des trajectoires croît avec le champ magnétique, et, pour un certain champ, les électrons frappent l'anode presque tangentiellement. Celle-ci est atteinte cependant et l'intensité du courant subsiste à peu de choses près; *d*) un nouvel accroissement du champ provoque le retour des électrons à la cathode. Alors, le courant qui parvient à l'anode s'annule brusquement, au cas où le vide est absolu et la symétrie parfaite. Dans les conditions pratiques de vide et de symétrie, un accroissement d'environ 10 pour 100 du champ magnétique est requis pour réduire le courant de sa valeur maximum à une valeur nulle, ou, plus exactement, à un petit résidu qui correspond au nombre d'électrons déviés de leurs trajectoires par collisions avec des molécules du gaz ou des parties dyssymétriques du tube. Ce courant résiduel est de l'ordre de un dixième de milliampère à 250 v. mais il peut atteindre 50 milliampères dans un bon vide et sous 10000 v. La chute de l'intensité de courant lorsque le champ magnétique critique est atteint est d'autant plus brusque que la chute de potentiel est plus élevée et la symétrie plus parfaite. La valeur critique du champ est donnée par l'équation

$$H_0 = \sqrt{\left(\frac{8m}{e}\frac{V}{R}\right.} = 6{,}72.\frac{V^{\frac{1}{2}}}{R}, \qquad (1)$$

où R est le rayon du cylindre, en centimètres; V, la différence de potentiel entre les électrodes, en volts; H_0, l'intensité du champ, en gauss. On voit que, pour un tube donné, H_0 n'est fonction que de V. Deux méthodes de mesure dérivent de ce principe : 1° le magnétron est connecté en série avec une forte résistance et une force électromotrice, et en parallèle avec un voltmètre étalon. Pour un champ donné H au centre du magnétron et parallèle à son axe, il y a une chute de potentiel critique V, lue au voltmètre, pour laquelle l'intensité du courant diminue brusquement. L'intensité du champ est alors donnée par l'équation (1). Cette méthode peut servir entre 20 et 500 gauss; 2° pour $H \leqslant 20$ gauss, le magnétron est connecté en série avec un milliampèremètre (qui peut être le voltmètre employé en 1° avec sa résistance mise en court-circuit), et une force électromotrice, et il est entouré par un solénoïde dans lequel il entre juste (comme diamètre). Le solénoïde est connecté, à travers des lampes à filament de tungstène, à la même source de force électromotrice que l'anode, et on règle la résistance de lampes de sorte que le champ magnétique du solénoïde soit égal au champ critique du magnétron. La combinaison du magnétron et du solénoïde est alors étalonnée, et elle est prête à servir à la mesure du champ à étudier, que l'on superpose à celui du solénoïde. — L. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

537.52. — Effet de surface dans les tubes minces; H.-B. Dwight. *J. A. I. E. E.*, septembre 1923, t. XLII, p. 961-969, 4000 mots. — L'effet de surface dont il est question est en réalité l'effet « pelliculaire ». L'auteur considère d'abord un circuit (fig. 1) composé d'un tube mince de



537.52. — Fig. 1. Tube mince et fil de retour infiniment petit.

rayon a et d'épaisseur t et d'un fil infiniment petit Y servant de conducteur de retour. Soit i_0 la densité de courant en M. Si σ est la résistance spécifique du conducteur, la chute de

tension est σi_0. En X elle est σi_0. Par suite du flux dû au courant I_1 dans Y, on a, entre X et M, un gradient de potentiel de

$$j\omega 2 I_1 \log \frac{D}{B} \text{ v : cm.}$$

Si la densité de courant en P est $i_{(\varphi)}$ et si l'élément de section considéré est $at\,d\varphi$, la différence due au flux du courant $i_{(\varphi)}\,at\,d\varphi$, en P, est

$$j\omega 2 \left(\log \frac{d}{b}\right) i_{(\varphi)}\,at\,d\varphi,$$

En intégrant par rapport à la circonférence du tube, on obtient la chute de tension inductive entre X et M due au courant du tube soit

$$j\omega 2 \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi} \left(\log \frac{d}{b}\right) i_{(\varphi)}\,at\,d\varphi.$$

Les deux chutes ajoutées donnent alors

$$i_{(0)} = i_0 + j\,\frac{2\omega}{\sigma}\, I_1 \log \frac{D}{B} + j\,\frac{2\omega}{\sigma} \int_{\varphi=0}^{\varphi=2\pi} \left(\log \frac{d}{b}\right) i_{(\varphi)}\,at\,d\varphi.$$

Après avoir négligé l'effet du courant i_0 et déterminé une valeur de i_0 qui contre-balance l'effet du courant de retour, l'auteur arrive à la formule suivante

$$\frac{R'}{R} = 1 + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{a^{2n}}{s^{2n}} \frac{2 l^4}{(l^4 + n^2)} \quad \text{ou} \quad l^2 = \frac{\omega 2 \pi a t}{\sigma}.$$

Lorsqu'on considère deux tubes minces, l'un servant de retour (fig. 2), on obtient la formule

$$\frac{R'}{R} = 1 + \frac{1}{2} |N_1|^2 + \frac{1}{2} |N_2|^2 + \ldots + \frac{1}{2} |N_n|^2$$

dans laquelle $|N_n|^2$ est la valeur absolue du carré de N_n et

$$N_n = A_n + B_n + C_n + \ldots$$

avec

$$A_n = \frac{2 a^n}{s^n} \frac{l^4 + j l^2 n}{(l^4 + n^2)},$$

$$B_n = \frac{1}{2} A_n \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{a^k}{s^k} A_k \frac{|n + k - 1|}{|n - 1|\,k}.$$

$$C_n = \frac{1}{2} A_n \sum_{k=1}^{k=\infty} \frac{a^k}{s^k} B_k \frac{|n + k - 1|}{|n - 1|\,k}, \text{ etc.}$$

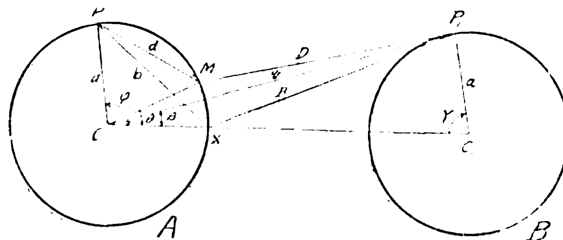
Avec deux tubes en parallèle, on a

$$\frac{R'}{R} = 1 + \frac{1}{2} |M_1|^2 + \frac{1}{2} |M_2|^2 + \ldots + \frac{1}{2} |M_n|^2 + \ldots,$$

avec

$$M_n = A_n - B_n + C_n - D_n + \ldots.$$

Lorsqu'il s'agit de l'enveloppe d'un câble isolé constituant un circuit monophasé, l'auteur fait les hypothèses suivantes : l'armure est remplacée par une chemise de cuivre de même résistance, ayant le rayon moyen et une épaisseur t, et on l'assimile à un tube mince. Elle est isolée des autres fourrures, excepté en un point. Le conducteur à l'intérieur de la chemise est remplacé par un fil plein de même résistance et de rayon a, dont la densité de courant est uniforme. Le conducteur de retour et sa chemise sont remplacés par un fil infiniment petit. Le calcul est identique au précédent, le courant total dans l'armure étant nul. L'auteur examine ensuite le cas d'un circuit composé d'un fil fini et d'un fil infiniment



537.52. — Fig. 2. Deux tubes minces, l'un servant de retour.

mince, de deux fils en parallèle, d'un circuit triphasé disposé en triangle ou dans un plan. Enfin, il donne une table des fonctions de Bessel pour l'argument $xj\sqrt{j}$ dans lequel x est n'importe quel nombre entier compris entre 1 et 10. Ces valeurs sont utiles pour tracer les courbes de l'effet « pelliculaire ». Les valeurs interpolées ne peuvent pas être obtenues au moyen de cette table, mais à l'aide de formules de réduction qu'il indique. — C. F.

621.315.5 + 537.312. — Méthode précise de calcul de l'effet pelliculaire dans le cas de conducteurs isolés de forme tubulaire; Herbert Bristol Dwight. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 827-831, 1 000 mots, 1 fig., 1 tab. — Dans un mémoire publié antérieurement (*Transactions A. I. E. E.*, 1918, p. 1 379), l'auteur a déjà fait connaître des méthodes approchées de calcul de l'effet pelliculaire pour des conducteurs de ce genre, l'exposé étant complété par l'adjonction d'un certain nombre de courbes susceptibles d'être utilisés pour des applications numériques. Dans le présent article, M. Dwight présente, du même problème, une solution précise qui comporte l'emploi des fonctions de Bessel. Des tables, donnant les valeurs de ces dernières pour des arguments compris entre 0 et 10, ont été intercalées dans le texte ; elles ont été reproduites d'après des documents originaux contenus dans les Comptes rendus de la Britisch Association for the Advancement of Sciences. Pour des valeurs suffisamment élevées de l'argument, l'auteur montre qu'il est possible de retrouver les valeurs fournies par les tables à l'aide de séries qu'il définit complètement en écrivant l'expression représentant leurs termes généraux respectifs ; il vérifie, en terminant, sur un exemple numérique de détermination de l'effet pelliculaire, la correction des résultats obtenus avec la méthode précise de calcul décrite. — L. D.

621.315.14.00.42. — Les nouvelles règles d'établissement des lignes aériennes. *Electrical Review*, 23 novembre 1923, t. XCIII, p. 793-794, 2000 mots. — Les nouvelles règles anglaises viennent d'être publiées par les soins des « Electricity Commissioners ». Elles sont divisées en deux parties principales comme il suit : la première donne les spécifications générales ; la seconde traite des cas particuliers. Les conducteurs peuvent être constitués par du cuivre, de l'aluminium ou d'autres métaux après accord avec les « Electricity Commissioners ». Tous les conducteurs doivent, au moment de la pose, satisfaire aux conditions mécaniques suivantes : cuivre, allongement, 1 pour 100 ; résistance à la rupture, 35 kg : cm² ; module d'élasticité, 1,3 10^6 ; aluminium, allongement, 4 pour 100 ; résistance à la rupture, 16 kg : cm² ; module d'élasticité, 0,7.10^6. La section la plus petite des conducteurs sera telle que sa charge de rupture ne sera pas inférieure à 300 kg

Les conducteurs seront placés de manière à être inaccessibles à toute personne placée sur le sol ou dans un bâtiment sans faire usage d'une échelle ou autre accessoire La hauteur au-dessus du sol devra être choisie de manière à n'apporter aucune entrave aux travaux habituels ; les précautions nécessaires seront prises pour éviter tout danger. Dans le cas de croisement de deux lignes, toutes les précautions seront prises pour éviter le contact en cas de rupture de l'un ou l'autre des conducteurs. Les conducteurs seront supportés par des isolateurs convenables fixés sur des mâts de bois, de fer, d'acier ou de béton armé. Tous les supports en bois, autres que le chêne, devront être imprégnés à la créosote. Des précautions spéciales devront être prises pour éviter la corrosion des parties métalliques, au-dessus ou dans le sol. Les supports devront pouvoir résister aux efforts normaux sans dommage et sans mouvement du sol. En aucun cas, la raideur d'un support, dans la direction de la ligne, ne sera moindre que le tiers de celle dans la direction transversale. Les facteurs de sécurité seront les suivants : fer ou acier, 2,5 ; bois, 3,5 ; béton armé, 3,5. Ces facteurs seront calculés en supposant que tous les conducteurs, câbles ou fils, portés par les supports sont à une température de 6° C, couverts d'une couche de glace de 12 mm d'épaisseur et soumis à l'effort d'un vent de 22 m : s, ce vent exerçant une pression égale à 40 kg : m² sur la surface projetée. Dans ces conditions, le coefficient de sécurité des fondations devra être égal à 2,5. Dans le cas de mâts en treillis, la surface sera à peine égale à la moitié de la surface brute. — Lignes de dérivation : ces lignes doivent être connectées à un support ; toute partie d'une ligne de dérivation accessible d'un bâtiment, à l'aide d'une échelle ou autre moyen, devra être protégée efficacement au moyen de matières isolantes approuvées par des « Electricity Commissioners » ; si la ligne est établie le long d'un chemin carrossable, sa hauteur ne sera pas inférieure à 6 m. Les lignes doivent être inspectées régulièrement et efficacement au point de vue mécanique et électrique. — La deuxième partie des règles est applicable aux lignes qui n'ont pas de pôle à la terre ; un premier paragraphe se rapporte aux lignes dont la tension ne dépasse pas 650 v à courant continu ou 325 v à courant alternatif. Le facteur de sécurité des conducteurs doit être égal à 2 dans les conditions de température et de charge indiquées plus haut. La hauteur minimum des conducteurs au-dessus du sol ne doit pas être inférieure à 7 m pour une température égale à 50° C. Lorsque le potentiel d'un conducteur, par rapport à la terre, dépasse 250 v en courant continu ou 125 v en courant alternatif, il est nécessaire de prendre les dispositions suivantes : 1° dans le cas de rupture d'un conducteur, un court-circuit franc devra s'établir automatiquement, toute autre disposition concourant au même but peut être proposée et soumise à l'examen ; il en sera de même pour toute disposition de conducteur non prévue au règlement. Le paragraphe suivant se rapporte aux lignes à haute tension. Le facteur de sécurité des conducteurs devra être égal à 2 dans les conditions de charge spécifiées précédemment ; suivant la tension, la hauteur des conducteurs ne sera pas inférieure à 7 à 8 m. Des précautions spéciales devront être prises pour éviter les accidents en cas de rupture des conducteurs ou pour toute autre cause. Toutes les parties métalliques autres que les conducteurs devront être mises à la terre ; un fil continu sera disposé le long de la ligne et mis à la terre tous les 500 m environ ; toutes les parties métalliques seront reliées à ce conducteur de terre. Toutes les traversées de routes, chemins de fer, canaux se feront à une hauteur déterminée par les circonstances, mais qui ne sera pas inférieure à 15 m ; les isolateurs seront doublés ; les dispositions seront prises pour qu'un fil rompu soit mis immédiatement à la terre. Des notices et affiches informeront les populations du danger offert par le contact avec les câbles. — E. B.

621.315.14.00.46. — La fatigue des câbles à haute tension. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 863-865, 1300 mots, 2 tab. Analyse d'un article de Klein, paru dans *E. T. Z.*, 15 mars 1923, t. XLIV, p. 233-234, 2200 mots, 2 tab.

621.315.14.00.14. — Nouvelle méthode d'épreuves des câbles à haute tension ; F.-A. Smith-Kleine, C.-F. Proos et J.-C. Van Staveren. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 996-999, 2200 mots, 6 fig. — Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14. — Contribution à l'étude des câbles à haute tension ; Bruckman. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1000, 600 mots, 2 fig. — Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.6. — La relation entre la résistance d'isolement et la résistance au percement; P. Fernie. *Electrician*, 23 novembre 1923, t. XCI, p. 571, 1700 mots. — L'auteur émet des doutes sur l'exactitude de l'hypothèse faite par le Dr K. Wagner pour expliquer les perforations sous tension par un effet d'augmentation de la conductibilité dû à l'échauffement de certaines parties de l'isolant. Wagner ainsi que Hayden et Steinmetz avaient cherché à expliquer la rupture en zigzag constatée bien souvent par l'échauffement exagéré de certaines parties de l'isolant consécutif au passage du courant par ces circuits de moindre résistance ohmique. L'auteur combat cette manière de voir et fait remarquer, en passant, que la résistance au percement de certains câbles isolés au papier croît avec la température, au moins dans une certaine limite. Il considère en particulier le cas de la toile ordinaire qui est perforée sous une tension voisine de 1500 v ; chauffée lentement jusque vers 130° C, cette toile résiste, mais au delà de cette température, elle noircit et est percée instantanément. La même toile prise à froid est percée immédiatement sous l'application d'une tension supérieure à 1500 v ; il faudrait admettre que la température à l'endroit percé a été portée en un temps très court à plus de 130° ; l'auteur montre que, pour les valeurs constatées de la résistance ohmique, le courant résultant de l'application de la tension était absolument incapable de produire cet effet. En outre, cette résistance ohmique d'isolement croît avec la température de l'isolant ; aussi l'auteur propose-t-il une autre explication. Les travaux de Fleming et de Dyke ont montré qu'il y a dans les diélectriques des électrons qui sont déplacés de leur position d'équilibre par un champ électrique ; l'auteur demande ce qui se passe lorsque ce champ est assez intense pour déplacer ces électrons au delà de la limite d'élasticité. — E. B.

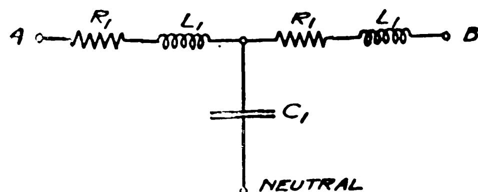
621.315.61 : 677.732. — Cahier des charges pour la fourniture des conducteurs isolés au caoutchouc employés dans les installations d'immeubles ou d'usines, adopté par l'Union des Syndicats de l'Electricité le 7 février 1923. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 716-717, 1600 mots. — Ce cahier des charges a été établi par la deuxième Commission (Fils et câbles) de l'Union des Syndicats de l'Electricité et soumis à la quatrième Commission (Normalisation et cahier des charges) ; il a été adopté par le Comité de Direction de l'Union dans sa séance du 7 janvier 1923. Il est à remarquer que ce cahier des charges n'admet que l'emploi de conducteurs dont l'isolement linéique est au moins de 400 mégohms par kilomètre après vingt-quatre heures d'immersion dans l'eau à 15° C et deux minutes d'électrification avec une batterie de 300 v.

621.315.32.00.42. — Règles à appliquer pour l'exécution et l'entretien des installations électriques de première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances, adoptées par l'Union des Syndicats de l'Electricité, le 4 juillet 1923. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 743-751, 6500 mots, 2 tab. — Ces règles annulent et remplacent celles qui avaient été édictées par l'Union des Syndicats de l'Electricité, en novembre 1911.

621.315 61 : 677.731. — Cahier des charges pour la fourniture des câbles sous plomb isolés au papier imprégné, adopté par l'Union des Syndicats de l'Electricité le 7 mars 1923 *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 717-720, 1 800 mots, 4 tab. — Ce cahier des charges a été adopté par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité dans sa séance du 7 mars 1923, sur étude de la dix-huitième Commission de l'Union. Les six premières parties de ce cahier des charges comprenant les paragraphes 1 à 17 reproduisent à peu près littéralement le texte de la Section III des Règles françaises d'Unification du Matériel électrique établies par le Comité électrotechnique français et publiées par celui-ci en décembre 1918 dans le fascicule 9 de ses publications. La septième partie, comprenant les paragraphes 18 à 21, contient diverses clauses d'un caractère plus commercial que technique se rapportant aux garanties et aux contestations.

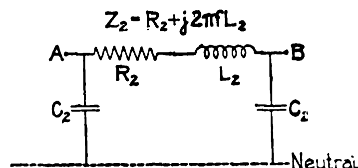
621.315.7. — De la nécessité et des moyens de faire connaître les dangers de l'électricité, notamment aux enfants; BELLAAR SPRUYT. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 055-1 057, 900 mots, 2 fig. — Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internatinale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.316. — Résolution des problèmes de transmission d'énergie au moyen de circuits en miniature; O.-R. SCHURIG. *G. E. R.*, septembre 1923, t. XXVI, p. 611-618, 4 400 mots, 5 fig., 4 tab. — Ces circuits consistent en éléments de résistance, inductance, capacité et fuites, déterminés de façon à reproduire, dans une certaine proportion, les constantes d'une ligne réelle. Soit le cas d'une ligne triphasée à 200 000 v, 60 p : s, ayant une résistance de 0,101 ohm par kilomètre (par conducteur), une inductance de $L = 0{,}00139$ henry par kilomètre (par conducteur), une réactance $2\pi fL = 0{,}522$ ohm par kilomètre (par conducteur), une capacité $c = 0{,}00844 \times 10^{-6}$ farad par kilomètre (par conducteur par rapport au neutre) et une susceptance $2\pi fc = 3{,}18 \times 10^{-6}$ mho par kilomètre (par conducteur par rapport au neutre). Une ligne électriquement équivalente devra posséder, pour chaque centaine de kilomètres, les caractéristiques suivantes, par conducteur : résistance, 10,1 ohms; réactance, à 50 p : s, 52,2 ohms; capacité, 0,844 microfarad. Si on veut que cette ligne équivalente soit la reproduction exacte de la ligne réelle, elle doit être du type « réparti » c'est-à-dire avec ses caractéristiques uniformément distribuées. Elle peut consister en spires de fil enroulées (une seule couche) sur des tubes de verre pourvus d'un revêtement de clinquant sur leur face interne; ou encore, en bobines à plusieurs couches; alors, la capacité uniformément répartie s'obtient au moyen de feuilles métalliques entourant chaque couche. Un circuit miniature triphasé nécessite trois éléments semblables, les extrémités des feuilles métalliques des trois éléments étant réunis pour former le point neutre. Le type réparti de ligne miniature est particulièrement adapté à l'étude expérimentale des phénomènes transitoires comportant des fréquences élevées; mais cette répartition uniforme des constantes de



621.316 — Fig. 1. Diagramme d'une ligne miniature en T, représentant une phase par rapport au neutre.

la ligne n'est pas nécessaire à considérer dans l'étude des problèmes exclusivement à basse fréquence; en d'autres termes, on peut se permettre alors une construction simplifiée des éléments miniature, sous la forme d'unités séparées de résistance, de réactance et de capacité; de telles lignes artificielles peuvent être construites pour représenter soit un conducteur par rapport au neutre, soit les trois phases. Deux questions se posent : 1° comment faut-il déterminer le dimensionnement des éléments pour une fréquence donnée; 2° de quelle manière convient-il de connecter les éléments de résistance, d'inductance et de capacité du circuit miniature ? Pour cette dernière question, on sait qu'on peut adopter soit la représentation en T, soit celle en π (fig. 1 et 2).

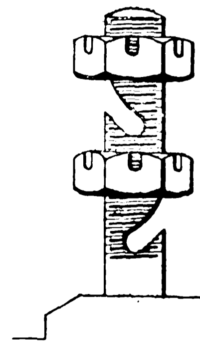


621.316. — Fig. 2. Diagramme d'une ligne miniature en π, représentant une phase par rapport au neutre.

Quant à la première question, l'auteur la traite par le calcul pour des valeurs diverses de la fréquence. Il passe ensuite à l'exposé de la représentation en miniature d'un réseau complet et termine par le mode d'emploi de telles représentations, mode d'emploi qu'il adapte à la recherche des intensités dans diverses sections d'un réseau chargé suivant la répartition des charges; l'exemple donné est traité numériquement. — P. V.

621.315.37. — Branchement des installations intérieures sur le secteur; Heinrich BREIT. *E. T. Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 705-706, 1 000 mots, 3 fig. — L'article étudie les différents modes de branchement sur le secteur d'installations intérieures de force motrice à courant triphasé à 3 fils, les lampes pour l'éclairage étant montées entre phases et neutre, lorsque ce branchement sous tube comporte un tableau de coupe-circuits fusibles et deux compteurs. Il montre les avantages et les inconvénients de chacun d'eux au double point de vue de la garantie contre la fraude et du remplacement facile des fusibles fondus. — B. H.

621.315.32. — Boîte de dérivation à contacts à échancrures en biais. *E. T. Z.* 15 novembre 1923, t. XLIV p. 1019-1020, 300 mots, 1 fig. — Les branchements ordinaires s'obtiennent en serrant à l'aide d'écrous, sur des contacts



621.315.32. — Fig. 1. Serre-fils à échancrure.

appropriés, l'extrémité du fil cintrée en boucle. L'opération nécessite l'enlèvement préalable des écrous, d'où risque inévitable de perte. Dans le brevet Siébel ce danger n'est pas à craindre. Il n'y a pas d'écrou à enlever, le fil est placé du côté convenable dans l'encoche d'une tige de laiton filetée, et serré contre la paroi au moyen d'un écrou crénelé. Les contacts se font pour des sections de fil de 10 à 35 mm².

L'ensemble des différents contacts constituant la boîte de dérivation est placé dans une caisse plombée. — E. F.

621.316.4. — Grandeur des forces agissant sur les supports des bobines de réactance en cas de court-circuit; R.-E. Doherty et F.-H. Kierstead. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. XLII, p. 832-841, 4 000 mots, 9 fig. — Dans le calcul des forces en question, deux éléments caractéristiques, outre la force périodique appliquée, entrent en ligne de compte, la masse et la résilience. Le problème correspondant ne diffère point, dans le fond, de nombre d'autres dont les données impliquent la prise en considération de facteurs de même nature (calcul du volant d'une machine synchrone accouplée à une machine à mouvement alternatif notamment), ou présentant des propriétés en tous points comparables (étude d'un circuit contenant une résistance, une inductance et une capacité en série). La solution, ainsi que le montrent les auteurs est donnée par une équation différentielle bien connue dont l'intégration conduit à l'équation du mouvement auquel est soumis la bobine de réactance, pendant le court-circuit. L'analyse n'est d'ailleurs ainsi simplifiée qu'en faisant certaines hypothèses (rigidité absolue du plancher-support, indéformabilité des bobines, inexistence d'un régime transitoire, etc.) dont la répercussion sur les résultats est ensuite discutée, en vue de définir les conditions dans lesquelles l'équation obtenue cesse d'être applicable. Plusieurs cas sont successivement envisagés et traités d'une façon complète (mouvement gêné ou non gêné par l'effet de la présence du plancher-support, la fréquence de la force électrique étant successivement de 60 et de 120 p : s, bobines rigidement assujetties à des poutres à double T, au lieu d'être boulonnées sur un plancher indéformable). Signalons les conclusions les plus importantes : 1° au cas où la bobine n'est pas maintenue sur le plancher-support d'une façon absolument rigide, la valeur de la force maximum qui s'exerce sur l'organe de fixation (boulon, etc.), pendant le court-circuit, est conditionnée, essentiellement, par la grandeur du rapport entre la fréquence propre n d'oscillation de la bobine de réactance et la fréquence f du courant qui la traverse. En particulier, pour les valeurs de $\frac{n}{f}$ relativement importantes $\left(\frac{n}{f} > 3\right.$, par exemple), la valeur de cette force maximum est en général supérieure à la valeur maximum de la force magnétique développée par le court-circuit; si $\frac{n}{f} < 3$, l'équation, le plus souvent, cesse d'être applicable, l'hypothèse de l'inexistence d'un régime transitoire n'étant plus admissible, lorsque la déviation maximum de la position de repos se produit après la première période qui suit l'établissement du court-circuit; il est probable, cependant, que, dans ce cas également, la conclusion énoncée ci-dessus, au sujet des grandeurs respectives de la force maximum agissant sur l'organe de fixation et de la valeur maximum de la force magnétique, reste réelle; 2° si la réactance est maintenue sur le plancher-support d'une façon absolument rigide, la valeur maximum de la force agissant sur l'organe d'attache ne dépend plus du rapport $\frac{n}{f}$; aucun mouvement n'est possible si l'action combinée de la tension initiale imprimée aux boulons de fixation et du poids de la réactance est supérieure ou au moins égale à celle développée par la force magnétique lors de sa valeur maximum; cette condition, à ce qu'il semble, devrait être invariablement réalisée; 3° l'équation trouvée par les auteurs sous réserve de certaines hypothèses nettement spécifiées par eux, conduit à des résultats donnant des indications tant sur les caractères généraux des phénomènes étudiés que sur les grandeurs des forces mises en jeu; avec les restrictions signalées au paragraphe 1°, il paraît possible de les utiliser, à titre de guide, dans les calculs des bobines de réactance. — L. D.

621.311.7. — Contrôle et manœuvres sur les réseaux à haute tension. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 876, 100 mots Communication faite par M. Hunter à la séance du 1er décembre 1923 de la Société française des Electriciens.

621.311.7. — Sur la détermination d'une gamme de courants pour appareils ; F. Natalis. *E. T. Z.*, 16 août 1923, t. XLIV, p. 795, 1 500 mots. — En vue de normaliser la fabrication de l'appareillage électrique, le Verband deutscher Elektrotechniker avait chargé une commission de déterminer la gamme des intensités de courant la plus propre à servir de base à cette normalisation. Ladite commission vient de déposer son rapport et elle propose d'adopter, pour les courants normaux de 100 à 1000 A, les nouvelles intensités suivantes : 100, 160, 250, 400, 640 et 1 000 A. La gamme actuellement en usage comprend 100, 200, 350, 600 et 1 000 A et c'est sur ces intensités qu'est basée la construction systématique adoptée jusqu'ici en Allemagne. L'auteur combat la proposition de la commission parce qu'elle bouleverserait par trop la construction actuelle : la gamme proposée contient en effet un élément de plus que celle en vigueur aujourd'hui et, en outre, les différences existant entre les deux gammes ne permettent pas que les mêmes appareils puissent servir indifféremment à l'une et à l'autre sans qu'il en résulte une mauvaise utilisation du matériel. Les fabricants seraient donc obligés d'avoir en magasin un stock important d'appareils, non seulement pour la nouvelle gamme, mais aussi pour celle en usage jusqu'à aujourd'hui à cause du grand nombre d'installations en service qui, pendant de nombreuses années encore, exigeront une réserve importante de pièces de rechange. L'auteur propose d'adopter la gamme suivante : 100, 180, 320, 560 et 1 000 A. L'article se termine par quelques considérations au sujet de la graduation des instruments de mesure. — A. M.

621.311.74. — L'emploi de chambres d'explosion dans les interrupteurs dans l'huile. *Electrical Review*, 14 décembre 1923, t. XCIII, p. 890-891, 700 mots, 1 fig. — Cet article donne la description d'un dispositif permettant soit d'augmenter la capacité de rupture d'appareils existants, soit, pour les appareils à construire, de diminuer pour une même capacité de rupture leur encombrement. Ce dispositif consiste en une solide chambre d'acier qui entoure le contact fixe et est traversée, généralement à sa base, par le contact mobile qui bouche presque entièrement l'orifice de passage. Lors d'une coupure, l'arc jaillit dans cette chambre et les gaz ne pouvant s'échapper que par le faible espace disponible entre le contact mobile et le fond de la chambre, la pression est moins brutale et mieux répartie dans toute la cuve principale. En outre, leur trajet dans l'huile de la cuve étant augmenté, leur refroidissement est meilleur, d'où moindre danger d'inflammation. L'arc dans la chambre se trouve éteint par l'huile existant dans cette chambre et que la pression des gaz fait remonter jusqu'à l'arc. Bien entendu, on ne munit de ce dispositif que les seuls contacts de rupture. Des essais faits par la Rand electric Power Co ont montré que, pour les appareils munis de ce dispositif, l'arc était éteint beaucoup plus rapidement. Les résultats obtenus furent confirmés par des expériences faites à la G. E. Co qui montrèrent que, pour des appareils identiques dont certains étaient munis de ce dispositif, les pouvoirs de rupture étaient respectivement de 5 000 et 10 000 A. En outre, des relevés oscillographiques ont montré que, pour les interrupteurs ordinaires coupant 5000 A, la durée de l'arc était double de celle obtenue avec les appareils munis de chambres d'explosion. — J. S.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (4). — Les méthodes appliquées dans les installations hydrauliques de production d'énergie de l'Europe du Nord; Clifford N. Anderson. *Electrical World*, 13 janvier 1923, t. LXXXI, 3 700 mots, 8 fig. — Dans cet article l'auteur expose les méthodes et dispositifs en usage dans les installations d'usines hydrauliques de production d'énergie

dans le nord de l'Europe. Il constate d'abord que les installations extérieures y sont peu en faveur, bien qu'elles aient donné de bons résultats dans les quelques cas où on les a employées. Il signale ensuite qu'au point de vue bâtiments on constate toujours une recherche d'aspect attrayant et décoratif et indique dans les grandes lignes les tendances au point de vue disposition et répartition intérieure des bâtiments. — Passant à des questions d'ordre plus technique, il constate, en premier lieu, la tendance à faire une seule unité des génératrices et transformateurs dans le cas des grandes puissances, en les reliant sans l'intermédiaire d'interrupteurs. Les générateurs sont construits aujourd'hui avec une réactance de 7,8 et jusqu'à 30 pour 100, au lieu de 3 à 4 pour 100 autrefois, ce qui entraîne des courants de court-circuit relativement faibles. Dans le cas où on met à la terre une des phases du réseau de distribution à haute tension, une résistance de protection de 0,5 ohm à 2 ohms par machine génératrice est intercalée entre la terre et le neutre de la machine. L'auteur signale, d'autre part, l'emploi très développé de câbles au lieu de barres nues pour relier les génératrices aux transformateurs et l'emploi presque exclusif de transformateurs triphasés au lieu de trois transformateurs monophasés comme en Amérique. Pour les isolateurs, on utilise, dans quelques cas, le papier là où on n'a pas à craindre les effets de l'humidité. Pour les isolateurs de suspension de lignes, l'auteur signale, pour les éléments en porcelaine, un procédé de fabrication très intéressant qui consiste, au cours de l'assemblage des différentes parties, à en chauffer certaines, ce qui provoque un retrait et une liaison plus énergique des pièces entre elles. Passant ensuite aux dispositifs de protection des câbles qui sont beaucoup plus employés qu'en Amérique, l'auteur donne le principe des systèmes Pfannkuch (de l'A. E. G.) et Lypro de (Siemens-Schuckert) qui, pour leur application, nécessitent l'emploi de câbles d'une construction spéciale. Il dit ensuite quelques mots sur la protection contre les surtensions, question qui à elle seule ferait, dit-il, la matière d'un article et signale surtout la faveur dont jouit le système de la bobine de Petersen. — J. S.

621.311.21 (71). — **Les installations hydroélectriques de la province d'Ontario.** *Electrical Review*, 30 novembre 1923, t. XCIII, p. 819-822, 1500 mots, 9 fig. — Les usines utilisent la chute du Niagara, côté des Etats-Unis ; des photographies permettent de juger de l'énormité des travaux exécutés pour l'aménagement de cette chute. L'installation dans son état actuel consiste en trois alternateurs à axe vertical de chacun 45000 kv-A. Une autre station génératrice a été érigée à Ranney et utilise également une chute d'eau importante ; son équipement consiste en deux alternateurs à axe vertical de chacun 4500 kv-A, triphasés, 60 p : s, 6600 v et tournant à 120 t : mn. Le diamètre extérieur du stator est égal à 6,20 m environ et celui du rotor à 5,25 m environ, la hauteur de la culasse du stator atteint 1 m environ. L'arbre est prolongé de 1,50 m à sa partie inférieure et couplé rigidement à l'arbre de la turbine. Le poids du rotor et de la turbine est supporté par un palier de butée capable de résister à une poussée de 85 t. Un dispositif de sécurité a été prévu pour parer au danger d'incendie ; une canalisation permet d'arroser tout l'alternateur. Chaque alternateur porte, en bout d'arbre, une excitatrice de 50 kw sous 125 v et une seconde excitatrice est maintenue en réserve. La tension est élevée à 44000 v par deux transformateurs de 4500 kv-A à refroidissement par circulation d'eau ; des prises variables permettent de porter la tension de ligne à 42000, 46000 et 48000 v. Par suite d'un défaut de fonderie, l'un des rotors éclata par excès de vitesse dû au non-fonctionnement du régulateur, la machine entière fut détruite ainsi qu'une grande partie du bâtiment, l'inondation complète de la station put être évitée par la fermeture rapide des vannes. — E. B.

621.311.22 (44.) — **L'usine génératrice de Gennevilliers** ; F. Ohlmuller. *E. T. Z.*, 19 juillet 1923, t. XLIV, p. 681-685, 3700 mots, 14 fig. — L'auteur décrit brièvement l'usine génératrice de Gennevilliers d'après les articles déjà parus dans la « Revue générale de l'Electricité », 24 février et 3 mars 1923, t. XIII, p. 283 et 349 ; « Le Génie civil », t. LXXXI, p. 1 ; « The Electrical Word », t. LXXX, p. 265. — B. H.

621.31 (93). — **Le développement de l'industrie électrique en Australie** ; G.-G. Cree. *G. E. R.*, septembre 1923, t. XXVI, p. 602-607, 3500 mots, 8 fig. — Description d'ensemble des réseaux principaux et des applications de l'électricité, tant dans l'industrie que dans les habitations. — Revue statistique des progrès accomplis et exposé des possibilités futures. — P. V.

621.311. — **Utilisation des stations génératrices modernes pour l'alimentation des anciens réseaux de distribution** ; W. Purse. *Electrician*, 29 juin 1923, t. XC, p. 714-718, 6000 mots. — Les réseaux anciens de distribution électrique ont été établis, en général, pour courant alternatif monophasé et, exceptionnellement, pour courant continu à basse tension, tandis que les stations génératrices modernes sont établies pour produire du courant triphasé à haute tension. La transformation des anciens réseaux à courant monophasé pour cette sorte de courant est relativement facile ; il n'en est pas de même pour les réseaux à courant continu et l'auteur examine les moyens d'y parvenir. La première question à examiner est celle des câbles existants afin de rechercher s'ils peuvent être utilisés ; en général, l'auteur trouve plus avantageux d'établir un nouveau réseau de câbles triphasés et d'alimenter les installations en répartissant au mieux la charge sur les trois phases. Pour l'alimentation d'anciens réseaux diphasés, on a dû faire emploi de la transformation Scott, mais cela n'a pas empêché de nombreux troubles dus au changement de fréquence, les moteurs s'accommodant assez mal de cette modification de leur régime. Toutes ces retouches sont excessivement coûteuses, nécessitent l'acquisition d'un matériel important et la mise au rebut d'appareils, machines et transformateurs ayant coûté des sommes considérables. La discussion de la communication a encore mis davantage en lumière les ennuis et les frais occasionnés par ces transformations. — E. B.

621.315.14.00.3 (44). — **Résultats d'exploitation de la ligne de transport d'énergie électrique de la Basse-Isère à 120000 v et du poste de transformation à 120000 v de La Rivière, près de Saint-Etienne** ; G. Viel. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1058-1059, 1700 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.14.00.45 (52). — **Exploitation et entretien de la ligne à 115 kv de Inawashiro (Japon)** ; Tachikawa et Anzo. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1059-1063, 2200 mots, 9 fig. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.311.7. — **Protection de l'exploitation d'un grand réseau hydroélectrique à haute tension** ; F. Gillespie. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1049-1050, 1200 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

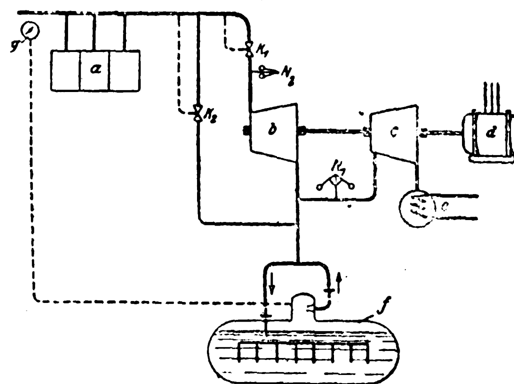
621.311.031.4 : 621.314. — **L'interconnexion des grands réseaux par des convertisseurs de fréquence.** *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 813-814, 800 mots, 2 fig. Analyse d'un article de J.-W. Dodge, publié dans *G. E. R.*, juin 1923, t. XXVI, p. 435-444, 6500 mots, 12 fig.

621.311.031.4. — **Marche en parallèle en vue d'échanges d'énergie de réseaux à fréquences différentes** ; E.-R. Stauffacher et H.-J. Briggs. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, p. 1129-1132, 2200 mots, 3 fig., 2 tab. — La Southern California Co (fréquence 50 p : s) pratique, depuis plusieurs années déjà, avec succès, l'échange d'énergie, sur une

échelle importante, avec les quatre compagnies qui bordent son secteur et dont trois exploitent leur réseau avec une fréquence différente (60 p : s). Les liaisons établies, qui se traduisent par des avantages bien connus pour chacun des participants, permettent, en l'espèce, à l'un d'entre eux, d'utiliser de grandes quantités d'énergie provenant d'un réseau non contigu et qui lui sont transmises, indirectement, par l'intermédiaire du réseau auquel il est connecté. Les changeurs de fréquence utilisés pour réaliser les jonctions sont du type synchrone et comprennent 3 groupes de 5 000 kw, (facteur de puissance 0,8) et 1 groupe de 15 000 kw, (même facteur de puissance), installés, chacun, dans une sous-station différente. Les échanges d'énergie, assez variables, suivant les époques de l'année, se chiffrent, à certains mois, par plusieurs millions de kilowatts-heure. La mesure de l'énergie circulant de réseau à réseau est effectuée en chaque point de soudure à l'aide d'un wattmètre enregistreur et de deux compteurs intégrateurs polyphasés; les compteurs de kilowatts-heure sont pourvus d'un mécanisme à cliquet ne permettant leur fonctionnement que dans un sens seulement; l'équipement d'une sous-station comprend un double jeu des trois instruments ci-dessus, un de chaque côté du changeur de fréquence. La mise en charge de ce dernier, lorsqu'il a été, au préalable, amené au synchronisme, s'obtient, très simplement, en demandant à l'usine à laquelle incombe la fourniture d'énergie d'accélérer ses turbines; le convertisseur réagit immédiatement sous l'effet de l'augmentation de fréquence ainsi réalisée et son alternateur se met à débiter sur le réseau récepteur; il ne reste plus alors qu'à exécuter quelques petites manœuvres (qui, du reste, peuvent être rendues automatiques) pour rétablir les conditions normales de régime de la tension. Les groupes convertisseurs établis avec une marge de grandeur d'excitation suffisante sont utilisés, le cas échéant, pour la correction du facteur de puissance. Voici, à titre documentaire, quelques-unes des spécifications imposées au constructeur pour un des groupes actuellement en service à la Southern California Co : « le convertisseur développant, du côté alternateur, 5000 kw, sous un facteur de puissance égal à 0,8, devra pouvoir supporter une surcharge momentanée de 50 pour 100; chaque unité devra pouvoir fonctionner en moteur synchrone avec un déphasage en avant correspondant à 0,8, le groupe développant 5000 kw avec un facteur de puissance égal à 0,8; l'échauffement observé, dans ces conditions, ne dépassera pas 50° C ». La pratique de la Southern California Co est de protéger ses changeurs de fréquence contre les surcharges provenant de causes extérieures, à l'aide de relais temporisés installés de part et d'autre du groupe; un dispositif spécial de relais directifs, avec contacts en série, est en outre adjoint à chaque convertisseur; il a pour rôle de provoquer le déclenchement simultané, des deux côtés de la machine, au cas où un défaut à la masse surviendrait dans le circuit interne de cette dernière. — L'emploi des changeurs de fréquence, d'après l'expérience de sept années de la Southern California Co, est susceptible de donner des résultats satisfaisants à condition de calculer judicieusement leur puissance, en tenant compte des caractéristiques des réseaux connectés. Cette conclusion, de l'avis des auteurs, ne saurait être infirmée par la constatation des quelques imperfections de fonctionnement signalées dans l'article et qui se rapportent, notamment, à un desserrage des barres de la cage d'écureuil servant au démarrage; il a été possible de remédier à cet inconvénient, attribué du reste, par le constructeur, à des mises en marche des machines beaucoup plus fréquentes qu'il n'avait été prévu dans le projet de construction. — L. D.

621.347 : 621.314. — L'électrification des campagnes. Distributions rurales d'énergie électrique rationnelles et économiques au moyen de transformateurs à trois enroulements; L. Bourspoun et G. Viel. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. xiv, p. 737-740, 3 200 mots, 1 fig. — L'économie du système de distribution rurale proposé par les auteurs consiste à installer, dan sl'aglgomération principale reliée au réseau à haute tension, un poste de transformation avec un transformateur abaisseur à trois enroulements : le primaire à haute tension et deux secondaires, bien distincts, donnant deux tensions différentes, soit 220 v pour l'agglomération principale et son voisinage immédiat et 550 v pour les petits centres plus éloignés. Le devis d'une installation répondant à cette conception montre que des économies de 21 pour 100 et même 35 pour 100 seraient réalisées par rapport à deux autres projets considérés jusqu'ici comme les plus avantageux. On peut, toutefois, soulever l'objection commune à tous ces systèmes simplifiés, à puissance réduite, c'est qu'ils ne permettent l'application de l'énergie électrique à la motoculture que par zone ou par roulement, alors que chaque cultivateur a hâte de profiter du beau temps pour assurer l'emblavage de ses terres.

621.18.003. — Comment la rémunération d'une entreprise dépend de l'économie de la vapeur et de la production; F. Munzinger. *E. u. M.*, 9 septembre 1923, t. xli, p. 525-530, 3 000 mots, 10 fig. — Les installations de générateurs de vapeur servent principalement : 1° à satisfaire les besoins des populations en lumière, chaleur et force motrice; 2° à fabriquer des marchandises ; 3° à transporter les voyageurs et les marchandises. L'auteur laisse cette dernière considération de côté et passe en revue les différents procédés qui permettent de produire de la vapeur d'une façon économique en envisageant les conditions thermiques et financières. — Au point de vue du chauffage l'auteur rappelle les grilles mobiles, les grilles à alimentation par en dessous, les grilles en cascades destinées à brûler les ordures ménagères, les grilles automatiques, ou du moins partiellement automatiques puisqu'elles exigent toujours l'intervention du chauffeur, et, enfin les grilles à tirage naturel ou artificiel; elles ont quelques avantages, mais présentent deux inconvénients graves : 1° de ne pas s'adapter assez vite aux variations de charge ; 2° d'être trop sensibles à la nature du combustible brûlé au point qu'elles peuvent, surtout les grilles à chaînes, arrêter toute combustion quand on passe d'un charbon riche en gaz à un autre plus humide, ou pauvre en gaz et poussiéreux. L'évacuation des scories et des cendres est aussi une question importante. Tous ces inconvénients sont évités si l'on emploie du charbon pulvérisé, dont la combustion est d'autant meilleure : 1° qu'il est plus finement divisé ; 2° que la température de la chambre de combustion est plus élevée ; 3° que le mélange avec l'air de combustion est plus intime ; 4° enfin, que la chambre de combustion est plus spacieuse. Comme



621.18.003. — Fig. 1. Montage d'un accumulateur Ruths entre l'étage à haute pression et l'étage à basse pression d'une turbine à vapeur. a, chaudière ; b et c, étages à haute et basse pression de la turbine ; d, génératrice ; e, condenseur ; f, accumulateur Ruths ; g, manomètre de l'accumulateur ; k_1, soupape de sûreté de la turbine ; k_2, soupape de sûreté de l'accumulateur ; N_1 et N_2, régulateurs.

toutes les matières contenues dans le charbon pénètrent dans la flamme, elles finissent toutes par fondre quelle que soit la qualité du charbon. Il faut, par conséquent, donner à la chambre de combustion des dimensions telles que toutes ces matières puissent de nouveau se solidifier avant d'arriver aux tubes des chaudières qui, sans cette précaution, se recouvriraient rapidement d'une couche de mâchefers qui gêneraient la marche de l'exploitation. La pulvérisation convient surtout au charbon en gailletin, au charbon donnant beaucoup de cendres et de scories et pour les usines de pointe, à la condition de munir celles-ci d'accumulateurs de chaleur. L'auteur préconise tout particulièrement les accumulateurs de chaleur Ruths, dont beaucoup ont été installés dans des fabriques de papier, de matières colorantes, etc., où ils ont permis de réaliser des économies allant jusqu'à 10 et 25 pour 100. La figure 1 montre l'installation d'un de ces accumulateurs entre les étages à haute et à basse pression d'une turbine à vapeur. Ces appareils se sont rapidement répandus en Norvège et en Finlande où les fabriques utilisent leurs déchets de bois pour le chauffage de leurs chaudières, sans avoir besoin de charger les foyers plus de deux fois par jour. Leur emploi constitue donc une grande économie. — M. H.

621.316 : 621.317.8. — Le facteur de puissance et le consommateur; L.-J. Murphy. *Electrical World*, 13 janvier 1923, t. LXXXI, p. 97-100, 3000 mots, 3 fig., 1 tab. — L'auteur, après avoir en quelques mots rappelé comment la question du facteur de puissance est venue à l'ordre du jour au point de vue tarification de l'énergie, indique quelles sont les principales causes d'un mauvais facteur de puissance avec l'emploi des moteurs d'induction : moteurs trop puissants et par suite mal utilisés, moteurs à basse vitesse et emploi d'un grand nombre de petits moteurs pour réaliser la commande individuelle de machines, où le moteur tourne tout le temps, mais à charge variable. Il examine, dans ses grandes lignes, chacun de ces cas, puis indique quels sont les moyens de relever le facteur de puissance d'une installation en dehors d'une bonne solution donnée aux questions ci-dessus. On peut utiliser soit des moteurs synchrones, des avanceurs de phase ou des condensateurs statiques. Reprenant chacune de ces solutions, l'auteur signale rapidement ses avantages et ses conditions d'emploi particulières. Quant à ce qui est du choix de l'une ou l'autre par le consommateur, il faut, dit-il, pour cela considérer la question sous toutes ses faces, surtout au point de vue économique, et il donne, pour un cas particulier, un tableau montrant toutes les causes dont il faudra tenir compte : coût initial, installation, pertes d'énergie supplémentaires dues à ces machines et coût de ces pertes, entretien, amortissement, etc... Il n'y a donc pas de règles générales et suivant les circonstances l'un ou l'autre système peut être plus avantageux. Il faut également examiner si l'économie faite en relevant le facteur de puissance n'est pas maximum en ne le rendant pas égal à l'unité, mais en lui donnant seulement une valeur de 0,9, par exemple. Pour permettre au consommateur de déterminer la puissance nécessaire des appareils à installer pour corriger le facteur de puissance, l'auteur donne dans l'article deux abaques. — J. S.

621.317.8. — La tarification de l'énergie électrique à Halle; Lambertin. *E.T.Z.*, 20 décembre 1923, t. XLIV, p. 1093, 1000 mots. — Jusqu'au mois d'avril 1922, un grand nombre de tarifs différents réglaient la vente de l'énergie électrique dans la ville de Halle. Il y avait les tarifs de vente au compteur avec des prix différents pour les maisons d'habitation, les bureaux, les magasins, etc... ; puis des tarifs forfaitaires pour les maisons d'habitation, les escaliers, les sonneries et encore, pour ces dernières, le tarif n'était pas le même suivant la nature du courant. Chaque gros consommateur avait des conditions particulières et la clause économique faisant intervenir le prix du charbon était mal comprise. Le prix de vente du courant d'un trimestre était calculé d'après le prix moyen du charbon pendant le trimestre précédent. A partir d'avril 1922, on changea la base de la tarification. Pour les petits consommateurs, on adopta la tarification simple proportionnelle à l'énergie consommée. Le prix de vente du kilowatt-heure fut fixé, en pfennigs, à 3 pour la lumière et à 1,5 pour la force motrice, multiplié par le prix en marks de la tonne de charbon rendue à la station génératrice. Pour les gros consommateurs, ce prix était seulement à multiplier par 1, mais il fallait ajouter la redevance fixe qui variait elle-même comme le prix du kilowatt-heure. Mais avec la dépréciation vertigineuse du mark, il fut bientôt difficile de fixer le prix moyen de la tonne de charbon. On adopta d'abord, pour chaque mois, le prix homologue pendant le mois précédent, puis le prix du début du mois. Il fallut enfin faire varier le prix tous les quinze jours, puis chaque semaine et, en dernier lieu, chaque jour. Le relevé de milliers de compteurs ne pouvait être ni fréquent, ni instantané et inévitablement se produisirent des injustices qui exaspérèrent les consommateurs. On introduisit cependant un tempérament à ce régime en permettant aux abonnés de payer leur consommation d'avance par des bons à courte échéance et d'éviter ainsi les surprises de la hausse continuelle. Mais ce régime fut défavorable au producteur d'énergie malgré la jouissance qu'il avait du capital avancé par les abonnés. En effet, pour que ce capital ne subisse pas la dépréciation constante du mark, il fallait le convertir au fur et à mesure des encaissements en matières premières et surtout en combustible. Or le combustible employé était la tourbe et on ne pouvait pas l'entreposer en quantité suffisante sans frais exagérés. On essaya alors de le laisser chez le vendeur, mais ce dernier s'y refusa. On adopta enfin la tarification qui est encore en vigueur. Les prix de vente furent calculés en marks-or d'après les tarifs d'avant guerre, c'est-à-dire avec, comme tarif de base, le kilowatt-heure destiné à l'éclairage à 30 pfennigs. L'énergie destinée à la force motrice bénéficia d'une réduction de 24 pour 100, dont les gros consommateurs ne payèrent que la moitié avec des réductions supplémentaires atteignant 20 pour 100, mais restaient soumis au payement de la somme fixe. Le payement doit s'effectuer au cours du dollar. Cette tarification est de date trop récente pour qu'on puisse en juger les résultats. — B. H.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25 : 621.311.75. — Au sujet des méthodes de démarrage des moteurs à cage d'écureuil à courants polyphasés; Benjamin F. Bailey. *J.A.I.E.E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1172-1181, 7500 mots, 8 fig. — Suivant les prescriptions édictées par nombre de compagnies d'électricité, tout moteur polyphasé à cage d'écureuil, d'une puissance supérieure à 50 ch, ne peut être connecté au réseau qu'à condition d'être muni d'un appareil ou dispositif de démarrage. En vue des puissances considérablement accrues développées dans les usines génératrices modernes et de celles pour lesquelles sont, le plus souvent, actuellement installés les transformateurs alimentant, à la fois, des lampes et des moteurs, il semble que le moment soit venu de réserver une règle qui, dans la majorité des cas, n'a plus sa raison d'être. La suppression de tout appareil de démarrage apparaît possible, techniquement, non seulement du point de vue de l'exploitant, mais encore de celui de l'usager et, si l'on songe que le coût d'un compensateur (auto-transformateur de démarrage), représente 40 pour 100, environ, du prix d'achat du moteur correspondant, on voit, immédiatement, le gros avantage qui résulterait d'une telle suppression au point de vue économique. La question ci-dessus est traitée par l'auteur d'une façon très complète : exposé des différentes méthodes de démarrage, étude des couples développés, examen de l'influence exercée sur la tension de ligne par le courant réactif absorbé au démarrage. Exceptionnellement, lorsqu'un moteur, de couple au départ très élevé, est destiné à actionner une machine de grande inertie et lorsque, en particulier, la transmission s'effectue par courroie, l'emploi d'un démarreur apparaît nécessaire, mais, le plus souvent, le couple pour lequel le moteur est établi est assez faible

pour qu'il n'y ait pas à redouter d'accident ou d'incident de fonctionnement dans la machine commandée et quant au moteur, s'il est de bonne marque, il est capable de supporter, sans détérioration, l'effort correspondant à une mise en marche directe sous la tension normale du réseau. L'échauffement, contrairement à ce que l'on pourrait penser, à priori, est moindre, dans ce dernier cas, en raison de la durée plus faible du démarrage. Le courant « de ligne ». absorbé au cours de cette opération, est d'ailleurs, en pratique, notablement plus important, avec un compensateur, que ne l'indique le calcul simplifié basé sur la considération de la tension réduite appliquée au moteur. Les essais ont montré, en effet, qu'en raison du rendement très inférieur des appareils de ce genre, ordinairement en usage, l'avantage qu'on leur attribue, lorsqu'il s'agit tout au moins de couples relativement élevés à développer par le moteur, est un peu illusoire; ces essais ont, en outre, prouvé qu'avec certaines caractéristiques de construction, le courant pris au réseau par un compensateur arrive à dépasser, dans les mêmes conditions, celui demandé par un démarreur à résistance, et la valeur du courant réactif est, dans tous les cas, plus élevée; pour ces raisons, ce dernier type d'appareil, moins coûteux, et bien qu'absorbant un peu plus d'énergie, apparaît nettement préférable. C'est d'ailleurs l'opinion qui a prévalu à la Carnegie Steel Co, où l'on a décidé de remplacer les compensateurs par des démarreurs à résistance, pour tous les moteurs de puissance inférieure à 100 ch. L'auteur signale, incidemment, les avantages que comporte le système de démarrage par changement des connexions étoile-triangle du stator, mais critique l'inflexibilité du procédé qui ne permet que l'application d'une fraction fixe et assez faible (58 pour 100), de la tension totale. En terminant, il insiste à nouveau sur la possibilité de la mise en marche, d'une façon quasi générale, des moteurs à cage d'écureuil, par branchement direct. Il envisage, cette fois, les installations où un assez grand nombre de moteurs sont alimentés par les mêmes transformateurs. Il admet, d'abord, comme hors de conteste, que, si une compagnie autorise, chez un usager, le raccordement d'un moteur de 100 ch, par exemple, avec compensateur, elle doit accepter, dans la même installation, le fonctionnement, sans démarreur, de moteurs supplémentaires n'absorbant pas, au démarrage, de courant de valeur plus élevée. Quelques compagnies de distribution et, notamment, la Philadelphia Electric Co, sont déjà entrées dans cette voie; mais il semble possible d'aller encore plus loin et l'auteur cite, à l'appui de son assertion, les deux faits suivants : dans les installations du genre envisagé, tous les moteurs, d'une part, ne seront pas démarrés au même instant et, d'autre part, les ampères-seconde et les kilowatts-seconde absorbés par un moteur étant moindres dans le cas de démarrage par branchement direct, il en sera de même du courant global maximum et de la pointe d'énergie totale empruntée au réseau. — L. D.

621.313. — Le démarrage des moteurs électriques ; Eugène Herman. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. XIV, p. 699-711, 3800 mots, 7 fig., 3 tab. — La normalisation des démarreurs pour moteurs électriques est à l'étude un peu partout. Les caractéristiques de base d'établissement de ces démarreurs seront, dans un délai peut-être très rapproché, données par une certaine réglementation, analogue à celle régissant les proportionnalités relatives au matériel à haute tension. L'application des normes dans les démarreurs conduit à une étude assez approfondie de la valeur totale et des valeurs divisionnaires, nécessaires à la résistance du démarreur considéré. Différentes méthodes ont déjà été préconisées pour déterminer ces résistances. Le procédé décrit dans l'étude de l'auteur, résultant d'un exposé analytique, contrôlé par la méthode graphique déjà connue, simplifie la tâche du technicien chargé de la conception de ces démarreurs. D'autre part, les nombreuses applications du moteur série à courant continu, ainsi que l'intervention de nouveaux procédés de freinage rhéostatique, nécessitent une certaine connaissance des différents facteurs, qui interviennent dans le calcul des résistances de démarrage de ces moteurs. En effet, dans la généralité des cas, la graduation établie pour le démarrage doit aussi être proportionnée pour le freinage rhéostatique.

621.311.75. — Démarreurs automatiques pour moteurs. *Engineering*, 7 décembre 1923, t. CXIV, p. 713-714, 1 000 mots. — La Watford Manufacturing Company s'est spécialisée dans l'industrie des démarreurs automatiques. D'ailleurs, le principe qu'elle applique peut servir pour beaucoup d'appareils. Elle a construit, en particulier, une forme de tableau de contrôle de pompe, dans lequel les moteurs sont commandés par des flotteurs à différents niveaux. Si, par exemple, le niveau a baissé jusqu'à un certain point, la première pompe se met en marche. Si le niveau continue à tomber, la deuxième pompe entre en jeu à son tour. On a prévu un inverseur permettant de faire fonctionner les pompes dans un ordre choisi de façon à égaliser à peu près leurs heures de fonctionnement. Les deux dispositifs de démarrage sont au centre du tableau, les résistances qui sont reliées à la fois au démarreur automatique et au rhéostat shunt étant fixées derrière. Chaque démarreur consiste en un contacteur qui ouvre et ferme le circuit et en un rhéostat automatique. Les contacts auxiliaires de cuivre sont portés par une tige pivotant au sommet du bras du contacteur. Le courant passe par ce contact, mais il est immédiatement transféré à un balai par un balancement de la tige pivotante. Le mouvement inverse a lieu lorsque le circuit est rompu. Cette disposition empêche les vibrations à la fermeture et décharge le contact auxiliaire du passage continu du courant. Le contacteur comprend également un dispositif de verrouillage qui empêche les vibrations sans gêner en aucune façon la fermeture normale du contacteur. La même compagnie a créé un démarreur automatique pour courants triphasés présentant les mêmes caractéristiques essentielles. Il comporte un solénoïde qui est excité par l'intermédiaire d'un contact auxiliaire du contacteur. Le plongeur en acier du solénoïde est attaché à un bras oscillant qui actionne la manette du rhéostat principal. Celle-ci frotte sur une série de charbons portés par des douilles et poussés vers l'extérieur par des ressorts. Le courant passe à travers des goujons montés dans les charbons et, par des connexions flexibles, atteint les douilles, d'où il se répartit entre diverses prises de courant du rhéostat. Durant le démarrage, chaque charbon ne livre passage au courant que pendant un temps très court. Dans les premiers appareils, le démarreur Watford était pourvu d'un dash-pot à huile, mais, dans les modèles plus récents, on a introduit un frein à courants de Foucault. Le bras horizontal oscillant du démarreur qui est manœuvré par le plongeur du solénoïde comporte un secteur denté à son extrémité. Ce secteur engrène avec un train de roues qui se mettent en marche pour faire tourner un disque d'aluminium entre les pôles d'un électroaimant. Il en résulte un couple de freinage qui peut d'ailleurs être réglé aisément, suivant que les pôles embrassent une plus ou moins grande surface du disque. — C. F.

621.313. — Le moteur Reda ; B. Kamensky. *E. T. Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 712, 1 000 mots, 2 fig. — Jusqu'à ce jour, on n'avait pas construit de pompe directement montée sur un moteur électrique, dont l'ensemble fût de diamètre assez réduit pour être descendu dans les trous de sondage, car il n'y avait pas de moteur répondant à cette condition d'encombrement ni fournissant une puissance suffisante, ni capable de travailler longtemps sous l'eau, l'huile ou n'importe quel autre liquide, et, enfin, n'offrant aucun risque d'explosion dans une atmosphère gazeuse sous pression. Toutes ces exigences sont remplies par le moteur électrique Reda construit par A.-S. Arutünoff, moteur qui a donné de bons résultats en Russie et montré sa supériorité sur tous les moteurs fonctionnant en accouplement direct avec une pompe. Ce groupe moto-pompe trouvera d'autres applications partout où l'espace est compté et le moteur lui-même sera employé dans bien d'autres cas. — Le moteur Reda est un moteur étanche à l'air et à l'eau, inexplosible, à

grande vitesse, accouplé directement avec une pompe à axe vertical. Comme son diamètre est réduit, sa longueur est grande. Pour assurer un refroidissement convenable, le moteur est entouré d'une chemise à circulation d'huile entretenue par une petite pompe montée en bout de l'arbre. L'huile de réfrigération assure également le graissage de toutes les parties frottantes. Toutes ses impuretés sont retenues dans une chambre et ne circulent pas. Les conditions de surcharge, dans le cas de fonctionnement dans les liquides, répondent aux prescriptions du Verband deutscher Elektrotechniker pour les moteurs ouverts. Le facteur de puissance et le rendement sont bons. Le moteur peut être exécuté pour toutes les tensions, même pour 1 000 v ou 2 000 v. Pour des puissances supérieures à 5 ch, le rotor, toujours à cage, est muni d'un dispositif spécial automatique de démarrage qui n'emploie aucun des systèmes utilisés jusqu'ici : bagues, balais, relevage des balais, résistances de démarrage, etc. Ce système est le même que celui pour moteurs ouverts dit « armotor » (brevet Arutünoff). L'intensité du courant, au moment du démarrage, reste inférieure aux limites tolérées. — Le moteur Reda monté sur une pompe est mis en vente en Allemagne ; un modèle, d'une puissance de 40 ch, travaille, sous l'eau, à une tension de 2 000 v. Le refroidissement du moteur est tellement bien réalisé que le groupe peut fonctionner immergé dans un liquide dont la température est de 80 C. L'amenée du courant au moteur disposé sous la pompe se fait par un câble armé. L'étanchéité est assurée par un joint spécial, quelle que soit la pression extérieure. Récemment, un nouveau groupe a été mis sur le marché, fonctionnant sous 380 v. Le rendement global en haute pression est compris entre 50 pour 100 et 60 pour 100. L'article contient deux figures, l'une montrant la coupe du groupe et l'autre indiquant, pour le groupe de 40 ch à 2 000 v, 50 p : s, les caractéristiques principales : hauteur de refoulement, puisance absorbée, facteur de puissance et rendement, courant consommé, en fonction du débit exprimé en litres à l'heure. Pour une puissance absorbée de 40 ch, $i = 10$ A, $\cos \varphi = 0{,}85$, $\eta = 0{,}6$, $h = 270$ m, $q = 20\,000$ litres par heure. Le diamètre de l'ensemble est tel que l'appareil peut mètre descendu dans un trou de sonde de 305 m. — B. H

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364 : 621.944. — Le réchauffage électrique des cylindres finisseurs des laminoirs à tôles et fer-blanc; GORDON FOX. *Engineering*, 31 août 1923, t. CXVI, p. 283-284, 2500 mots, 7 fig., 2 tab. — Dans cette note lue à l'Association des Iron and Steel electrical Engineers, à Chicago, l'auteur cherche à montrer qu'il est bon, avant de commencer le travail de laminage, de réchauffer les cylindres, et s'étend plus particulièrement sur un procédé de réchauffage électrique. Ces cylindres sont en fonte coulée en coquille afin de créer une couche extérieure très dure ; mais cette couche a un coefficient de dilatation plus grand que celui du reste de la masse de métal, ce qui produit pendant le laminage qui provoque un échauffement la naissance de tensions dans une certaine zone de cette couche, tensions qui peuvent en amener la rupture, c'est-à-dire la mise hors service du cylindre. Cet effet est accentué par le fait que la chaleur pénétrant dans le cylindre de l'extérieur vers l'intérieur, la couche externe est à une température bien plus élevée que la partie centrale. D'ailleurs, la température n'est pas égale sur toute la longueur du cylindre et est beaucoup plus élevée vers le milieu. On trouvera dans l'article, à ce sujet, les résultats de relevés faits au moyen de pyromètres placés en divers points dans la masse du cylindre. D'autre part, en raison de cette dilatation inégale du cylindre, on est obligé de donner à l'un des deux cylindres un profil légèrement concave, de façon à avoir, pendant le travail, des surfaces bien parallèles des deux cylindres, donc une épaisseur constante des tôles. Ces conditions rendent délicat le travail de laminage quand on part avec des cylindres froids et nécessitent certaines précautions. On conçoit donc l'utilité d'un réchauffage préalable. Parmi les moyens employés dans ce but, l'auteur décrit un procédé de réchauffage électrique utilisé depuis un an environ par l'Inland Steel Company. Le système comprend un cadre léger en fer en deux parties qui sert à maintenir et à appliquer contre les cylindres les éléments chauffants fixés sur une monture flexible qui est elle-même solidaire du cadre. L'auteur donne les températures obtenues lors d'un essai avec une paire de cylindres de 711 mm × 1 117 mm, la dépense de puissance ayant été de 28 kw pendant 6 heures. Il dit, d'autre part, qu'il y a lieu de continuer les essais afin de déterminer la meilleure façon de mener l'opération. Il donne également, pour l'essai précité, les résultats obtenus au point de vue de la forme des cylindres : à froid le jeu au milieu atteignait 0,6 mm et n'était plus que de 0,2 mm après réchauffage. Ces résultats ont été confirmés par d'autres essais. L'auteur est d'avis que cette méthode, qui demande encore de la mise au point, doit donner des résultats satisfaisants. — J. S.

COMBUSTIBLES

621.182.11. — Description d'une installation pour la préparation et l'emploi de lignite pulvérisé. *E.T.Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 713-714, 1 000 mots, 3 figures ; d'après *Stahl und Eisen*, 1923, t. XLIII, p. 393. — Les difficultés que l'on rencontre pour faire brûler le lignite tout venant ont poussé les ingénieurs à étudier son emploi à l'état de poussière. Une installation de ce genre vient d'être réalisée dans une aciérie. Le lignite est séché, moulu et brûlé pour alimenter les fours métallurgiques. Il est approvisionné par deux bennes preneuses à raison de 450 t environ par jour. Les morceaux sont d'abord triés par des grilles de calibres différents. Un système de transporteurs mécaniques à godets et à tapis classe grossièrement par qualité pour que les plus mauvaises servent à chauffer les deux tambours sécheurs. Chacun d'eux traite, par jour, environ 160 t de lignite et abaisse la teneur en eau de 60 pour 100 à 15 pour 100. Chaque tambour a 10 m de longueur et 2 m de diamètre. Légèrement incliné, il est alimenté par une vis sans fin tournant au fond de la trémie de distribution. Il tourne lui-même lentement pour réaliser le brassage de la matière à traiter. Les gaz qui le parcourent proviennent du foyer et leur température tombe, sur la longueur du tambour, à 80° ou même 100°C, alors que la température maximum atteinte par le combustible est d'environ 60°C à 65°C, et l'expérience a montré que cette dernière est assez basse pour ne déterminer aucune distillation de la matière. Au sortir du tambour, une grille et un courant d'air séparent les poussières, de manière que les gros morceaux restent plus longtemps soumis à la chaleur. Le lignite est pulvérisé dans trois appareils comportant chacun un élévateur et une meule et entraînés par moteur individuel. La poussière est ensuite transportée pneumatiquement par de l'air à la pression de 0,5 atmosphère et à la température d'environ 40°C à 50°C, air qui n'abandonne, par conséquent, aucune humidité au lignite. La poussière ainsi obtenue, qui est envoyée aux chambres de combustion, contient environ de 12 à 18 pour 100 d'eau et 50 pour 100 de gaz. Sa finesse est telle que seulement 15 pour 100 à 30 pour 100 en sont retenus par le crible à 4 900 mailles au centimètre carré. Son pouvoir calorifique varie entre 4 500 et 4 800 calories par kilogramme. La combustion se fait par brûleurs avec admission variable d'air. La température de la flamme atteint de 1 500°C à 1 650°C si l'air est froid, et 1 730°C si l'air a été réchauffé à 160°C. La consommation en matériaux réfractaires est faible. Un fonctionnement ininterrompu de 11 mois a été obtenu sans qu'une réparation même partielle ait été nécessaire au revêtement. — B. H.

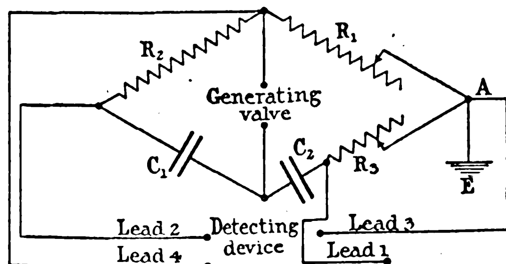
PARIS. — IMP. ... 17, RUE GAMBETTA. Le Gérant : J. ...

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

MESURES ET ESSAIS

537.262 : 621.317.2. — Application de la méthode du pont à la mesure des pertes dans les diélectriques aux fréquences des transmissions sans fil; M.-D. HART. *J. I. E. E.*, juin 1923, t. LXI, p. 697-700, 2000 mots, 6 fig. — Le pont est formé selon le schéma de la figure 1. Le condensateur de capacité C_1 est celui que l'on éprouve, le condensateur de capacité C_2 servant d'étalon; il a été adjoint à ce dernier une résistance réglable R_3 et c'est, en réalité, la valeur de cette résistance qui mesure la perte, la résistance R_1 étant réglée à la valeur qui mesure la capacité effective du premier condensateur. Les résistances R_1, R_2 et R_3, constituées par des fils « eureka » de 1 m de long, étaient de 50 ohms. D'autres résistances, constantes, ont dû être ajoutées en série avec la résistance R_3, à cause des valeurs considérables que prenait l'angle de perte du condensateur. Le dispositif générateur comprenait un triode générateur d'environ 50 w et un tube à



537.262 : 621.317.2. — Fig. 1. Schéma du pont.
Lead, conducteur; Detecting device, dispositif détecteur.

vide pour la mesure des longueurs d'onde; celles-ci allaient de 2000 à 15000 m, limite extrême à laquelle le son pouvait être perçu distinctement. L'appareil récepteur comportait deux amplificateurs pour la fréquence ordinaire et la basse fréquence ainsi qu'une troisième valve, fonctionnant comme générateur hétérodyne. Des courbes représentant R_1 et R_3 en fonction des longueurs d'onde, on a déduit la fréquence et la tangente de l'angle de perte, exprimée par $\operatorname{tg} \theta = \omega \frac{C_2}{R_3}$, où ω est le produit de la fréquence par 2π, et C_2, la capacité du condensateur étalon; on a pu ainsi construire les courbes de $\cos \theta$, de θ et de $\sin \theta$ (facteur de puissance du condensateur) en fonction de la fréquence. Les condensateurs utilisés pour ces essais appartenaient aux types courants (verre et feuilles d'étain baignant dans l'huile); bien que construits avec les matières premières ordinairement en usage, ils supportèrent un courant de 7 A à la fréquence 500000 p : s. — Th. S.

621.345.62.00.14. — La formation de l'ozone dans les essais d'isolateurs pour hautes tensions. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1125, 200 mots. — Cette courte note signale les résultats d'une étude faite dans un laboratoire d'essais d'isolateurs pour 90000 v appartenant à une société américaine en vue de déterminer la nature des gaz qui prennent naissance au cours de ces essais. On pouvait croire que, outre l'ozone dont la formation est décelée par son odeur caractéristique, il se produit des composés oxygénés de l'azote; les analyses d'échantillons d'air prélevés au-dessus des appareils ont montré que l'ozone s'y trouve dans la proportion de 2 à 10 millioniêmes et les oxydes de l'azote dans une proportion de 0,2 millionième, soit 10 à 50 fois plus faible que celle de l'ozone. La note ajoute que ces faibles proportions de gaz nocifs sont insuffisantes pour avoir une influence nuisible sur la santé des personnes chargées des essais. — J. R.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

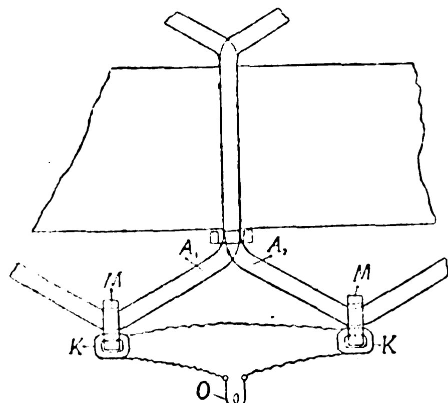
621.312.1. — La courbe de la tension de réactance dans les dynamos à courant continu; C. SCHENFER. *Electritchestvo*, mars 1923, t. 1 (nouvelle série), p. 146-150, 1500 mots, 13 fig. — Une commutation ne donnant pas d'étincelle dans les dynamos à courant continu exige, à tout instant, l'égalité de la tension de commutation et de la tension de réactance: cette dernière est la force électromotrice résultante induite dans les conducteurs de l'armature au moment de la commutation; elle dépend de l'induction mutuelle des conducteurs. Il est possible d'établir la courbe de la première de ces tensions lorsqu'on connait la forme des pièces polaires et le contour de la périphérie dentée de l'armature. Pour obtenir expérimentalement la courbe de la tension de réactance, on peut utiliser le procédé suivant. Un noyau annulaire M formé d'une vingtaine de spires rectangulaires de fil de fer doux de 1 mm d'épaisseur, est monté sur la bobine A_1 formant la couche supérieure des conducteurs de l'encoche (fig. 1); un noyau, pareil au précédent, entoure le faisceau inférieur A_2. Chacun des deux noyaux porte une bobine K formée de 50 spires de fil de cuivre (épaisseur 0,02 mm) et constitue ainsi un transformateur dont le faisceau de conducteurs de la machine est le primaire et la bobine K, le secondaire. Au moment de la commutation, la modification du flux parcourant le noyau M engendre dans la bobine K une force électromotrice

$$e = \mathfrak{M} \frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t},$$

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Societé anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

le coefficient $\mathfrak{M}$ représentant l'induction mutuelle et $\frac{dI}{dt}$ mesurant la variation du courant dans le faisceau ; il est clair que la courbe donnant cette tension en fonction du temps est de même forme que celle de la tension de réactance à condition que la saturation du noyau soit faible. Les deux bobines K sont reliées entre elles en série. En O se trouve l'oscillographe. L'auteur a utilisé, pour ses expériences, une machine tétrapolaire Lahmeyer de 5 ch munie de pôles auxi-



621.313.1. — Fig. 1. Schéma de montage pour l'enregistrement de la tension de réactance.

liaires et travaillant à la vitesse de 200 à 1 200 t : mn sous une tension de 110 v. Les oscillogrammes obtenus pour différents régimes de vitesse et de courant ont accusé, en général, des pointes accentuées à dentelure effilée n'ayant guère le caractère régulier et les échelons rectangulaires que donnerait une commutation obéissant strictement à un diagramme de commutation rectiligne. L'excitation des pôles auxiliaires introduit plus de symétrie aux dentelures de part et d'autre de la pointe et réduit quelque peu cette dernière (par exemple, dans le rapport 1 : 1,74), mais, avec ou sans pôles auxiliaires, le diagramme de la commutation est curviligne. La disposition d'un transformateur unique au point de jonction des deux couches de conducteurs, ainsi qu'il est indiqué en pointillé sur la figure, aurait pour inconvénient d'exposer l'appareil aux effets du champ de forces des pôles principaux. — Th. S.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

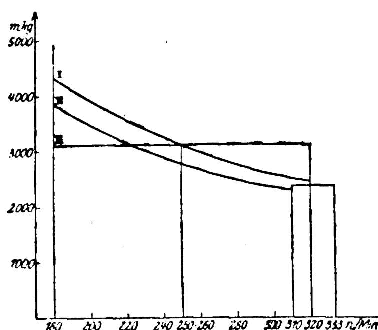
621.349. — **Application des moteurs électriques à la commande des pompes** ; R.-H. Rogers *Chem. and Metall. Eng.*, 19 novembre 1923, t. XXIX, p. 928-931, 1 500 mots, 10 fig. — Toutes les industries utilisent des pompes ; la commodité d'emploi des moteurs électriques a amené l'application à peu près exclusive de la pompe centrifuge. Le rendement de ce type de pompe n'est pas très élevé ; il importe en conséquence de soigner l'installation en ce qui concerne les organes accessoires de la pompe qui pourraient avoir une influence sur le rendement global de l'installation, qui peut s'exprimer par le nombre de kilowatts-heure consommés pour élever une certaine unité de volume de liquide à la hauteur désirée. La hauteur effective d'élévation est supérieure à la différence des niveaux, car il faut y ajouter les hauteurs qui correspondent aux pertes de charges dans les tuyauteries, les vannes, les coudes, étranglements, etc., et c'est cette partie de la hauteur qu'il faut rendre aussi petite que possible. L'auteur donne quelques caractéristiques de pompes centrifuges, des courbes de consommation pour différentes pompes (de puissances diverses), des courbes tenant compte des pertes de frottement des balais et celles de moteurs à relevage des balais. Il donne un certain nombre d'exemples d'applications et termine par quelques indications relatives au choix du type du moteur. Dans le cas d'alimentation par des courants triphasés, les moteurs peuvent être indifféremment du type synchrone ou du type asynchrone ; dans le cas de l'alimentation en courant continu, l'auteur recommande l'emploi de moteurs à excitation compound ayant une variation de flux d'environ 10 pour 100 entre la marche à vide et la marche à pleine charge. — E. B.

621.311.3 : 621.76. — **La production de courant continu pour les aciéries** ; Ernest Pragst. *G. E. R.*, octobre 1923, t. XXVI, p. 672-677, 3 600 mots, 6 fig. — Il s'agit surtout ici de la commande des auxiliaires, constitués par un grand nombre de petits ou moyens moteurs, la commande des trains de laminoirs étant mise à part, vu ses caractéristiques bien déterminées. L'auteur élimine même le cas de l'alimentation des moteurs des trains de Ward-Léonard, attendu que ces moteurs sont alimentés spécialement à partir d'un groupe convertisseur qui leur est, en général, propre. Les auxiliaires ont un fonctionnement de vingt-quatre heures par jour ; leur charge totale est très variable, moins cependant que celle du réseau alternatif alimentant les gros moteurs, à cause du facteur de diversité. La tension a été normalisée à 250 v. La continuité du fonctionnement est de première importance. Les moyens d'obtention de courant continu sont les suivants : *a*) génération directe (en général pas intéressante économiquement) ; *b*) conversion à partir de courant alternatif, soit : 1° par groupes synchrones ou asynchrones ; 2° par commutatrices et transformateurs ; 3° par redresseurs à mercure. L'auteur déclare tout de suite que ce dernier mode d'obtention de courant continu n'est pas encore bien adapté au service des laminoirs, car il ne ne commence à devenir intéressant qu'à partir de 600 v ; le prix de premier établissement est d'ailleurs élevé. — *Comparaison des groupes convertisseurs et des commutatrices.* On peut éliminer de suite le groupe à moteur d'induction, dont le moteur a un faible facteur de puissance et des caractéristiques qui ne le désignent pas plus spécialement à l'entraînement d'une génératrice que le moteur synchrone. La commutatrice est, d'une façon inhérente, une machine à facteur de puissance unité ; son fonctionnement à des charges élevées à facteur de puissance ne différant seulement que de quelques centièmes de l'unité, conduit à des échauffements de l'armature et à une mauvaise commutation. Au contraire, le moteur synchrone peut être calculé sans difficulté pour un fonctionnement à n'importe quel facteur de puissance (on adopte en général 0,80 à 0,85 en avant), d'où possibilité d'améliorer le facteur de puissance de l'ensemble. La commutatrice, accompagnée de son transformateur, pourvu d'une isolation renforcée des bobines d'entrée, est moins sujette à subir des avaries dues à des surtensions. Ce n'est pas le cas des moteurs synchrones. La souplesse de variation de la tension continue est plus grande avec le groupe synchrone qu'avec la commutatrice. Avec cette dernière, on peut cependant utiliser, soit des transformateurs à réactance élevée (variation de la chute de tension dans les transformateurs en variant le facteur de puissance de la charge délivrée à la commutatrice, et cela dans les limites permises seulement), soit un survolteur synchrone (dépenses et pertes supplémentaires). La dépendance des tensions continu et alternative dans la commutatrice rend indésirable son couplage en parallèle avec des génératrices. Dans quelques cas, il est bon d'inverser le sens de la puissance transmise par un système convertisseur. Ici, le moteur synchrone sera capable de débiter une charge à facteur de puissance au moins aussi faible que le facteur de puissance limite de la machine fonctionnant en moteur, charge égale à celle de la dynamo, moins les pertes. La commutatrice est, au contraire, incapable de fournir une charge approchant de sa pleine charge et ayant un facteur de puissance un peu trop éloigné de l'unité. Pour compléter sa comparaison, l'auteur a tracé les séries de courbes suivantes : prix relatif, par kilowatt, en fonction de la puissance, d'un groupe synchrone et d'une commuta-

trice; rendements relatifs, en fonction de la puissance (transformateur compris, dans le cas de la commutatrice); encombrements relatifs par kilowatt; poids relatifs par kilowatt. En résumé, et surtout si on considère qu'avec l'utilisation des gaz de hauts fourneaux, certaines aciéries produisent l'énergie à bon compte, on peut dire que la préférence doit aller au groupe synchrone. — P. V.

621.344 + 621.876. — Le nombre probable d'arrêts d'un ascenseur; Jones Bassett. *G. E. R.*, août 1923, t. XXVI, p. 583-587, 2 700 mots, 3 fig. — Le problème s'applique surtout aux grands immeubles américains dont les ascenseurs effectuent un service chargé; sa solution se répercute sur le temps d'une course (temps compris entre deux départs successifs du rez-de-chaussée) et sur les caractéristiques de l'équipement électrique à installer. Le temps d'une course se subdivise en : 1° temps de marche réelle entre les arrêts; 2° temps d'attente aux arrêts; 3° temps perdu (provoqué par des arrêts inutiles, par exemple); ces facteurs sont à considérer séparément dans un projet, car ils dépendent, chacun, d'un certain nombre de conditions différentes, mais tous trois sont fonction du nombre d'arrêts. — L'application de la théorie des probabilités suppose, qu'à un certain degré les éléments entrant en jeu sont de nature hasardeuse; dans le cas d'un ascenseur, c'est le mouvement de la population d'un immeuble qui constitue la base laissée au hasard : cela revient d'ailleurs à supposer que tous les étages sont également chargés, ou encore qu'il n'y a pas de raison pour qu'un certain passager désire s'arrêter à un certain étage, ou pour qu'un certain nombre de passagers désirent s'arrêter à un étage donné. — En désignant par N le nombre de passagers entrant dans l'ascenseur au rez-de-chaussée, et par n, le nombre d'étages desservis, on demande : à combien d'étages l'appareil s'arrêtera, et quel est le nombre probable de passagers délivrés à chaque étage. Chaque passager a un choix de n étages; donc la probabilité qu'il a de désirer s'arrêter à un certain étage est $\frac{1}{n}$; la probabilité qu'il a de ne pas désirer s'y arrêter est $1 - \frac{1}{n}$. La probabilité que les N passagers désirent s'arrêter à un étage particulier est $\left(\frac{1}{n}\right)^N$; la probabilité qu'aucun d'eux ne le désire est $\left(\frac{n-1}{n}\right)^N = P_0$. Ce dernier terme détermine le nombre probable d'étages auxquels l'ascenseur ne s'arrêtera pas. Si S est le nombre probable d'arrêts, on a pour sa valeur $S = n(1 - P_0)$. L'auteur a tracé des courbes de S pour différentes valeurs de N et n (N allant de 10 jusqu'à 20, et n atteignant 20). Pour mieux préciser la question, on peut supposer qu'on a N dés à jouer ayant chacun $n = 6$ faces; chaque dé a 5 faces blanches, la sixième possédant une marque distinctive. Chaque dé représente un passager, chaque face un étage. La face marquée d'un dé représente l'intention du passager de descendre à un quelconque des 6 étages. — L'auteur recherche ensuite les écarts probables du nombre d'arrêts normaux probables S, car ces écarts peuvent avoir pour effet d'accroître le temps d'une course et de ralentir ainsi le service. Il examine ensuite le cas — très rare — d'un trafic non hasardeux (dû au chargement nettement inégal des différents étages, habités, par exemple, par des catégories de gens nettement diverses) et, enfin, le cas des trafics transitoires (à l'heure du déjeuner, par exemple); il termine par un rapprochement des résultats de sa méthode avec ce que montre l'expérience et signale l'influence d'une bonne détermination du nombre d'arrêts sur le dimensionnement des appareils et canalisations de l'ascenseur. (Voir « Les cycles de fonctionnement résultants », *General electric Review*., 1922, t. XXV, n° 7, p. 405). — P. V.

621.313 : 621.944.18. — Moteurs réglables pour attaque de trains de laminoirs continus; Hellmut Bauer. *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 753-757, 7 500 mots, 2 fig. — S'il est certain que le moteur électrique s'impose pour la commande des trains de laminoirs, il n'en est pas moins vrai qu'une connaissance approfondie des conditions de fonctionnement de l'installation permet seule une prédétermination exacte des vitesses demandées, un choix économique du type de la machine, voire même de la nature du courant à utiliser. — Quoi qu'il en soit, il est établi qu'une étude sérieuse permet le plus souvent de travailler avec des variations assez restreintes de la vitesse et d'utiliser le courant triphasé, ne serait-ce que dans le but d'avoir un rendement meilleur. Le moteur triphasé à collecteur ne peut, à cause de la commutation, dépasser 600 ch; le couplage en cascade, le système Krämer où le moteur principal est relié à une commutatrice hexaphasée, n'ont pu, eux non plus, donner satisfaction. Le dispositif Scherbius permit ultérieurement une régulation à couple constant, mais, pas plus que tous les systèmes précédents, il ne résout d'une façon satisfaisante le problème de l'utilisation de l'énergie triphasée. De nouveaux progrès dus à Scherbius et à la Société Brown, Boveri et Co, ont permis la réalisation d'un nouveau dispositif où le réglage de vitesse du moteur asynchrone s'obtient par l'emploi d'un moteur à collecteur. Le grand pas en avant correspond à la mise au point du dispositif permettant l'utilisation du moteur asynchrone à des vitesses supérieures au synchronisme. En dehors du fonctionnement au voisinage du synchronisme, qui constitue une zone instable exigeant l'emploi d'artifices tout particuliers, la marche du moteur principal est réalisée comme il suit : la machine à collecteur doit être excitée de telle façon que sa tension s'oppose à la tension aux bagues du rotor : une légère différence de tension due à la charge donne lieu à la circulation d'un courant correspondant au couple. Au delà du synchronisme, la tension de la machine à collecteur doit être inversée pour s'opposer à la tension aux bagues. Pour le passage au synchronisme, il faut réaliser un couplage complexe breveté par la Société Brown, Boveri et Cie. Avec ce dispositif, le moteur principal prendra, à vide ou en charge, toutes les vitesses possibles en deçà ou au delà du synchronisme dans les limites permises par la tension maximum de la machine à collecteur et on aura une amélioration du facteur de puissance du moteur principal; la caractéristique shunt et, à la rigueur un compoundage qu'il est possible de prévoir assure, pour chacun



621.313 : 621.944.18. — Fig. 1. Courbe du couple en fonction de la vitesse.

des vitesses réalisables, une constance de vitesse quelle que soit la charge. Le service est extrêmement aisé tant pour la mise en route que pour l'arrêt. Pour pouvoir se rendre compte d'une façon évidente des avantages pratiques qu'offre l'emploi de ce dispositif pour la régulation des moteurs de laminoirs, il suffit d'un coup d'œil sur le graphique (fig. 1). Ce sont les courbes du couple en fonction de la vitesse correspondant à trois installations susceptibles d'être réalisées pour la commande d'un train finisseur exigeant un moteur de 800 kw aux vitesses de 180 à 320 t : mn. La courbe I correspond au moteur à courant continu à va-

riations de vitesse par le champ; la courbe II, au moteur asynchrone accouplé avec un moteur à courant continu ; la courbe III, au moteur asynchrone avec dispositif régulateur distinct permettant la marche au-dessus et au-dessous du synchronisme. Pour le train finisseur, c'est évidemment au troisième dispositif que doit aller la préférence. Il reste encore quelques autres dispositifs de réglage d'emploi plus ou moins possible pratiquement, mais, ce qui ressort de cette étude d'ensemble, c'est la supériorité du système à réglage de vitesse au-dessus et au-dessous du synchronisme, système réalisé dans de nombreuses installations en Amérique où cette supériorité théorique s'est affirmée pratiquement. Il serait souhaitable de voir se développer chez nous ces procédés malgré les difficultés qui s'y opposent, notamment les brevets qui les protègent étant donné que le calcul de telles machines exige une sérieuse expérience de la question — F. B.

621.349 : 621.944.28. — La commande des laminoirs à vitesse variable. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 70-71, 1 200 mots. Analyse d'un article de A.-H. Busham, publié dans *G. E. R.*, octobre 1923, t. xxvi, p. 681-687, 4 500 mots, 7 fig.

621.346 + 621.953. — Perçeuse électrique à faible vitesse; A. Kuttner. *E. T. Z.*, 20 décembre 1923, t. xliv, p. 1095, 200 mots, 1 fig. — Les perçeuses électriques ordinaires dont le moteur attaque directement l'outil sont d'un usage peu avantageux, car les travaux auxquels on les destine exigent à la fois un couple élevé et une vitesse de rotation réduite. Le modèle que décrit l'article possède une démultiplication qui permet d'avoir des couples notables sur l'outil avec un moteur de faible puissance. Malgré cette addition, une perceuse capable d'effectuer du gros travail reste légère et suffisamment maniable. L'interrupteur est très bien étudié et un commutateur disposé sur la perceuse donne les deux sens de rotation. — B. H.

621.347.00.3. — Les résultats de trois années d'exploitation de la Société anonyme de l'Electro-Agriculture (A. P. E.), de Bologne; F. Carnevali. *Elettrotecnica*, 5 juin 1923, p. 355-358, 3500 mots, 6 fig. Communication faite à la Section de Bologne de l'Association électrotechnique italienne, le 15 avril 1923. — La Société anonyme pour l'Electro-Agriculture a été constituée en 1920, après une année d'essais préliminaires, au capital-actions de 1500000 lire. Le matériel dont elle dispose aujourd'hui, y compris 130 km de ligne, représente environ 3 millions de lire et peut être utilisé en plusieurs endroits de la province de Bologne. Il permet l'exécution des travaux suivants : labourage en terrain sec et dans les rizières, hersage, élévation de l'eau, battage des grains et du riz, dessiccation de celui-ci, pressage de la paille et du foin et, dans un prochain avenir, installations d'irrigation et d'arrosage. Le nombre des agriculteurs ayant adopté les nouvelles méthodes est encore très faible. Beaucoup se sont abstenus jusqu'à présent, soit par misonéisme, soit aussi parce que l'énergie électrique ayant manqué, à cause de la sécheresse, au cours des deux premières années d'exploitation, les travaux entrepris n'ont pu être terminés à temps. Actuellement, la société est assurée de recevoir, sous forme de courants triphasés (15000 v, 42 p : s), toute l'énergie qui lui est nécessaire. La plus grande partie est fournie par la société électrique centrale à raison de 120000 kw-h par an au prix de 0,40 lire, porté à 0,45 lire pour tout kilowatt-heure en excédent. Toutes les lignes du réseau sont fixes, les lignes mobiles expérimentées n'ayant été reconnues ni pratiques ni sûres. Le matériel employé est constitué par seize appareils de labourage à traction funiculaire indirecte, dont quatorze du système Violati-Tescari, un du système Casali et un du système Breda. Les quatorze premiers appareils, indépendamment de la charrue, comportent principalement trois chariots, l'un portant le transformateur (45-50 kv-a), (15000/220 v), l'autre le moteur (45-50 ch) et le troisième, le chariot à cabestan actionné au moyen d'une courroie par le moteur et commandant la charrue par l'intermédiaire d'un fil en acier de 1 500 m de long et de 14 mm de diamètre, dont la résistance à la rupture est de 140 à 150 kg : mm². Un tel appareil étant placé en un point déterminé, on peut labourer, en terrain normal, un carré de 600 m de côté, soit une surface de 36 hectares. Les trois systèmes se sont montrés équivalents pour le labourage, mais, cependant, les quatorze premiers appareils, dans lesquels le moteur électrique est séparé du cabestan, présentent l'avantage de pouvoir utiliser les mêmes organes électriques pour une application agricole quelconque. Les consommations d'énergie, relevées pour les divers travaux, sont données ci-dessous : labourage en terrain sec, profondeur moyenne 35 à 40 cm, vitesse moyenne 60 m : mn: 100 kw-h par hectare avec une puissance moyenne de 25 kw; labourage en rizière, profondeur moyenne 30 cm, largeur 70 cm : 90 kw-h par hectare, avec une puissance moyenne de 22 kw; machines à battre et à dessécher le riz : 2 kw-h par quintal de riz battu et desséché avec une puissance moyenne de 30 kw; machines à presser les fourrages : 1 kw-h par quintal avec une puissance moyenne de 10 kw. Voici, d'autre part, quelques-uns des prix auxquels sont exécutés les travaux : labourage en terrain normal, 330 lire par hectare; labourage en rizière normale, 330 lire par hectare; hersage en terrain normal, 100 lire par hectare. Avec les appareils destinés au labourage, la société fournit un seul chef ouvrier. Le reste du personnel, 3 à 5 ouvriers selon les cas, est à la charge de l'agriculteur, à raison de 25 lire par ouvrier et par hectare, ce qui porte à 430 lire le prix du labourage en terrain normal sec, alors qu'avec un moteur à explosion on dépasse 500 lire par hectare. Au cours du dernier exercice (1922-1923), le total des dépenses s'est élevé à 570000 lire et celui des recettes atteindra environ 700000 lire. — P. B.

621.347 (492). — L'électricité à la ferme. Etat de la question en Hollande; R. Borlase-Matthews. *Electrical Review*, 7 décembre 1923, t. xciii, p. 847-850, 2500 mots, 5 fig. — Dans cet article, l'auteur donne les résultats d'observations faites au cours d'un voyage en Hollande, en ce qui concerne l'emploi de l'électricité dans les fermes. Il indique d'abord que l'examen des bilans annuels de toutes les sociétés de distribution montre que, dans la majorité des cas, la charge des exploitations rurales est intéressante. En ce qui concerne les conditions particulières d'emploi de l'électricité dans les fermes en Hollande, l'auteur signale qu'on y trouve très peu de machines de laiterie, car tout le travail du lait se fait dans des laiteries centrales. De même, le battage du blé et la mise en bottes de la paille est fait, la plupart du temps, par des coopératives ou des entrepreneurs qui emploient des moteurs portatifs de 40 ch environ. D'autre part, l'électricité n'est pas employée pour les travaux des champs, comme le labourage. Par contre, en Hollande, une charge importante est celle pour le pompage de l'eau d'inondation. En général, la charge est prise par les fermes le matin de bonne heure et est vite renforcée par celle des laiteries, le maximum se trouve entre huit et neuf heures et est généralement 80 pour 100 de la charge du soir. En été, la charge est plus forte qu'en hiver. La charge des laiteries est prise dans la journée et tombe dans la soirée. Un fait intéressant à noter est le remplacement progressif, en Hollande comme au Danemark, des moulins à vent par des moteurs électriques et le développement de l'emploi de l'électricité dans les fabriques de carton. L'auteur signale que, dans certains districts, le réseau de distribution est plus complet que ne le demandent les nécessités actuelles; il y a là une question à considérer au point de vue de l'avantage résultant pour la communauté. Dans l'ensemble, on emploie très peu, dans les fermes ou villages, l'électricité pour les besoins domestiques : chauffage, cuisine, etc. L'auteur donne ensuite quelques renseignements particuliers à certaines provinces. — J. S.

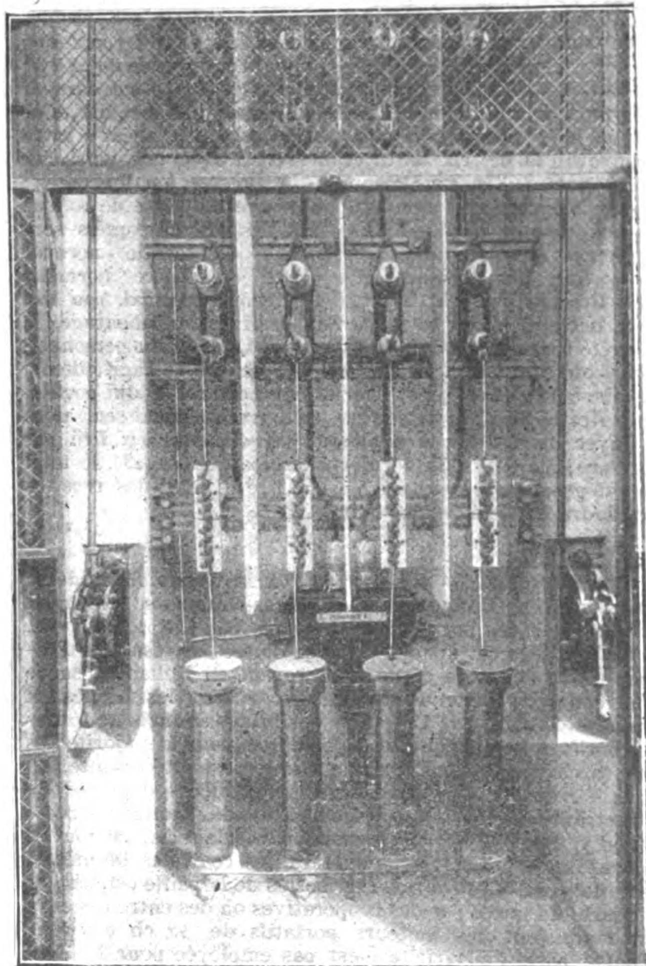
UNE DES CELLULES

de la nouvelle sous-station (Plaisance 50000 kw) de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

LA CHEVILLE RAWL

est employée pour fixer les fils sous plomb, isolateurs, etc., dans cette sous-station (ciment armé).

Travail exécuté par la Cie française pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON



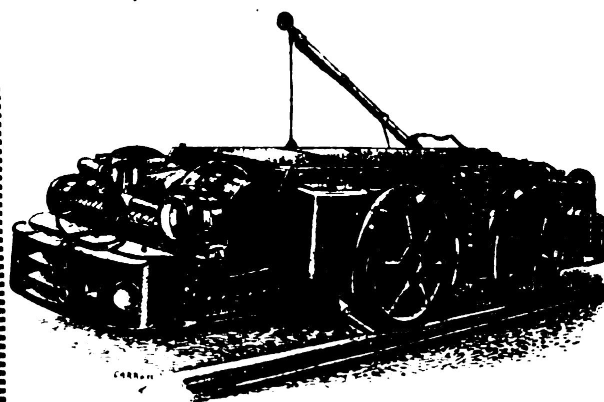


35, rue Boissy-d'Anglas, PARIS (8e)

Téléphone : Élysées 60-91 ; 60-92 ; 60-93 — *Registre du Commerce* : Seine, N° 184.457

FOIRE DE PARIS

Hall de l'Electricité — Stand N° 5273



POUR LA MINE ET L'USINE

la locomotive ad hoc

Le problème complexe de la traction dans la mine exige des engins appropriés. Le montage d'un moteur quelconque sur un châssis plus ou moins lesté est une solution simpliste. La machine conçue et réalisée spécialement pour la mine et l'usine est la locomotive Goodman à trolley, à accumulateurs ou à combinaison.

MOTEURS D'UN TYPE PARTICULIER A TRÈS FAIBLE VITESSE. CHASSIS EN ACIER LAMINÉ. ÉQUILIBREURS COMPENSANT LES INÉGALITÉS DE LA VOIE. BUTOIRS EN ACIER MASSIF A DOUBLE RÉACTION. ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉ.

telles sont quelques caractéristiques :: de la locomotive Goodman. ::

50 types

de 10 à 500 Ch pesant 2 à 50 tonnes

12 000 locomotives Goodman sont en service dans le monde entier. Seul les usines Goodmann ont pu sortir des locomotives électriques de 500 Ch pesant 50 tonnes pour voie de 60 cm. La locomotive Goodman à batterie a été éprouvée contre le grisou par le departement :: des Mines des Etats-Unis ::

Vous avez intérêt à demander aujourd'hui le catalogue illustré et à nous soumettre le problème de votre traction.

"GOODMAN"

Locomotives électriques

Agent général A. J. MATHIEU. Ingénieur

6, Rue Saint-Georges - Paris

Tél. : Trudaine 60-32

:: R. C. Seine 30.507 ::

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.00.3. — Les points de vue financiers dans l'électrification des chemins de fer. *Der elektrische Betrieb*, 24 septembre 1923, t. XXI, p. 213-215, 1 000 mots, 5 fig. — Les chiffres et graphiques donnés dans cet article sont extraits d'une communication de Ph. Dawson, relatée en son temps dans « Electrical Review », 1923, t. XCII, p. 887-914. Ils ne sont autres que les résultats de travaux de statistiques exécutés sur un réseau anglais. Dawson envisage le problème au point de vue très spécial du trafic voyageurs. En outre, il définit les frais à déduire des recettes brutes pour obtenir les recettes nettes comme étant ceux qui sont directement influencés par le mode de traction particulier, par exemple, les frais concernant les locomotives, l'éclairage des trains, l'entretien du matériel, les dispositifs de sécurité, les dépenses supplémentaires dues à l'accroissement de la vitesse, etc. L'unité de base est le « mile-train » et, dans quelques cas particuliers, le « mile-voyageur ». C'est à l'une ou l'autre de ces unités que sont rapportées les recettes et les dépenses annuelles. Les conclusions penchent en faveur de la traction électrique. — E. F.

621.33 (72). — L'électrification des chemins de fer mexicains. *Electrical Review*, 21 décembre 1923, t. XCIII, p. 926-929, 3700 mots, 4 fig. — La première section électrifiée est celle d'Orizaba à Esperanza où la ligne présente une pente moyenne de 41,5 pour 1000, la distance est de 29 miles (47,4 km environ). Si on tient compte des courbes, la pente totale résultante atteint au maximum 52,4 pour 1000. Le système adopté est celui à courant continu 3000 v. Les locomotives envisagées seront formées de 3 trucks articulés sur lesquels seront montés 6 moteurs de traction. Le poids en ordre de marche est de 136 t entièrement réparti sur les roues motrices. Au régime unihoraire, l'effort de traction aux jantes sera de 22500 kg environ et la vitesse de 6,12 ou 18 miles à l'heure (10,20 ou 30 km : h) sous 3000 v suivant le couplage des moteurs. On a prévu aussi le shuntage des inducteurs des moteurs pour la marche avec trains légers ou sur les faibles pentes. Ces locomotives sont munies de la commande à unité multiple et du freinage par récupération. Chacun devra pouvoir remorquer une charge de 300 t sur le profil indiqué. On trouvera dans l'article une petite étude économique des coûts annuels comparatifs de 4 procédés d'exploitation, ainsi que des considérations sur la façon d'assurer, sur la section en question, le trafic annuel envisagé, suivant qu'on formera des trains de 300, 900 ou 1 200 t de façon à ne pas avoir de demande momentanée d'énergie excessive. — J. S.

621.33 (73). — Le développement de l'électrification dans la Virginie de l'Ouest; Stephen Q. HAYES. *Electric Railway Journal*, 17 novembre 1923, t. LXII, p. 869-870, 1500 mots. — L'Etat de Virginie de l'Ouest possède de grandes richesses en charbon et il s'ensuit un gros trafic de cette matière par chemin de fer. Dans le but d'améliorer et de développer ce trafic, certaines compagnies de chemin de fer ont déjà électrifié quelques portions de leurs lignes dans cette région et d'autres sont en train de procéder à de semblables électrifications. Parmi les électrifications déjà réalisées, celle du Norfolk and Western Railway sur la rampe d'Elkhorn est des plus intéressantes. Sur cette rampe de 1,5 à 2 pour 100, les trains de charbons, de 3 500 t, étaient autrefois remorqués par trois locomotives à vapeur Mallet dont une poussante placée en queue du train. Aujourd'hui, deux locomotives électriques suffisent, dont une symétrque, et la vitesse obtenue est double. Cette section de ligne comporte un tunnel à une seule voie, et l'emploi des locomotives électriques a permis, dans cette section, le transport dans un seul sens de 90 000 t par jour alors qu'on n'avait étudié l'installation que pour 65 000 t. On estime que le débit de cette portion de ligne a pu être doublé par l'emploi de la traction électrique. — Une autre électrification intéressante est celle du Virginian Railway actuellement en cours d'installation e qui comportera, en particulier, une rampe de 2 pour 100 longue d'environ 10 miles (16 km environ). Actuellement les trains, chargés à 5 500 t sont remorqués par deux locomotives à vapeur Mallet du type 2 — 10 + 10 — 2 symétriques et une du type 2 — 8 + 8 — 2 à une vitesse de 6 à 7 miles à l'heure (9,5 à 11 km : h). On compte, avec la traction électrique, remorquer sur ce même profil des trains de 6000 t avec deux locomotives symétriques formées de 3 unités chacune, à la vitesse de 14 miles à l'heure (23 km : h environ). Chacune de ces locomotives pèsera environ 200 t et aura une puissance continue de 1700 ch à 14 miles à l'heure, et de 2000 ch à 28 miles à l'heure (45 km : h). Elles seront du type dit « split-phase » et alimentées en courant monophasé à 25 p : s, 11000 ou 22000 v. Les moteurs sont des moteurs à induction. L'énergie électrique sera fournie par une usine à vapeur à la tension de 88 000 v. Les locomotives, les transformateurs et le système de distribution sont étudiés de façon à pouvoir utiliser au fil de trolet du courant à la tension de 11000 ou de 22000 v, cette tension étant envisagée pour le remorquage de trains de 13000 t sur une portion de la ligne au moyen d'une locomotive formée de quatre unités accouplées. On envisage l'interconnexion des réseaux du Virginian Railway et du Norfolk and Wersten Railway, d'une part, et l'interconnexion de chacun de ces réseaux avec d'autres réseaux de distribution d'énergie électrique, d'autre part. — J. S.

621 331 : 625.3 (43). — L'expérience des lignes à haute tension en pays de montagnes. Considération particulière de la ligne alimentant le chemin de fer électrifié des montagnes de Silésie. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 860-863, 3500 mots, 3 fig. Analyse d'un article de USBECK, publié dans *E. T. Z.*, 21 juin 1923, t. XLIV, p. 585-589, 3500 mots, 12 fig.

621.33 (73). — Le double réseau de transports rapides de New-York; Wilhelm MATTERSDORFF. *Der elektrische Betrieb*, 10 et 24 juillet 1923, t. XXI, p. 145-149 et 157-161, 6000 mots, 10 fig. — La ville de New-York, avec son centre d'affaires à la pointe de l'île fort étroite de Manhattan et des divers quartiers isolés par des bras de mer, est parmi celles où la création d'un réseau complet de transports s'imposait comme une nécessité. La chose fut envisagée vers 1908; il s'agissait de coordonner et d'étendre les entreprises disparates qui existaient alors. Après des difficultés d'ordre financier, un accord intervint en 1911 entre la ville et deux des anciennes compagnies exploitantes : L'Interborough Rapid Transit Company et la Brooklyn Rapid Transit Company. La ville apportait son appui financier; en retour, les deux compagnies devaient modifier, améliorer et agrandir leur réseau. Le double réseau (Dual System) était fondé. La durée de la concession est de quarante-neuf ans après l'achèvement de la dernière ligne. Les bénéfices sont répartis entre la ville et les concessionnaires suivant les stipulations du cahier des charges. Les concessionnaires s'engagent à adopter le tarif unique fixe de 5 cents. Parmi les modifications, il faut citer la pose d'une troisième voie sur les chemins de fer aériens, en vue d'accélérer la marche des trains express dans la direction du trafic maximum. La chose fut facile; les deux voies courant le long des maisons, la troisième fut placée au centre; il suffit de renforcer la charpente. Au point de vue technique, on a mis à profit l'expérience acquise pour apporter des améliorations sur divers points. Les quais sont toujours en ligne droite, jamais en courbe. Les deux ou quatre voies empruntaient autrefois le même tunnel, il en résultait des tourbillons, mais pas de ventilation. On construit maintenant un tunnel pour les voies montantes et un tunnel pour les voies descendantes. Sur les anciennes lignes, on se borne à élever une cloison médiane; les trains forment piston et renouvellent l'air. Les quais sont prévus pour des trains de 10 voitures (express) et 6 (locaux) au lieu de 8 et 5. On évite les revêtements d'asphalte qui contribuaient à l'échauffement du souterrain. On remplace le béton par le béton armé, et lors des travaux on



TOUS LES PAPIERS TOUS LES CARTONS

Qui a bien acheté s'il n'a consulté les échantillons des Papeteries de France? En des carnets nombreux, abondent les sortes les plus variées, livrables en toutes forces et dont la qualité est aussi décisive que le prix.

Tous ces avantages sont le fait de huit usines spécialisées produisant plus, mieux, à meilleur marché. Un mot, un coup de téléphone, et ces carnets seront demain sur votre bureau. Et toute demande de prix, sur un échantillon envoyé par vous, recevra solution prompte et avantageuse.

PAPETERIES DE FRANCE

(PAPETERIES BERGÈS, FREDET DE LEYSSE, DE L'AUTO)

Sté Ame au capital de 45.000.000 frs.

Siège Social et Direction Générale

PARIS - 10, Rue Commines - PARIS

20 MAISONS DE VENTE. 8 USINES

Registre du Commerce : Seine N° 172 682

Etablissements DESAULTY

13 rue de Longueville	11, rue de Provence
St QUENTIN (Aisne)	PARIS (9e)
Téléph. : n° 1	*Téléph. : Bergère 56-06*
R. C. : St-Quentin N° 507	*R. C.* : Seine N° 124891



CONSOLES EN BETON ARMÉ

POUR ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR

ADOPTÉES PAR DE NOMBREUSES VILLES

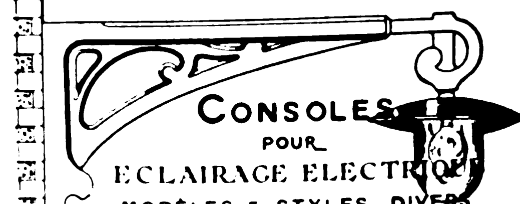
MODÈLE DÉPOSÉ

SAILLIE 1m

POIDS MAX 8 Kg.

CONSOLES POUR ECLAIRAGE A GAZ

NOMBREUSES RÉFÉRENCES



CONSOLES POUR ECLAIRAGE ELECTRIQUE

MODÈLES & STYLES DIVERS

SUPPRESSION DE TOUT ENTRETIEN

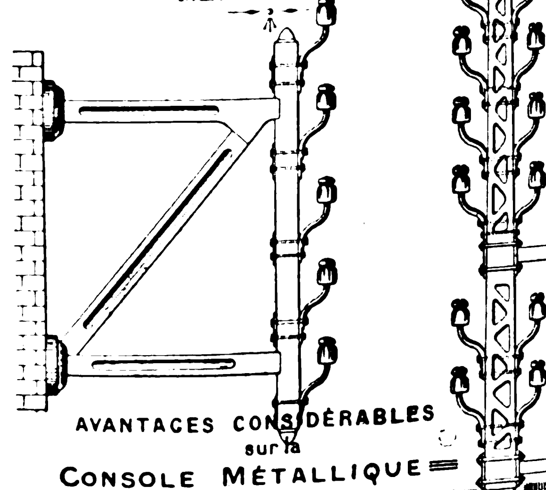
25 % MOINS CHER QUE LES CONSOLES MÉTALLIQUES

Notices & descriptions sur demande

CONSOLES EN BETON ARMÉ POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

BASSE TENSION

BREVETÉES S.G.D.G.



AVANTAGES CONSIDÉRABLES sur la CONSOLE MÉTALLIQUE

Stocks importants disponibles

recouvre la tranchée d'un plancher en bois. Enfin, on donne plus de soin à l'architecture et l'on cherche à réaliser un service silencieux. Les trains sont formés de motrices et de remorques, leur composition varie suivant la compagnie, leur nature (trains aériens ou souterrains), leur usage (express ou locaux). Leur intervalle peut descendre jusqu'à 76,5 secondes sur certaines portions de lignes, soit en moyenne 47 trains à l'heure. Dans son état actuel le réseau transporte 1 418 000 000 voyageurs par an (chiffre de 1921) et comporte 1 000 km de voie simple. Ce nombre sera vraisemblablement doublé en 1925. — E. F.

621.335 : 621.434. — Les automotrices à moteur Diesel et transmission électrique système Sulzer; Lucien A.-H. Pahin. *L'Industrie électrique*, 25 décembre 1923, t. XXXII, p. 465-467, 1 200 mots, 4 fig. — L'auteur donne les caractéristiques principales d'un nouveau modèle de voiture automotrice mixte à moteur Diesel et transmission électrique, récemment créé par la Société anonyme Sulzer frères de Winterthur. Le moteur Diesel, à 6 cylindres, fournit une puissance de 400 ch pour un régime de 440 t : mn. La vitesse de la locomotive est de 70 km : h en palier si elle circule seule, et de 60 km : h si elle remorque une charge de 30 t. La génératrice a huit pôles principaux et une excitation séparée : sa puissance continue est de 140 kw sous une tension de 300 v. L'excitatrice hexapolaire d'une puissance continue de 7,5 kw est montée en bout d'arbre de la génératrice. Deux moteurs de traction à 6 pôles principaux et 6 pôles de commutation actionnent, par l'intermédiaire d'une réduction d'engrenages, un faux essieu couplé aux deux essieux moteurs par des bielles. — M.-H. B.

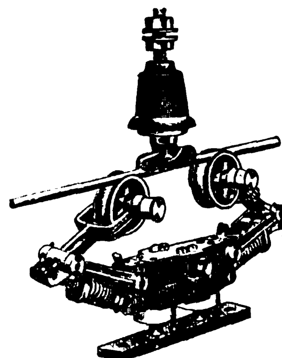
621.333. — Les moteurs de traction ventilés à courant continu; E. Heldé. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 55-61, 4500 mots, 9 fig. 4 tab. — L'auteur décrit dans cette note les divers systèmes employés actuellement pour la ventilation des moteurs de traction (ventilation simple, double, série, etc.). Il rappelle ensuite un certain nombre d'essais, faits soit en Europe, soit aux Etats-Unis, qui montrent nettement l'influence de la ventilation sur les différents régimes de fonctionnement des moteurs. Malgré les inconvénients constatés dans quelques exploitations avec les moteurs ventilés, ceux-ci se répandent de plus en plus : leur emploi devient même nécessaire dans bien des cas, par suite de l'augmentation des puissances utilisées par les véhicules et de la place réduite dont on dispose pour loger les moteurs.

621.337. — Le système coumpound appliqué au freinage en récupération dans la traction par courant continu. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 66-70, 2000 mots, 10 fig., 3 tab. Analyse d'un article de M.-G. Say et H.-G. Frampton, publié dans *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 863-868, 2700 mots, 10 fig.

629.113.62 (44). — La ligne d'omnibus électriques à trolet de Modane à Lanslebourg; André Chardin. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 917-923, 4500 mots, 7 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit, en détail, les installations de cette ligne qui présentent des particularités toutes nouvelles. C'est la première ligne d'omnibus électriques à trolet qui soit actuellement en exploitation régulière en France. Elle résout avantageusement le problème des transports en commun et du transport des marchandises sur route par l'utilisation de l'énergie électrique des chutes d'eau.

629.113.6. — Les véhicules électriques commerciaux. *Electrical Review*, 30 novembre 1923, t. XCIII, p. 834-835, 1600 mots, 3 fig. — La dernière exposition d'automobiles à l'Olympia a montré un assez grand nombre de véhicules électriques. L'auteur cite, en premier lieu, deux camions de 2 et 4 tonnes à moteur à essence avec transmission électrique de la Stevens Petrol-Electric C°; la General Vehicle C° exposait un camion de 10 tonnes pourvu de freins Westinghouse et équipé avec une cinquième roue motrice placée sous la plate-forme; des ressorts permettent une répartition convenable de la charge, même sur mauvaise route. Le type de tracteur Baker comporte quatre roues motrices; il est attelé à une plate-forme à deux roues, capable de porter 10 tonnes; la vitesse peut atteindre 10 km : h à vide et environ 6 km : h avec la charge de 10 tonnes. Le camion de Ransomes, Sims and Jefferies Ltd peut porter 5 tonnes et pèse 2,5 tonnes; la batterie qui l'alimente a une capacité de 387 A-h au régime de décharge en cinq heures. Un omnibus pétroléo-électrique était exposé par la Tilling-Stevens Motors, Ltd; son moteur a une puissance nominale de 40 ch, le châssis pèse 3 tonnes et demie environ. La Clayton Wagons Ltd montrait un camion de 3,5 tonnes, à un seul moteur, le réducteur à engrenages permet cinq vitesses avant et deux vitesses arrière; la batterie peut être du type désiré par l'acheteur. Un grand nombre d'exposants avaient exhibé des accessoires de toutes sortes utilisant le courant électrique pour l'éclairage, l'allumage des moteurs, les signaux optiques et acoustiques, etc. — E. B.

621.334. — Truck électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (A. E. G.). *E. T. Z.*, 4 octobre 1923, t. XLIV, p. 909, 1 fig. — Suivant la tendance générale à économiser le personnel par un perfectionnement toujours croissant de la manutention, l'A. E. G. a réalisé un chariot à plate-forme surbaissée, supportant une colonne, autour de laquelle peut s'orienter le bras d'une grue, dont le contrepoids est constitué par la batterie d'accumulateurs, au-dessus de laquelle se trouve le treuil. On peut, outre le déplacement du truck, réaliser électriquement les diverses manœuvres de montée, descente et orientation des charges. Néanmoins, les mouvements latéraux du bras, pendant la



621.334. — Fig. 1. Prise de courant articulée.

translation du chariot, sont rendus impossibles par un dispositif de verrouillage, dont la fermeture réalise la liaison entre la batterie et l'interrupteur de mise en marche. La prise de courant constitue l'un des accessoires essentiels des engins de levage électriques. La figure 1 représente un dispositif articulé construit par une firme de Mannheim et sous deux formes : bras fixes ou susceptibles d'un déplacement latéral pour passage dans les courbes. — F. B.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394 337.3. — Expériences nouvelles sur la transmission des images à distance. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 42, 100 mots. Communication faite par M. Belin à la séance du 5 janvier 1924 de la Société française des Electriciens.

621.395.5 (4). — La téléphonie à grande distance en Europe. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 865-866, 1800 mots, 3 fig. Extraits d'un discours prononcé à Londres,

le 2 novembre 1922, par Franck Gill et publié dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1923, t. xii, p. 674-696, 8 500 mots, 13 fig.

621.395.34. — Les progrès du téléphone automatique. *Electrician*, 23 novembre 1923, t. xci, p. 573, 900 mots, 2 fig. — L'article donne une description sommaire du centre téléphonique installé au nouveau Hall of the London County Concil et qui est équipé avec le système automatique Strowger pour 650 abonnés. Chaque poste porte un cadran d'appel sur lequel l'appelant fait trois mouvements successifs, un par chiffre; cette manœuvre demande environ six secondes. Si l'appelé est disponible, la communication est établie immédiatement sinon un signal audible prévient l'appelant. A la fin de la conversation, le fait d'accrocher le récepteur à son support libère automatiquement la ligne. Avec ce système, le secret des conversations est assuré, il est impossible de brancher une autre ligne en dérivation. Un tableau spécial permet en outre la communication avec le réseau de la ville au moyen de 100 lignes environ; un employé assure la distribution des communications avec la ville; il est prévenu de l'appel spécial par une lampe rouge qui s'allume lorsque l'appelant fait un mouvement supplémentaire sur son cadran et l'arrête sur le chiffre 0; les appels de la ville sont également reçus par cet employé qui les transmet par le téléphone automatique. — E. B.

621.395.5 (489). — L'emploi du câble Krarup au Danemark. *Electrician*, 21 décembre 1923, t. xci, p. 692-694, 2 200 mots, 6 fig. — L'emploi des câbles « chargés » pour les lignes téléphoniques a fait l'objet de nombreuses études qui ont abouti à la fabrication des câbles Pupin et Krarup. Suivant M. Mollerhoj, le câble Krarup est, pour l'instant, inférieur au câble Pupin, aussi bien en ce qui concerne son prix qu'en ce qui concerne le facteur de déformation; l'article est une étude du prix de ces types de câbles suivant les données de fabrication, il a pour but de montrer qu'il est possible d'obtenir, avec le câble Krarup, des résultats aussi satisfaisants qu'avec le système Pupin. — E. B.

538.56 + 621.396.22. — A propos des expériences au moyen des ondes entretenues de faible longueur d'onde. *R. G. E.*, 10 novembre 1923, t. xiv, p. 689, 400 mots. — Lettre de M. R. Mesny au sujet d'un article publié dans *E. T. Z.*, 17 mai 1923 et analysé dans la Documentation de la « R. G. E. ».

621.396.43. — La radiotéléphonie par ondes dirigées par les lignes d'énergie à haute tension. *R. G. E.*, 17 novembre 1923, t. xiv, p. 757-758, 900 mots, 5 fig. Analyse d'un article de E. Austin, publié dans *G. E. R.*, juin 1923, t. xxvi, p. 424-435, 7 000 mots, 21 fig.

621.397.3. — Téléphonie et télégraphie à haute fréquence sur fils; Paolo Borgatti. Communication à la xxviii[e] Réunion de l'Association électrotechnique italienne à Venise. *Elettrotecnica*, 15-25 août 1923, t. x, 531-541, 9 500 mots, 26 fig. — Le principe fondamental de la téléphonie et de la télégraphie, à haute fréquence, sur fils, est le même que celui de la radiotélégraphie et de la radiotéléphonie, les appareils étant les mêmes. Mais ici, l'énergie est convoyée le long d'une ligne, jusqu'à un récepteur unique, en donnant lieu sur la ligne même à des courants de haute fréquence. Ce mode de transmission a été employé avec succès au cours de ces dernières années, en différents pays, particulièrement en Amérique et en Allemagne, où la question a été étudiée avec le plus grand soin. C'est l'emploi des tubes électroniques qui a rendu possible la réalisation pratique du problème. Ils se prêtent très bien, en effet, à la formation du courant à haute fréquence, à sa modulation et à l'amplification, si elle est nécessaire en certains points de la ligne, du courant modulé pour en compenser l'atténuation. Ils permettent également la démodulation à l'arrivée ainsi que l'amplification du courant téléphonique après sa séparation d'avec la haute fréquence. L'auteur donne une description détaillée et complète des diverses méthodes employées pour réaliser ces opérations successives. Il indique également la façon dont se comportent les lignes parcourues par des courants à haute fréquence (augmentations assez notables de la résistance et de la conductance de dispersion, faible diminution de l'inductance pour les lignes aériennes et sous câbles; aux pertes qui en résultent, il faut ajouter, pour ces derniers, les pertes dans le diélectrique qui croissent avec la fréquence). Il mentionne en outre les expériences entreprises pour obtenir la reproduction exacte de la voix. Les différents montages adoptés pour la téléphonie multiple à haute fréquence, ainsi que pour la télégraphie, sont également indiqués, avec l'emploi pour les premiers des circuits filtres qui ne laissent passer que des courants de fréquences contenues entre des limites déterminées, l'application du principe de la syntonie simple suffisant pour les seconds. La téléphonie et la télégraphie à haute fréquence sur fils peuvent être avantageuses, si l'on utilise une ligne existant déjà et servant ordinairement pour d'autres usages. Le procédé sera particulièrement à recommander si, par suite de la distance qui sépare deux localités, (à partir de 100 à 200 km, en général), l'installation d'une nouvelle ligne doit être plus onéreuse que celle des appareils à haute fréquence. Le dispositif peut être adopté, par exemple, sur les lignes télégraphiques ou téléphoniques ordinaires, et il permet alors d'obtenir un plus grand nombre de communications simultanées. — Mais il peut aussi, et cette solution a reçu un important développement dans tous les pays, assurer les communications entre usines et cabines d'installations électriques par l'utilisation, pour la transmission des courants à haute fréquence, de la ligne de transmission d'énergie. — On peut également établir des communications entre les trains en marche et les localités reliées aux lignes placées le long de la voie. — Une liaison téléphonique de ce genre existe actuellement sur la ligne Berlin-Hambourg (300 km). Une autre application de la téléphonie à haute fréquence sur fils consiste à utiliser, pour la diffusion radiotéléphonique, les réseaux de distribution des lignes électriques pour l'éclairage des villes. Quoique la technique des radiocommunications soit en continuelle et rapide évolution, de telle sorte qu'il est présumable que les installations à haute fréquence n'ont pas encore atteint leur forme définitive, on peut dire toutefois que le développement actuel des appareils et des méthodes est assez avancé pour permettre l'organisation d'un service complètement satisfaisant au double point de vue technique et commercial. — P. B.

621.396.71 (42). — La radiotéléphonie et la radiotélégraphie en Angleterre. Résultats de fonctionnement des installations à arc de 250 kw de la station de Leafield; E.-H. Shaughnessy. *J. I. E. E.*, décembre 1923, t. lxii, p. 51-57, 5 000 mots, 3 tab. — *Service de diffusion.* — Un service unique de diffusion, constituant un véritable monopole, a été créé, il y a un environ, d'accord avec les autorités officielles de contrôle, par un consortium des maisons de construction intéressées; après une expérience, maintenant suffisamment longue, on estime que les résultats donnés par une telle organisation sont certainement meilleurs que ceux qu'il aurait été posible d'obtenir sous le régime de la concurrence. — Les réceptions radiophoniques sont, en règle générale, gênées, dans la région côtière, par les communications, échangées par émetteurs à étincelles, entre les navires et les postes maritimes. Des essais entrepris à ce sujet par le Post Office, il résulte qu'il ne paraît guère possible, pour le moment, de remédier complètement à cette situation; la substitution d'émissions de trains d'ondes musicaux, par valves, aux émissions par étincelles, qui pourrait être envisagée, aurait, en effet, comme conséquence, une réduction considérable de la portée utile, étant donné que la grande majorité des navires est équipée avec des récepteurs à galène. — *Valves d'émission.* — La durée moyenne effective de ces valves, en raison des progrès réalisés dans leur construction, a augmenté d'une façon remarquable au cours de ces deux dernières années, passant

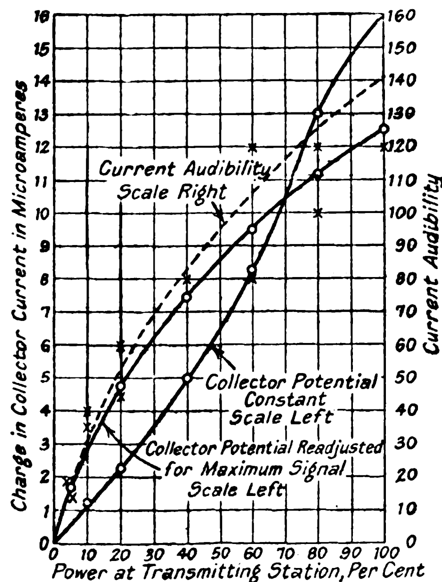
de 450 heures en 1921 à 1000 heures en 1922 et 3000 heures en 1923; on escompte, à assez brève échéance, des durées de 6000 et 8000 heures. Parallèlement, la puissance maximum pour laquelle ces appareils sont établis a été accrue; il existe, à la station de Northolt, des valves Western Electric développant, normalement, 10 kw sous une tension d'anode de 10000 v, qui ont supporté, pendant trois heures, une épreuve sous 12500 v à la puissance de 14 kw. La valve Holweck, sous une tension d'anode de 5000 v, donne 8,5 kw dans le circuit oscillant; son filament peut être, en cas de besoin, remplacé rapidement et à peu de frais. Cette dernière caractéristique a été incorporée dans une valve en quartz étudiée par l'Amirauté, développant 31 kw sous une tension d'anode de 12000 v. — *Station de grande puissance de Leafield.* — Cette station, la première installée dans le centre de l'Angleterre, est équipée avec des arcs Poulsen-Elwell de 250 kw. Le fonctionnement a donné lieu, dès le début, à quelques ennuis, provoqués, principalement, par les harmoniques, et du fait, également, d'une émission parasite produisant une perturbation bruyante, désignée par les professionnels sous le nom de « mush », qui apparait entre les longueurs d'onde de 2000 et 3000 m, lorsque la station utilise une longueur d'onde de 9000 m environ. Des essais systématiques ont été entrepris pour déterminer les quantités d'énergie correspondant aux différentes émissions (ondes fondamentale et harmoniques successifs); pour rechercher la cause de la présence des harmoniques et, incidemment, pour calculer la hauteur de rayonnement de l'antenne. Les plus intéressants des résultats numériques trouvés ont été consignés dans des tableaux insérés dans l'article. Les expériences ont prouvé, nettement, que la production des harmoniques devait être attribuée au fonctionnement de l'arc. L'énergie qui correspond à ces harmoniques n'est, d'ailleurs, qu'une fraction négligeable de l'énergie afférente à l'onde fondamentale; tandis que celle-ci est de 2380 w avec un courant de 150 A dans l'antenne, l'énergie correspondant au deuxième harmonique, qui est alors maximum, n'est que de 0,165 w; il importe, toutefois, de remarquer que des émissions parasites, même d'une puissance aussi faible, sont susceptibles de provoquer des perturbations. On a cherché à éliminer les effets de ces émissions, de même que « le mush », dont il a été déjà parlé ci-dessus, on a eu recours, dans ce but, avec un plein succès, à l'emploi de circuits couplés. Les premiers essais ont été effectués dans deux stations à arc de moindre importance, à Northolt, notamment, où l'on a été conduit à faire usage d'un condensateur à mica Dubilier fonctionnant sous 30000 v à la fréquence de 40000 p : s; ils vont se poursuivre maintenant à Leafield avec les puissance et tension plus élevées mises en jeu dans cette station. — Les installations de Leafield ont donné également lieu à quelques troubles de fonctionnement d'un autre genre; on a noté, en particulier, que les isolateurs insérés dans les haubans des pylônes subissaient une détérioration rapide, présentant des signes manifestes qu'ils étaient soumis, en service, à un échauffement interne de valeur exagérée; le phénomène s'explique si l'on songe que, dans les émissions par arc, l'antenne, pendant la transmission, reste constamment sous tension et que, par conséquent, les isolateurs en question ont à supporter une contrainte continue, sous un régime thermique nettement défavorable. Pour remédier, efficacement, à l'inconvénient signalé, on a été conduit, finalement, à court-circuiter les isolateurs de haubans, en réalisant en même temps une bonne liaison électrique de ces derniers avec les pylônes, à leur extrémité supérieure, et avec la terre, à leur extrémité inférieure. Grâce à cette modification dans l'installation, il a été possible d'accroître l'intensité du courant d'antenne de 190 à 250 A, sans qu'il en résulte aucun incident, et sans que la valeur du rayonnement de l'antenne soit, de ce fait, affectée d'une façon notable. — L. D.

621.395.615.1. — **Génération d'oscillations polyphasées au moyen de tubes électroniques**; René Mesny. *Journal de Physique et le Radium*, octobre 1923, t. IV, p. 376-380, 2500 mots, 2 fig. — L'auteur part du principe suivant : si avec *n* triodes identiques on réalise un montage ayant une symétrie géométrique et électrique d'ordre *n*, le système ainsi constitué doit être capable, dans des conditions convenables, de donner naissance à un ensemble d'oscillations polyphasées d'ordre *n*. L'expérience montre la stabilité du fonctionnement, en particulier, avec un montage comportant trois triodes dont les circuits de plaques et de grilles sont couplés magnétiquement et les trois circuits de grille, par exemple, électriquement. Des différences atteignant 4 à 5 pour 100 dans les éléments homologues n'influent pas sur le fonctionnement du générateur. — Si l'on crée, grâce à ce courant triphasé, un champ tournant, au moyen de trois bobines décalées de 120°, on peut faire tourner un moteur en cage d'écureuil, de très faible puissance naturellement. On peut encore, et c'est là une application très intéressante, mesurer la phase d'un second courant de même fréquence par opposition avec le courant induit dans une bobine exploratrice par le champ tournant. La précision des mesures dépend de la construction de ce phasemètre et atteint facilement le degré. Une dyssymétrie dans le générateur produira un champ elliptique. L'emploi du phasemètre précédent permet de le corriger facilement. — G. H.

621.396.615.3. — **Triode démontable de grande puissance.** *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 773-774, 900 mots. Résumé d'une communication faite par F. Holweck à la séance du 6 juillet 1923 de la Société française de Physique.

621.396.615.6. — **La lampe détectrice « sodion ».** *Electrician*, 7 décembre 1923, t. XCI, p. 635, 700 mots, 1 fig. — Dans un rapport lu au cours d'un meeting récent de l'Institut radioélectrique, M. H.-P. Doule a décrit une modification de la lampe à vide dénommée « sodion » dans laquelle on n'utilise aucune électrode de sodium liquide. Cette lampe est, paraît-il, beaucoup plus sensible que la lampe à grille solide. De plus, elle a l'avantage de donner une reproduction pure du son mais de ne donner lieu à aucune oscillation ni rétroaction. Comme le type précédent, elle n'a aucune grille, mais elle utilise un morceau de nickel entourant partiellement le filament et ouvert vers l'anode. Une enveloppe de verre contient l'anode ou plaque, le filament et l'électrode de réglage ou collecteur. Un réchauffeur est enroulé autour de l'extérieur du tube de verre de manière à n'avoir aucun effet magnétique. On a alors prévu une deuxième enveloppe de verre externe de manière à conserver la chaleur. On pousse le vide dans la lampe à sa limite extrême et on traite l'intérieur avec du sodium pour déposer la matière d'ionisation qui joue un rôle important dans la sensibilité. Quand on ajuste convenablement les tensions, les courants augmentent automatiquement jusqu'à une valeur d'équilibre qui dépend de la tension appliquée. En réalité, il y a un certain nombre de pointes successives du courant dans les circuits d'anode et du collecteur et l'état d'équilibre n'est atteint qu'après un temps assez long en comparaison de la durée d'une période de radiofréquence. — Une force électromotrice de radiofréquence appliquée au circuit du collecteur produit une chute proportionnelle dans le courant d'équilibre et il en résulte un signal dans le téléphone. Cette chute proportionnelle dans le courant du collecteur se voit sur la figure 1. On observe, en effet, le changement de courant produit par la réception d'une onde uniformément modulée à des intensités variables. La courbe inférieure a été prise sans réajustage du détecteur et son infériorité par rapport à l'autre courbe en trait plein indique la nécessité de choisir la meilleure tension de collecteur pour des intensités de signaux variables. Une comparaison entre la courbe supérieure en trait plein avec la courbe en pointillé montre ce fait intéressant que le changement dans le courant produit par un signal est proportionnel à son audibilité. L'éparpillement des points de la courbe pointillée (qui sont des points observés figurés par des croix) caractérise les mesures ordinaires

d'audibilité. Au contraire, la manière remarquable dont les points figurés par un petit cercle coïncident avec les courbes en trait plein montre la haute précision de la nouvelle méthode. Par conséquent, outre son application à la réception, la nouvelle lampe se trouve être un appareil de laboratoire de très grande valeur pour la mesure des courants très



621.396.615.6. — Fig. 1. Charge in collector current in microampères, courant du collecteur, en microampères; Current Audibility scale right, audibilité produite par le courant, échelle de droite; Current Audibility, audibilité produite par le courant; Collector potential constant scale left, tension constante du collecteur, échelle de gauche; Collecteur potential readjusted for maximum signal scale left, tension réajustée du collecteur pour le signal maximum, échelle de gauche; Power at transmitting station, per cent, puissance à la station de transmission, en centièmes.

faibles. La relation entre la puissance fournie et la puissance rendue sous forme audible pour le tube à vide est figurée par une ligne droite, ce qui est la condition requise pour une réception de bonne qualité. — C. F.

621.396.615.3. — La conductivité du circuit grille-filament; F.-M. Colebreck. *Electrician*, 23 novembre 1923, t. xci, p. 574-575, 2 600 mots, 4 fig. — Dans un récent article, l'« Electrician » a montré que, pour tirer les meilleurs résultats d'une lampe thermoionique du type de réception ordinaire, dans le cas de son utilisation pour l'amplification à haute ou à basse fréquence, il est nécessaire de vérifier qu'elle fonctionne aux environs du milieu de la partie droite d'une caractéristique appropriée. L'auteur a montré qu'en général ces conditions sont avantageusement remplies par l'emploi d'un potentiel de plaque d'environ 100 v en même temps que d'un potentiel de grille d'environ — 2 v. Il y a encore une autre raison qui milite en faveur de la combinaison d'un potentiel de plaque suffisamment élevé avec un faible potentiel de grille négatif, alors que, jusqu'à présent, on préférait adopter le plus souvent la combinaison d'un potentiel de plaque aussi faible que possible et d'un potentiel de grille nul ou même légèrement positif. Cette raison est l'effet nuisible de la conductivité grille-filament sur l'amplification. Afin de montrer la nature et l'importance de cet effet, l'auteur passe tout d'abord en revue les principes fondamentaux de l'amplification par lampe. Il rappelle que la conductivité grille-filament dans le cas d'une lampe ordinaire de réception n'est pas constante, mais varie d'une valeur presque nulle pour une tension de grille nulle, jusqu'à environ 1/20000 de l'unité de conductivité pour une tension de grille de + 2 v. Dans ce cas, la résistance grille-filament demeure approximativement constante à environ 20000 ohms pour une tension de grille de + 2 à + 10 v. L'auteur montre, par un exemple numérique, que l'effet de cette conductivité grille-filament est de réduire l'amplification dans le rapport approximatif de 10 à 2,85; puis, il fait une application pratique de cette théorie en étudiant la distorsion qui se produit dans les haut-parleurs. Il résulte de son étude, que les potentiels de grille et de plaque d'une lampe thermoionique employée pour l'amplification doivent satisfaire aux deux conditions suivantes : 1° le point de fonctionnement doit demeurer à l'intérieur de la région droite de la caractéristique de la lampe ; 2° on doit donner à la grille un potentiel négatif tel que la valeur maximum du potentiel oscillant appliqué n'élève pas son potentiel total au-dessus de zéro. — G. M.

621.395.624. — Appareils haut-parleurs des Etablissements Gaumont. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 42, 300 mots. Communication et présentation de M. Bonneau à la séance du 5 janvier 1924 de la Société française des Electriciens.

621.396.663. — Les progrès modernes en radiogoniométrie. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. xiv, p. 925-926, 1 800 mots. Analyse d'un article de R.-L. Smith-Rose, publié dans *The year Book of wireless Telegraphy and Telephony*, 1923, p. 2-8, 2 400 mots.

621.396.5. — Radiotéléphonie transatlantique; H.-D. Arnold et Lloyd Espenchied. *J. A. I. E. E.*, août 1923, t. xlii, p. 815-826, 9000 mots, 14 fig. — Une étude systématique de ce problème a été entreprise, depuis plusieurs mois, en collaboration, par les ingénieurs de l'American Telephone and Telegraph Co et de la Western Electric Co, d'une part, et par ceux de la Radio Corporation d'Amérique et de ses compagnies associées, d'autre part. A la date du 15 janvier de cette année, la réception d'un message radiotéléphonique émis de New-York a pu être réalisée à Londres, la qualité de l'audition étant comparable à celle donnée par le téléphone ordinaire. Les essais qui se sont poursuivis depuis cette époque ne sont pas encore considérés comme terminés ; ils sont continués en ce qui concerne, plus particulièrement, l'obtention d'un rendement meilleur dans la transmission, par l'emploi, notamment, d'ondes de plus grande longueur. L'article explique la méthode de transmission adoptée et en souligne les nombreux avantages, décrit, avec schémas de montage et photographies à l'appui, l'appareillage utilisé aux postes d'émission et de réception, respectivement installés à Rocky Point L. I. (Etats-Unis) et à New Southgate (Angleterre) et s'étend longuement sur les résultats de mesures, traduits sous la forme de diagrammes, et destinés à montrer, suivant l'heure du jour et l'époque de l'année, les variations dans la proportion d'énergie effectivement transmise au cadre récepteur, ainsi que l'importance relative des parasites. La méthode de transmission adoptée est basée sur le principe de la modulation d'un courant messager (voir *R. G. E.*, 1921, t. x, p. 444) sous l'action de la parole, et comporte, en outre, les particularités suivantes : 1° la composante du courant messager non affectée par la modulation, et qui représente les 2/3 environ de l'énergie totale, est éliminée ; d'où réduction importante de la puissance nécessaire au poste de départ ; 2° des deux bandes de fréquences, situées de part et d'autre de la fréquence propre du courant messager, et qui, dans le procédé habituel, véhiculent ensemble le message, une seule est transmise ; on arrive ainsi à rétrécir l'étendue occupée par chaque communication individuelle sur l'échelle, pratiquement assez resserrée, des fréquences applicables en radiotéléphonie, et à utiliser cette échelle d'une façon plus profitable. La disposition comporte, au reste, nombre d'autres avantages. — En ce qui concerne l'appareillage, signalons, pour l'émission, les amplificateurs étagés de 750 w, 15 kw et 150 kw, ces deux

derniers fonctionnant sous la tension continue de 10 000 v obtenue à l'aide d'un redresseur de 200 kw. Ces amplificateurs et redresseurs sont constitués par un assemblage de tubes thermoioniques de grande puissance, à refroidissement par circulation d'eau et pour lesquels des dispositions spéciales ont été prises en vue de réaliser un vide très poussé et assurer, aux joints, l'étanchéité requise. L'équipement récepteur comporte, outre un cadre carré de 1,8 m de côté, un premier groupe détecteur-oscillateur destiné à abaisser la fréquence des signaux transmis ; après filtrage, la « bande » qui en est issue vient, après amplification, impressionner un second groupe détecteur dans lequel un autre oscillateur reproduit le courant messager à une fréquence sensiblement moins élevée qu'à l'émission. Un amplificateur à basse fréquence complète le dispositif. — Les intensités de champ électrique correspondant aux ondes de réception ont été déterminées à l'aide d'une méthode de comparaison utilisant, en même temps que des signaux émis au poste de départ, d'autres signaux produits par une source locale au poste d'arrivée. Les résultats obtenus font ressortir des variations importantes dans le rendement de la transmission, au cours des 24 heures (moyenne de nuit : 100 μ v : m, environ ; moyenne de jour : 6 μ v : m environ) ; le rendement moyen journalier va, d'ailleurs, en diminuant, depuis la fin de l'hiver jusqu'au début du printemps, par suite d'une réduction parallèle dans l'intensité des signaux reçus, pendant les heures de nuit. — Pour ce qui a trait aux bruits perturbateurs provenant de diverses causes (parasites atmosphériques et activité d'autres stations), les expériences ont montré que leur intensité variait considérablement au cours d'une journée complète ; fait intéressant, le rapport entre les intensités respectives du signal et des bruits, à Londres, d'abord très élevé à l'approche du jour, descend rapidement durant la matinée, pour se tenir à une valeur constante et d'importance moyenne, pendant l'après-midi, jusqu'au coucher du soleil, c'est-à-dire, juste pendant la période de coïncidence des heures de bureau à New-York et dans la capitale anglaise. — Les essais ci-dessus ont été effectués avec une onde de 5 260 m ; ils sont présentement continués en opérant sur des ondes de plus grande longueur, avec lesquelles on espère obtenir des résultats encore plus favorables. — L. D.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364. — La production de la chaleur par l'électricité dans l'industrie ; Fr. Jordan. *Der elektrische Betrieb*, 10 décembre 1923, t. XXI, p. 249-252, 3 500 mots, 7 fig. — La plupart des opérations industrielles nécessitent une consommation plus ou moins grande de chaleur. On la transporte sous forme d'eau de vapeur, ou de gaz chauds. Il y a des pertes dans les canalisations et des pertes à l'emploi. L'auteur préférerait de beaucoup voir cette chaleur produite dans de grandes usines et transmise sous forme d'énergie électrique. On diminuerait ainsi les pertes de transmission et d'utilisation, tandis qu'on bénéficierait de multiples avantages : suppression des fumées, des risques d'explosion, facilité de service, etc. Sans compter que les compagnies distributrices pourraient consentir des tarifs spéciaux. Cela serait d'autant plus logique que ce nouvel emploi du courant permettrait aux usines génératrices de marcher continuellement à pleine charge. Les usines hydroélectriques y trouveraient l'utilisation de leur excédent d'eau. Enfin, on pourrait tirer parti des combustibles de qualité inférieure : tourbe ou lignite. Le lecteur trouvera dans cet article des considérations générales sur la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique : choix du conducteur de chauffe (gaz, arc, électrolyte, résistance métallique) suivant la température à obtenir et le but désiré ; il en tirera aussi des indications rapides sur les divers types de fours métallurgiques (fours à arc, à sole conductrice, à électrode, à induction, etc.) et quelques renseignements sommaires sur la confection des résistances de chauffage. — E. F.

621.364. — Le chauffage électrique moderne ; Schneider. *Der elektrische Betrieb*, 10 décembre 1923, t. XXI, p. 259-263, 1 500 mots, 18 fig., 6 tab. — L'augmentation croissante du prix du charbon impose une stricte économie de ce combustible. Des progrès considérables ont été faits dans cette voie pour la force motrice, qu'on tend de plus en plus à produire à la mine et à transmettre sous forme d'énergie électrique aux différents lieux d'utilisation. Ne pourrait-il en être de même de la chaleur ? Si l'on veut bien considérer les rendements déplorables de la plupart des foyers domestiques et les frais élevés de transport des combustibles, le problème apparait des plus intéressants. Autre avantage, en réservant pour les applications thermiques les heures creuses des usines génératrices, on égalise la charge et diminue d'une façon appréciable la consommation de charbon au kilowatt-heure. D'autre part, les usines hydroélectriques se développent de plus en plus ; utiliser leur courant pour le chauffage, c'est économiser le charbon. On objecte que le chauffage électrique nécessite des courants intenses, par suite, des canalisations spéciales. Ce reproche n'est pas fondé ; il existe, à l'heure actuelle, de nombreux appareils à chauffage lent, ne nécessitant qu'une faible puissance et qui peuvent être branchés sur les canalisations de la lumière. Presque toujours ce sont de véritables « accumulateurs de chaleur » qui seront, par exemple, chargés la nuit, alors que les stations hydroélectriques disposent d'un excédent de puissance. En principe, ils se composent d'un réservoir à grande capacité, bien calorifugé, chauffé par résistances électriques (cartouches) et muni d'un régulateur automatique de chauffe. Ils desservent les diverses installations ménagères (bains, cuisines, etc.) Si l'on peut disposer de grosses quantités d'énergie, on peut les employer au chauffage des appartements. Il existe, pour cet usage, des poêles en tôle à résistances remplis intérieurement de sable de grosseur convenable. Une autre solution consiste dans l'emploi de radiateurs alimentés par un réservoir à chauffage électrique. Ce dernier peut être conjugué avec une chaudière, ce qui permet d'avoir un appoint de chaleur les jours particulièrement rigoureux. A la campagne, les appareils à chauffage lent exécuteront pendant la nuit la lessive ou assureront la cuisson des aliments du bétail. A titre d'indication, une chaudière électrique d'une puissance de 1 kw permet de traiter un quintal de pommes de terre durant les huit ou dix heures de nuit. On les trouvera encore dans les fromageries. Enfin ils se rencontrent dans des industries plus importantes, telles que celles du papier et de la cellulose. On met ici en œuvre une solution un peu différente. C'est l'eau de la chaudière qui tient lieu de résistance, ce qui permet d'utiliser des tensions atteignant 15 000 v. Il faut alors, pour éviter les phénomènes d'électrolyse, n'employer que du courant alternatif. — E. F.

621.645. — Le chauffage électrique de l'eau ; W. Krug. *Der elektrische Betrieb*, 10 décembre 1923, t. XXI, p. 252-259, 4 000 mots, 20 fig., 6 tab. — Nous résumerons schématiquement cet article qui renferme une documentation très large sur la question du chauffage des liquides. — I. *Appareils à chauffage rapide*. *a*) Bouillottes (théières, cafetières, marmites) ; l'organe de chauffage fait corps avec le récipient. *b*) Plaques chauffantes de cuisine ; appareils analogues aux réchauds à gaz ou à alcool. *c*) Appareils à circulation où l'eau est portée à la température voulue pendant son passage à travers une chambre cylindrique de chauffage et qui se construisent avec résistances (courant continu ou alternatif) ou avec électrodes (courant alternatif seulement). On ne doit jamais mettre le courant sans que la circulation d'eau soit établie, car des résistances brûleraient rapidement. Applications : toilette, bains, etc. *d*) Eléments électrothermiques ; ce sont des cartouches chauffantes que l'on plonge suivant les besoins dans les liquides à chauffer. — II. *Appareils à chauffage lent*. Réservoirs de grande capacité, à faible consommation horaire où l'eau est chauffée lentement, la nuit, par exemple, et qui constituent pour le moment voulu une véritable réserve d'eau chaude. On les classe suivant la pres-

sion : à basse pression, au-dessous de 1 atmosphère; à moyenne pression de 3 à 4 atmosphères; à haute pression au-dessus. Le mode d'adduction et de soutirage varie suivant le type et l'usage. Au point de vue de la consommation, on distingue la marche continue, où l'appareil reste branché toute l'année; la marche nocturne, où l'appareil n'est branché que la nuit, et à certaines heures du jour; la marche temporairement accélérée; ce sont des appareils des deux catégories précédentes mais où le chauffage peut être éventuellement poussé, au moment du bain, par exemple. — E. F.

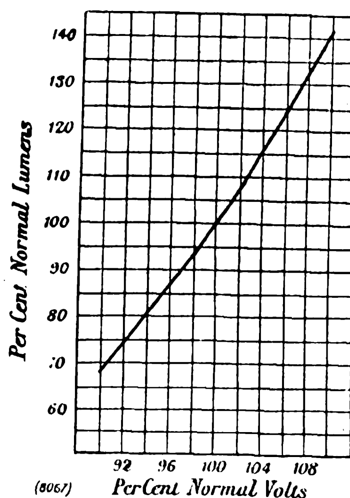
621.364. — Nouveau coussin chauffé électriquement; ARTHUR SCHERBIUS. *E. T. Z.*, 13 septembre 1923, t. XLIV, p. 864-866, 4000 mots, 3 fig. — Les coussins électriques jouissent d'une vogue bien justifiée par la commodité de leur emploi et les services qu'ils rendent. Mais la mauvaise fabrication de ces appareils, au cours de ces dernières années, risque de détourner d'eux la faveur du public. Vu les dangers d'incendie, le coussin électrique représente le problème le plus délicat à résoudre de toute la technique du chauffage. L'emploi, dans leur constitution, de tissus ignifugés n'écarte pas tous les risques, car le coussin est généralement employé au milieu de linges ou de literie. La difficulté principale réside dans la quantité de chaleur extrêmement variable que le coussin peut laisser rayonner, suivant qu'il est plus ou moins enveloppé. Il faut que sa construction réponde donc aux deux exigences suivantes : les fils chauffants doivent être parfaitement isolés, par de l'amiante autant que possible, et un régulateur thermostatique doit mettre l'appareil hors circuit lorsque la température atteinte dépasse 70° C ou 90° C. L'article décrit le coussin électrique Scherip, qui prétend répondre à toutes les conditions. Il possède le système de couplage des éléments résistants bien connu, qui permet de faire varier l'énergie transformée en chaleur dans les rapports 4 : 2 : 1, tout comme dans les autres appareils de chauffage. Le régulateur thermostatique, cousu dans le coussin pour bien prendre sa température, est d'un type modifié : il est lui-même chauffé par deux résistances réglables à la main et c'est en agissant sur ces résistances qu'on fait varier la température à obtenir. L'avantage de ce dispositif est de donner au régulateur, tout d'abord, une certaine quantité de chaleur et de vaincre son inertie calorifique, dont on connaît les inconvénients. Lorsqu'on branche le coussin, il est rapidement porté à une température assez élevée que n'a pas encore atteinte le thermostat et il risque d'être détérioré avant que le thermostat, porté lui-même à cette température, entre en jeu. La précision de ce régulateur chauffé est telle que, quelle que soit la température choisie, elle peut être maintenue à 1° C ou 2° C près. Aussi est-il possible de réduire la résistance des éléments chauffants. Dans les coussins ordinaires, destinés à fonctionner sous 220 v, elle est d'environ 3200 ohms. Celle du coussin Scherip ne dépasse pas 800 ohms, ce qui permet l'emploi de fils plus gros et, par suite, plus solides. Cet avantage est tout particulièrement sensible pour les petits appareils de dimensions réduites. En plus du régulateur, on a prévu un coupe-circuit fusible en alliage fondant à basse température. Il est placé en un autre endroit du coussin que le thermostat pour réduire encore les risques d'incendie. Son montage est décrit; il est impossible à l'usager de le remplacer lui-même. L'auteur termine en donnant la série d'essais effectués sur les coussins Scherip et leurs résultats. — B. H.

621.364.5. — La cuisine par l'électricité : Ch. HASSLER. *Electrician*, 16 novembre 1923, t. XCI, p. 548, 1000 mots, 1 fig. — La question du chauffage par l'électricité, même réduit à son emploi à la cuisine, intéresse au plus haut point les producteurs d'énergie électrique. L'auteur cite l'exemple d'une petite ville des environs de Stockholm (Suède), habitée très bourgeoisement. La distribution du courant est faite sous 2 × 110 v, en courant continu, par canalisations aériennes. La charge chauffage est tarifée à un prix inférieur au courant d'éclairage, au moins à certaines heures. Les relevés exécutés en une année ont montré que la consommation moyenne par branchement atteignait, pour l'éclairage, 190 kw-h, alors qu'elle était de 1 750 kw-h pour le chauffage, soit environ dix fois plus considérable. Cette augmentation de la puissance débitée intéresse d'autant plus la station génératrice qu'elle est prise pendant les heures creuses ; un diagramme montre que, avant l'introduction du double tarif, l'intensité du courant débité pendant les heures creuses était d'environ 100 A pour atteindre 500 A pendant l'éclairage, tandis qu'avec le double tarif, l'intensité moyenne du courant pendant les heures autrefois creuses, atteint 500 A, avec un maximum de très courte durée à 800 A. La consommation pour le chauffage, par personne et par an, diminue notablement quand le nombre de personnes par famille augmente ; il passe de 605 kw-h pour une personne à 240 kw-h par personne pour une famille de dix membres ; la valeur moyenne est d'environ 320 kw-h, soit environ 0,9 kw-h par personne et par jour. — E. B.

ECLAIRAGE

621.326.00.44. — Précautions contre les accidents dus aux lampes électriques. *E. T. Z.*, 2 août 1923, t. XLIV, p. 740, 300 mots. — Un rapport hollandais attire l'attention sur ce genre d'accidents, trop fréquemment constatés. On sait combien il est fréquent, par suite de l'insuffisance de l'isolement dans les douilles de lampes, de venir en contact avec des pièces sous tension. Le rapport en question préconise l'emploi de lampes munies de douille de sécurité du type « SAVA », décrites déjà dans cette revue. Une autre source d'accidents se trouve dans l'emploi des lampes portatives. Le service pénible auquel on les soumet occasionne fréquemment la détérioration des isolants et donne lieu à la mise sous tension des supports ou des cages qui protègent mécaniquement la lampe. Ou bien c'est l'interrupteur, dont sont munies parfois les lampes portatives, qui se trouve en mauvais état ; l'emploi de ces interrupteurs est, du reste, interdit en Hollande. Quand il s'agit de courants alternatifs, il est recommandé de prévoir des prises de courant comportant de petits transformateurs réduisant la tension jusqu'à 20 v. — F. B.

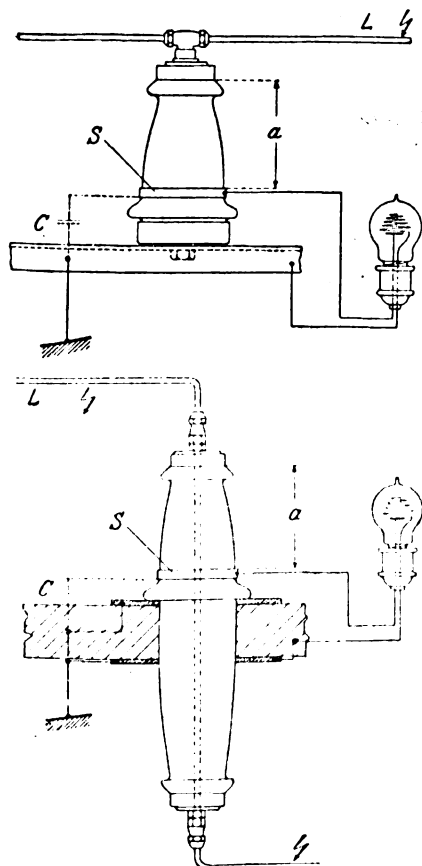
621.327.3. — Relation entre le pouvoir éclairant et la tension d'alimentation des lampes à atmosphère gazeuse. *Engineering*, 21 septembre 1923, t. CXVI, p. 363, 600 mots, 1 fig. — On sait que le rendement de ces lampes est considérablement supérieur à celui des lampes ordinaires, mais qu'il dépend beaucoup de la température du



621.327.3. — Fig. 1. Variation du flux lumineux d'une lampe à atmosphère gazeuse en fonction de la tension appliquée. Les flux et les tensions sont exprimés en centièmes du flux normal et de la tension nominale.

filament, au point qu'un abaissement de 1 pour 100 de cette température amène une diminution de l'éclairement atteignant 11 pour 100. La température de fonctionnement normal dépasse de beaucoup celle adoptée pour les lampes ordinaires et la durée du filament en est fortement réduite; quoi qu'il en soit, la quantité de lumière fournie dépend, dans une large mesure, de la tension d'alimentation; une baisse de tension de 10 pour 100 amène une diminution d'éclairement de 32 pour 100; la figure 1 donne l'éclairement en fonction de la tension d'alimentation. Les lampes à atmosphère gazeuse coûtent assez cher et il peut être intéressant d'établir pour elles l'équation d'économie maximum qui fournit le flux le plus avantageux pour l'éclairage. — E. B.

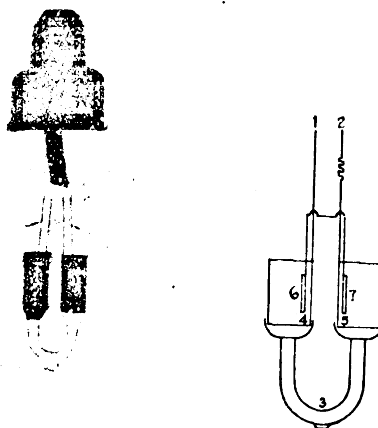
621.327.3. — Utilisation de la lampe à luminescence pour le contrôle de l'isolement d'un réseau; A. Kastalski, *E. T. Z.*, 26 juillet 1923, t. XLIV, p. 715, 300 mots. 2 fig. — Si, autour d'un isolateur à tige ou de traversée



621.327.3. — Fig. 1 et 2. Montage d'une lampe à luminescence sur un isolateur rigide et une traversée.

(fig. 1 et 2), on dispose près de la partie mise à la terre une ceinture métallique S et si on monte une lampe à luminescence entre cette ceinture et la terre, la lueur permet de savoir si le conducteur à haute tension L est en service. Le courant de la capacité *C* de la ceinture par rapport au sol suffit pour déterminer la luminescence. Les surtensions passagères sont même signalées par un papillotement particulier de la lampe. Trois de ces montages, un sur chacune des phases d'une distribution à courant triphasé, permet de vérifier facilement l'état de l'isolement du réseau, car une mise à la terre d'une partie quelconque entraine l'extinction de la lampe montée sur la phase correspondante. Ce dispositif a été essayé sur une installation à 10 000 v. Il sera encore plus facilement employable avec des tensions plus élevées. Il suffit de choisir convenablement la capacité qui fait varier la tension à laquelle la lampe se trouve soumise en agissant, soit sur la hauteur de la ceinture entourant l'isolateur, soit sur sa largeur. On comprend facilement que la distance *a* comprise entre la partie sous tension de l'isolateur et la ceinture ne doit pas être trop réduite, de manière que la distance d'amorçage reste toujours dans les conditions qu'exige la tension de service. Aussi dispose-t-on le plus souvent la ceinture aussi près que possible de la partie mise à la terre. — B. H.

621.327.3. — La première lampe à luminescence à basse tension; D. Mc. Farlan Moore. *T. I. E. S.*, octobre 1923, t. XVIII, p. 763-765, 1 000 mots, 4 fig. — On s'est demandé s'il serait jamais possible ou non d'obtenir une lampe à colonne gazeuse qui fonctionnerait à des tensions moindres que 220 v. Si une colonne gazeuse positive pouvait être produite à 220 v ou 110 v, comme la tendance au noircissement serait faible, la vie de la lampe serait augmentée. Mais avec les électrodes ordinaires en fer, par exemple, une tension de 220 v, même dans le néon, ne peut exciter aucune luminescence. Il fallut donc employer des procédés spéciaux. La figure 1 est une photographie d'une nouvelle lampe qui peut être directement branchée sur un circuit à courant



621.327.3. — Fig. 1. Lampe Moore à basse tension et à colonne gazeuse positive, 220 v. — Fig. 2. Détail des électrodes d'une lampe à basse tension à colonne positive, 220 v.

alternatif à 220 v. La figure 2 en indique le principe qui consiste à produire, dans un entrefer étroit, les électrons nécessités par la longue colonne positive. La tension est appliquée aux bornes 1 et 2 qui sont fixées aux électrodes cylindriques 4 et 5. Elle ne peut donc normalement produire aucun courant ou lumière à travers la colonne positive 3. Mais on a prévu l'électrode 6 qui est à moins de 0,4 mm de 4 et on l'a reliée à 7 qui est à la même distance de 5. Il y a immédiatement fermeture des intervalles 6-4 et 7-5 et génération d'électrons, de sorte que l'application des 220 v entre 1 et 2 produit une décharge brillante à travers la colonne 3. Le tube de verre est rempli de néon à une pression correspondant à 20 mm de mercure. Comme il possède une soupape en son centre, les impuretés sont écartées des électrodes, en même temps que la pression du gaz est réglée automatiquement. On peut dire que la colonne positive constitue un conducteur auto-régénérateur. Des essais ont prouvé que quelques-unes de ces lampes peuvent marcher 400 heures sans changement appréciable; mais cela ne prouve pas que cette lampe soit dès maintenant utilisable commercialement. — C. F.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette. *Le Gérant* : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

SCIENCES DIVERSES

535.23 : 549·278. — Les radiations de courte longueur d'onde des filaments de tungstène; M. Luckiesh, L.-L. Holladay et A.-H. Taylor. *Journal of the Franklin Institute*, octobre 1923, t. CXCVI, p. 495-519, 3 200 mots, 22 fig., 16 tab — Lorsqu'on se donne l'intensité spectrale J_λ du flux radiant en ergs par centimètre carré et par seconde du tungstène incandescent à la température T, la transmission spectrale t_λ de l'ampoule, la visibilité V_λ de l'œil normal, l'intensité lumineuse I en bougies par centimètre carré, peut être obtenue en intégrant le produit de la densité de flux par la transmission, la visibilité et l'élément de longueur d'onde.

$$I = \frac{1}{\pi M}\int_0^\infty J_\lambda\, t_\lambda\, V_\lambda\, d\lambda,$$

où M est l'équivalent mécanique de la lumière de visibilité maximum, soit 15000 ergs : s par lumen. On peut montrer aisément que, lorsque la sensibilité S ou $\frac{1}{E}$ de l'émulsion photographique pour la longueur d'onde étalon de 436 mμ, la sensibilité spectrale S_λ pour une longueur d'onde quelconque λ, la transmission spectrale t_λ du milieu interposé, et l'intensité spectrale J_λ du flux radiant sont connues, l'efficacité résultante du milieu et de l'émulsion photographique est

$$\varphi = \frac{1}{S}\,\frac{\int_0^\infty t_\lambda\, S_\lambda\, J_\lambda\, d\lambda}{\int_0^\infty J_\lambda\, d\lambda}.$$

En combinant les résultats obtenus par Worthing et Hulburt, les auteurs sont arrivés, pour le pouvoir émissif du tungstène pour λ et T, à l'équation empirique

$$\varepsilon_\lambda = \frac{0{,}45}{\lambda^{0,2}} - \frac{25}{10^6}\,T.$$

Ils ont donné seize tables de résultats d'essais divers dont les principales sont les suivantes : *a*) table donnant la puissance lumineuse du corps noir et d'un filament incandescent de tungstène à des températures variées, les valeurs étant obtenues d'après des essais de Forsythe; cette table comprend les pouvoirs pseudo-émetteurs du tungstène données par Worthing (par pouvoir pseudo-émetteur, il faut entendre le rapport de l'éclat du tungstène à sa température vraie T, à l'éclat du corps noir à la température T_c pour laquelle ce dernier émet des radiations de même couleur que le premier); *b*) table de l'intensité relative du flux radiant pour le corps noir calculé d'après les équations de Wien; *c*) table de la variation de puissance lumineuse en lumens par watt d'un filament de tungstène à des températures variées, dans une ampoule remplie de gaz; *d*) table des variations des propriétés photographiques des radiations du tungtène pour des températures variées, à travers des verres de qualités différentes; elles sont mesurées à l'aide de quatre sortes d'émulsions photographiques; *e*) table des valeurs relatives de l'efficacité photographique des radiations du tungstène incandescent à des températures variées, et à travers deux milieux différents; on a employé quatre types d'émulsions; *f*) table des pseudos-actinités de l'énergie radiante du soleil (après-midi), d'un lampe Mazda C à filament de tungstène remplie de gaz, à la température approximative de 2850° K et d'une lampe photographique Mazda C à 3100° K. Ces valeurs sont mesurées par trois types d'émulsions photographiques. — C. F.

MESURES ET ESSAIS

621.317.5. — Volt-ampère-heuremètre pour courants triphasés. *E. T. Z.*, 8 novembre 1923, t. XLIV, p. 1001, 400 mots, 2 fig; d'après *Archiv für Elektrotechnik*, fasc. 3, 1923, t. XII, p. 227. — Le nouveau compteur décrit dans l'article permet, par une légère modification apportée aux types connus, d'enregistrer l'énergie apparente correspondant aux trois phases. La figure 1 indique le montage de deux wattmètres sur une distribution équilibrée, montage dont dérive celui du compteur proposé. Deux résistances, dont l'une réglable, sont disposées en série avec les bobines de tension des wattmètres. Si r représente la valeur de chacune des deux résistances entières, bobines comprises, et x la valeur de la résistance supprimée sur un des deux circuits de tension, on a

$$W = 3EI\left\{\frac{\sin\varphi}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{r-x}{r}\cos(30^\circ-\varphi)\right\}.$$

Si, donc, on peut rendre le terme entre parenthèses égal à l'unité, c'est-à-dire si on pose

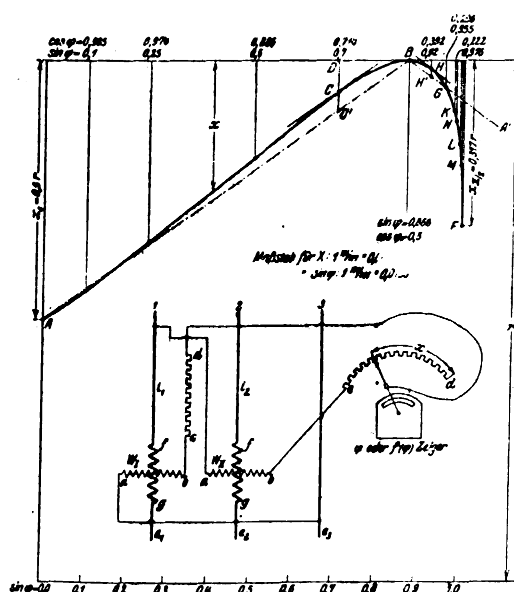
$$x = \frac{r}{2}\,\frac{2\sqrt{3} - 3\sin\varphi - \sqrt{3}\cos\varphi}{\sqrt{3} - \sin\varphi},$$

les indications totalisées des deux wattmètres donneront des volts-ampères-heure. Il faudrait donc faire varier x suivant la

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.* *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

valeur de φ et il est possible d'obtenir ce résultat en commandant la résistance réglable par un indicateur de déphasage, suivant le schéma de la figure 1. Mais il se trouve que la courbe représentative $x = f(\varphi)$ est très sensiblement une droite pour les valeurs de sin φ comprises entre 0 et 0,866, c'est-à-dire pour les valeurs pratiques de sin φ (fig. 1). On peut donc admettre que x est proportionnel à sin φ et on ne commet ainsi qu'une erreur de 2,2 pour 100 au maximum pour les valeurs de sin φ comprises entre 0 et 0,866 ou pour



621.317.5. — Fig. 1. Montage d'un compteur de puissance apparente et courbe des variations de x en fonction de sin φ.

des valeurs du cos φ comprises entre 1 et 0,5. L'écart maximum a lieu pour sin φ = 0,7 Si on remplace la branche de droite de la courbe représentative par BA' symétrique de BA, on a, pour cos φ = 0,2, une erreur de 2,4 pour 100 et de 10,9 pour 100 pour cos φ = 0. Donc, cos φ restant compris entre 1 et 0,2, l'erreur varie de 2,2 à — 2,4 pour 100. Il suffit donc que l'indicateur de déphasage fasse varier la résistance proportionnellement à sin φ, suivant deux coefficients appliqués le premier, pour sin φ compris entre 0 et 0,866 ; le second, pour les valeurs supérieures. Pour obtenir une indication exacte, il faudrait intercaler entre le plot mobile et l'indicateur de déphasage une transmission correctrice. — B. H.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311.21 (495). — L'énergie hydraulique de la Grèce ; X. Schürmann. *Schweizerische Bauzeitung*, 23 septembre 1923, t. LXXXII, p. 159-164, 4000 mots, 7 fig. — La grande pénurie en charbon dont souffre la Grèce depuis la période finale de la guerre a conduit le gouvernement hellénique à confier à un groupe d'ingénieurs suisses l'exploration des ressources du pays en houille blanche. M. Boucher, ingénieur à Lausanne, avait entrepris, d'autre part, des recherches de même nature, à la suite de l'invitation d'un consortium financier grec. L'état actuel de la production et de l'utilisation de l'énergie n'est guère satisfaisante. Les usines thermiques représentent une puissance totale de 70000 à 80 000 ch ; en Macédoine occidentale, 25000 ch d'énergie hydromécanique servent aux besoins de l'industrie locale ; il existe, en outre, une installation hydroélectrique de 1 000 ch fournissant le courant à l'usine de carbure de Gorgopotamos (Thessalie). La lumière électrique et le courant pour besoins industriels ne sont accessibles qu'aux habitants des plus grandes villes ; les usines génératrices existantes ne suffisent, d'ailleurs, pas aux besoins sans cesse croissants de la population. Il est possible d'admettre que la consommation sera doublée et atteindra 480 000 kw-h par an dès que l'énergie sera distribuée en quantité suffisante et que son prix aura baissé. En tenant compte d'une perte de 25 pour 100 dans la transmission et étant donné la possibilité d'accumulation journalière qui existe souvent, on évalue à 100 000 ch la valeur constante de la puissance qu'il serait nécessaire de demander aux cours d'eau pour faire face à la demande accrue. Grâce aux travaux des missions exploratrices qui ont étudié de près les capacités utilisables des différents fleuves et cours d'eau et qui ont établi des avant-projets d'exploitation, on peut dresser, comme il suit, le tableau des forces motrices totales que pourraient fournir ces principales sources d'énergie. Les astérisques, simple, double ou triple, qui accompagnent les noms des fleuves indiquent respectivement la possibilité d'accumulation journalière, d'accumulation par saison et d'accumulation annuelle :

Nom du fleuve.	Puissance constante en ch.
Territoires anciens.	
Gorgopotamos (cours supérieur)	2 000 (à 8 000)
Gorgopotamos (cours inférieur)*	3 000
Mornos**	8 000
Fidaris***	18 500
Acheloos**	50 000
Glafeos*	1 000
Épire.	
Luros	7 000
Kalamas	24 000
Macédoine occidentale.	
Aliakmon (cours moyen)**	3[illegible] 000
(d'après Boucher)	39 000
Aliakmon (cours supérieur) environ	40 900
Triapotamos (Verria)	6 000
Arabissa (Niaussa)	7 300
Vladovo	7 400
Vodena	8 800
Total	256 300

L'article, qui résume l'ensemble des recherches des deux missions, contient une description documentée des particularités de chaque cas, ainsi que des renseignements sur l'exploitation dont sont susceptibles les cours d'eau et les réservoirs naturels du pays. — Th. S.

621 24. — Recherches analytiques et expérimentales sur les turbines à eau ; Hubert Mawson. *Engineering*, 26 octobre 1923, t. CXVI, p. 539-542, 2000 mots, 14 fig., 2 tab. — L'auteur considère qu'une turbine à eau fonctionnant avec les aubages guides en position fixe n'est pas autre chose qu'une pompe centrifuge et doit, en conséquence, obéir aux lois établies pour ces pompes. En particulier, elle doit satisfaire aux deux lois ci-après.

$$H = AN^2 + BNQ + CQ^2 \qquad (1)$$

et

$$\left.\begin{aligned} H_a &= AD_a^2N^2 + \frac{BQN}{D_a} + \frac{CQ^2}{D_a^4} \\ H_b &= AD_b^2N^2 + \frac{BQN}{D_b} + \frac{CQ^2}{D_b^4} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

où H est la hauteur de chute en mètres ; N, le nombre de tours par minute ; Q, le débit, en litres par minute, et D_a et D_b, les diamètres respectifs de deux pompes semblables. Des expériences pour contrôler ces hypothèses ont été faites à

l'Université de Liverpool sur une turbine Francis à réaction et à courant mixte, d'une puissance de 15 ch au frein à 300 t : mn sous une chute de 18 m. Ce sont les résultats de ces expériences qui sont donnés dans l'article en question. L'auteur montre aussi l'utilité des quantités définies comme vitesse unité, quantité unité et puissance unité (qui sont respectivement la vitesse, la quantité d'eau par minute et la puissance pour une hauteur de chute de 1 pied), pour avoir rapidement les caractéristiques de marche d'une turbine donnée en traçant un diagramme de la puissance unité en fonction de la vitesse unité pour différentes ouvertures des vannes. Pour deux turbines semblables, les vitesses unités, pour des vitesses correspondantes varient en raison inverse du diamètre, et les quantités et puissances unités varient comme le carré des diamètres. On peut ainsi déterminer les caractéristiques d'une turbine semblable à une turbine existante et ayant une puissance donnée sous une hauteur de chute définie. Enfin l'auteur étudie la question du réglage de la vitesse, c'est-à-dire la variation de vitesse de la turbine et de pression dans la conduite quand on ferme les vannes. Cette étude a été faite aussi expérimentalement au moyen d'un système d'appareils enregistreurs décrits dans l'article où on donne également un tableau des résultats constatés. En terminant l'auteur indique une méthode approchée suffisante pour calculer l'augmentation maximum de vitesse et de pression. — J. S.

621.312/4 : 536.4. — Les courbes d'échauffement des machines en cas de charge instable; A. Herczeg. *E. T. Z.*, 4 octobre 1923, t. XLIV, p. 916, 300 mots. — M. Richter a montré récemment comment on peut déduire les courbes d'échauffement des courbes de pertes, quand on peut diviser celles-ci en une série de tronçons, tels que, dans chacun d'eux, les pertes puissent être considérées comme fonctions linéaires du temps. (« R. G. E. », 12 janvier 1924, t. XV, p. 52-54 et « E. T. Z. », 17 mai 1923, t. XLIV, p. 449-450). Cette restriction devient inutile quand on se sert, pour intégrer l'équation différentielle proposée, d'un procédé graphique. Si nous admettons les hypothèses et gardons les notations de l'article de M. Richter, l'équation différentielle qu'il s'agit d'intégrer, s'écrit

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{hS}{cG}\theta = \frac{1}{cG} Q(t).$$

dans laquelle Q (*t*) est une fonction quelconque du temps, exprimée graphiquement par un diagramme expérimental. On sait que cette équation se trouve résolue par la formule

$$\theta = e^{-\frac{hS}{cG}t} \times \frac{1}{cG}\int_0^{t} Q(t)\, e^{\frac{hS}{cG}t}\, dt.$$

Pour utiliser cette dernière, on multiplie, pour un nombre suffisant de valeurs de *t*, les ordonnées de la courbe de pertes, Q (*t*), par les valeurs du facteur exponentiel variable compris sous le signe d'intégration : cette opération s'effectue aisément à la règle à calcul. On porte les résultats obtenus sous forme de nouvelle courbe, et on effectue l'intégration de cette dernière par la méthode connue. Le facteur $\frac{1}{cG}$ sera commode à considérer par un choix convenable du pas polaire, ou de l'échelle. Les longueurs des ordonnées de la courbe intégrale seront finalement divisées par le facteur exponentiel susdit. A titre de vérification, l'auteur a appliqué cette méthode à l'exemple donné par M. Richter et a trouvé des résultats concordants au centième. — F. B.

621.312.2. — Le phénomène de la mise en court-circuit; B. Metz. *Electrician*, 23 novembre 1923, t. XCI, p. 568-570, 2800 mots, 3 fig. — L'auteur a pour but de montrer la complexité du phénomène, l'influence du flux magnétique effectif et de la réactance synchrone. Il traite le cas simple de l'application d'une tension *V* aux bornes d'un circuit de résistance *R* et de self-induction *L*; le courant qui y circule est égal à

$$i = i_0 e^{-\frac{R}{L}t}.$$

Si la résistance *R* est grande, la durée du courant variable sera très courte, la variation du champ magnétique très rapide amenant ainsi la création d'une tension très grande; l'auteur signale comme exemple la rupture brusque du circuit d'excitation d'un alternateur. Il examine ensuite la mise en court-circuit d'un alternateur ; le courant est limité par la réactance de l'induit, qui est produite par la circulation même du courant et croît avec ce dernier ainsi que l'effet démagnétisant; mais ce dernier effet n'est pas aussi rapide, de sorte que le courant brusque de court-circuit est plus grand que le courant de court-circuit que peut produire normalement l'alternateur; son intensité en fonction du temps peut être représentée par

$$I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}.$$

Le courant variable est déterminé par le rapport réactance synchrone; réactance d'armature. En général ce rapport est voisin de 6, c'est-à-dire que le courant produit est celui qui correspond à une tension d'induit six fois plus grande que la tension normale ; la durée du courant variable peut alors être déterminée par le rapport $\frac{L}{5R}$ et le courant $I = \frac{5E}{X}$, *X* étant la réactance synchrone. L'échauffement résultant de la circulation de ce courant peut être obtenu par la relation

$$\frac{1}{T}\int_0^T \left[5Ie^{-\frac{5R}{L}t} + I\right] dt.$$

L'auteur examine ensuite l'effet de la mise en court-circuit en différents points de l'aide de tension. — E. B.

621.314.00.12 — Considérations sur le calcul des transformateurs statiques; A. Bartorelli. *Elettricista*, 1er décembre 1923, t. II, 4e série, p. 201-202, 1 200 mots. — Ayant fixé à l'avance, et d'une manière provisoire, les éléments d'un transformateur, si l'on calcule ensuite l'intensité efficace primaire du courant de magnétisation, on emploie la formule

$$I_\mu = \frac{B}{0{,}4 \times \sqrt{2} \times \pi}\frac{1}{n_1}\left(\frac{l}{\mu} + \delta\right) \qquad (1)$$

c'est-à-dire que, si l'on se donne les dimensions du noyau, (*l*, longueur moyenne des lignes de force dans le fer; δ l'entrefer) ainsi que les valeurs de *B* (induction maximum) et de μ (perméabilité du fer), le produit $n_1 I_\mu$, nombre des ampères-tours nécessaires à la magnétisation, se trouve déterminé par

$$n_1 I_\mu = \frac{B}{0{,}4 \times \sqrt{2} \times \pi}\left(\frac{l}{\mu} + \delta\right) = A.$$

Si, d'autre part, dans une première approximation, on néglige la composante active à vide, par rapport à la composante magnétisante, et la résistance ohmique de l'enroulement primaire, par rapport à la réactance ωL_1 à circuit secondaire ouvert, on peut écrire

$$\Delta = Z_1 I_\mu. \qquad (3)$$

$$Z_1 = \omega L_1 \qquad (4)$$

$$L_1 = 10^{-9}\frac{4\pi n_1^2}{\mathcal{R}}. \qquad (5$$

Δ, différence de potentiel efficace appliquée aux bornes du primaire; Z_1, impédance du transformateur, le secondaire étant ouvert; $\mathcal{R}$, réluctance du noyau. Eliminant alors Z_1 et L_1 entre les équations (2), (3), (4), (5), il vient

$$\left.\begin{aligned} n_1 &= \frac{10^9 \Delta \mathcal{R}}{4\pi\omega A} = \frac{10^9 \Delta \mathcal{R}}{8\pi^2 f A} \\ I_\mu &= \frac{4\pi\omega A^2}{10^9 \Delta r} = \frac{8\pi^2 f A^2}{10^9 \Delta \mathcal{R}} \end{aligned}\right\} \quad \text{avec} \quad \omega = 2\pi f. \tag{6}$$

D'où l'on déduit

$$n_1 I_\mu = \frac{10^9}{8\pi^2} \frac{\Delta \mathcal{R}}{f} \frac{1}{n_1} \tag{7}$$

c'est-à-dire qu'à égalité des autres conditions, les ampères-tours magnétisants prennent des valeurs inversement proportionnelles à n_1. Si l'on se reporte maintenant à l'équation (2), on voit que, pour un noyau donné, B est aussi inversement proportionnel à n_1. Par suite, on sera conduit à modifier la valeur primitivement fixée pour B, si l'on adopte une valeur de n_1 ne satisfaisant pas à la première des équations (6) et, par conséquent, à l'équation (7). Les valeurs de L_1 et de Z_1 seront données par les équations

$$L_1 = \frac{10^9}{16\pi^3} \frac{\Delta^2 \mathcal{R}}{A^2 f^2} \tag{8}$$

$$Z_1 = \frac{10^9}{8\pi^2} \frac{\Delta^2 f}{A^2 \mathcal{R}} \tag{9}$$

c'est-à-dire qu'avec les hypothèses faites, l'impédance est inversement proportionnelle à la fréquence. Afin d'éviter toute interprétation équivoque, il faut observer que, pour un transformateur déjà construit et fonctionnant à différentes fréquences n_1 est donné. Donc L_1 est constant et Z_1 déterminé par l'équation (4) est directement proportionnel à f. Si, au contraire, il s'agit de construire un transformateur correspondant à des valeurs assignées de Δ, $\mathcal{R}$ et B; on devra, pour chaque valeur choisie pour f, adopter pour n_1 une valeur inversement proportionnelle. Alors Z_1 sera également inversement proportionnel à f, tandis que I_μ croîtra proportionnellement à cette même valeur. — P. B.

621.314. — Refroidissement naturel des cuves pour transformateurs dans l'huile; Gino Rebora. *Elettrotecnica*, 25 juin 1923, t. x, p. 406-411, 3 000 mots, 8 fig., 4 tab. Conférence faite à la Section de Milan, de l'Association électrotechnique italienne, le 28 mai 1923. — L'auteur s'est proposé de déterminer les lois suivant lesquelles la chaleur se transmet naturellement des cuves des transformateurs à l'air ambiant. Les pertes qui se produisent dans ce cas sont dues essentiellement à la radiation et à la convection. La formule simple dérivée de la loi de Stefan, qui donne les premières, peut s'écrire

$$W_r = K \times 1{,}3\,(t_1 - t_2),$$

ou, en prenant $K = 5{,}7$ (cas d'un corps noir comparable à une cuve de transformateur),

$$W_r = 7{,}4\,(t_1 - t_2)\,A,$$

W_2, puissance totale dissipée, en watts; A, surface radiante en mètres carrés (surface extérieure de la cuve); t_1, t_2, températures en degrés centésimaux de la cuve et de l'air ambiant. En ce qui concerne la convection, on peut poser pour l'air en repos et en fonction de la différence des températures limites)

$$W_c = 5{,}7\,(t_1 - t_2)\,S,$$

S étant la surface totale en contact avec l'air (surface développée). La quantité de chaleur totale perdue, sera ainsi

$$W = W_r + W_c = (t_1 - t_2)\,(7{,}4\,A + 5{,}7\,S);$$

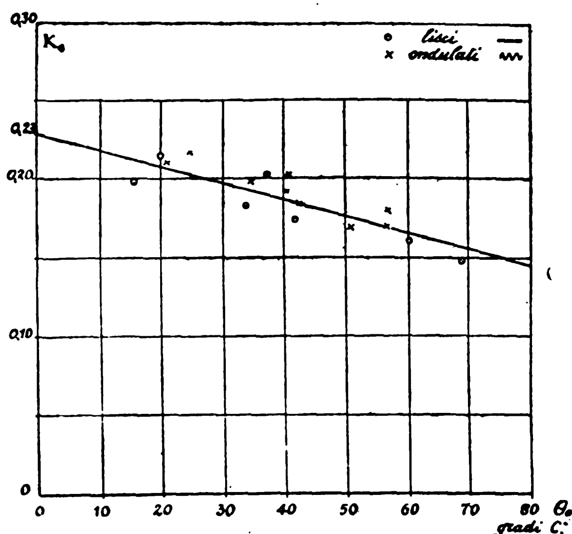
d'où

$$\theta_c = t_1 - t_2 = \frac{0{,}135\,W}{A + 0{,}775\,S}.$$

Or, dans la pratique, la connaissance de la température maximum de l'huile est plus intéressante que celle de la température extérieure de la cuve. Mais, ici, les rapports entre ces deux températures sont si complexes qu'ils rendent illusoire toute considération théorique n'ayant pas l'expérience pour base. L'auteur s'est proposé par suite d'opérer par voie expérimentale : 1° pour déterminer une relation entre la puissance perdue, les surfaces A et S et la différence de température entre l'huile et l'air ambiant extérieur; 2° pour contrôler l'expression précédente

$$\theta_c = \frac{K_c W}{A + 0{,}775\,S}$$

Différents types de cuves remplies d'huile (cuves lisses et cuves ondulées) ayant été choisis, des épreuves d'échauffement furent effectuées avec mesure de la puissance dissipée, ainsi que de la température moyenne extérieure de la cuve, de celle de l'air ambiant et de la température maximum de l'huile. Ces différentes valeurs étaient reportées ensuite sur des diagrammes en fonction du temps. Des résultats ainsi obtenus, l'auteur chercha à déduire une formule donnant la température maximum de l'huile par rapport à celle de l'air ambiant. Partant de l'expression $\theta_0 = \dfrac{K_0 W}{A + KS}$ (θ_0 étant la différence des deux températures) et donnant à K les valeurs successives 1, 0,9, 0,8 ..., 0,5 ..., il obtint, pour chaque valeur de θ_0, portée en abscisse, une valeur correspondante de K_1 portée en ordonnée (fig. 1). Il fut trouvé ainsi que le meilleur groupement correspondait à $K = 0{,}8$; c'est ce groupement qui est représenté sur la figure, et la courbe correspondante montre que K_0 n'est pas constant,



621.314. — Fig. 1. Valeurs de K_0 en fonction de θ_0 : pour des cuves lisses, o ; pour des cuves ondulées ×.

mais peut être considéré, entre 0° et 80°, comme une fonction linéaire de θ_0. On a

$$K_0 = 0,23 - 0,00105\ \theta_0.$$

on en déduit

$$\theta_0 = \frac{W(0,23 - 0,00105\ \theta_0)}{A + 0,8\ S'}$$

ou

$$\theta_0 = \frac{0,23\ W}{A + 0,8\ S' + 0,00105\ W.}$$

Des surfaces A et S sont exclus le fond et le couvercle ; la hauteur prise pour chacune d'elles est relative à l'intervalle en contact direct avec l'huile chaude. Les mêmes expériences ont permis également de vérifier l'exactitude de la formule

$$\theta_c = \frac{0,135\ W}{A + 0,775\ S}$$

indiquée plus haut et établie en se basant sur des considérations théoriques. Enfin, l'auteur a également tracé des diagrammes en portant en abscisses l'augmentation θ_0 de la température maximum de l'huile et en ordonnées, l'augmentation (θ_c) de la température moyenne de la cuve. Il opérait soit avec des cuves à refroidissement naturel, soit avec des cuves à circulation d'eau. Dans chaque cas, le phénomène se trouve représenté par une droite ayant pour équation $\theta_c \doteq 0,75\ \theta_0$ dans le premier et $\theta_c \doteq 0,5\ \theta_0$, dans le second. — P. B.

621.315. — La transmission de l'énergie électrique, état actuel de la question ; A.-R. Garnier. *La Technique moderne*, 1er et 15 janvier et 1er février 1923, t. xv, p. 17, 47 et 82, 10 000 mots, 14 fig. — Cet article est une étude générale sur la question qui fait suite à celle du même auteur sur la production de l'énergie électrique au moyen d'usines génératrices de grande puissance (*R. G. E.*, 9 juin 1923, p. 184 D). Aussi n'expose-t-il que les problèmes généraux posés par la transmission d'importantes quantités d'énergie électrique à longue distance et des solutions qu'on a imaginées jusqu'à maintenant. Après quelques considérations générales que nous ne reproduirons pas ici, l'auteur expose le principe du calcul des lignes de transmission à très haute tension qui fait intervenir les formules en sinus et cosinus hyperboliques

$$E_1 = E_0 \cosh mx \pm m_1 I_0 \sinh mx,$$

$$I_1 = I_0 \cosh mx \pm \frac{E_0}{m_1} \sinh mx,$$

et donnent les valeurs de la tension et du courant en fonction des caractéristiques à l'extrémité génératrice, pour un point à la distance x de cette extrémité ; il en déduit les expressions de la tension à vide à l'extrémité génératrice, du facteur de puissance à vide et de la perte de transmission à vide. Il insiste ensuite sur le problème complexe de la régulation de la tension et du facteur de puissance de la ligne, questions qui ont été étudiées ici même avec beaucoup plus de détails. — L'auteur aborde ensuite le problème des perturbations qui se produisent dans ces lignes à haute tension, surtension et surintensité par suite de la mise à la terre. — Dans une dernière partie, il indique d'une façon rapide les systèmes de protection qui sont utilisés et insiste un peu, notamment, sur l'application des relais à la protection contre les surintensités. — Y. G.

621.316.6. — Anticipations sur la transmission de l'énergie à distance ; L. Bouthillon. *Radioélectricité*, 1er octobre 1923, t. iv, p. 397-400, 1200 mots, 4 fig. — L'auteur montre comment l'électronique nous permet de résoudre des difficultés que ne peut surmonter l'électricité inductive, parce qu'elle conserve avec la mécanique des rapports trop étroits. En assimilant la terre à un gigantesque oscillateur, il nous permet d'espérer une solution très simple du problème de la transmission de l'énergie oscillante à la surface de notre globe. De même que nous maintenons en oscillation une antenne de télégraphie sans fil, au moyen d'une source d'électricité en résonance, il doit être possible de maintenir en oscillations électriques, au moyen de sources de fréquence convenable, de l'ordre de 6 p : s environ, le globe terrestre tout entier et si ce dernier est en état d'oscillations électriques, nous pouvons capter en l'un des points de la surface de la terre, par un organe correspondant à celui qui maintient les oscillations, l'énergie mise en jeu à la station génératrice : nous réalisons ainsi la transmission d'énergie idéale. Des expériences de vérification destinées à s'assurer de l'exactitude des résultats théoriques exposés par l'auteur seraient évidemment du plus haut intérêt. — G. M.

621 316. — Le facteur de puissance ; aspect technique et aspect commercial de la question. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. xv, p. 140-141, 1400 mots. Analyse d'un article de H.-E. Yerbury, publié dans *J. I. E. E.*, juin 1923, t. lxi, p. 675-691, 15 000 mots, 5 fig.

621.315.1. — Abaque relatif à l'inductance et à la réactance des lignes électriques aériennes ; A. de Marchi. *Elettrotecnica*, 5 mars 1923, t. x, p. 135-136, 900 mots, 1 fig. — On sait que l'inductance L d'une ligne monophasée ou d'une ligne triphasée symétrique est donnée par la formule

$$L = 10^{-9}\ l \left(2 \log \frac{D}{R} + 0,5 \right)$$

dans laquelle l est la longueur ; D, la distance et R, le rayon des conducteurs exprimés en centimètres. Pour représenter cette formule, par une méthode cartésienne, on donne généralement à « l » une valeur constante (1 km par exemple) et l'on déduit de la valeur de L, ainsi trouvée, celle qui correspond à la distance vraie. C'est ce calcul supplémentaire que l'auteur a voulu éviter dans l'abaque qu'il propose et qui est reproduit dans la figure ci-jointe. La valeur de D est donnée sur l'échelle de droite, tandis que le rayon et la longueur correspondent chacun à une ligne de l'un des deux systèmes de droites tracées dans la partie centrale du diagramme. La droite qui joint le point représentatif de D, au point de rencontre des deux droites représentatives de R et de l, coupe l'échelle de L en un point qui donne la valeur de l'inductance pour les valeurs données de D, R et l L'unité de longueur est arbitraire (mètre, diamètre, hectomètre, kilomètre) pourvu qu'en même temps, l'inductance soit représentée en millihenry, centihenry, décihenry, henry...). Inversement, d'ailleurs, on peut déterminer l'une quelconque des trois longueurs D, R, l connaissant les deux autres et l'inductance. — Le graphique s'établit d'après les règles suivantes : l'échelle de l'inductance est une échelle régulière ; il en est de même de celle qui lui est accolée et qui est relative à la réactance de self-induction correspondant à une fréquence déterminée. Sur l'échelle de D, rigoureusement parallèle à la précédente, sont portées des valeurs proportionnelles à la fonction ($2 \log_e D + 0,5$) en partant d'un point zéro, non représenté sur le diagramme. Les deux échelles de L et de D doivent être figurées à peu près comme dans l'abaque sans qu'il y ait à observer, à leur égard, aucune disposition particulière. — Les lignes qui correspondent au rayon du conducteur consistent en un faisceau de droites partant du point zéro de l'échelle de L et venant rencontrer l'échelle de D aux points caractérisés par la fonction

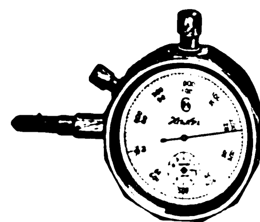
ZIVY & CIE

PARIS (8e)
19 et 31, Rue de Naples
Téléph. : WAGRAM 65-42
Registre du Commerce : Seine n° 35812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Compteur Universel "Hasler"

INDUSTRIELS, CONSTRUCTEURS, ÉLECTRICIENS !

Adressez-vous à la

Société Fibre et Mica

AU CAPITAL DE 1 500 000 FRANCS

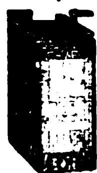
Rue Frédéric-Fays, à VILLEURBANNE (Rhône) — *Téléph. : Villeurbanne 2-84*
Registre du Commerce : Lyon N° B 3959

NOS SPÉCIALITÉS

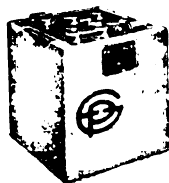
PAPIER A LA GOMME LAQUE ET SYNTHÉTIQUE
TUBES — CYLINDRES — PLAQUES
PIÈCES MOULÉES — BORNES
TOUS TRAVAUX D'ISOLATION POUR HAUTE TENSION

AGENCE A PARIS : 52, Rue d'Angoulême — Téléph. : ROQUETTE 44-09, 31-05

ACCUMULATEURS - PILES



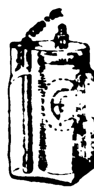
Stationnaire



Automobile



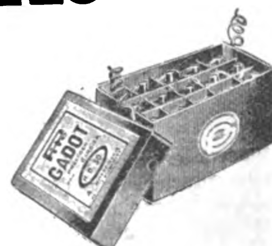
T. S. F.



Piles à liquides



Sonnerie Téléphonie

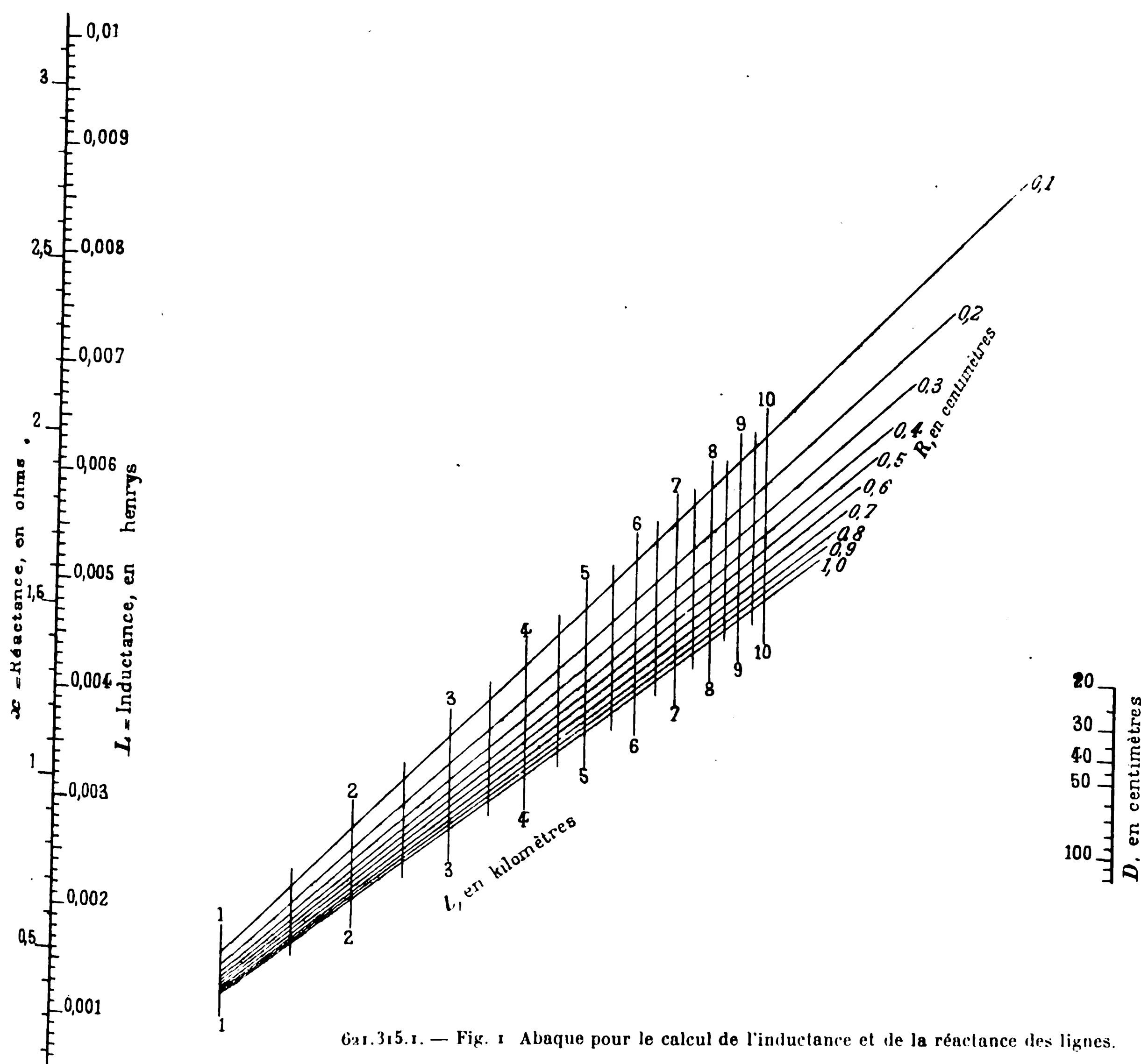


T. S. F.

Porte Champerret
LEVALLOIS-PARIS

GADOT

153, Avenue [illegible]
LYON



621.315.1. — Fig. 1 Abaque pour le calcul de l'inductance et de la réactance des lignes.

log. *R*. Les droites *l* sont parallèles aux échelles de *L* et de *D*. On les trace au moyen de leurs intersections avec une des droites *R*, intersections qui peuvent être déterminées en joignant à une valeur de *D* convenablement choisie, les valeurs correspondantes de l'inductance. — P. B.

ECLAIRAGE

621.32 (062). — Rapport annuel sur les lampes, de la National electric Light Association (Etats-Unis) ; G.-F. Morrison. *G. E. R.*, novembre 1923, t. xxvi, p. 741-745, 3 600 mots, 4 fig. — Le rapport est un ensemble de statistiques portant sur la période 1907-1922 et relatives aux puissances, intensités lumineuses, tensions, prix des différents types de lampes (normales à 115 v, lampes à 30 ou 60 v pour éclairage de trains, lampes pour l'éclairage en série des rues par transformateurs d'intensité, etc.). Différents diagrammes illustrent ces statistiques. — P. V.

621.328.22. — Applications pratiques de l'art de l'éclairage dans les écoles ; Henry B. Dates. *Transactions of the Illuminating engineering Society*, novembre 1922, t. xvii, p. 642-662. — L'auteur rappelle les recherches qui ont été faites à Cleveland, dans l'Ohio, dans le but d'obtenir un éclairage rationnel des salles d'étude. L'intensité lumineuse des sources, leur nombre et leur disposition, l'uniformité de l'éclairage et la prévention des surfaces brillantes ou des points lumineux éblouissants, ainsi que la facilité d'entretien des appareils, sont autant de questions qui ont été étudiées successivement. En appendice, on donne quelques précisions, notamment sur la spécification d'un type de lampe électrique à source lumineuse complètement enfermée dans un globe, adopté par The Cleveland School Board pour l'éclairage des écoles. — Y. G.

621.328.22. — L'éclairage des restaurants ; J.-L. Stair. *Transactions of the Illuminating engineering Society*, novembre 1922, t. xvii, p. 621-641. — Après avoir fait l'historique de ces établissements, l'auteur répartit les restaurants actuels en quatre classes, au point de vue de la distribution de la lumière : 1° installations simples ; 2° installations établies avec un certain art, mais encore avec le souci de l'économie ; 3° celles dans lesquelles les effets artistiques sont de première importance ; 4° les installations pour lesquelles

des formes spéciales de lampes sont nécessaires. Il donne des exemples pour ces divers cas, que d'excellentes photographies illustrent parfaitement, et indique les questions qui sont le plus soigneusement étudiées dans ce genre d'éclairage; ce sont : l'intensité totale de l'éclairement, la recherche des moyens propres à éviter l'éblouissement, les considérations de couleur de la lumière et de son harmonie avec la pièce et les meubles, la valeur décorative du luminaire, la souplesse de modification de l'éclairement suivant le moment, tout en conservant une certaine harmonie dans l'ensemble. — Y. G.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

661.517. — Recherches sur les procédés de fixation de l'azote. Résultats obtenus par le laboratoire spécialement crée à cet effet par le gouvernement américain. *Chem. and Metall. Eng.*, 10 décembre 1923, t. XXIX, p. 1047-1050, 2800 mots, 1 fig. — L'article rappelle les premiers travaux relatifs à la fixation de l'azote atmosphérique entrepris aux Etats-Unis en 1916 et montre que l'Allemagne avait, à ce point de vue, dépassé de beaucoup les autres nations par suite du blocus des alliés qui la séparaient complètement des ressources de nitrates du Chili. Après la guerre, l'Allemagne a continué la fabrication des nitrates en partant de l'azote atmosphérique et sur sa production 75 pour 100 sont réservés à sa propre consommation et le reste est livré à la consommation mondiale. On utilise le procédé à l'arc pour la production de gaz nitreux qui sont absorbés par différents corps suivant que l'on a en vue la fabrication de l'acide nitrique ou de sels. Le laboratoire dont il s'agit a fait de nombreuses études physicochimiques sur ce sujet; l'article ne fait que les mentionner ; le paragraphe suivant est consacré à la fabrication de la cyanamide et à l'utilisation de cette dernière. En ce qui concerne la synthèse de l'ammoniaque, l'article mentionne les procédés Haber, Claude, Casale et Fauser qui tous ont été expérimentés par ce laboratoire; des essais de métaux spéciaux ont dû être entrepris au cours de ces études; il a également été nécessaire d'imaginer de nombreux procédés de purification des gaz traités. Le laboratoire a aussi obtenu des résultats satisfaisants dans la fabrication du cyanure d'ammonium. — E. B.

661.5. — Sur l'application des gaz de fours à coke à la synthèse de l'ammoniaque; G. CLAUDE. *C. R. Ac. des Sc.*, 5 février 1923, t. CLXXVI, p. 394-396, 1 200 mots. — Après débenzolage à l'huile lourde et décarbonatation à l'eau de chaux, les gaz comprimés et refroidis se liquéfient, à l'exception de l'hydrogène. Le traitement de 850 m³ à l'heure sous une pression de 24 atmosphères a donné 425 m³ d'hydrogène à 90 pour 100 mélangé à 1,6 d'oxyde de carbone et à 8,4 d'azote. On mélange cet hydrogène avec une quantité d'air suffisante pour qu'à la suite de la combustion il reste un mélange d'azote et d'hydrogène dans des proportions convenables pour produire le gaz ammoniac par hypercompression. On obtient ainsi 150 kg d'ammoniaque à l'heure. La dépense d'énergie est de 2,5 kw-h par kilogramme d'ammoniaque. L'éthylène condensé peut être transformé en alcool (150 à 200 kg pour la fabrication d'une tonne d'ammoniaque.) — M.-H. B.

621.372. — Les dépôts métalliques électrolytiques; W.-E. HUGHES. *Electrician*, 7 décembre 1923, t. XCI, p. 628-630, 2500 mots. — M. D Hiweline, dans un rapport essentiellement pratique, a décrit le procédé qu'il a employé pour déposer du fer sur des substances non conductrices, telles que le caoutchouc. Le bain qu'il a utilisé se composait de parties égales de chlorure de fer et de chlorure de calcium en quantités suffisantes pour obtenir une solution saturée à 30°C. — Ce bain contenait également par litre 20 g de chlorure de chrome et 5 g d'hydroquinone. La température des bains en activité atteignait de 60° à 70°C. — La présence de chlorure de chrome et d'hydroquinone constitue la seule différence avec le bain de Fischer-Langbein. Le procédé employé par Eustis est un procédé cyclique. Des minerais de fer tels que les pyrites, pyrrholite, sont broyés et mélangés d'acide; la solution passe dans des caisses de déposition et la liqueur dépensée est récupérée. D'après les résultats, le fer déposé contiendrait moins de 0,005 pour 100 de soufre. — *Production de noyaux d'électroaimants.* — Le fer est tourné, isolé et pressé dans des matrices à la pression de 14 500 kg : cm² environ, sous forme d'anneaux qui sont réduits à une épaisseur de 6 mm. Ces anneaux sont ensuite passés au four à 125°C pour enlever l'humidité. Ordinairement, plusieurs bobines sont empilées ensemble pour en constituer une et on les enroule dans un ruban isolant avant de mettre en place l'enroulement. Le bureau des recherches de la Western Electric C° de New-York a fait deux intéressantes remarques : *a*) l'emploi de zinc en flocons pour être brassé avec la poudre de fer durant l'isolation des particules de poudre; *b*) le fer demandé n'est pas nécessairement le fer obtenu par déposition électrolytique. L'emploi du zinc en flocons fut trouvé accidentellement par J.-C. Woodruff. Il trouva que lorsqu'une certaine quantité de poudre de fer était retournée dans un tambour de fer galvanisé durant quelques heures, et traitée avec une solution de gomme-laque on obtenait un produit qui montrait pour des perméabilités correspondantes, une résistance spécifique plus élevée que celle obtenue dans des tambours non galvanisés. Il semble qu'un revêtement d'oxyde de zinc se produit sur les particules de fer et sert d'isolateur. — *Fer pur.* R.-P. Neville et J.-R. Cain ont employé un fer déposé très pur pour leur travail sur la préparation et les propriétés mécaniques d'alliages de fer avec du carbone et du manganèse. Ils ont vérifié que leur fer contenait les proportions suivantes : C, 0,004 ; S, 0,004 ; Si, 0,001 ; Cu, Ni et Co (ensemble 0,014). Il n'y a aucune mention d'hydrogène ou de chlore, ce qui paraît étrange à l'auteur puisque le bain de chlorure de fer était utilisé par eux. Les expérimentateurs ont remarqué que leur fer se rouillait et ils ont pris la précaution de le laver et de le sécher. — *Chrome.* Les meilleurs résultats sont obtenus avec la solution de G.-J. Sargent qui contient 3 g par litre de sulfate de chrome et 245 g par litre d'acide chromique. Un courant de densité 0,134 A : cm² a été utilisé. Les anodes sont constituées par du chrome. L'auteur croit que l'hydrogène protège le métal fraîchement déposé et contrarie la tendance du chrome à passer à l'état d'ion chromique. Le dépôt a l'apparence de l'argent. Des tubes d'acier qui en sont recouverts depuis sept ans sont exempts de rouille. Il n'y a aucun doute que le dépôt électrolytique du chrome ne passe dans les méthodes industrielles. La Westinghouse Company d'Amérique emploie un procédé dans lequel le chrome est déposé sur les filaments métalliques des lampes. — *Nickel.* L'auteur énumère les nombreuses études qui ont été faites sur la question depuis deux années. — *Zinc.* L'auteur prétend qu'il est impossible d'opérer avec une solution de cyanure. En effet : 1° ces bains sont dangereux pour la santé des opérateurs ; 2° ils changent chimiquement même quand ils ne travaillent pas ; 3° les changements au cours de l'électrolyse produisent des composés sans utilité; 4° le rendement est faible ; 5° le prix de la préparation est élevé. — C. F.

621.371 : 669.27 + 669.28. — Production du tungstène ou du molybdène par électrolyse; R.-E. PEARSON, F.-M. CRAIG et DURELCO. *Brevet anglais n° 185 842*, demandé le 11 juin 1921. — Procédé de production électrolytique du tungstène et du molybdène qui consiste à purifier et concentrer la matière contenant le tungstène ou le molybdène, ou leurs composés, par oxydation anodique, effectuée dans un vase poreux contenant une anode en platine, la cathode étant en plomb. — Si on emploie un électrolyte acide, les impuretés métalliques se dissolvent et laissent l'acide tungstique ou molybdique ou les métaux; si on se sert d'un électrolyte alcalin, le tungstène ou le molybdène se dissolvent, laissant les impuretés. — On peut, en outre, transporter l'analyte dans le compartiment cathodique d'une autre cellule et réduire à l'état métallique le métal oxydé dans la première opération. — M.-H. B.

621.365(45). — Le développement de l'électrosidérurgie en Italie. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 71-72, 1700 mots.

669.71. — Notes sur la situation et les derniers progrès des diverses métallurgies; Marcel Fourment. *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. xx, p. 469-480, 9000 mots, 4 tab. — En ce qui concerne l'aluminium, cet article renferme surtout des renseignements de statistique au point de vue de la production de l'aluminium, de la bauxite et de la cryolithe jusqu'en 1911. Au point de vue métallurgie propre de l'aluminium, il ne renferme que peu de renseignements et ne signale guère que le brevet français n° 591 835 de la Société électrométallurgique française pour le traitement des bauxites rouges du Var afin d'obtenir de l'alumine pure. D'autre part, une société américaine serait arrivée à mettre au point le traitement direct de la bauxite pour obtenir de l'aluminium métallique sans passer par l'intermédiaire de l'alumine pure. — J. S.

621.36 037.2.00 2 — Fabrication et emploi des électrodes de carbone; F. Gall. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril-mai 1923, p. 468-485, 9500 mots, 1 fig; *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. xx, p. 451-456, 2400 mots, 1 fig. — De tous les corps actuellement connus, le carbone amorphe et le graphite sont ceux convenant le mieux pour la fabrication d'électrodes destinées soit à l'électrolyse de solutions salines, soit à des fours électriques. A ce point de vue ils possèdent les qualités intéressantes ci-après : Ce sont les corps les plus réfractaires. Leur conductibilité électrique est suffisante à froid pour en permettre l'emploi industriel; leur résistivité est de 5000 microhms-centimètres pour le carbone amorphe et de 1 000 microhms-centimètres pour le graphite et diminue à chaud. Leur conductibilité calorifique est beaucoup plus faible que celle des métaux. Ils se comportent vis-à-vis des agents chimiques de façon telle que rien n'empêche leur emploi. De ces deux corps, c'est le graphite qui a les qualités les plus intéressantes, mais il est le plus cher. L'auteur donne ensuite quelques indications sur la fabrication de ces électrodes. D'abord il signale que leurs propriétés dépendent du choix des matières premières, de leurs proportions dans le mélange et de la composition granulométrique de l'électrode. Les matières premières doivent être (sauf pour le charbon de cornue) préalablement dégazées par calcination. On emploie le charbon de cornue, l'anthracite, le coke de pétrole, le coke de brai; ils sont ensuite broyés ou granulés. Comme agglomérants, on utilise le brai et le goudron de houille, seuls ou en mélange. La pâte obtenue par malaxage et meulage est ensuite filée à la presse hydraulique ou pilonnée dans des moules. La cuisson se fait dans des fours chauffés au gaz à marche continue. L'opération dure une trentaine de jours et se fait vers 1 400°C. Après cuisson, l'électrode ne se laisse plus travailler que par l'outil à acier. Les électrodes en graphite sont obtenues par transformation de l'électrode en carbone amorphe, le procédé le plus employé est celui d'Acheson. L'auteur termine par quelques considérations sur les conditions d'emploi des électrodes. — J. S.

621.365.038.9. — La sécurité de fonctionnement des fours à haute fréquence. *Chem. and Metall. Eng.*, 19 novembre 1923, t. xxix, p. 933, 600 mots. — Cette sécurité est augmentée par l'emploi d'un appareil à décharge électrique dans l'hydrogène nouvellement créé par la « Ajax Corporation ». — Les avantages de l'appareil peuvent être énumérés comme il suit : le réglage de la puissance est plus rapide et plus régulier ; les isolateurs soutenant les électrodes ne cassent plus ; les surfaces soumises à l'action de l'étincelle n'ont plus besoin de nettoyage ; il ne se produit plus de fumées, et enfin, le fonctionnement est absolument régulier. — La consommation d'hydrogène est très réduite et la dépense insignifiante. — L'ensemble est enfermé dans une enveloppe étanche de sorte que les vapeurs de mercure qui se produisent inévitablement ne peuvent se répandre dans le local du four et provoquer des troubles graves chez les ouvriers; il est donc indispensable de veiller que la fermeture soit parfaitement étanche. — En cas de nettoyage, les ouvriers doivent porter des gants pour éviter de toucher le mercure déposé sur les parois. — La charge du four étant très rapidement portée à haute température, il est important de veiller à l'enlèvement rapide des parties volatilisées par cette haute température; ce sont en général des corps étrangers contenus dans les minerais ou métaux qui doivent être fondus. Ces corps peuvent être nocifs et leur enlèvement rapide s'impose. Certaines précautions doivent en outre être prises avant l'éclatement de la première étincelle; il est nécessaire, en particulier, de s'assurer que l'enveloppe ne contient aucun mélange explosif. — E. B.

621.365 + 669.187. — Application du four électrique à la fabrication des coquilles en acier et des fontes malléables. *E. T. Z.*, 26 juillet 1923, t. xliv, p. 716-717, 400 mots, 2 fig. — Au cours des dix dernières années, le four électrique a été de plus en plus employé pour la fabrication des aciers fins de toutes sortes et, favorisé par la période de guerre, il est un concurrent sérieux du four à creuset. Il a trouvé également son application dans l'acier moulé surtout lorsque les pièces à établir sont de faible épaisseur. On ne l'avait cependant que rarement employé pour le coulage des pièces en fonte grise ou en fonte malléable. En partant du métal, riblons ou chutes d'acier, auquel on ajoute du carbone, on obtient une fonte remarquable. Pendant les années de guerre, l'auteur, après expérience, en est arrivé à trouver avantageux le four électrique pour la fabrication des coquilles en acier coulé, car les frais exagérés de production étaient compensés par la grande résistance du métal obtenu. Il fit de nombreux essais et détermina les diverses caractéristiques chimiques, physiques et surtout mécaniques des produits. Leurs propriétés sont montrées par de nombreux tableaux mécaniques, des courbes et des microphotographies prises avant et après le traitement. Le processus de l'opération comprend trois étapes : 1° la fusion; 2° la période d'oxydation ; 3° la période de carburation et de désoxydation. Un tableau indique les consommations d'énergie correspondant à différentes charges. Un croquis donne les principales dimensions des quatre fours Héroult employés. Un schéma représente enfin la partie électrique. Un transformateur de 850 kv-A alimente le four à 90 v ou 100 v et trois régulateurs Thury règlent automatiquement les électrodes pour la marche à intensité constante. Les électrodes sont manœuvrées toutes les trois par un moteur à courant continu de 1,5 ch, 110 v, 1 340 t : mn. — B. H.

621.365. — Avantages que présente le four électrique basique pour les moulages destinés à résister à l'abrasion; L.-J. Barton. *Eng. Min. J. Press*, 7 avril 1923, t. cxv, p. 628-630, bibliographié dans *Chimie et Industrie*, octobre 1923, t. x, p. 697. — En décrivant comparativement la fabrication de la fonte blanche au cubilot et celle de la fonte sythétique au four électrique basique, l'auteur démontre pourquoi les défauts de la fonte blanche au cubilot (oxydation, teneurs élevées en soufre et en phosphore et mauvais réglage de la température) n'existent pas dans la fonte électrique. Par suite de sa haute résistance à l'abrasion, celle-ci s'est montrée, dans les expériences faites par l'auteur, tout à fait convenable pour constituer des machines de concasseurs, des rouleaux et râteaux de broyeurs à rouleaux, des pointes pour le calibrage des graviers et, en général, toutes les pièces fondues qui, dans les industries du broyage et de l'extraction des mines, sont soumises à une grande usure du fait de l'abrasion. — M.-H. B.

Paris. — Soc. G^{le} d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette. Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.22. — L'électricité par frottement, produite dans les tuyaux des canalisations, considérée comme cause d'explosion de benzine; B. Müller. *Chem. Ztg. Chemische Zeitung*, février 1923, t. XLVII, p. 97-98; bibliographié dans *Chimie et Industrie*, novembre 1923, t. X, p. 880. — Quand on frotte deux corps l'un contre l'autre et que l'un des deux est mauvais conducteur de l'électricité, l'électricité résultant du frottement ne peut pas se dégager de ce dernier et atteint des potentiels de plus en plus élevés pouvant dépasser la tension d'éclatement des étincelles (analogie avec la machine électrique à vapeur d'Armstrong). Pour voir si des phénomènes de cette nature ne se produisent pas quand de la benzine circule dans des tuyauteries, l'on isola électriquement un petit réservoir à benzine (200 cm³) muni d'une buse d'éjection et raccordé à un électromètre. Au moyen d'air comprimé, l'on pouvait faire jaillir la benzine à travers la buse à toutes les vitesses désirées. Le jet de benzine était reçu sur une toile métallique isolée raccordée à un instrument de mesure. Le premier instrument indiquait la charge électrique du réservoir de benzine; le deuxième, la charge de la benzine. On a trouvé que le récipient, ainsi que les conduites, étaient chargés positivement; la benzine, négativement. La charge est d'autant plus forte que la benzine est chassée avec plus de rapidité. On obtient l'électrisation la plus forte si, en fin d'évacuation, on chasse de l'air avec la benzine. Plus les benzines sont pures, plus elles se chargent d'électricité, ceci provenant de ce qu'elles sont alors plus isolantes. Au cours des essais, l'on a observé des tensions pour la benzine de 100 à 1 200 v. Cette dernière tension est plus que suffisante pour faire exploser un mélange d'air et de vapeur de benzine. — M.-H. B.

537.24. — La rigidité diélectrique sur les bords des condensateurs à plateaux; W. Rogowski. *E. u. M.*, 16 septembre 1923, t. XLI, p. 547-548, 800 mots, d'après *Archiv für Elektrotechnik* 1923, n° 1, t. XII. — L'auteur rappelle que Maxwell et Kirchhoff, il y a quarante ans déjà, ont donné une théorie des condensateurs plans à armature infiniment mince. S'inspirant de ces travaux, il traite le même problème d'une façon complète par l'analyse mathématique. — M. H.

537.34. — Expérience de polarisation électrique tournante; Silvio Magrini. *Elettricista*, 15 novembre 1923, t. II, série IV, p. 189-191, 1 500 mots, 6 fig. — L'auteur rappelle d'abord les résultats obtenus par Christiansen (*Drude's Annalen*, 1903, t. XII, p. 1072) dans l'étude des variations de forme que prend une goutte de mercure immergée dans un électrolyte, lorsque celui-ci est parcouru par un courant continu. Il rend compte ensuite des expériences qu'il a entreprises sur le même sujet en ayant recours à un courant alternatif. Il utilise, à cet effet, une solution très diluée d'un électrolyte (KOH, KCA), n'oxydant pas le mercure. L'électrolyte étant relié à deux des phases d'un courant triphasé à 120 v, l'image de la goutte, obtenue par réflexion sur un écran, est représentée par une ligne lumineuse plus vivement éclairée vers ses extrémités. En d'autres termes, on obtient une série d'images de la goutte, dues au mouvement pendulaire qu'elle prend sous l'influence du courant. Si les trois phases agissent successivement deux à deux, les trois lignes lumineuses sont décalées de 120°. Lorsque l'on fait agir simultanément les trois phases, on observe une couronne circulaire continue. La goutte est alors, en effet, comme le champ, animée d'un mouvement de rotation, la continuité de l'image étant due à la persistance des impressions sur la rétine. A une grandeur donnée de la goutte et à un électrolyte donné, correspond, pour chaque valeur de l'intensité du courant, un aspect déterminé du phénomène. En général, l'image circulaire, pour de faibles champs, s'élargit, puis se déforme s'il devient plus intense. De même, le mouvement de rotation ne se révèle, pour des champs faibles, que par un mouvement latéral vibratoire de l'image, alors qu'il devient manifeste si le champ augmente. Le sens de rotation change d'ailleurs si l'on change l'ordre des phases, mais l'inversion ne se produit pas instantanément. On observe, en partant du repos, que la goutte ne prend pas immédiatement la forme qui correspond à l'intensité du champ. Christiansen avait obtenu le dédoublement de la goutte de mercure sous l'action d'un champ continu. Le même phénomène a pu être réalisé, dans certaines conditions, avec des champs tournants. Une des deux gouttes subissait, de la part de l'autre, comme une action répulsive et dès qu'elle entrait dans la zone d'attraction de l'une des électrodes, elle se précipitait sur elle. Si la concavité présentée par le fond du vase offrait une pente assez forte, la goutte, après l'avoir remontée un peu, retombait au centre pour se réunir à l'autre, et recommencer ensuite un nouveau cycle de dédoublement. — P. B.

537.334 + 537.341. — Une étude de la capacité de polarisation et de la résistance aux radiofréquences; C.-B. Jolliffe. *Phys. Rev.*, septembre 1923, t. XXII, p. 293-302, 2 500 mots, 6 fig. — Il s'agit dans ce travail de la capacité de polarisation et de la résistance de cellules électrolytiques, ayant des électrodes d'or et de platine et contenant une solution d'acide sulfurique, pour des fréquences de 11.10⁴ à 210.10⁴ p : s. La cellule était placée dans un circuit accordé, couplé à un circuit générateur, et la capacité de polarisation C était déduite du changement de capacité requis pour réta-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M.A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. *Chem. Ztg. Chemische Zeitung*. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

blir la résonance, cette dernière étant constatée au moyen d'un second circuit à couplage lâche contenant un détecteur et un galvanomètre. La résistance de polarisation ΔR était obtenue en substituant à la cellule une résistance variable non inductive. On a trouvé que C et ΔR sont des fonctions linéaires de $1/\sqrt{\nu}$, où ν est la fréquence. Avec des électrodes d'or, les courbes passent toutes par l'origine ; avec le platine, au contraire, les limites, pour une fréquence infinie, sont positives pour la capacité et négatives pour la résistance, et elles varient avec la concentration. Pour l'un et l'autre de ces métaux, les pentes des courbes de capacité croissent avec la concentration, en même temps que celles des courbes de résistance diminuent. Dans le cas de l'or, $2\pi\nu C\Delta R = \tang \psi$ = constante, tandis que, pour le platine, tang ψ varie. Ces résultats peuvent être associés avec le fait que le courant résiduel n'est pour l'or que le 1/20e de ce qu'il est pour le platine. L'effet d'une précédente polarisation avec l'hydrogène est un accroissement temporaire de capacité, tandis que l'oxygène produit un accroissement permanent qui ne peut être supprimé par polarisation avec l'hydrogène. La rugosité de la surface et son histoire antérieure affectent les valeurs obtenues pour C et R. Qualitativement, les résultats relatifs à C et à ψ s'accordent avec la théorie de Warburg, au prix de certaines hypothèses ; il n'en est pas de même des résultats relatifs à ΔR. — L B.

537.33 : 538.55. — Les effets électrochimiques résultant de la superposition de courant alternatif sur du courant continu ; W.-R. Cooper. *Electrician*, 3 août 1923, t. xci, p. 118, 1 200 mots. — On peut considérer trois cas différents : 1° l'amplitude du courant alternatif est plus petite que la valeur du courant continu ; 2° le courant continu a la valeur de l'amplitude du courant alternatif, le courant passe par zéro à chaque cycle ; 3° l'amplitude du courant alternatif est supérieure à la valeur du courant continu, le courant est inversé pendant une partie du temps. Des essais ont été faits à l'aide d'électrodes en cuivre dans une solution de sulfate de cuivre rendue acide par l'addition de 5 pour 100 d'acide sulfurique; dans ces conditions, l'effet du courant alternatif est à peine perceptible. D'autres essais, faits au moyen d'électrodes en fil de platine dans une solution diluée d'acide sulfurique ont montré que, dans les trois cas considérés ci-dessus, l'application du courant alternatif donnait lieu à une augmentation de l'intensité, la loi de la variation n'a pu être trouvée; l'application de courants à haute fréquence avait une influence beaucoup moins marquée que dans le cas de courants alternatifs à fréquence usuelle. Lorsque la tension du courant continu est inférieure à la tension de décomposition de l'électrolyte, il y a formation de bulles d'hydrogène; vue au microscope, la cathode porte des traces d'absorption de l'hydrogène; plusieurs remarques intéressantes ont été faites par l'auteur, à ce sujet. — E. B.

538.56. — Ondes stationnaires sur fils et sur solénoïdes ; A. Press. *Proceedings of the Institute of radio Engineers*, décembre 1923, t. 11, p. 675-677, 900 mots, 1 fig. — L'auteur étudie mathématiquement la production des ondes stationnaires sur les systèmes ayant des constantes électriques uniformément réparties. — G. M.

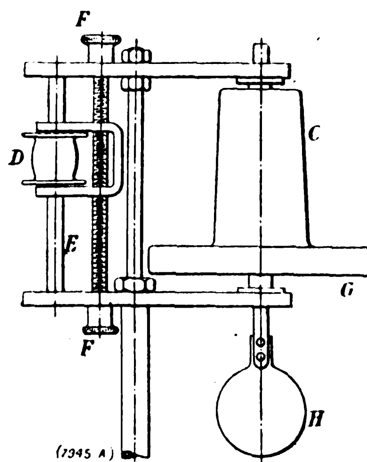
53... — Sur l'expérience de Michelson ; E. Brylinski. *C. R. Ac. des Sc.*, 5, 19 novembre, 3 décembre 1923, t. clxxvii, p. 874-876, 1023-1025, 1 209-1 210, et 28 janvier 1924, t. clxxviii, p. 466-467, 2800 mots. — L'auteur reprend d'une manière approfondie les calculs qui servent à interpréter l'expérience de Michelson lorsqu'on suppose l'éther absolument immobile et la vitesse de la lumière indépendante de celle de la source qui l'émet. Il obtient des résultats qui diffèrent de ceux qui sont donnés habituellement et qui comportent des conséquences intéressantes. — Dans la dernière note du 28 janvier 1924. l'auteur répond aux critiques formulées par M. Metz dans une note présentée par ce dernier à la séance du 14 janvier 1924 (voir le résumé ci-dessous). M. Brylinski donne des précisions sur l'expérience de Michelson et cite les résultats positifs obtenus par M. Dayton C. Miller à l'Observatoire du mont Wilson. — Ces différentes communications ont d'ailleurs fait l'objet d'une suite d'articles, publiés par l'auteur dans la « R. G. E. » des 16, 23 février et 1er mars 1924, t. xv, p. 245-250, 283-288 et 339-347. — M.-H. B.

53... — Sur l'interprétation de l'expérience de Michelson ; André Metz. *C. R. Ac. des Sc.*, 14 janvier 1924, t. clxxviii, p. 314-316, 800 mots. — L'auteur porte la discussion sur les considérations que M. Brylinski a développées récemment dans les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences » (5, 19 novembre et 3 décembre 1923) et il conclut qu'il est préférable de considérer la contraction des longueurs dans le sens du mouvement comme une conséquence de la théorie relativiste. — M.-H. B.

531.32 + 531.67. — Emploi des oscillations mécaniques dans la technique ; Schieferstein et L. Schüler. *E. T. Z.*, 8 novembre 1923, t xliv, p. 1 007-1 008, 1 fig. — L'article fait suite aux articles de Geiger, paru dans l' « E. T. Z. », 29 mars 1923, p. 289, et de Schüler, paru dans l' « E. T. Z. », 17 mai 1923, p. 458 (voir *R. G. E.*, 8 septembre 1923, p. 73 D. et 13 octobre 1923, t. xiv, p. 115 D). Il contient la discussion, par Schieferstein, des analogies électriques et mécaniques et la réponse de L. Schüler Le premier article de L Schüler est analysé dans la « R. G. E., 29 mars 1924, t. xv, p. 534-538. — B. H.

MESURES ET ESSAIS

531.776. — Un stroboscope à grande vitesse *Engineering*, 31 août 1923, p. 255-256, 1 500 mots, 5 fig. — Cet appareil a été étudié par la British Association for the Woollen and Worsted Industries à Leeds pour permettre de suivre le fil dans les métiers à filer à anneaux, où la vitesse de rotation du fil sur l'anneau atteint 6 000 t : mn. La figure 1

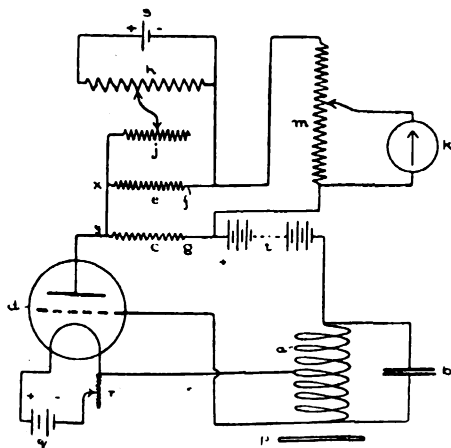


531.776. — Fig. 1. Ensemble du stroboscope pour l'observation du fil des métiers à filer

donne une vue d'ensemble de l'appareil qui comprend essentiellement un petit miroir H à deux faces en argent ou en acier sans tache, qui tourne autour d'un de ses diamètres à une vitesse qui est la moitié de celle de la broche en observation. Ce miroir est éclairé par une lampe à arc dont la lumière est projetée par un système optique. L'éclairement et le champ balayé par le rayon réfléchi dans un plan normal à l'axe de rotation du miroir ne dépendent que de l'intensité de la source lumineuse. Dans le sens vertical, on règle le champ d'éclairement par la distance de la source de lumière au miroir.

Le meilleur mode d'entraînement du miroir consiste à utiliser une tresse plate de coton, qui passe sur la poulie conique (pour permettre un réglage) C et sur le guide D et est entraînée par une bobine montée sur une broche. G est un volant qui sert à atténuer les irrégularités produites par la couture de la tresse. Celle-ci doit avoir une tension juste suffisante pour vaincre le frottement du miroir. Cet appareil a été complété par l'adjonction d'un système permettant de mesurer les variations de vitesse des broches. Il consiste en une bande de papier enroulée sur le cylindre d'entraînement des broches. Cette bande porte sept traits verticaux ou points (divisions en 40, 39, 38, 37, 36, 35 et 34 parties égales dans le cas envisagé) et est dans le champ d'éclairement du miroir. Lorsque la vitesse de la broche est bien égale à la vitesse théorique calculée, (le rapport des vitesses du cylindre et de la broche étant dans le cas envisagé de 1/13,5), la bande de 40 divisions doit paraître immobile. Suivant les irrégularités dans la marche, l'une ou l'autre des bandes apparaît immobile et on peut établir une table donnant aussitôt l'écart en centièmes avec la vitesse théorique. On pense que ce stroboscope peut recevoir beaucoup d'autres applications et qu'en utilisant un miroir en acier poli sans taches à plusieurs facettes, on pourrait atteindre le chiffre de 100000 éclats par minute. — J. S.

621.396 : 531.715. — Appareil de précision pour la mesure de petits déplacements des corps solides; H.-A. Thomas. *Engineer*, t. CXXXV, p. 138-140; bibliographié dans la *Revue de Métallurgie*, octobre 1923, t. XX, p. 481-483, 680 mots, 3 fig. — Cet appareil est destiné à mesurer des déplacements variant de 25/1000 à 25 millionièmes de millimètre. Il est constitué par un oscillateur électrique dans lequel l'amplitude des oscillations varie suivant les déplacements du corps. La figure 1 ci-contre donne le schéma des



621.396 : 531.715. — Fig. 1. Schéma des connexions d'un circuit oscillant dont le régime est influencé par de petits déplacements d'un corps p.

connexions de l'appareil; d est une lampe à trois électrodes génératrice des oscillations, a est une inductance et c, une résistance de 2 000 ohms. Le circuit auxiliaire, formé par la batterie i et les résistances e et j, a pour but de compenser la chute de tension dans la résistance c. Le galvanomètre à haute résistance k décèle toute différence de potentiel entre les points f et g. Un corps p placé dans le champ oscillant de la bobine a absorbe de l'énergie, d'où variation de la distribution du courant dans le circuit d'anode et de la différence de potentiel entre f et g, ce qui produit une déviation de l'aiguille du galvanomètre qui suit tous les déplacements de p. En cas de déplacement pulsatoire ou vibratoire, il faut employer un galvanomètre à fil d'Einthoven. — J. S.

621.317.5. — Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus; A.-L. Racapé. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 135-137, 2800 mots. — L'usage tendant à généraliser de plus en plus l'introduction, dans les contrats de fourniture d'énergie électrique, du principe de la tarification de l'énergie réactive, les industriels se trouvent souvent fort embarrassés de discerner, parmi les formules qui leur sont proposées, celles dont l'application leur sera le moins onéreuse. Dans son article, l'auteur expose quelques considérations qui permettent à première vue, connaissant l'utilisation de l'énergie dans une usine, ce dont un praticien peut très facilement se rendre compte, de discerner laquelle des formules entraînera la moindre redevance à payer. Il y ajoute quelques mots sur la méthode à employer pour l'étalonnage des compteurs sinus, de manière à se placer dans les conditions où l'on se rapproche le plus du réglage le meilleur.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.315.00.14. — Abaque pour servir au calcul des lignes électriques; Raymond Aubaille. *Génie civil*, 29 septembre 1923, t. LXXXIII, p. 300-303, 3500 mots, 5 fig., 1 planche. — L'abaque établi par l'auteur permet de confier à une personne n'ayant pas de connaissances spéciales en électricité, des calculs de lignes électriques, réseaux de distribution, à basse tension notamment. L'emploi de cet abaque se restreint aux réseaux ramifiés (il est vrai que l'on peut toujours, pour le calcul, ramener un réseau bouclé à un réseau ramifié). Les résultats obtenus par cette méthode graphique sont toujours très suffisants pour tous les cas pratiques des réseaux industriels de transmission et de distribution d'énergie électrique à basses et moyennes tensions. — M.-H. B.

621.315.53.00.14. — Compte rendu d'essais sur des câbles d'aluminium à âme d'acier pour lignes de transmission aériennes. Rapport reçu de l'Association britannique de Recherches sur les Industries électriques et les Industries connexes. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 1041-1043, 1300 mots, 1 fig., 3 tab. — Description d'essais mécaniques. — P. L.

621.315.53.00.14. — Compte rendu d'essais sur des fils et câbles d'aluminium dur pour lignes de transmission aériennes. Rapport reçu de l'Association britannique de Recherches sur les Industries électriques et les Industries connexes. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 1013-1025, 3500 mots, 5 fig., 17 tab. — Description d'essais mécaniques, électriques, chimiques ; nombreux tableaux de résultats. — P. L.

621.315.51.00.14. — Compte rendu d'essais sur des fils et câbles de cuivre dur pour lignes de transmission aériennes. Rapport reçu de l'Association britannique de Recherches sur les Industries électriques et les Industries connexes. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 997-1012, 5 000 mots, 6 fig., 15 tab. — Description d'essais mécaniques et électriques ; nombreux tableaux de résultats.

621.315.5.00.14. — Compte rendu d'essais sur des fils et câbles en acier galvanisé pour lignes de transmission aériennes. Rapport reçu de l'Association britannique de Recherches sur les Industries électriques et les Industries connexes. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 1026-1040, 2500 mots, 5 fig., 14 tab. — Description d'essais mécaniques ; nombreux tableaux de résultats. — P. L.

621 315.2. — Câbles électriques (charge et décharge, résistance diélectrique sous courants continu et alternatif, courant maximum admissible). *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1206-1211, 9000 mots, 2 fig. — Cet article est le compte rendu d'une discussion à la réunion de Swampscott (Massachusetts) du 26 juin 1923 de trois mémoires de MM. Steinmetz, Hayden et Eddy, Simons, dont les deux der-

niers ont été publiés dans les numéros de mai et juillet 1923 du « J. A. I. E. E. », t. XLII, p. 525 et 706 et résumés dans la « R. G. E », 5 janvier 1924, t. XV, p. 29-32, et 1er décembre 1923, t. XIV, p. 186 D. — Suivant l'idée émise par M. Steinmetz, dans un des mémoires présentés, « l'absorption de la charge », par le diélectrique, serait due à un défaut d'homogénéité de la matière qui constitue ce dernier. Un membre cite des cas (charge d'espace dans des tubes à vide très poussés ou dans des tubes contenant un gaz), où le diélectrique est homogène et dans lesquels, cependant, des charges prennent naissance ; il doit en être probablement de même avec les diélectriques liquides et solides ; les faits mentionnés s'expliquent, aisément, d'ailleurs, si l'on songe que les phénomènes de conduction sont beaucoup plus complexes dans un diélectrique que dans un conducteur métallique. — A propos de l'article de M. Simons sur la détermination des courants admissibles dans les câbles, et dont les conclusions, ainsi que son auteur a été conduit à le remarquer, cadrent, sensiblement, avec celles récemment émises en Angleterre, un membre fait observer que, outre le « facteur géométrique », d'autres éléments doivent encore être pris en considération dans la solution du problème et, notamment, la résistance thermique des parois des conduites, dans lesquels les câbles sont logés et celle du sol environnant. Un autre membre signale quelques insuffisances du procédé graphique adopté par M. Simons et présente une méthode directe de détermination, par le calcul, du facteur géométrique et de la capacitance dans les câbles à conducteurs multiples. — Le mémoire de MM. Hayden et Eddy, sur le « rapport entre les tensions continues et alternatives équivalentes relativement à la résistance diélectrique des isolants », a donné lieu à d'assez nombreuses critiques. Plusieurs membres ont exprimé l'opinion que la question de l'essai des câbles, avec des tensions continues, n'était nullement résolue par les résultats des essais annoncés par les auteurs. Les valeurs du rapport trouvées pour les tensions, au cours d'épreuves conduites parallèlement avec du courant continu et du courant alternatif, ne sauraient, en effet, présenter un caractère cohérent ; ces valeurs doivent varier, nécessairement, avec le taux d'accroissement, dans l'unité de temps, de la tension alternative d'essai, car, dans la répartition du potentiel, à l'intérieur du diélectrique, tantôt la résistivité et tantôt le pouvoir inducteur spécifique jouent, suivant le cas, le rôle prépondérant. Le même rapport doit dépendre, également, dans une certaine mesure, de la charge résiduelle, autant qu'on peut en juger, par analogie, de certaines expériences récemment effectuées avec des condensateurs. On ne saurait, au reste, attribuer une signification précise à la valeur moyenne du rapport (1,773), entre la tension continue et la tension maximum alternative, déduite d'essais qui ont porté sur des isolants de faible épaisseur (0,4 mm) avec des applications de la tension seulement momentanées. Cette question de durée d'application de la tension est traitée par un autre membre, mais à un point de vue différent ; se référant au diagramme représentant l'onde de tension alternative, il observe que l'intervalle de temps pendant lequel le diélectrique est soumis au potentiel dangereux (dans le voisinage de la crête de l'onde) est très faible lors de chaque alternance du courant alternatif ; avec le courant continu, au contraire, la contrainte exercée est persistante, et apparemment susceptible, pour les valeurs de tension d'essai, proportionnellement plus élevées, envisagées, de provoquer des détériorations, dont les effets peuvent ne se révéler qu'à lointaine échéance. Un des auteurs, M. Eddy, répondant à quelques-unes des critiques ci-dessus, a jugé utile de préciser qu'en effet les valeurs des rapports entre les tensions continues et alternatives équivalentes données dans le mémoire discuté n'ont aucun sens si elles ne sont accompagnées par des indications relatives au taux d'accroissement de la tension alternative par unité de temps, à la température de l'isolant, à sa nature et à la forme sous laquelle il est employé, etc., et que c'est là un fait qu'ils ont cherché, tout particulièrement, à mettre en lumière au cours de leur exposé. — L. D.

621.315.51.00.44. — Procédé simple pour la protection du cuivre nu contre les vapeurs acides ; A. PETRICH. *E.u.M.*, 30 septembre 1923, t. XLI, p. 573-574, 250 mots. — L'auteur rapporte les résultats d'essais effectués sur des pièces et conducteurs en cuivre verni, dans le but d'étudier les moyens les plus efficaces de protection contre les acides : les divers échantillons furent soumis, en vase clos et pendant deux mois, à l'action de vapeurs acides diverses (acide sulfurique, acide azotique). Les résultats des essais permettent de classer par ordre de qualité : la gomme laque, la laque émail, puis la laque « zapon ». Les mêmes expériences démontrèrent que les deux parties d'un joint portaient de sérieuses traces de souillures : en y faisant passer un courant de 1000 A, la chute de tension passait de 60 mv pour la pièce non étamée à 4,95 mv pour la pièce étamée, alors qu'avant l'expérience elle s'élevait à 4,5 mv dans chacun des deux joints. La meilleure protection pour le cuivre nu, exposé aux acides, sera donc réalisée par une double couche de gomme laque ou de laque émail, et, de plus, l'étamage des joints apparaît comme indispensable. Les conditions de l'essai équivalent à l'action de l'air, chargé de vapeurs acides (des locaux d'un institut de chimie par exemple) pendant une période de plusieurs années. — F. B.

621.311.7.00.42 (43). — Projet de prescriptions pour la construction, les essais et l'utilisation des appareils de couplage employés pour le courant alternatif à haute tension. *E. T. Z.*, 1er et 8 novembre 1923, t. XLIV, p. 987-988 et 1003-1007, 8000 mots. L'article indique le projet établi par la Commission du Verband deutscher Elektrotechniker pour l'appareillage à haute tension et qui devait rester soumis à la critique jusqu'au 1er janvier 1924. — B. H.

621.311.74.00.42. — Réglementation des interrupteurs dans l'huile, des sectionneurs et des interrupteurs installés à l'extérieur. *E. T. Z.*, 8 novembre 1923, t. XLIV, p. 1003-1007. — La Commission pour les appareils à haute tension du Verband deutscher Elektrotechniker termine, dans ce numéro, la publication du projet de règlement qu'elle a élaboré relativement aux appareils de coupure devant fonctionner sur les réseaux à haute tension. — B. H.

621.311 74. — Interrupteur de 44000 v pour sous-station extérieure. *Electrical Review*, 9 novembre 1923, t. XCIII, p. 716-717, 600 mots, 1 figure. — Cet interrupteur, construit par la Maison Ferguson, Pailin Ltd., est constitué par le groupement de trois interrupteurs unipolaires et pèse 2,75 t, huile comprise. L'appareil est particulièrement bien abrité contre les intempéries ; il est caractérisé, en outre, par sa grande rapidité de coupure et dispose d'un vaste matelas d'air, d'un grand volume d'huile (environ 650 litres) et d'un système de soupapes parfait. La disposition des soupapes est telle que les vapeurs engendrées sont entièrement séparées du liquide, grâce à des chicanes qui les dirigent vers la sortie pendant que l'huile se déverse dans une cuve ; la soupape de cette cuve est maintenue automatiquement fermée, tant que la pression dans le réservoir n'est pas tombée en dessous d'une certaine valeur ; après quoi, l'huile est libérée et fait retour au réservoir. Les bornes extérieures sont du type condensateur, la bakélite servant d'isolant ; un revêtement de compound sépare la bakelite des cloches en porcelaine dont la forme a été étudiée en vue de réduire au minimum les effets de la pluie et de la neige. L'ensemble de la borne et de la pièce de contact peut être enlevé facilement ; à l'extrémité inférieure, la bakélite baigne dans l'huile. La manœuvre de l'interrupteur peut être faite facilement à la main ou rendue automatique. Le mécanisme d'abaissement est du système à treuil ; il rend possible l'abaissement simultané ou individuel des réservoirs, dont l'enlèvement éventuel est facilité, grâce aux jointures articulées des tiges portantes. — Th. S.

621.315.6.00.14. — Supplément au projet de modification des prescriptions relatives aux essais des matières

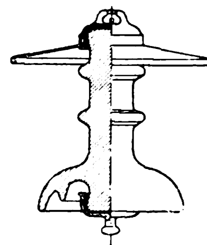
isolantes électriques. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. xv, p. 141-142, 800 mots, 2 fig. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 768-769, 900 mots, 2 fig.

621.315.6. — Pertes d'énergie dans les isolants. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, août 1923, t. XII, p. 987, 100 mots. — Courte note que nous reproduisons entièrement : M. E.-T. Hoch a publié, dans le « Bell System technical Journal » de novembre 1922, un article qui montre qu'on obtient une valeur satisfaisante de la perte d'énergie dans un diélectrique en multipliant l'angle de phase par la constante diélectrique. Bien qu'on n'ait pas à tenir compte explicitement de celle-ci dans le calcul des condensateurs, elle est, par contre, à envisager de toute nécessité quand il s'agit de construire des panneaux d'appareils et des socles pour lampes à vide. M. Hoch discute la méthode employée pour mesurer l'angle de phase et la constante diélectrique. — Y. G.

621.315.62.00.44. — Au sujet des dangers qui menacent les isolateurs des installations extérieures et des remèdes pour y parer. *E. u. M.*, 30 septembre 1923, t. XLI, p. 572-573, 1500 mots. — Trop souvent, dans les régions industrielles, les isolateurs sont détériorés par jets de pierres : pour prévenir ces actes malveillants, il est bon d'enduire les isolateurs d'un émail de couleur. S'il est impossible de se protéger contre les coups de foudre directs, on peut cependant réduire le danger qui accompagne les surtensions normales par l'emploi d'isolateurs à coefficient de sécurité élevé à l'éclatement : quand il s'agit d'ondes transitoires, l'efficacité se trouve restreinte. Aussi faut-il employer pour la protection des isolateurs de lignes extérieures et de traversée des dispositifs d'écoulement des surtensions placés dans les sous-stations. L'essai de surtension sous pluie artificielle, suivant les prescriptions allemandes, écarte tout danger d'amorçage en cas de pluie réelle dont l'intensité et la conductivité sont toujours plus réduites qu'à l'essai susdit. La destruction des isolateurs, du fait de la tension de la ligne est un cas excessivement rare et l'expérience des vingt dernières années a montré, d'autre part, que le vieillissement de la porcelaine n'est jamais la cause des accidents, qui sont le plus souvent imputables à la nature du ciment des isolateurs en plusieurs parties. Le coefficient de dilatation du ciment est triple de celui de la porcelaine : c'est là qu'est vraiment le mal et le danger devient encore plus menaçant si, après échauffement de la masse de l'isolateur, la pluie vient en refroidir les parois. L'emploi d'un liant de nature spéciale, à coefficient de dilatation moins élevé que celui de la porcelaine constitue le vrai remède : l'auteur signale le « teleokitt » ne contenant que 33 pour 100 de ciment. Jusqu'à 20 kv, on emploie avec succès les isolateurs d'une pièce et on signale comme se comportant parfaitement, sur une ligne à 60 kv, des isolateurs d'une pièce et des isolateurs en deux parties vissées l'une sur l'autre avec interposition de jute. — F. B.

621.315.62. — Les nouveautés en matière d'isolateurs suspendus; W. Weicker. *Der elektrische Betrieb*, 24 décembre 1923, t. XXI, p. 267-269, 2500 mots, 6 fig. — L'auteur passe en revue les perfectionnements apportés à l'isolateur à alvéole sphérique et réfute les objections qui ont été soulevées contre son emploi. Les risques de desserrage du battant n'existent pas quand le frein de sécurité est bien établi. En ce qui concerne la désagrégation du ciment, elle ne saurait avoir d'inconvénients trop préjudiciables ; en supposant le ciment complètement disparu, l'isolateur résiste encore à un effort de 3000 kg. Du reste, une excellente amélioration consiste dans son remplacement par un revêtement de plomb. Il ne risque guère de se désagréger, peut être facilement protégé de l'oxydation et améliore les propriétés mécaniques. C'est ainsi que des isolateurs de ce type résistent à des efforts supérieurs à 6000 kg ; dans certains cas, la rupture ne s'est produite qu'à 7800 kg. L'auteur estime donc que les isolateurs à alvéole sphérique à garniture de plomb et bon dispositif d'arrêt contre la rotation du battant sont appelés à prendre une large place dans le domaine de l'électrotechnique. — E. F.

621.315.62. — Isolateur pour chaîne de suspension. *E. T. Z.*, 8 novembre 1923, t. XLIV, p. 1001, 1 fig. — Comme le montre la figure 1, le nouvel élément dénommé « motor » est caractérisé par un tronc très allongé; il possède deux capes avec un large écran métallique à la partie supérieure et un chapeau en porcelaine à l'extrémité inférieure. Les deux



621.315.62. — Fig. 1. Schéma de l'isolateur « motor ».

capes sont fixées sur la porcelaine par l'intermédiaire de garnitures en alliages de plomb. Par construction, cet isolateur ne peut jamais être perforé parce qu'il se produit toujours, au préalable, une étincelle de contournement; on a aussi prévu une large section pour la partie droite, en sorte que l'ensemble est capable de résister à des efforts de traction allant de 5000 kg à 7000 kg. — B. H.

621.315.62. — Calcul des isolateurs de traversée ; J. Labouret. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. xv, p. 222-225, 1500 mots, 6 fig., 2 tabl. — L'auteur s'est proposé dans cet article de rappeler les règles d'après lesquelles on doit établir les isolateurs de traversée, pour que la partie isolante ne soit pas soumise à des efforts disruptifs exagérés; ces règles, cependant fort simples, sont trop souvent négligées, spécialement en ce qui concerne le diamètre de la tige centrale, que l'on a parfois le tort de faire trop mince.

621.315.32. — Socle de prise de courant à fiches avec fusible. *E. T. Z.*, 1er novembre 1923, t. XLIV, p. 973, 250 mots, 4 fig. — Cet appareil localise au récepteur directement branché sur lui la perturbation résultant de la fusion du fil de sécurité qui est enfermé dans une cartouche en verre logée dans le socle lui-même, en sorte que l'opérateur ne risque pas de toucher des parties sous tension. Pour remplacer la cartouche, il n'est pas nécessaire d'enlever le couvercle; il suffit de dévisser un bouchon latéral en matière isolante et à l'extrémité duquel est vissé un raccord en laiton qui presse la cartouche sur les prises de courant. Conformément aux dernières règles du Verband deutscher Elektrotechniker, les alvéoles du socle forment ressort, de sorte que l'on peut y enfoncer des fiches de 4 à 5 mm de diamètre non fendues. Ce dispositif se recommande, d'une part, sur tous les circuits qui présentent un certain danger pour le remplacement du fusible et, d'autre part, dans les hôtels où l'on veut empêcher les locataires de prendre le courant pour la cuisson ou le repassage. Il suffit d'enlever la cartouche. — B. H.

621.315.62. — Isolateur d'entrée du type à condensateur ; L.-E. Metz. *Electrical Review*, 30 novembre 1923, t. XCIII, p. 804-805, 1800 mots, 5 fig. — Si nous considérons un isolateur d'entrée, du type ordinaire et constitué par une matière homogène, le gradient du potentiel en un point à une distance x du conducteur central est donné par l'expression

$$G = V : x \log_e \frac{R}{r}$$

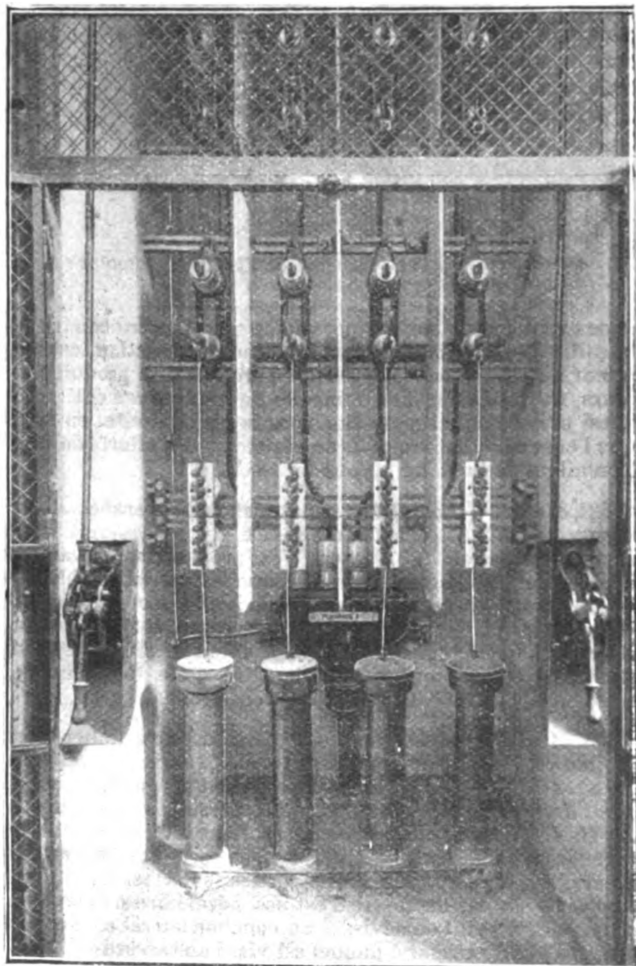
UNE DES CELLULES

de la nouvelle sous-station (Plaisance 50000 kw) de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

LA CHEVILLE RAWL

est employée pour fixer les fils sous plomb, isolateurs, etc., dans cette sous-station (ciment armé).

Travail exécuté par la Cie française pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON





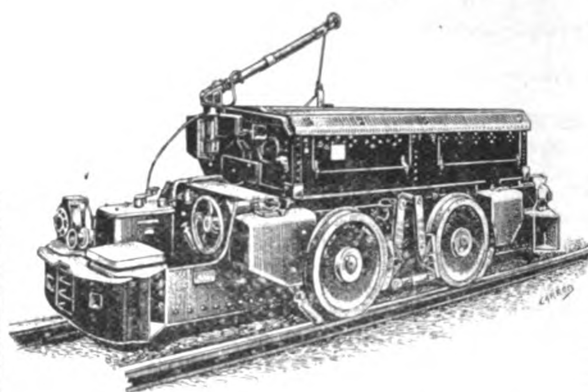
35, rue Boissy-d'Anglas, PARIS (8e)

Téléphone : Élysées 60-91 ; 60-92 ; 60-93

Registre du Commerce : Seine, N° 184 457

FOIRE DE PARIS

Hall de l'Electricité — Stand N° 5273.



POUR LA MINE ET L'USINE

la locomotive ad hoc

Le problème complexe de la traction dans la mine exige des engins appropriés. Le montage d'un moteur quelconque sur un châssis plus ou moins lesté est une solution simpliste. La machine conçue et réalisée spécialement pour la mine et l'usine est la locomotive Goodman à trolley, à accumulateurs ou à combinaison.

MOTEURS D'UN TYPE PARTICULIER A TRÈS FAIBLE VITESSE, CHASSIS EN ACIER LAMINÉ, ÉQUILIBREURS COMPENSANT LES INÉGALITÉS DE LA VOIE BUTOIRS EN ACIER MASSIF A DOUBLE RÉACTION. ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉ.

telles sont quelques caractéristiques :: de la locomotive Goodman. ::

50 types

de 10 à 500 Ch pesant 2 à 50 tonnes

12 000 locomotives Goodman sont en service dans le monde entier. Seul l s usines Goodmann ont pu sortir des locomotives électriques de 500 Ch pesant 50 tonnes pour voie de 60 cm. La locomotive Goodman à batterie a été éprouvée contre le gr'sou par le departement :: des Mines des Etats-Unis ::

Vous avez intérêt à demander aujourd'hui le catalogue illustré et à nous soumettre le problème de votre traction.

"GOODMAN"

Locomotives électriques

Agent général A. J. MATHIEU. Ingénieur

6, Rue Saint-Georges - Paris

Tél. : Trudaine 60-32

:: R. C. Seine 30.507 ::

G étant le potentiel en x; R, le rayon extérieur de l'isolateur et r, le rayon du conducteur; V, la tension instantanée maximum. On voit que le gradient du potentiel est maximum au voisinage du conducteur et la matière isolante doit être choisie pour résister à cette contrainte maximum; lorsque la distance croît la contrainte diminue et elle est minimum à l'extérieur; l'utilisation de l'isolant est donc des plus mauvaises. On obtient une meilleure utilisation de la matière en constituant l'isolateur par un certain nombre de tubes isolants séparés par des cylindres métalliques et formant ainsi des condensateurs en série. Il y a avantage à reporter la tension totale entre tous les cylindres isolants de telle manière que la contrainte soit uniforme, 5000 v par tube, par exemple. Pour obtenir ce résultat, il faut et il suffit que tous les condensateurs élémentaires soient de même capacité. La capacité de l'un quelconque des tubes est donnée par la relation

$$C = k\pi \frac{Dl}{e};$$

k est un facteur dépendant de la matière; D, le diamètre du tube considéré; l, sa longueur et e, son épaisseur; k et e sont constants, il en résulte $Dl =$ constante; à l'aide de cette relation, il est facile de déterminer les différentes longueurs des tubes constituant l'isolateur. En réalité, il faut tenir compte d'autres facteurs, tels que l'action des bords des tubes métalliques; en outre, les distances entre les tubes métalliques doivent être suffisantes pour qu'un amorçage ne puisse se produire entre eux sous la tension d'épreuve; la longueur totale de l'isolateur dépendra surtout de ces conditions. En ce qui concerne les dimensions radiales, on peut s'inspirer des considérations suivantes. Supposons que la tension d'épreuve et la contrainte diélectrique de l'isolant soient fixées ainsi que la forme cylindrique du conducteur. Pour obtenir les rayons les plus économiques du conducteur et de l'isolateur, on peut se servir de la formule de Russell établie pour les câbles à un conducteur. On a

$$G = V : r \log_e \frac{R}{r},$$

d'où

$$\frac{R}{r} = e^{\frac{V}{rG}} = e^{\frac{T}{r}}$$

en posant $T = \frac{V}{G}$, qui représente l'épaisseur minimum de l'isolant soumis à la tension V. De cette équation, on tire

$$\frac{dR}{dr} = e^{\frac{T}{r}}\left(1 - \frac{T}{r}\right);$$

si r est plus grand que T, $\frac{dR}{dr}$ est positif et le rayon du conducteur augmente, ainsi que le diamètre intérieur; mais, si T est plus grand que r, $\frac{dR}{dr}$ devient négatif et le rayon extérieur R décroît quand r augmente jusqu'à $r = T$. En général, la tension étant très élevée, le courant à transmettre est petit et, dans le but d'économiser l'isolant, il est souvent avantageux de constituer le conducteur par un tube, de manière à pouvoir admettre le rayon r le plus économique. Le tube extérieur métallique doit être mis à la terre; il est nécessaire de prendre des précautions convenables pour que cette terre soit effective et le tube intérieur ne doit pas se terminer pas par des arêtes vives; une disposition avantageuse consiste à coiffer ce tube d'un disque métallique de diamètre assez grand et à bords arrondis en forme de tore. le champ électrique est ainsi beaucoup plus régulier. — E.-B.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.22 (481). — L'usine hydraulique norvégienne de la Tysse. *E. T. Z.*, 1er novembre 1923, t. XLIV, p. 983, d'après *Tidens Tegn*, 2 mai 1923. — Parmi les plus puissantes usines génératrices de la Norvège, il convient de citer celle des chutes de la Tysse, dans le territoire de Hardange, au sud des côtes ouest. Sa puissance totale installée, réserves comprises, est d'environ 150000 ch. Elle est presque aussi importante que chacune des deux usines génératrices du Rjukan et peut se comparer avec celle de Mörkfos-Solbergfos à Glommen, actuellement en construction ou avec celle de Trollhättan la plus puissante de la Suède. Après la régulation complète de la Tysse, on obtiendra un débit de 25 m³ : s. La digue du lac de Ringedals qui sert de réservoir a 500 m de longueur et 33 m de hauteur. La capacité régulatrice est d'environ 300 millions de mètres cubes. On peut aussi utiliser, comme plus petit réservoir, le lac de Bersa, situé à 1106 m au-dessus du niveau de la mer et dont on peut faire baisser le niveau de 18 m par un tunnel de prise d'eau. On dispose ainsi de 56 millions de mètres cubes de réserve. Du lac de Vetle, situé juste au-dessous de la digue de Ringedals, deux tunnels de 3420 m de longueur et d'une section de $2 \times 9{,}5$ m², vont à la chambre de mise en charge d'où partent les 5 conduites forcées vers l'usine. La hauteur totale de chute est d'environ 400 m et la longueur des conduites est de 730 m. Ces dernières présentent un diamètre de 1700 à 950 mm et sont munies de clapets automatiques pour la fermeture brusque des vannes. L'usine génératrice de la Tysse s'élève sur le bord du fiord de Sörf. Sa longueur est de 175 m; tout contre, se trouve le poste de couplages, à quatre étages et long de 60 m. On a prévu l'installation de 15 groupes d'une puissance totale de 142300 ch. Les deux groupes les plus puissants sont de 16000 ch; cinq autres sont de 13000 ch et un de 10000 ch. Toutes les turbines sont du type Pelton à axe horizontal. Les alternateurs donnent du courant triphasé à 12500 v, 25 p : s. L'énergie électrique produite est transmise à Odda où sont installées les fabriques de carbure et de cyanamide. La ligne aérienne de Tysse à Odda a 7 km de longueur. Elle est constituée par deux rangées de pylônes supportant chacun deux lignes de 3 conducteurs en câble d'aluminium de 450 mm² de section. Dans une région accidentée, on a dû cependant mettre les canalisations en souterrain sur une longueur de 1200 m. Une partie de l'énergie électrique est d'ailleurs consommée sur place par les fonderies de la Nitrit-Aktiengesellschaft de Norvège et par la Société métallurgique des chutes de Tysse. Au cours de ces dernières années, on a étudié la possibilité d'une transmission à grande distance de cette énergie qui rentrerait dans les plans généraux d'alimentation de la Suède, du Danemark et même de l'Allemagne du Nord. — B. H.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365. — Extraction des métaux rares au four électrique; P. Freedman et E. Greetham. *Brevet anglais n° 180 384*, demandé le 26 janvier 1921. — Procédé d'extraction des métaux rares comme le zirconium, le cérium et l'uranium, qui consiste à former avec les composés de ces métaux des blocs compacts que l'on chauffe dans un four à arc à courant continu dans une atmosphère de gaz inerte tel que l'argon. — M.-H. B.

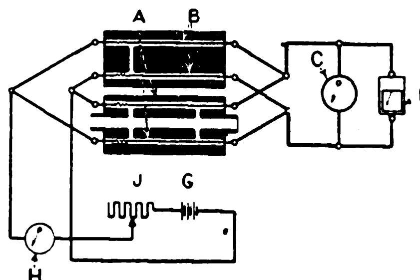
621.365.54. — Nouveau four électrique à induction pour les métaux non ferreux; E. Demenge. *Le Génie civil*, 3 mars 1923, t. LXXXII, p. 207-209. — La Compagnie française des Métaux a étudié un four à induction spécial, devant répondre aux trois conditions suivantes: 1° brasser le bain d'une façon continue ou variable et le décanter facilement pour obtenir un titre régulier; 2° réduire le plus possible la surface du métal en contact avec l'air; 3° pouvoir se brancher directement sur un réseau triphasé à 220 v, en conservant un facteur de puissance acceptable. Ces études ont abouti à la

construction d'un four d'essai de 80 kw dans lequel la rigole de fusion est constituée par des canaux à section rectangulaire dont l'ensemble affecte la forme de deux anneaux concentriques. Le mouvement du bain est obtenu par l'effet d'un champ tournant que créent trois pôles et leurs enroulements primaires. L'anneau extérieur communique à une extrémité avec le canal de coulée et, à l'opposé, avec la chambre de chargement. L'anneau intérieur débouche aussi dans la chambre de chargement et communique, en outre, avec l'anneau extérieur à son autre extrémité. L'ensemble forme donc trois circuits : deux en arrière et un en avant. Les deux circuits arrière sont symétriques, plus longs que le circuit avant, et comprennent un segment composé de deux branches très rapprochées en forme de corne. Cette disposition relève le facteur de puissance. Le circuit avant est plus court et sans corne; il peut n'être mis en charge que facultativement. Les parties de maçonnerie formant canaux doivent être en briques réfractaires à grande résistance abrasive, telles que la bauxite fondue, ou corindite. Plusieurs de ces fours sont mis en service à Castelsarrasin pour la fabrication des laitons, maillechorts, bronzes, cupronickels, etc. Ils produisent 8 à 10 t de laiton ou 6 t de nickel par jour, avec coulée toutes les demi-heures. La marche est continue. La consommation varie de 250 à 300 kw par tonne produite, suivant les alliages. — M.-H. B.

APPLICATIONS DIVERSES

621.37. — Le dépoussiérage électrique des gaz. *Der elektrische Betrieb*, 24 septembre 1923, t. XXI, p. 215-216, 1 200 mots. — La séparation des poussières en suspension dans un gaz se produit lorsqu'on soumet celui-ci à l'action d'un champ électrique non uniforme. Les causes du phénomène sont assez mal connues ; néanmoins, on a constaté que l'action est d'autant plus énergique que l'on opère sous tension plus élevée. Pratiquement, on utilise le courant continu ; si l'on ne dispose que de courant alternatif, il faut donc monter un disjoncteur, un transformateur et un groupe convertisseur. Il y a deux types d'appareils : les appareils à cylindres et les appareils à plateaux. Dans les premiers, l'électrode négative est constituée par un fil vertical tendu dans l'axe d'un cylindre formant électrode positive et mis à la terre. Le gaz est amené dans la chambre inférieure, monte et s'épure dans le faisceau tubulaire et se rassemble dans la chambre supérieure. Les seconds comportent une série de fils tendus entre des plateaux horizontaux ou verticaux et entre lesquels circule le gaz, qui se rend d'une chambre à l'autre. Les plateaux constituent, dans ce cas, l'électrode positive mise à la terre. Les poussières tombent dans des entonnoirs disposés dans la chambre supérieure et sont évacuées par transporteurs ou wagonnets. Les matériaux à employer varient suivant la nature chimique et la température des gaz. Ce seront, suivant les cas, le fer, la maçonnerie, le béton ou les terres réfractaires. Les dimensions sont fonction du débit de l'appareil, des propriétés du gaz et du degré de purification recherché. Ce dernier dépend essentiellement de la vitesse d'écoulement du fluide et du temps pendant lequel il est soumis aux actions électriques. Pour une purification poussée à fond, on pourra tabler sur une vitesse de 1 m : s, chiffre qui sera augmenté dans le cas où l'opération n'aurait pas besoin d'être aussi soignée. A titre d'indication, signalons que l'encombrement total d'un appareil destiné à traiter un débit de 100 m^3 : mn de gaz avec un dépoussiérage de 98 pour 100, représente environ $5 \times 5 \times 9 m^3$ dans le type à cylindres et $10 \times 4 \times 9 m^3$ dans le type à plateaux. Les tensions nécessaires sont particulièrement élevées, de 20 000 à 50 000 v ; par contre, l'intensité du courant mis en jeu ne dépasse pas un milliampère. C'est là une circonstance particulièrement heureuse, qui permet de ne pas se préoccuper des courts-circuit éventuels et qui met le personnel à l'abri des risques d'électrocution. — E. F.

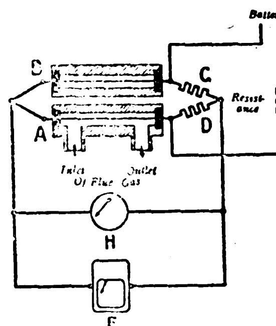
621.39 : 662.613. — Un indicateur électrique d'anhydride carbonique. *Chem. and Metall. Eng.*, 13 août 1923, t. XXIX, p. 284-285, 1 500 mots, 4 fig. — La détermination continue de la proportion d'acide carbonique indique clairement la valeur du rendement de la combustion dans un foyer; les indicateurs chimiques ne peuvent assurer convenablement un service continu ; l'instrument décrit dans l'article est représenté schématiquement eu figure 1, et consiste en deux séries de blocs contenant, l'un les chambres A, l'autre les chambres B; au centre de ces chambres sont placés des fils fins de platine disposés pour occuper une place fixe, malgré les variations de température. Les chambres A sont



621.39 : 662.613. — Fig. 1. Dispositif à pont de Wheatstone pour le dosage de l'anhydride carbonique dans les gaz de la combustion.

parcourues lentement par les gaz de la combustion ; les chambres B contiennent de l'air à la température ambiante. Le système électrique est disposé comme un pont de Wheatstone dont les quatre branches seraient les quatre fils de platine dans les chambres A et B; le galvanomètre sensible C est placé entre les points milieu du pont. Parmi les gaz résultant de la combustion, l'oxyde de carbone, l'azote, l'oxygène et l'eau ont pratiquement le même coefficient de conductibilité calorifique, tandis que l'acide carbonique a une conductibilité 40 pour 100 plus faible ; c'est sur l'effet résultant de cette différence qu'est basé le fonctionnement de l'appareil; la température des fils de platine dépend donc de la quantité d'anhydride carbonique présent, l'exactitude de l'indication étant garantie à moins de 1,5 pour 100 près. L'article est complété par quelques exemples d'installations. — E. B.

621.39 : 662.613. — Procédé électrique de mesure de la teneur en oxyde de carbone d'un mélange gazeux. *Chem. and Metall. Eng.*, 15 octobre 1923, t. XXIX, p. 719, 900 mots, 3 fig. — L'appareil se compose en principe d'un pont de Wheatstone (fig. 1) et il utilise les propriétés catalytiques



621.39 : 662.613. — Fig. 1. Dispositif à pont de Wheatstone pour le dosage de l'oxyde de carbone dans les gaz de la combustion.

d'un fil de platine chauffé. Les fils A et B sont en platine et de très faible diamètre et sont placés dans deux tubes de même diamètre contenus dans des blocs métalliques séparés. Le

fil B sert à la comparaison et A est le fil de mesure; tous deux sont parcourus par le courant d'une batterie d'accumulateurs; dans ces conditions leurs températures sont égales et voisines de 450°C. Les gaz à analyser sont amenés au contact du fil A; ils contiennent en général un volume d'oxygène suffisant pour assurer la combustion de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, mais, pour être certain que cette combustion sera effectuée, on admet un certain volume d'air pur à l'aide d'un dispositif convenable; en présence du nickel, la combinaison s'effectue et la température du fil s'élève; si le volume de gaz combustible est assez grand, le fil peut devenir incandescent. Comme le fil B demeure à la même température, l'équilibre du pont est rompu; il en résulte, aux galvanomètres H et F, qui sont étalonnés en proportion de CO ou de CO + H^2, une indication suffisante pour montrer que la combustion est incomplète. Combiné avec l'indicateur de CO^2 déjà mentionné, l'appareil permet de mesurer la quantité de CO et la quantité de H^2 qui existe dans le gaz à analyser, à moins de 1 pour 100 près. — E. B.

DIVERS

546.432 (064.5). — Le 25e anniversaire de la découverte du radium. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. xv, p. 3-6, 4000 mots. — Cet article reproduit le texte de la note présentée à la séance du 26 décembre 1898 de l'Académie des Sciences par P. Curie, Mme Sklodowska Curie et M. G. Bemont dans laquelle fut annoncée la découverte du radium. Ce texte est précédé des textes de deux autres notes présentées quelques mois auparavant, également à l'Académie des Sciences, l'une par Mme Sklodowska Curie le 12 avril 1898, où se trouvent exposés les résultats de recherches faisant pressentir que la pechblende doit contenir d'autre éléments plus radioactifs que l'uranium; l'autre par P. Curie et Mme S. Curie, le 18 juillet, où est annoncée l'existence dans ce minéral d'un élément radioactif voisin du bismuth et auquel est donné le nom « polonium » en souvenir du pays d'origine de Mme Curie.

92. — Nécrologie. Alfred Dennery. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 41-42, 800 mots.

621.3(061). — Commission électrotechnique internationale. Réunion du Comité du 3 décembre 1923. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1041-1042, 600 mots.

5 + 621.396(064). — La Section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F.; A. Turpain. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. xv, p. 7-9, 2300 mots. — Dans cette note, l'auteur signale ou décrit succinctement les appareils et les documents exposés dans les stands de la section rétrospective de l'Exposition de Physique et de T. S. F.

621.396 (064) (42). — L'Exposition anglaise de télégraphie sans fil à White City; Mittell. *Electrician*, 16 novembre 1923, t. xci, p. 546, 1800 mots. — L'auteur résume les renseignements qu'il a tirés d'une visite à l'Exposition; il résulte de son analyse que le nombre de nouveautés est excessivement faible, au grand désappointement d'un grand nombre de visiteurs dont l'intérêt se porte surtout vers les triodes à basse consommation. Les maisons de construction ont établi des tarifs à prix nets ne laissant pas de remises aux revendeurs et permettant aux amateurs de construire leurs postes avec le minimum de dépenses. Les accessoires nécessaires sont de bonne fabrication et vendus à des prix très abordables. L'article est complété par un certain nombre de photographies d'ensemble de réception, de la Société Marconi en particulier, de la Hazeltine Neutrodyne et de la Sterling Telephone Co. — E. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.144.3 : 621.393. — Aciers au chrome pour aimants permanents; E. Gumlich. *Stahl und Eisen*, t. xlii, p. 41-46; bibliographié dans *Revue de Métallurgie*, septembre 1923, t. xx, p. 430-435, 3600 mots, 5 fig., 4 tab. — Cet article est une sorte de résumé des recherches faites pendant la guerre par les Allemands pour remplacer les aciers au tungstène des aimants permanents par des aciers à base de chrome, plus faciles à approvisionner. Ces essais furent menés en particulier par les usines Krupp. Un grand nombre d'échantillons à teneurs variées en C et Cr furent préparés, trempés à différentes températures et éprouvés au point de vue de leurs propriétés magnétiques. On trouvera dans la « Revue de Métallurgie » un tableau donnant, pour tous ces échantillons, l'induction pour H = 300 gauss, ainsi que pour le champ coercitif K et pour la rémanence vraie R, ainsi que le produit $R \times K$. Des courbes donnent, d'autre part, la variation de R et de K pour des teneurs en C constantes en fonction de la teneur en Cr. Dans l'ensemble, K augmente avec la teneur en Cr au moins jusqu'à 6 pour 100 de Cr; il y a, au contraire, un maximum de R vers 3 pour 100 de Cr. La courbe $R \times K$ a un maximum pour les températures de trempe de 850° et 300° au voisinage de 1 pour 100 de C et 3 à 5 pour 100 de Cr. Ce sont donc là les échantillons qui semblent le mieux convenir pour les aimants permanents. D'autre part, par l'effet de la trempe à l'huile, les aciers au Cr acquièrent des propriétés plus marquées que les aciers au tungstène. D'autres expériences, dont on trouvera le détail opératoire et les résultats détaillés dans l'extrait de la « Revue de Métallurgie », furent faites pour étudier l'influence des chocs, des changements de température et simplement du temps, facteurs intéressants au point de vue des applications pratiques de ces aciers. On étudia aussi si l'influence exercée par le Cr sur le fer, au point de vue des propriétés magnétiques, se manifeste aussi dans la présence de carbone. On a ainsi reconnu que pour un acier au carbone à plus de 0,5 pour 100 de C, l'addition de Cr augmente peu la force coercitive, mais ralentit le décroissement rapide de la rémanence avec la teneur en C. En outre, le chrome agit favorablement sur la résistance des aciers aux secousses et aux changements de température. Enfin, on observa des modifications des propriétés magnétiques provoquées par le revenu. — J. S.

621.315.61 : 665. — Filtre à huile transportable. *E. T. Z.* 26 juillet 1923, t. xliv, p. 415, 500 mots, 1 fig. — L'article décrit un groupe portatif qui permet de filtrer commodément l'huile, souillée d'une manière quelconque. Ce groupe consiste en une pompe à engrenages entraînée par un moteur électrique au moyen d'un couplage élastique; au-dessus de la pompe est disposé un jeu de filtres et le tout est installé sur un châssis monté sur trois galets. Les filtres sont constitués par des feuilles de papier buvard serrées entre des cadres métalliques. Un premier filtre dégrossisseur placé à l'entrée de l'huile et simplement constitué par un cylindre de tôle perforée retient les plus grosses impuretés et protège les engrenages de la pompe. L'entrée des filtres est commandée par un robinet à trois voies dont la manœuvre permet de mettre les filtres hors service et de se servir du groupe motopompe pour un autre usage. Le débit de l'appareil est d'environ 70 l : mn pour une huile qui n'est pas trop souillée. Il diminue naturellement avec l'augmentation des impuretés de l'huile. La pompe peut donner une pression de 8 atmosphères. Le groupe construit par la Société Brown, Boveri et Cie, trouve son application dans toutes les opérations de filtrage, et peut rendre de nombreux services dans les fabriques de produits chimiques, les sucreries ou les brasseries. — B. H.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blesses

DOCUMENTATION

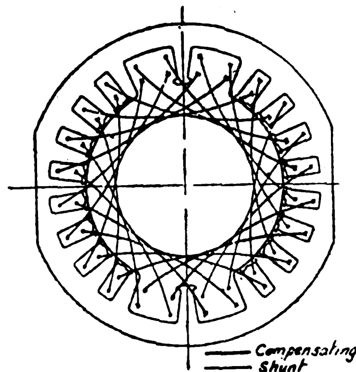
SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

627.83. — **Le diamètre le plus économique d'une conduite forcée** ; P.-J. Cathala. *Le Génie civil*, 8 septembre 1923, t. LXXXIII. p. 228-231. 1000 mots, 3 fig. — L'auteur reprend la méthode employée par M. A. Lombardi pour un tel calcul (*Le Génie civil*, 31 décembre 1921), en partant des formules de M. Mongnié sur l'écoulement des tuyaux. Ces formules sont sur le point de devenir classiques et sont plus à considérer, chez nous, que les formules et coefficients dus à Chezy, à Gandillet et Kutter, dont s'est servi M. Lombardi, mais qui ne sont pas en usage en France. Il propose ensuite trois abaques qui, en principe, permettent de calculer une conduite forcée quelconque : 1° l'abaque Lévy donnant les pertes de charge, les diamètres, les débits et vitesses pour les conduites ayant effectué un certain service ; 2° l'abaque correspondant aux calculs qui précèdent et dont on peut déduire le diamètre le plus économique des conduites pour des débits compris entre 1 et 20 m³ : s et des hauteurs de chute entre 50 et 1200 m ; 3° un abaque également dû à l'auteur et donnant les épaisseurs et poids des conduites en fonction des diamètres et hauteur de chute. L'article se termine par diverses remarques au sujet de l'emploi de ces graphiques. — Y. G.

621.186.8. — **Le réchauffeur d'air Ljungström.** *Le Génie civil*, 8 septembre 1923, t. LXXXIII, p. 232-235, 4000 mots, 8 fig. — Description d'un appareil récemment imaginé par M. Frederik Ljungström, l'un des inventeurs bien connus de la turbine à double réaction. Il se compose d'un tambour mobile autour de son axe placé verticalement, dont une moitié est traversée par les gaz chauds et l'autre, par l'air d'alimentation à réchauffer. L'organe mobile a une capacité calorifique assez élevée et sert à l'échange des quantités de chaleur. Appliqué à une usine en Suède, il a donné des résultats sensibles : la chaleur transmise à la chaudière est passée de 66,9 pour 100 à 77,6 pour 100; l'air était réchauffé de 20° à 135°C tandis que les gaz brûlés étaient refroidis de 222° à 123°. L'appareil tourne à peu près à la vitesse de 6 t : mn ; pour absorber, dans ces conditions, 250 calories par seconde, il faut une surface active de 355 m², ce qui correspond à un organe mobile de 1,84 m³ pesant 1620 kg. Pour réaliser la même opération, il faudrait un économiseur de modèle normal de 500 m² de surface et pesant 40 t. Diverses installations ont été réalisées en Angleterre, en Amérique et au Japon : on a entrepris, d'autre part, son application aux chaudières marines. — Y. G.

621.312.1. — **Une génératrice à courant continu à haute tension. Une machine américaine de 15 kw, 12000 v.** *Electrical Review*, 14 décembre 1923, t. XCIII, p. 913-914, 1200 mots, 6 fig. — Cet article donne une description d'une génératrice à courant continu de 15 kw à 12000 v, réalisée par la General electric Co pour des besoins de la radiotéléphonie. Le stator de cette machine bipolaire comporte deux enroulements répartis dont l'un est dit de compensation et compense, en chaque point, la réaction d'induit pour éviter la distorsion du flux, l'autre enroulement étant celui d'excitation. Une telle machine doit avoir une commutation parfaite pour éviter la production des pulsations et doit pouvoir supporter les courts-circuits sans coups de feu. Une difficulté est créée par la limitation du nombre des segments de collecteur, par raisons mécaniques, et pour ne pas avoir une tension par lame par trop exagérée, étant donné qu'on arrive déjà à 30 v par lame; la machine comporte un collecteur à chaque extrémité et 2 enroulements induits distincts. Le pas d'enroulement, aussi bien sur l'induit que sur l'inducteur, peut être égal au pas polaire ou au demi-pas polaire. La figure 1 ci-contre montre l'enroulement du stator; on voit que les bobines sont placées dans des encoches, avec



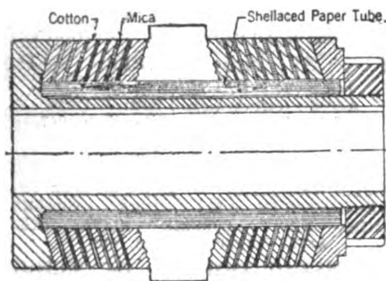
621.312.1. — Fig. 1. Enroulement du stator d'une machine à courant continu à 12000 v. Compensating, enroulement de compensation ; Shunt, enroulement shunt d'excitation.

une bobine de l'enroulement de compensation et une bobine de l'enroulement d'excitation shunt par encoche. La figure 1 montre aussi les deux pôles de commutation ménagés dans la carcasse. Les encoches sont fermées après mise en place des bobines par une cale en acier. La machine est à excitation séparée, car il serait difficile d'enrouler et isoler un bobinage shunt pour 6000 v (tension par collecteur). La

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*. Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*. Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*. Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.* *Journal of the american Institute of electrical Engineers*. New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

figure 2 ci-contre montre comment on a réalisé le collecteur. La pression de montage de ce genre de collecteur est d'environ 5 t par pouce carré (800 kg : cm²), la pression totale étant de 120 t pour le collecteur en question. — J. S.



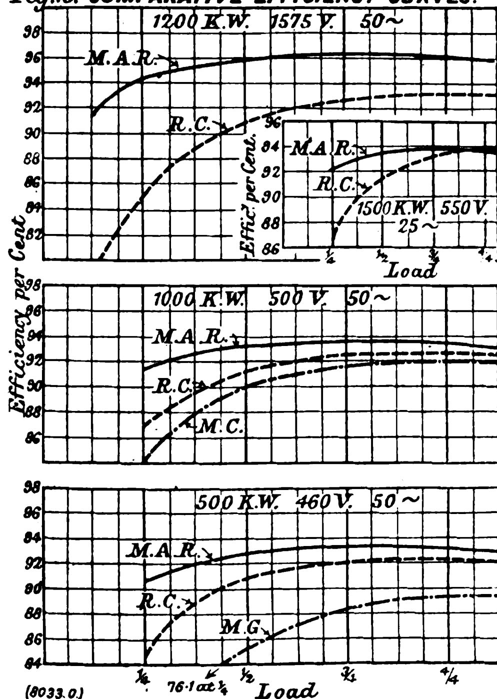
621.312.1. — Fig. 1. Collecteur « fabroil » pour 12 000 v. Cotton, coton ; Mica, mica ; Shellaced paper tube, tube en papier gommelaqué.

621.314. — Transformateurs supplémentaires ; E. SIEGEL. *E. u. M.*, 4 et 11 novembre 1923, t. XLI, p. 633-639 et 655-660, 5 700 mots, 7 fig. — L'auteur désigne ainsi les transformateurs survolteurs et dévolteurs qui, reportés en différents points d'un réseau, permettent d'effectuer le réglage de la tension d'une façon absolument indépendante. Il développe à fond la théorie de ces appareils en les supposant d'abord insérés sur un circuit à courant monophasé, car les résultats obtenus s'appliquent également aux circuits polyphasés à la condition de considérer séparément chaque phase. Il envisage successivement les deux cas suivants : 1° la tension E du réseau est constante, la tension E_2 du récepteur est variable et doit être exprimée en fonction de la charge quelle que soit cette dernière ; 2° la tension E_2 du récepteur est constante, tandis que la tension E_1 du réseau nécessaire pour produire E_2 doit être exprimée en fonction de la charge quelle que soit cette dernière. Ayant déterminé les diagrammes de fonctionnement du transformateur survolteur pour ces deux cas, l'auteur traite le problème suivant comme exemple d'application de sa théorie : un réseau régional à la tension de 10 000 v alimente le circuit d'un récepteur d'une puissance de 2 000 kv-A avec $\cos \varphi = 0{,}7$. On demande si, pour maintenir la chute de tension au-dessous de 14 pour 100, un transformateur triphasé ayant un rapport de transformation égal à 5 suffira. Les autres données sont : courant à vide, 4 A ; facteur de puissance à vide, $\cos \varphi = 0{,}2$; résistance par phase de l'enroulement primaire, $R_1 = 15$ ohms; de l'enroulement secondaire, $R_2 = 0{,}2$ ohm ; coefficient de dispersion, $\tau = 0{,}14$. Tous calculs faits, on trouve que cet appareil ne pourra compenser que 5 pour 100 des 14 pour 100 de chute de tension ; l'insuffisance provient de ce que son coefficient de dispersion est trop élevé. — M. H.

621.314.5. — Le développement du redresseur à vapeur de mercure. *E. u. M.*, 22 juillet 1923, t. XLI, p. 426, 800 mots, 1 fig. — A propos d'un article sur ce sujet paru dans le même journal, l'auteur rappelle ses propres travaux et articles sur ces appareils, ainsi que les essais qu'il en fit depuis ses premières expériences de 1894 jusqu'à ces dernières années. Ces essais n'ont plus qu'un intérêt rétrospectif. — J. C.

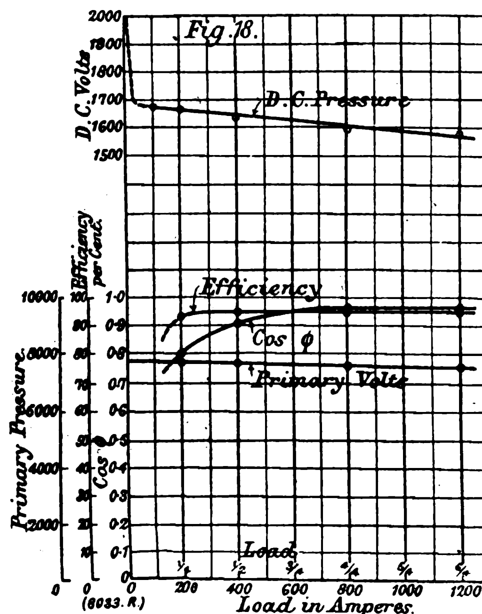
621.314.5. — La transformation de courant alternatif en courant continu au moyen des redresseurs à vapeur de mercure ; L. MORRISON. *Engineering*, 19 et 26 octobre 1923, t. XCVI, p. 507-510 et 543-546, 5 000 mots, 24 fig. — Cet article est la reproduction d'une conférence faite par l'auteur dans le but de montrer les avantages présentés par les redresseurs à vapeur de mercure sur les machines tournantes pour la transformation du courant alternatif en courant continu. Son emploi paraît surtout s'imposer pour la traction à courant continu à haute tension. L'auteur rappelle d'abord que c'est Cooper-Hewitt qui découvrit, il y a une vingtaine d'années, la propriété de soupape présentée par l'arc à vapeur de mercure dans le vide. Cette propriété résulterait, dit l'auteur, du fait que l'anode à basse température n'est conductrice pour les électrons que dans un sens ; elle ne serait pas ainsi particulière au mercure, et l'effet de soupape ne proviendrait donc que de la disposition de deux électrodes dont l'une, la cathode, est à très haute température (environ 3 000° C), et l'autre, l'anode, à une température inférieure à celle de formation des électrons (400 à 600° C). Après avoir rappelé assez rapidement la nécessité, pour obtenir une bonne utilisation commerciale, d'avoir des redresseurs polyphasés à une seule cathode et plusieurs anodes avec une self-inductance en série dans le circuit redressé afin d'éviter l'extinction de l'arc et après avoir montré que, pratiquement, il est inutile d'augmenter le nombre de phases au delà de 6, l'auteur passe à la question de construction des redresseurs sur laquelle il s'étend plus longuement. Après quelques mots seulement sur les redresseurs type Cooper-Hewitt, en verre, qui permettent d'atteindre une puissance individuelle de 50 kw et ne présentent pas de difficultés spéciales au point de vue construction, il indique les problèmes qui se posent dans la construction des grands redresseurs à cylindre en acier, construction mise au point après de longues recherches par la Société Brown, Boveri et Co. Le premier problème qui se pose est celui de la réalisation de joints permettant de maintenir le vide de 0,01 à 0,001 mm de mercure nécessaire pour le bon fonctionnement de l'appareil. On a finalement adopté le joint au mercure et à l'amiante pour les parties à haute température, et à mercure et caoutchouc pour les parties plus froides. Un autre problème plus difficile à résoudre a été celui du « flash » interne, qui se produit quand une des anodes s'échauffe suffisamment, même en un point seulement, pour arriver à la température d'émission des électrons. Alors l'effet de soupape cesse de se produire et le courant passe dans les deux sens. D'ailleurs ces amorçages en retour ne produisent pas de dégâts au redresseur et obligent seulement à ouvrir l'appareil et à changer ou repolir l'anode affectée. L'auteur donne alors la description dans ses grandes lignes d'un redresseur moderne Brown, Boveri. Pour les basses tensions et les gros débits, les anodes sont refroidies par circulation d'eau. Outre les anodes normales, ces appareils comportent des anodes supplémentaires spéciales pour le fonctionnement à puissance réduite. En haute tension, il y a actuellement en construction deux appareils, l'un à 3 000 v, l'autre à 5 000 v. Le fonctionnement des installations de redresseurs nécessite quelques appareils auxiliaires indispensables. En premier lieu, il y a la pompe à vide. Elle est d'un modèle spécial très efficace et se compose d'une pompe à mercure en série avec une pompe rotative immergée dans l'huile. La pompe à mercure fonctionne sur le principe de l'injecteur, cet effet étant produit par les vapeurs s'élevant du mercure bouillant et qui aspirent les gaz et l'air dans un tuyau raccordé au-dessus du redresseur. Le vide est mesuré au moyen d'une jauge de Mac Leod. Un deuxième auxiliaire important est le convertisseur d'allumage qui produit le courant nécessaire à la mise en route, et qui est constitué par un groupe moteur-générateur de un demi-kilowatt. Dans la même catégorie d'appareils, il faut ranger également la bobine de self-induction placée dans le circuit du point neutre du transformateur principal et dont le but est de maintenir dans des limites convenables le degré de régulation propre de l'installation, soit 5 pour 100 environ, entre les fonctionnements à très faible charge et à pleine charge. Les redresseurs peuvent être groupés en parallèle et, comme dans les autres cas de fonctionnement de machines en parallèle, il faut que les appareils ainsi groupés aient sensiblement les mêmes caractéristiques. Mais il n'y a plus ici, pour cette mise en parallèle, de question de synchronisme. Les surcharges, peuvent atteindre 25 pour 100 pendant trente minutes et 100 pour

100 momentanément. Dans certains cas, ce dernier chiffre peut être plusieurs fois plus grand, par exemple, dans les installations de traction où la charge moyenne est inférieure à la pleine charge. En tout cas, la supériorité de ce genre de



621.314.5. — Fig. 1. Courbes de rendement comparatives entre les redresseurs à vapeur mercure et les convertisseurs rotatifs. Efficiency per cent, rendement en centièmes; H. A. R., redresseur à mercure; R. C., convertisseurs rotatifs. Load, charge.

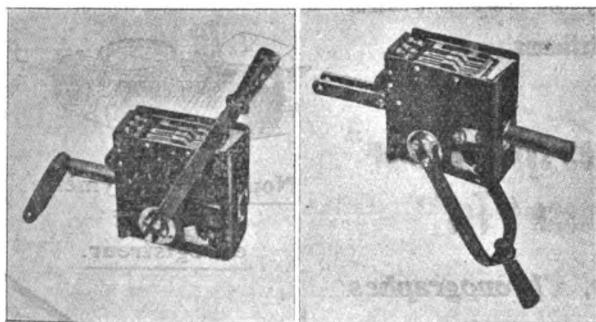
convertisseur pour les surcharges momentanées est indéniable C'est ainsi qu'un appareil établi pour un courant normal de 400 A sous 1 800 V a pu supporter, lors d'un court-circuit, une intensité momentanée de 8 700 A sans aucun dommage, et même, lors d'essais, on appliqua en deux jours 60 courts-circuits semblables sans qu'il en soit résulté la moindre détérioration. Mais c'est encore le rendement du redresseur qui constitue sa caractéristique électrique la plus importante. Ce rendement reste à peu peu près constant à toutes les charges, car la chute de tension dans l'arc reste elle-même sensiblement constante (de 18 à 23 V) quelles que soient la charge et la tension. Le rendement croit avec la tension continue et atteint 98.4 pour 100 pour une tension continue de 1 500 V. Evidemment, en pratique, pour l'installation complète, il faut tenir compte du rendement des appareils auxiliaires et du transformateur. En tout cas, ainsi qu'il est visible sur les courbes ci-jointes (fig. 1), le rendement est toujours supérieur à celui d'un convertisseur rotatif. Les autres courbes (fig. 2) se rapportent aux redresseurs de 1 200 kw à 1 575 V continus construits par la Maison Brown, Boveri pour les chemins de fer français du Midi. Au point de vue surcharge, ces redresseurs ont supporté 50 pour 100 pendant deux heures et 200 pour 100 pendant cinq minutes sans que la température de la plaque d'anode ait dépassé 36° C. Des essais faits sur des redresseurs à haute tension ont montré qu'il n'y a pas de raison pour ne pas utiliser de courant continu à 4 000 V pour l'électrification des chemins de fer. D'autre part, au point de vue de l'installation, on peut noter que, pour des tensions supérieures à 600 V l'espace occupé est moindre avec des redresseurs qu'avec des convertisseurs rotatifs et il n'y a pas besoin de fondations spéciales. En outre, l'entretien et la surveillance sont simplifiés, et, enfin, les sous-stations à redresseur se prêtent plus particulièrement bien à la réalisation complète de l'automatisme. Tels sont, ainsi qu'il ressort du rapport de l'auteur, les principaux avantages des redresseurs sur les convertisseurs rotatifs. — J. S.



621.314.5. — Fig. 2. Courbes caractéristiques des redresseurs de 1 200 kw, 1 575 V des chemins de fer du Midi. D-C volts, tension du courant continu; Efficiencey per cent, rendement en centièmes; Primary pressure, tension primaire; Load in amperes, débit en ampères; Load, charge; D-C Pressure, tension du courant continu; Primary volts, tension primaire; Efficiency, rendement.

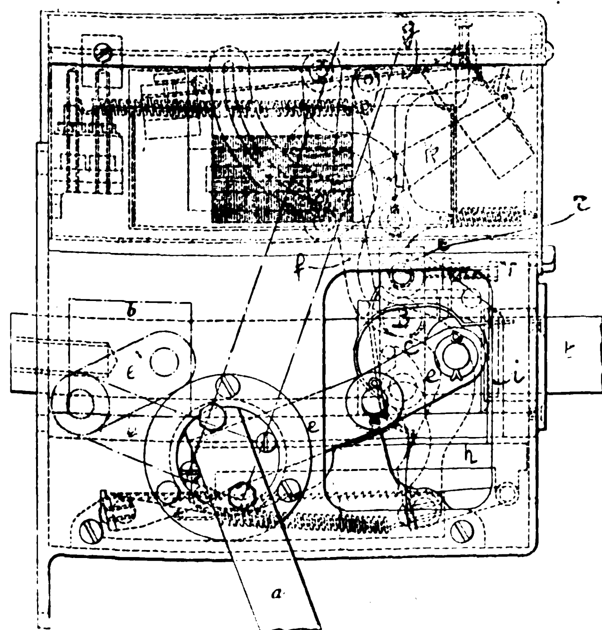
621.311.73. — Mécanisme de déclenchement très sensible pour appareillage dans l'huile. *Engineering*, 26 octobre 1923, t. CXVI, p. 522-524, 2 000 mots, 14 fig. — Le mécanisme décrit dans cet article a été mis sur le marché par MM. Ferguson, Pailin Ltd de Higher Openshaw, Manchester. Sa caractéristique essentielle est de supprimer l'emploi de tout relais de commande intermédiaire ou d'un circuit de déclenchement. En outre, avec ce mécanisme, l'énergie nécessaire pour ouvrir l'interrupteur est emmagasinée pendant l'opération de fermeture et le fonctionnement de l'appareil libère cette énergie. Dans ces conditions, le travail demandé aux bobines de déclenchement du mécanisme est indépendant de la pression nécessaire pour appliquer l'un contre l'autre les contacts de l'interrupteur, et il n'y a pas, par suite, nécessité de régler le mécanisme pour chaque condition particulière des appareils commandés. Les figures 1 et 2 donnent une vue extérieure de l'appareil; la figure 1 correspond à la position ouverte de l'interrupteur et la figure 2, à la position fermée. On voit, sur ces figures, que la projection, en avant de l'appareil, de la tige ronde de commande indique si l'interrupteur est ouvert ou fermé. La figure 3 donne le détail du mécanisme. t est la tige reliée à l'appareil commandé, par l'intermédiaire de laquelle on produit sa fermeture et l'armement des ressorts d'ouverture, en manœuvrant la poignée a du mécanisme. L'entraînement de t se fait par l'intermédiaire des bielles e, c et du bloc b, par la bille B maintenue dans son logement par le rouleau r porté par la bride c, qui vient buter sur la vis v. Il suffit, pour provoquer le déclenchement du mécanisme et, par

suite, l'ouverture de l'interrupteur sous l'action des ressorts bandés à la fermeture, de faire basculer, dans la direction opposée à la vis v, la bride c; la bille B peut alors sortir de son logement, et rien ne retient plus la tige t sollicitée par les ressorts précités. Ce basculement est produit par les bobines de déclenchement, par l'intermédiaire du levier



621.311.73. — Fig. 1 et 2. Vue d'ensemble de l'appareil de déclenchement. Figure 1, position ouverte; figure 2, position fermée.

coudé g, du bras f et de la table h, qui vient soulever la tige i, liée à la bride c. Le renvoi g, qui agit sous l'action du ressort r, est libéré, lorsque le bras R est lui-même relâché par l'axe demi-plein l. En sorte que, finalement, le seul effet de la bobine de déclenchement est de faire tourner cet axe l. Le levier coudé m sert à provoquer le réenclenchement de ces mécanismes quand on ferme l'interrupteur. L'appareil comporte 3 jeux de bobines de déclenchement, dont l'action



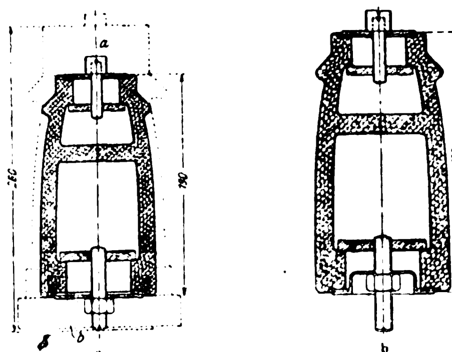
621.311.73. — Fig. 3. Détail du mécanisme.

est indépendante. L'armature mobile de ces bobines porte un contrepoids pour le réglage du déclenchement, en sorte que, l'entrefer ne variant pas, l'impédance de chaque bobine reste constante. Cet appareil fonctionne avec un transformateur d'intensité du type à anneau pour un courant primaire de 30 A, ce qui donne 0,7 A dans la bobine. — J. S.

621.315. — Les lignes électriques à très hautes tensions; F. Drouin. *Le Génie civil*, 27 octobre et 3 novembre 1923, t. LXXXIII, p. 393-398 et 421-424, 5 500 mots, 21 fig. — L'auteur passe en revue les éléments d'une ligne à très haute tension : conducteurs, isolateurs, pylônes, et donne divers exemples de modèles adoptés pour les lignes à très hautes tensions dont le réseau, en France, est déjà important et s'accroîtra rapidement d'ici quelques années. Il donne également des renseignements généraux sur le projet d'une ligne de ce genre, en ce qui concerne la recherche de la tension la plus économique, des diamètres et des écartements entre conducteurs, des portées les meilleures, etc. Une carte de France montre l'ensemble des usines génératrices de distribution et des lignes principales qu'elles alimentent. — M.-H. B.

621.316 (44). — Les lignes à très haute tension et les grands réseaux électriques en France; P. Bizet. *Arts et Métiers*, décembre 1923, p. 864-866. — Cet article est la reproduction partielle d'une conférence faite par l'auteur à l'occasion du soixante-quinzième anniversaire de la Société des Ingénieurs civils de France. L'auteur y expose l'intérêt économique que présente le projet de grandes lignes à haute tension interconnectées de manière à former un réseau unique. — Y. G.

621.315.62. — Isolateur support sans ciment. *E. T. Z.*, 25 octobre 1923, t. XLIV, p. 965, 400 mots, 1 fig. — Les isolateurs supports des modèles connus jusqu'ici sont munis à leurs deux extrémités de garnitures en fonte scellées au ciment ; or, après une certaine durée de service, non seulement le ciment fait éclater l'isolateur, mais encore la porcelaine est mal utilisée dans cette disposition défectueuse, car les garnitures enveloppantes réduisent d'environ un quart la hauteur utile de l'isolant. Le modèle proposé a ses garnitures vissées et non scellées. La figure 1 indique sa construction. Sur des saillies intérieures ménagées aux deux ex-



621.315.62. — Fig. 1. Isolateur support sans ciment.

trémités de l'isolateur viennent prendre appui des plaques fixées aux plaques de tête ou de base par des boulons. L'écrou de serrage inférieur peut ou bien servir pour la fixation de l'isolateur sur son support (fig. 1 a) ou bien être dissimulé (fig. 1 b). Il faut alors, dans ce dernier cas, prévoir un autre mode de fixation de l'isolateur. La figure 1 a montre la différence de grandeur qui existe entre un de ces nouveaux isolateurs et un isolateur d'ancien modèle ayant tous les deux très sensiblement la même ligne d'amorçage. Le dernier est représenté en pointillé. On voit facilement les avantages du nouveau type : économie de matière et remplacement facile des pièces montées sur de l'appareillage. — B. H.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (43.6). — La demande d'énergie et l'aménagement des chutes d'eau dans l'Autriche allemande; Beck.

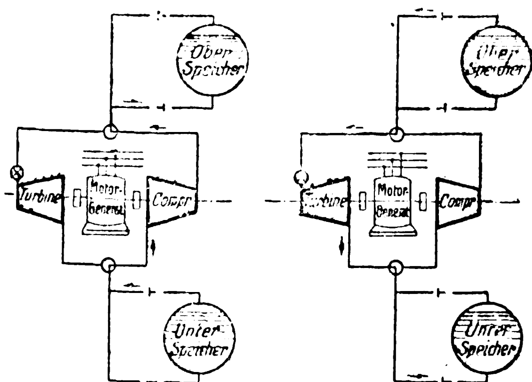
E. T. Z., 1er novembre 1923, t. XLIV, p. 981-982, 1 800 mots. — La consommation de charbon de l'empire austro-hongrois était, avant la guerre, presque entièrement couverte par la production de la Bohême, de la Silésie et de la Galicie de sorte que les richesses hydrauliques des régions alpestres ne constituaient qu'un appoint économique. Le traité de paix forma une Autriche allemande, sans aucune ressource houillère, et qui dut alors pourvoir à l'aménagement rapide de ses chutes. On avait estimé que les disponibilités en charbon de l'ancienne Autriche étaient de 41 000 millions de tonnes et que l'on pouvait en extraire annuellement 45 millions. La nouvelle Autriche ne possède plus qu'environ 343 millions de tonnes d'un charbon de qualité surtout inférieure dont on peut extraire annuellement 2, 5 ou 3 millions de tonnes. La consommation étant de 19 millions de tonnes, on voit que les 85 centièmes doivent être importés. — L'auteur ayant exposé les conditions où se trouve le pays, montre l'économie que permet de réaliser l'utilisation rationnelle des ressources en houille blanche. Il donne en un tableau les disponibilités en énergie hydraulique des différentes provinces et précise, pour chacune, la puissance à installer, l'énergie annuelle disponible et l'énergie annuelle nécessaire. Les chiffres suivants sont donnés pour l'ensemble de l'empire : puissance à installer, 2 600 000 ch ; énergie annuelle disponible, 11 860 millions de kilowatts-heure ; énergie annuelle nécessaire, 11 700 millions de kilowatts-heure. Pour la plupart des provinces, sauf pour la région de Vienne, la production prévue doit dépasser la consommation. L'auteur indique enfin les progrès effectués au cours des dernières années dans l'aménagement des chutes et donne les programmes des diverses sociétés qui y travaillent. Il termine en montrant qu'il est permis d'espérer que l'Autriche n'aura bientôt plus besoin d'importer du charbon. — B. H.

621.311.21 (43). — Les usines hydroélectriques sud II et III de la ville de Munich. *E. u. M.*, 23 décembre 1923, t. XLI, p. 741, 300 mots ; résumé d'un article de Joh. Hallinger, publié dans *Deutsche Wasserwirtschaft*, n° 10, 1923, t. XVIII. — L'usine sud II a été mise en service à la fin de 1922. Elle comporte deux turbines quadruples Francis à arbre horizontal et tube d'aspiration. Chacune de ces turbines, prévue pour une chute de 4,2 m et un débit de 30 m³ : s, développe, à la vitesse de 150 t : mn, une puissance de 1 340 ch, et commande directement un alternateur à courant triphasé à 5 000 v et 50 p : s. La production annuelle d'énergie prévue est de 12 millions de kilowatts-heure ; les frais se sont élevés à 200 millions de marks. — L'usine sud III a été achevée en 1923. Elle comporte également deux turbines Francis quadruples à arbre horizontal accouplées directement à un alternateur. La première travaille sous une chute de 2,5 m avec un débit de 35 m³ : s et développe 920 ch à la vitesse de 83,4 t : mn. La deuxième, montée avec tube d'aspiration, travaille sous une chute de 5,5 m avec un débit de 35 m³ : s et développe 2080 ch à la vitesse de 150 t : mn. La production annuelle d'énergie prévue est de 10 millions de kilowatts-heure ; les frais se sont élevés à 18 milliards de marks. — E. F.

621.311.22 (42). — Pratique actuelle en matière d'installation d'usines génératrices en Angleterre ; R.-M. Hollingsworth. *J. I. E. E.*, décembre 1923, t. LXII, p. 31-36, 5000 mots. — Parmi les renseignements d'ordre divers donnés par l'auteur dans son étude assez complète de cette question, on se bornera à signaler, ci-après, ceux qui offrent le plus d'intérêt, soit qu'ils se réfèrent à des éléments ou organes les plus importants des installations, soit qu'ils traduisent des tendances ou correspondent à des conditions d'exploitation différentes de celles caractérisant la pratique française actuelle. — Les facilités de transmission résultant de l'emploi, maintenant devenu possible, de câbles établis pour de hautes tensions et de grandes puissances, permettent, désormais, une plus grande latitude dans le choix de l'emplacement des usines, dont la position n'est plus nécessairement liée à celle occupée par le centre de gravité de la charge. — La chaufferie et la salle des machines sont installées, côte à côte, au même niveau, la disposition à étages superposés est complètement abandonnée ; on s'attache, en particulier, à réaliser un bon éclairage naturel et une ventilation efficace des locaux. — Parmi les nombreux systèmes de manutention mécanique du charbon, on peut mentionner, pour le cas, principalement, où le combustible arrive par voie d'eau, le procédé pneumatique, à la fois rapide et souple, mais beaucoup plus coûteux d'exploitation que les autres systèmes d'usage plus courant. — Pour les chaudières, la tendance est dans l'adoption d'unités de plus en plus puissantes et ceci, non pas tant en vue d'un gain à espérer du côté du rendement thermique, qu'en raison de la nécessité de réduire le plus possible la surface de la chaufferie par rapport à celle occupée par la salle des machines. Même avec les grosses chaudières récemment installées, la disparité est encore de l'ordre de 1,75 à 1. Il existe, en service, des générateurs d'une surface de chauffe de 1 425 m², vaporisant 55 000 kg d'eau à l'heure ; on est encore loin, d'ailleurs, du chiffre de 90 000 kg à l'heure, maintenant réalisé, d'une façon assez courante, aux Etats-Unis. — L'emploi de plus hautes pressions, à en juger par quelques installations récentes, n'est pas général ; les opinions des techniciens sur ce sujet sont, au reste, assez partagées, l'expérience seule, pouvant décider si les métaux présentement utilisables sont susceptibles de résister, d'une façon durable, dans les conditions d'emploi envisagées. Quoi qu'il en soit, sur douze usines anglaises de construction nouvelle, on en compte une seule utilisant de la vapeur à la haute pression de 33 kg : cm² ; dans toutes les autres, la pression est inférieure à 20 kg : cm² ; Aux Etats-Unis, on arrive maintenant à dépasser normalement ce dernier chiffre et on atteint 38 kg : cm² et, exceptionnellement, à titre d'essai 85 kg : cm². — La grille mécanique à chaine est le système de foyer automatique presque universellement adopté en Angleterre ; ce choix, en dépit des inconvénients inhérents à l'existence d'une voûte de combustion dans ce type de foyer, s'est finalement imposé en raison de la nature du combustible (fines de faible puissance calorifique), auquel nombre d'usines se sont vues forcées d'avoir recours. Aux Etats-Unis, par contre, où il est possible de se procurer des qualités de charbon à peu près invariables et de caractéristiques plus avantageuses, le mode d'alimentation par dessous a acquis le plus de faveur. — En raison des hautes températures des gaz résultant de l'adoption de pressions de vapeurs plus élevées, on revient à l'emploi des économiseurs, nombre de techniciens étant d'avis que le rendement thermique maximum d'une station ne peut être obtenu qu'en proportionnant judicieusement l'utilisation de la vapeur de prélèvement, d'une part, et celle des gaz chauds d'autre part, ceux-ci devant concourir, en partie, au réchauffage de l'eau d'alimentation et, en partie, au réchauffage de l'air de combustion. — La puissance pour laquelle les turbines sont établies s'est considérablement accrue ; il existe, en service, des unités de 30 000 kw, à 1 500 t : mn et des unités de 20 000 kw à 3 000 t : mn On tend, de plus en plus, à subdiviser le corps de la machine en deux éléments, disposés sur le même arbre, affectés respectivement à la haute et à la basse pression. — Pour les alternateurs, eu égard aux résultats donnés par les essais de durabilité des isolants, on a estimé pouvoir relever sensiblement les limites d'échauffement admises. — Parmi les systèmes d'extraction de l'air du condenseur employés, l'éjecteur multiple, en raison de sa simplicité de construction et de son fonctionnement économique, paraît avoir la préférence des exploitants. — Les différents organes de contrôle de la distribution sont, ou bien logés dans des cellules, les éléments sous tension étant séparés par un intervalle d'air suffisant ; ou bien agencés suivant un mode d'installation plus compact, en utilisant des appareils enfermés avec isolation par compound de remplissage. On continue à faire usage de dispositifs de protection nombreux et variés, pour parer à l'éventualité de défauts dans les machines, transformateurs et feeders ; cette pratique est en contradiction avec la tendance qui se manifeste dans d'autres pays et, notamment, en Amérique, où

l'on cherche à simplifier le plus possible cette partie de l'installation. — Le rendement thermique maximum obtenu d'après les résultats statistiques de l'année 1922, est de 18 pour 100 environ. L'auteur estime qu'il est possible de faire beaucoup mieux ; il signale, incidemment, les chiffres de 24 et même de 28,5 pour 100, annoncés pour des usines américaines près d'être livrées à l'exploitation et montre que, sur la base des rendements séparés réalisables avec des chaudières chauffées au charbon pulvérisé et avec des turbines d'un modèle perfectionné actuellement à l'étude, le jour n'est pas loin où l'on pourra produire le kilowatt-heure avec une consommation en charbon de qualité inférieure, de 0,680 kg seulement. — L. D.

621.311.22. — Procédé d'accumulation de l'énergie électrique; MARGUERRE. *E. u. M.*, 4 novembre 1923, t. XLI, p. 639-642, 2 500 mots, 2 fig. — Le système breveté ci-dessous permet d'accumuler et d'utiliser l'énergie de nuit qui se trouve en excès par le fait que l'énergie naturelle disponible n'est pas proportionnée au diagramme de charge des usines ; il peut aussi se combiner aux usines à vapeur si bien que, en cas de manque d'eau, les installations serviront de réserve de vapeur. La figure 1 en donne le schéma ; à gauche, on



621.311.22. — Fig. 1. Schéma d'une installation destinée à utiliser les excédents d'énergie hydraulique. Ober et unter speicher, accumulateur supérieur et inférieur.

voit le dispositif pour la charge ; à droite, celui pour la décharge. Chaque dispositif comprend deux grands réservoirs pouvant supporter des pressions de 6 à 9 kg : cm² pour l'ur et 0,5 kg : cm² pour l'autre. Une machine synchrone est couplée alternativement avec une turbine à vapeur ou un turbo-compresseur. Si, par exemple, entre le réservoir supérieur à 170°C et le réservoir inférieur à 70°C, on intercale une turbine à vapeur, il s'établit, dans le sens de la flèche, un courant de vapeur capable de fournir de la force motrice. La température du réservoir supérieur baisse, mais celle du réservoir inférieur monte sous l'action de la vapeur d'échappement. L'équilibre étant rétabli, on suspend la période de décharge et on procède à la recharge qui se fait par la machine synchrone alimentée par l'énergie de nuit et actionnant un turbo-compresseur. Celui-ci diminue la pression dans le réservoir inférieur et il en résulte une vaporisation abondante. Cette vapeur est comprimée à haute pression et fortement chauffée, puis renvoyée dans le réservoir supérieur où elle se condense ; l'accumulation se poursuit jusqu'à ce qu'il y ait de nouveau une certaine différence de température entre les deux réservoirs. Le rendement d'une telle installation est très difficile à calculer exactement. Sans entrer dans tous les détails, on peut estimer qu'il est augmenté de 60 pour 100. Les dépenses se montent, en moyenne, à 100 marks-or par kilowatt installé. D'autres considérations de détail prouvent que le nouveau système remplit, autant au point de vue pratique que théorique, les conditions imposées à un système d'accumulateurs local. Tous les essais effectués n'ont fait que confirmer pleinement cette manière de voir. — M. H.

621.315.14 : 621.347. — Câbles à bon marché pour la distribution électrique rurale; A.-H. SEABROOK. *Electrical Review*, 23 novembre 1923, t. XCIII, p. 771, 800 mots. — L'auteur attire l'attention sur le fait que les centres de consommation sont, dans le cas de distribution rurale, très éloignés les uns des autres et que, en raison de cette circonstance, il est indispensable de réduire au minimum le capital investi. A ce point de vue, des études ont été entreprises au Canada et en France, dont il résulte que le courant alternatif monophasé est celui qui donne l'économie maximum. La tension qui paraît la plus favorable est égale à 11 000 v, aussi bien au point de vue du prix du câble souterrain qu'à celui du choix des transformateurs abaisseurs de tension. Le câble le plus économique sous cette tension est celui qui peut transmettre environ 500 kw ; si un tel câble est à pleine charge, il est préférable de poser un autre câble semblable sur un parcours légèrement différent plutôt que de le doubler. En France, les préférences paraissent aller à la ligne aérienne établie en fil de fer : cette solution est intéressante car, en général, la section de cuivre qu'il serait nécessaire d'employer pour des considérations mécaniques serait surabondante. L'auteur pense également que la distribution en courant monophasé est celle qui se présente le plus avantageusement, aussi bien en ce qui concerne la ligne elle-même que les transformateurs, interrupteurs, lignes secondaires, etc. ; le seul inconvénient du système, c'est l'emploi d'un type de moteur dont le rendement est quelque peu inférieur à celui du moteur triphasé ; cependant de nombreux perfectionnements récents tendent à diminuer la différence. — E. B.

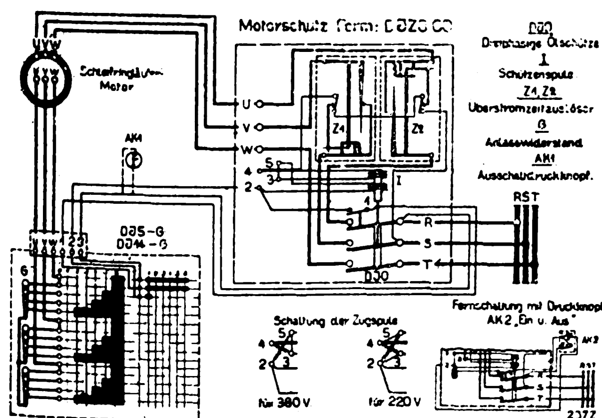
621.317.8 + ... (43). — Détermination des prix de l'énergie électrique, du gaz et de l'eau de distribution; R. KAUFFMAN. *E. T. Z.*, 8 novembre 1923, t. XLIV, p. 995-997, 13 700 mots. — L'article explique et commente les derniers arrêtés de la commission de répartition du charbon en Allemagne. — B. H.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313. — La nature du champ magnétique produit par le stator d'un moteur d'induction triphasé avec une étude spéciale des moteurs à nombre de pôles variable; F.-J. TEAGO. *J. I. E. E.*, octobre 1923, t. LXI, p. 1 087-1 096, 6 000 mots, 14 fig. — Généralement, qu'il s'agisse du rotor ou du stator d'un moteur d'induction triphasé, on désigne la bobine par le nombre d'encoches qu'elle couvre. L'auteur propose une autre manière de la spécifier consistant à employer les termes « distribution normale » et « super-distribution » qui sont bien définis et qui se prêtent à une représentation mathématique très simple. Un cas de distribution normale de l'enroulement est celui où les enroulements d'une phase sont placés dans un nombre d'encoches consécutives par pôle égal au nombre effectif d'encoches du stator par pôle et par phase (et qu'aucun enroulement d'autre phase n'est mêlé avec eux). L'auteur pense qu'on trouvera cette innovation utile et commode. Il montre qu'avec un conducteur par encoche, il n'y a qu'un petit bénéfice à s'écarter de la distribution normale, mais avec deux conducteurs par encoche la super-distribution est utile. Les changements dans la densité de flux et le courant magnétisant, avec les changements de pôles, sont discutés. L'auteur examine d'abord le champ magnétique produit par le stator d'un moteur d'induction, lorsqu'il est pourvu d'un enroulement à distribution normale. Il passe ensuite à l'effet des bobines de super-distribution en employant un ou deux conducteurs de bobines par encoche ; à l'étude des changements dans le courant magnétisant et de l'effet de saturation dans les parties en fer du circuit. — C. F.

621.313. — Projets d'instructions pour moteurs. *E. u. M.*, 4 novembre 1923, t. XLI, p. 646-652, 3000 mots. — Le Comité d'Etudes pour Machines électriques, publie les projets suivants d'instructions pour moteurs : 1° moteurs ouverts à courant continu, puissance nominale de 0,125 à 125 kw; 2° moteurs ouverts à courant continu avec régulateur, puissance nominale de 1,1 à 80 kw; 3° moteurs ouverts à courant alternatif, induit à cage d'écureuil, puissance nominale de 0,125 à 100 kw; 4° moteurs ouverts à courant alternatif, induit à bagues, puissance nominale de 1,1 à 250 kw. — M. H.

621.313.00.44. — Dispositif de protection pour moteurs système Klöckner. *E. T. Z.*, 27 septembre 1923, t. XLIV, p. 900-901, 400 mots, 4 fig. — Les dispositifs de protection pour moteurs doivent, d'une part, provoquer le déclenchement de l'interrupteur du moteur, mais ne doivent pas pouvoir permettre le réenclenchement sans l'intervention d'une personne. Le dispositif de protection système Klöckner satisfait à ces deux conditions; il comporte une combinaison d'un interrupteur à tension nulle avec un disjoncteur thermique à maximum monté sur deux phases. La dilatation du fil de ce disjoncteur est transmise par l'intermédiaire d'un levier à un contact auxiliaire qui coupe le circuit de l'électroaimant de commande de l'interrupteur automatique. Une résistance réglable, disposée en parallèle, permet de régler l'intensité de déclenchement. La figure 1 ci-jointe, qui en



621.313.00.44. — Fig. 1. Système de protection pour moteur à induit à bagues. D. J. O., dreiphasige Ölschütze, D. J. O, interrupteur tripolaire dans l'huile; I, schützenspüle, électroaimant de commande du disjoncteur; Z_1, Z_2, überstromzeitauslöser, Z_1 X_2, disjoncteur à maximum de courant à temps; G, anlasswiderstand, résistance de démarrage; A K_1, Auschaltdrückknopf, disjoncteur à bouton poussoir.

montre l'application à la protection d'un moteur à induit à bagues, permet d'en comprendre le fonctionnement. La mise en circuit du dispositif de protection s'effectue en concordance avec la commande du démarrage. Lorsque le disjoncteur a fonctionné, on doit remettre, comme on le voit sur la figure, le combinateur du démarreur sur la position 1 pour pouvoir à nouveau enclencher le moteur. Le disjoncteur fonctionne non seulement en cas de court-circuit, mais également pour des surcharges même légères et au bout d'un certain temps déterminé par l'échauffement du moteur et la valeur de la surcharge. Le disjoncteur est à rupture brusque dans l'huile. L'ensemble de l'appareil est enfermé dans une boite. Les contacts et la bobine de l'interrupteur à tension nulle sont également disposés dans l'huile. — R. G.

621.346. — La commande des moteurs à courant continu actionnant des machines-outils. *Le Génie civil*, 18 août 1923, t. LXXXIII, p. 165, 200 mots. — Cette note résume les caractéristiques principales des trois systèmes de commande de ces moteurs : commande à main, commande à distance et commande automatique, indiqués par M. Pero dans « American Machinist » du 26 mai 1923. La commande à main par rhéostat convient pour les machines à vitesse uniforme et tournant dans un seul sens. Pour celles marchant dans les deux sens et à des vitesses variables, le combinateur à tambour et la commande à main sont à recommander. — La commande magnétique, très simple et très souple, est de plus en plus adoptée. Elle permet toutes les combinaisons de changement de sens de rotation et de modification de vitesse. Le système le plus perfectionné de commande magnétique automatique serait celui des raboteuses, dans lequel la mise en marche, l'accélération, le renversement de marche et le freinage sont assurés automatiquement ; l'appareillage de manœuvre se réduit à un simple bouton. — Y. G.

621.346.4. — Riveuse électrique à électroaimant. *Le Génie civil*, 18 août 1923, t. LXXXIII, p. 162-163, 300 mots, 1 fig. — Cette machine se compose d'un électroaimant à longue course dont le plongeur porte un rouleau à son extrémité ; celui-ci vient agir sur un secteur oscillant autour d'un axe fixe et commandant le poinçon supérieur de la machine à river, placé perpendiculairement à l'axe de l'électroaimant. En maintenant le courant, on peut appliquer le rivet avec la pression voulue pendant le temps que l'on désire ; l'effort appliqué est exercé sans choc, ce qui est très intéressant lorsqu'il s'agit d'un métal posé à chaud et devant couler sous la pression de l'appareil. La pose de rivets de 15 mm de diamètre demande, sur 230 v, 16 A pendant 3 secondes. — Y. G.

621.346 : 621.944.28. — La commande électrique des trains de laminoirs et les problèmes connexes ; Pierre Dumartin. *Revue de Métallurgie*, octobre, novembre et décembre 1923, t. XX, p. 625-655, 724-753 et 796-829, 42 000 mots, 48 fig. — La question de la commande électrique des trains de laminoirs est particulièrement à l'ordre du jour à l'heure actuelle, pour la construction de nos usines dévastées. Dans l'important mémoire qui nous occupe, l'auteur énumère de la façon suivante les avantages de la commande électrique : 1° économie d'exploitation due à un moindre prix de revient du laminage. Les diverses opérations sont, en effet, plus rapides. En outre, aux différentes charges, le rendement électrique de l installation demeure élevé. Ce rendement ne subit pas de variation sensible avec le temps. Enfin, les moteurs peuvent être établis pour les plus grandes capacités de surcharge, puisque, sans parler de l'attaque des trains réversibles, certains trains à tôles à un seul sens de marche fonctionnent sans volant avec moteurs capables de supporter des pointes de 3,5 à 4 fois la puissance nominale ; 2° le moteur électrique s'installe plus aisément dans l'usine et l'encombrement de l'équipement est très réduit, aussi bien pour ce qui concerne le dispositif lui-même que pour ce qui a trait aux canalisations qui sont à comparer avec les conduites de vapeur assurant l'alimentation dans le cas d'une machine à vapeur ; 3° la manœuvre est plus souple, plus facile, pour la mise en marche, pour l'arrêt et pour la variation de vitesse ; 4° en cas d'arrêt de durée réduite, l'installation électrique peut être déconnectée instantanément, alors qu'on hésitera avant d'arrêter la machine à vapeur, dont toutefois les conduites et les chaudières doivent rester sous pression, conduisant ainsi à des pertes supplémentaires importantes ; 5° l'équipement électrique se prête à des mesures assurant un contrôle permanent de l'exploitation, permettant à l'industriel de régler sa marche pour un résultat optimum. Tous défauts ou dérangements dans l'installation se signalent immédiatement à l'attention du personnel ; 6° la commande électrique donne une production plus régulière, due aux qualités propres des machines. On ne retrouve pas, en effet, cette variation cyclique du couple et les irrégularités qui en résultent, que la machine à vapeur entraine avec elle ; 7° l'installation électrique se prête à une extension très facile et à moindres frais, tandis qu'avec la machine à vapeur un développement de l'installation nécessite de

nouvelles chaudières et un accroissement des bâtiments et annexes ; 8° enfin, et ceci a son importance, la netteté et la propreté des appareils, leur faible dépense d'entretien, la simplicité ou même l'absence des transmissions, l'économie d'huile de graissage et, plus, la facilité qu'offre la détermination des chiffres exacts des consommations d'énergie, pour les différents travaux que l'on a en vue, viennent encore parler en faveur de la commande électrique. — M.-H. B.

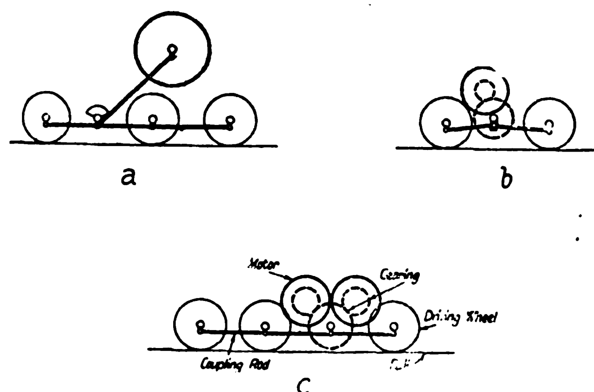
621.346 : 621.944.28. — Equipement de laminoir. Discussion de quelques problèmes actuels dans l'étude et la construction; W.-E. Taylor et C.-E. Rabburn. *Electrician*, 30 novembre 1923, t. xci, p. 600-602, 3 500 mots, 3 fig. — Les auteurs indiquent d'abord les facteurs principaux qui permettent de déterminer le choix du type de laminoir et de son mode d'entraînement. Ils les classent en deux grandes catégories : *a*) les laminoirs réversibles et *b*) les laminoirs à marche continue. Pour les premiers, on peut, dans l'étude, obtenir pour le moteur la valeur moyenne efficace de sa puissance en déterminant l'énergie totale qui est demandée, compte tenu des pointes. Dans l'étude de ces moteurs, on doit, en outre, tenir compte, qu'ils doivent être capables de supporter de grosses surcharges, car il n'y a pas de volant entre le moteur et le laminoir, et permettre une accélération aussi bien positive que négative très rapide (de 30 à 40 t : mn :s). Enfin, il est désirable que le moteur, pendant tout le temps du laminage, travaille à sa capacité maximum. Dans ce but, on devrait déterminer le moteur avec un couple maximum de marche et aussi un couple maximum d'urgence. Il faut alors prévoir, dans la commande de ces moteurs, un dispositif pour limiter le courant à une valeur correspondant au couple maximum de marche quand on pousse le levier de manœuvre à fond (vitesse maximum), et un disjoncteur placé entre la génératrice et le moteur et réglé de façon à fixer le couple maximum d'urgence. Les auteurs insistent, d'autre part, sur la nécessité de dimensionner très exactement les machines d'entraînement d'un laminoir. Si elles ne sont pas assez puissantes, on ne pourra pas obtenir les quantités prévues ; si elles sont trop puissantes, elles travailleront dans une région de leur caractéristique à rendement moins bon et le prix de la tonne de produit laminé sera augmenté. En outre, dans ce cas, le facteur de puissance est moins bon, ce qui peut, dans certains cas, faire relever le tarif de l'énergie électrique utilisée. En ce qui concerne les laminoirs à marche continue, les auteurs distinguent deux types bien définis de systèmes : le moteur à courant continu avec volant et le système Scherbius ou Krämer. Ils font la même distinction dans le cas où il n'y a pas de pointes marquées et, par suite, pas de volants. Pour le fonctionnement à vitesse variable, le système à courant continu est le plus convenable en ce qui concerne le moteur. Le réglage par le champ permet des variations de vitesse dans le rapport de 4 à 1. Selon les auteurs, l'expérience aurait prouvé que les systèmes comportant un moteur à courant continu alimenté par un groupe moteur-générateur ou par une commutatrice sont supérieurs aux systèmes à courant alternatif à vitesse variable (genre Krämer ou Scherbius) au point de vue rendement pour toute la gamme de vitesses. En général, dans toutes les installations nouvelles, on utilise une double réduction par engrenages hélicoïdaux entre le moteur et le laminoir; le rapport de réduction étant de 8 ou 10 à 1. Le volant est placé sur l'arbre du pignon à grande vitesse, et on dispose un volant de chaque côté du pignon. On emploie aujourd'hui des volants en acier coulé, avec une vitesse périphérique de 140 m : s. Ces volants sont enfermés pour réduire les pertes par frottement sur l'air. On emploie le plus souvent, pour ce genre de travail, des régulateurs automatiques du type à liquide. Dans la fin de cet article, les auteurs donnent quelques conseils généraux en ce qui concerne l'étude de la sous-station renfermant le groupe moteur-générateur et tous les accessoires nécessaires à un groupe Ilgner, le système de graissage qui doit assurer une marche sans arrêt, le filtre à air et enfin la câblerie pour laquelle ils recommandent l'emploi de conducteurs nus et à section rectangulaire. — J. S.

621.346 : 621.944.28. — La régulation de la vitesse des lamineirs à profilés et à lingots. *Electrician*, 30 novembre 1923, t. xci, p. 605-608, 3 500 mots, 4 fig. — Les moteurs utilisés pour la commande des trains marchands et à lingots doivent permettre, en raison de la variété des produits laminés, un fonctionnement économique à divers régimes de vitesses et on doit pouvoir, à chacun de ces régimes, maintenir une vitesse aussi constante que possible, quelle que soit la variation de charge. Ces conditions ont conduit à étudier des moteurs à courant alternatif qui réunissent aux caractéristiques mécaniques du moteur d'induction les caractéristiques de vitesse du moteur à courant continu à vitesse variable, tout en ayant un rendement voisin de celui d'un moteur d'inductien à plusieurs vitesses. — Les systèmes de régulation de la vitesse les plus employés actuellement sont des modifications du système Scherbius, et l'auteur décrit plus en détail une installation suivant ce système, récemment réalisée aux usines de Templeborough de Steel, Peech and Tozer. Cette installation est la première du genre faite en Europe; elle comprend un moteur principal avec groupe de régulation pour le train marchand de 12 pouces et 3 moteurs avec deux groupes de régulation pour le train à profilés de 10 pouces. Le moteur principal est du type normal triphasé à induction avec rotor bobiné polyphasé fonctionnant comme secondaire. Pour obtenir différents régimes de vitesse, on oppose à la tension induite dans le rotor une tension constante réglable, de même fréquence. Cette tension est fournie par le groupe de régulation. L'excitation est fournie par un transformateur de réglage du champ à plusieurs prises. Ce groupe de régulation se compose d'une machine commutatrice à courant triphasé et à enroulement shunt, complètement compensée, avec pôles auxiliaires, accouplée directement à un moteur d'induction à cage d'écureuil. Il comporte, en outre, une excitatrice à chute ohmique qui a la propriété de donner une tension constante à fréquence variable. L'induit de cette excitatrice est monté sur l'arbre du moteur et des bagues. Les tôles du stator ne comportent ni encoches, ni enroulements et le collecteur a trois jeux de balais pour fournir du courant triphasé qui est, pour toutes les vitesses, à la même fréquence que celle du glissement du moteur. Les bagues sont branchées aux barres principales de distribution d'énergie par l'intermédiaire d'un transformateur. En plus de ces machines l'installation comprend : un transformateur d'excitation pour le réglage du champ; un transformateur à haute tension pour l'excitatrice à chute ohmique ; un système de contacteurs avec les résistances nécessaires pour le démarrage du moteur principal; un jeu de contacteur de réglage du champ; de l'appareillage à haute tension et un transformateur auxiliaires. Les contacteurs sont commandés par des « master controllers » disposés de façon à ce que l'opérateur puisse diriger les trois moteurs d'un seul pupitre. On peut faire soit le démarrage cran par cran, soit le démarrage automatique par l'intermédiaire d'un relais d'intensité. Un dispositif permet de faire fonctionner les moteurs de laminoir avec ou sans réglage de la vitesse et, dans ce dernier cas, à la fin du démarrage, le rotor est fermé en court-circuit sur lui-même. — J. S.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 (48). — L'électrification des chemins de fer étrangers y compris les développements récents et les projets ; S. Parker. *B.E.A.M.A.*, novembre 1923, p. 298-303, 2 300 mots, 2 fig., 3 tab. — Dans ce troisième article de la série, le professeur S. Parker expose l'état actuel de l'électrification des chemins de fer en Scandinavie. Au point de vue économique, cette électrification se défend surtout parce que ces régions sont pauvres en charbon, principalement en charbon

utilisable sur les locomotives à vapeur, et elle les rendra économiquement indépendantes sur ce point, par l'utilisation



621.33 (48). — Fig. 1. Caractéristiques des locomotives à courant monophasé utilisées en Suède et Norvège.

de leurs ressources hydrauliques. Ces ressources sont abondantes dans le Nord où elles se présentent sous forme de chute et dans le Sud où l'on trouve surtout de grands lacs. La Suède est plus avancée que la Norvège. Les installations hydrauliques y sont en grande partie propriété de l'état. C'est en 1899 que commencèrent les études pour l'électrification et quelques lignes d'essai furent construites, notamment celle de Tomteboda à Järva achevée en 1907 et équipée en courant monophasé à 20 000 v. On procéda ensuite à l'électrification du chemin de fer de la ligne de Riksgränsen présentant un gros trafic de minerai de fer. Le système adopté fut le courant monophasé à 15 000 v, 15 p : s ; le courant est fourni par l'usine de Porjus Falls sur la rivière Lule et la transmission est faite à la tension de 80 000 v. Les locomotives étaient à l'origine du type 1 C + C 1 pesant 138 t avec un moteur de 850 ch par demi-locomotive, accouplé directement par bielles aux essieux moteurs. Deux de ces locomotives devaient pouvoir remorquer un train de 1855 t, étant placées l'une en tête l'autre en queue. L'expérience a montré qu'elles pouvaient entrainer une charge de 50 pour 100 plus élevée ; aussi, depuis 1918, on n'emploie plus qu'une seule machine avec un train légèrement réduit. Les nouvelles locomotives du même type, datant de 1922, peuvent remorquer un train d'un poids total de 2000 t. On trouvera dans le tableau ci-après les caractéristiques des divers types de machines employées sur cette ligne ainsi que sur celle de Drammen en Norvège, la seule ligne à voie normale actuellement électrifiée dans ce pays.

	LIGNE DE RIKSGRANSEN						LIGNE DE DRAMMEN	
Année	1914	1915	1919	1922	1922	1922	19 2	19 2
Nombre de locomotives	19	2	2	2	10	11	2	22
Type de locomotive	1 C + C 1	2 B 2	BB	2 B + 2 B	D	1 C + C 1	1 BB 1	BB
* Système d'entraînement	a	a	b	c	c	c	b	b
Diamètre des roues motrices, en mm.	1 100	1 575	1 350	1 350	1 350	1 530	1 445	1 445
Id. porteuses, en mm.	730	970		860		850	988	
Longueur hors tampons, en mm	18 610	14 050	12 900	21 400	11 250	20 890	14 500	12 736
Empattement rigide, en mm	4 300	2 900	2 900	3 450	3 450	4 900	3 050	3 000
Poids total, en tonnes	138	90	68	123,2	68,6	127	77,5	62
Poids adhérent, en tonnes	105	33.4	68	63,2	68,6	101	56	62
Charge par essieu moteur, en tonnes	17,5	16,7	17	15,8	17,15	16,8	14	15,5
Poids de la partie mécanique, en tonnes	78	54	41	70,6	42,1	79	47,5	38,5
Id. électrique, en tonnes	60	36	27	52,6	26,5	53	30	23,5
Puissance unihoraire, en ch	1 700	1 000	1 000	2 260	1 130	2 900	1 200	940
Vitesse, en km : h	28,3	50	23	66	30,5	39	33	33,5
Vitesse maximum, en km : h	60	100	60	100	60	60	50	60
Effort de traction, en kg	16 200	5 400	11 400	9 200	10 000	19 000	9 800	7 600
Id. maximum, en kg	17 300		14 000	16 000	18 000	20 000		16 000
Nombre de moteurs	2	2	2	4	2	2 trains	2	2
Tension aux bornes des moteurs, en volts	200		510	295	295	365	520	358
Type du moteur	Série compensée							
Rapport de réduction	sans engrenages		4,45	1,76	3,82	4,9	5,24	4,27
Nombre de transformateurs	2	1		2	1	2	1	1

* Les lettres renvoient aux schémas ci-dessus.

Depuis 1920 un nouvel effort a été fait pour développer la traction électrique en Suède. Après la comparaison détaillée de 6 projets en courant continu ou alternatif, d'ailleurs très peu différents l'un de l'autre, on adopta, pour la ligne Stockholm Gothenburg, le système monophasé à 16 000 v, 16 2/3 p : s. Pour éviter les effets d'induction sur les lignes téléphoniques on a recommandé d'éloigner celles-ci à 200 m de la voie et l'emploi simultané de transformateurs suceurs. — J. S.

621.311.9. — Comment diminuer les interruptions de service sur les lignes de tramways par le contrôle automatique des feeders ; Maurice E. Reagan. *Electric Railway Journal*, 1er décembre 1923, t. LXII, p. 935-937, 2500 mots, 3 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit le système de contrôle automatique des feeders qui a été réalisé aux tramways de Cleveland. Il montre d'abord que le système de contrôle automatique, qui consiste à mettre en série des résistances dans le circuit du feeder où se produit une surcharge, ne convient pas lorsqu'on a à faire à un réseau à trafic très chargé. En effet, un échauffement exagéré des résistances peut provoquer la mise hors circuit du feeder, alors qu'il n'y a lieu de le faire qu'en cas de court-circuit. Pour arriver à ce résultat, on a employé, à Cleveland, un dispositif dit « détecteur de court-circuit », qui ne permet l'ouverture de l'interrupteur du feeder qu'en cas de court-circuit et qui consiste en un relais dont la bobine d'attraction est en série dans le circuit secondaire d'un transformateur, dont le primaire est constitué par le feeder lui-même, et dont le circuit magnétique comporte un entrefer. En cas de court-circuit, la variation de l'intensité dans le primaire étant très rapide, par suite de la faible inductance du circuit

alors constitué, l'énergie induite dans le secondaire est suffisante pour assurer le fonctionnement du relais. Afin de réduire au minimum les interruptions de service, on assure, autant que possible, le maintien sous tension de la section de ligne affectée par le court-circuit en utilisant un double jeu de barres omnibus. Le jeu principal est relié directement au pôle positif du convertisseur, tandis que le jeu de barres auxiliaires est relié aux barres principales par l'intermédiaire d'une résistance. Chaque feeder peut être relié, soit à l'un, soit à l'autre de ces jeux de barres au moyen d'un système de 2 contacteurs verrouillés entre eux de façon telle que l'un ou l'autre seulement puisse être fermé. Le contacteur des barres principal peut être ouvert, soit par suite du fonctionnement du détecteur de court-circuit, soit par commande à distance à la volonté du dispatcher. Lorsque le court-circuit est supprimé, il faut s'assurer que la ligne est en bon état avant de remettre le feeder sur les barres principales. Ce contrôle est assuré par un genre de relais mesureur de résistance qui consiste en un bras de balance aux deux extrémités duquel sont articulées deux bobines, dont l'une en série avec une résistance variable est branchée entre les barres auxiliaires et la terre, et l'autre est branchée aux bornes d'un shunt placé dans le circuit du feeder. Ces deux bobines se font équilibre pour une valeur de la résistance légèrement en dessous de celle pour laquelle on peut fermer le contacteur sur les barres principales. Pour la protection des machines contre les étincelles, on insère temporairement dans le circuit de la machine une résistance pendant quelques périodes avant l'ouverture du contacteur du feeder. Cette insertion est réalisée au moyen d'un « détecteur de court-circuit », qui est placé dans le circuit de la machine. Signalons enfin que les contacteurs utilisés dans les sous-stations des tramways de Cleveland sont du type électropneumatique. — J. S.

621.315.62. — Le coût et la sécurité des isolateurs des lignes caténaires pour traction; Arthur O. Austin. *Electric Railway Journal*, 3 février 1923, t. LXI, p. 209-212, 2500 mots, 6 fig. — Cet article est un extrait d'un rapport présenté par l'auteur à un congrès de la « New-York Electric Railway Association » dans lequel on discute les relations entre le coût des isolateurs et les efforts mécaniques imposés et on fait une comparaison entre les différents types d'isolateurs suivant différentes valeurs attribuées au coût de l'interruption de service. L'auteur montre d'abord que les plus grandes difficultés, pour augmenter la tension de service des lignes de contact, sont d'ordre plutôt mécanique qu'électrique, surtout lorsqu'on emploie le modèle d'isolateur à suspension. Le prix des isolateurs, croît très vite avec les efforts mécaniques qui leur sont imposés, comme il ressort des courbes établies pour différentes tensions de la ligne et différents types d'isolateurs, le coefficient de sécurité mécanique adopté étant 3. Ces courbes indiquent que, pour les faibles charges, le type d'isolateur rigide est moins cher que celui à suspension, mais c'est le contraire qui a lieu pour les fortes charges. D'autre part, l'auteur en conclusion de certaines considérations, dit que, dans l'étude d'un système caténaire, il faut d'abord commencer par choisir le système d'isolement et que tout en découle. En ce qui concerne la dépréciation de l'isolateur en service, c'est une question difficile à étudier à fond, mais il faut en tenir compte au point de vue sécurité et fonctionnement du système. Ce point est à considérer tout particulièrement dans le cas de voie où l'exploitation n'est pas entièrement électrique. C'est la sécurité qui est le facteur prédominant dans le choix d'un système d'isolateur. Cependant il ne faut pas exagérer la valeur de l'isolement parce qu'on augmente les charges fixes et, à ce sujet, l'auteur a établi des courbes donnant la relation entre les charges annuelles et le nombre d'éléments d'isolateurs d'une chaîne suivant les différentes valeurs qu'on peut attribuer au coût d'une interruption de service. Il ajoute enfin quelques mots sur la sécurité du système de transmission et de distribution pour lequel une interruption de service a plus d'importance que pour la ligne caténaire. A ce sujet, il appelle l'attention sur les dangers d'un arc alimenté par l'énergie de la ligne et établi par l'intermédiaire d'une liaison accidentelle. Il fait remarquer aussi que plus la fréquence est élevée, plus il peut se produire de phénomènes de résonance avec les harmoniques. — J. S.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365 : 621.311.7. — Note sur le calcul des prises de courant dans les fours électriques; A. Pasquier. *Revue de Métallurgie*, septembre 1923, t. XX, p. 591-596, 3500 mots, 2 fig. — Dans cette note, l'auteur étudie le dimensionnement des prises de courant dans les fours électriques au point de vue des pertes calorifiques dans ces prises de courant. En appelant T la température du four, t celle de l'extrémité froide de l'électrode, s sa section équivalente, l sa longueur, c sa conductibilité calorifique, ρ sa résistivité électrique, α et β des coefficients variables dépendant de l'isolement thermique longitudinal, il établit, en appelant P la perte calorifique totale, la formule ci-après

$$P = \alpha \frac{c\left(\frac{T-t}{s}\right)}{l} + \beta\rho\frac{l}{s}I^2;$$

cette expression de P est minimum pour une longueur telle que

$$l_m = \frac{s}{I}\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}\frac{c}{\rho}(T-t)}$$

et a pour valeur

$$P_m = 2I\sqrt{\alpha\beta c\rho(T-t)},$$

ce qui montre l'intérêt présenté par les gros fours et les hautes tensions, par une température aussi élevée que possible de l'extrémité froide de l'électrode, et relativement basse du four, par une bonne protection calorifuge de la prise (diminution du produit $\alpha\beta$) et, enfin, par l'emploi de matériaux bons conducteurs électriques et mauvais conducteurs calorifiques. Comme matériaux l'auteur préconise l'emploi des électrodes graphitées ou des soles en carbone et des prises de courant métalliques; il étudie ensuite la variation de P en fonction de la variation de largeur de l'électrode. De cette étude il ressort qu'on n'a pas d'intérêt à pousser trop loin l'usure de l'électrode. D'ailleurs, elle ne peut être faite de façon très précise, car on ne connaît pas assez l'influence du protecteur calorifuge, c'est-à-dire les coefficients α et β. Ces calculs donnent, en somme, une valeur du rapport $\frac{l}{s}$ et on peut alors adopter deux solutions principales : *a*) refroidir fortement l'extrémité froide et prendre pour l et s des valeurs faibles (solution Girod); *b*) refroidir modérément et adopter pour l et s des valeurs assez fortes (solution Chaplet). Enfin l'auteur indique comment appliquer ce calcul au cas d'une sole. — J. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.72. — Le magnésium et les alliages ultra-légers; A. Portevin. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril-mai 1923, p. 486-507, 8 000 mots, 5 fig.; *Revue de Métallurgie*, juillet 1923, t. XX, p. 428-434, 4000 mots, 11 fig. — Le magnésium, qui ne mérite pas sa dangereuse réputation d'inflammabilité, n'a pris place dans l'industrie métallurgique que depuis que le rôle de la densité dans l'allégement des constructions métalliques a été mis en lumière. Sa densité est 1,72 et ses propriétés mécaniques sont les suivantes : résistance à la rupture R, 8 à 22 kg : mm²; limite élastique, Re, 8 à 13 kg : mm²; allongement A, 8 à 12 pour 100; Module de Yung E, 4 200 kg : mm². Il est rarement employé à l'état pur mais plutôt en alliages binaires ou ternaires dont les principaux types industriels sont: les alliages binaires ou ternaires Mg — Zn — Al et les alliages Mg — Cu à environ

12 pour 100 de cuivre (pistons des moteurs à explosion). En ce qui concerne l'utilisation et les avantages des alliages ultra-légers, l'auteur rappelle les études faites à ce sujet par M. de Fleury, qui a montré le rôle joué par la densité et le module d'élasticité, ce dernier ayant un rôle limitatif. D'autre part, il a montré la difficulté d'accroître le module sans augmenter la densité, car il semble lié à la dispersion atomique. On ne peut guère espérer accroître le module des métaux légers que par incorporation de métaux à modules élevés, c'est-à-dire de métaux denses. Cependant, il faut signaler qu'un métal nouveau, le glucinium ou béryllium, semble devoir présenter, à ce point de vue, des propriétés intéressantes ; en effet, sa densité serait de 1,8 et il aurait un module de Young supérieur à 30 000 kg : cm². Au point de vue obtention des pièces, le magnésium et les alliages ultra-légers peuvent être laminés, filés, étirés, moulés, forgés, estampés, soudés à l'autogène et usinés comme le laiton. — J. S.

621.315.6 : 536.5. — Influence de la température sur les matières isolantes employées dans la construction des machines électriques; E. Vannotti. *Elettrotecnica*, 25 févier 1923, t. x, p. 111-112, 1300 mots, 1 fig. Résumé d'un rapport présenté par l'auteur, au nom du Comité électrotechnique italien, à la réunion de l'American Institute of electrical Engineers du 26 au 30 juin 1922, à Niagara Falls, Ontario (Canada). — Les épreuves de laboratoire, ainsi que les procédés de fabrication, ont montré que les conducteurs isolés, employés dans la construction des machines électriques, peuvent être soumis, sans danger de détérioration de leurs isolants, à des températures notablement supérieures à celles fixées par les règles internationales actuellement en vigueur. Cette observation est encore confirmée par ce fait que les conducteurs de beaucoup de machines, dont l'échauffement, au moment de la réception, fut trouvé conforme aux règles en usage, se sont toujours présentés dans d'excellentes conditions de conservation, après avoir marché pendant des périodes de dix à vingt ans et même plus, quoique soumis parfois à des surcharges notables. En d'autres termes, aucune altération appréciable n'a été relevée sur des machines ayant fonctionné pendant un temps relativement long, à des températures pouvant dépasser de 30 à 40 pour 100 celle considérée comme normale. Des détériorations, lorsqu'elles se sont produites, ont eu leur origine reconnue dans un défaut de construction (causes mécaniques ou formation de courants parasites). D'autre part, des avaries ont été constatées sur des enroulements à haute tension, 5000 v et plus, lorsqu'il existait des intervalles d'air entre les conducteurs. Il se produit alors, en effet, une désagrégation de l'isolant qui devient friable comme s'il avait été soumis à une lente carbonisation, alors que la température de fonctionnement s'est maintenue au-dessous des limites prescrites. On sait, d'ailleurs, que la détérioration, dans ce cas, est due à des phénomènes électrochimiques. De même, s'il n'a pas été tenu compte, lors du montage, de la dilatation due à la chaleur, un collecteur donnera lieu, dans la suite, à un déplacement de ses lames et, par suite, à des étincelles aux balais. Ce sont ces diverses remarques qui conduisent l'auteur aux conclusions et propositions suivantes : 1° les limites maxima de température, indiquées par les règles internationales, pourraient être augmentées de 10 à 20 pour 100, en employant, pour leur mesure, des indicateurs convenables et disposés avec les précautions voulues, de façon à donner exactement la température aux points les plus chauds de la machine; 2° tous les enroulements à 5000 v et au-dessus seraient pourvus d'un isolant de remplissage des intervalles entre conducteurs, afin d'éliminer l'air; 3° la température maximum des collecteurs à lames serait de 115°C, à condition qu'ils ne donnent pas lieu à des déformations susceptibles de produire des étincelles aux balais. — P. B.

621.315.6 : 676.4. — Instructions pour l'étude des papiers isolants (non vernis) **destinés à des usages autres que la fabrication des câbles.** *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 982-996, 7000 mots, 5 fig. Rapport reçu de l'Association britannique de Recherches sur les Industries électriques et les Industries connexes. — Article comprenant quatre chapitres : I. Définitions. II. Procédés de fabrication. III. Essais. IV. Programmes des essais à effectuer selon le genre et la destination des divers papiers. — P. L.

621.186.4. — Le calorifuge « prioferm » pour conduites tubulaires ou autres. *Der elektrische Betrieb*, 26 novembre 1923, t. XXI, p. 246-247, 1000 mots. — Le « prioferm » est un calorifuge à base de kieselgühr et de laine de laitier. Le produit résultant présente une excellente texture poreuse sans avoir les inconvénients de désagrégation de ses deux constituants. Son coefficient de conductibilité thermique à diverses températures est le suivant :

λ en cal-kg : (m × h × degré C)	Température moyenne dans l'isolement degrés centésimaux.
0,065	70°
0,075	180°
0,085	290°

chiffres qui correspondent à une densité de bourrage d'environ 350 kg : m³. — Des expériences faites sur une conduite de vapeur surchauffée de 214 m de longueur et de 150 mm de diamètre intérieur, avec une épaisseur de 90 mm de calorifuge, comportant 34 brides isolées également suivant le procédé « prioferm », avec 50 m de tuyauteries dans les ateliers et le reste à l'air libre, il résulte que la perte horaire de chaleur est d'environ 45000 cal-kg : h contre 111200 cal-kg : h avec un calorifuge ordinaire. Ceci représente, en supposant une durée annuelle de service de 8760 h, une économie de charbon de 220000 marks (prix de juillet 1922, charbon à 1600 marks la tonne). Comme la dépense d'installation était d'environ 204106 marks, c'est dire que, dès la première année, les frais étaient couverts et qu'au surplus, il restait une marge de 16000 marks de bénéfices nets. Ces chiffres démontrent clairement la supériorité du nouveau calorifuge — E. F.

661.96. — Production de l'hydrogène par la décomposition thermique des huiles minérales; E.-R. Weaver. *Chem. and Metall. Eng.*, 18 juin 1923, t. XXVIII, p. 1072-1075, 3000 mots, 3 fig. — Dans un précédent article, l'auteur a montré que le rendement thermique de cette opération était extrêmement faible ; il examine les moyens propres à améliorer ces conditions. Une cause importante de pertes de chaleur réside dans le temps très long nécessaire au chauffage préalable des matières réfractaires ; l'emploi d'air chauffé à l'avance améliorerait probablement le rendement. Le carbone résultant de la décomposition de l'huile est si finement divisé qu'il est difficile d'obtenir autre chose que de l'oxyde de carbone ; pour le brûler complètement, il faudrait ménager des arrivées d'air sur toute la hauteur de colonne et les répartir judicieusement sur cette hauteur. En pratique, on a trouvé qu'il fallait plus de temps pour brûler le charbon déposé que pour décomposer la charge d'huile correspondante ; on est donc amené à disposer plusieurs tours de décomposition pour un même vaporisateur d'huile. L'auteur donne schématiquement un modèle d'installation, qui, suivant lui, permettrait une amélioration notable du rendement thermique. Il attire également l'attention sur l'importance du choix du combustible ; avec du coke ordinaire, il est difficile d'obtenir une température suffisante ; en outre, les scories ont des effets désastreux sur la maçonnerie. Le combustible le plus avantageux paraît être le charbon de cornue et le coke de pétrole, dont l'auteur examine les avantages et les inconvénients. L'article se termine par une recherche du prix de revient approximatif de l'unité de volume d'hydrogène ; ce prix diminue considérablement quand le volume fabriqué augmente. — E. B.

ACHETEZ directement en FRANCE vos POTEAUX aux PRODUCTEURS

Les Poteaux BIAL sont entièrement traités dans nos Exploitations, chantiers et Usines. Ils sont imprégnés en Vase clos, par le Vide et la Pression.

Nous vous les fournirons aux CONDITIONS les plus AVANTAGEUSES par TOUTES QUANTITÉS et en TOUTES DIMENSIONS qui vous seront nécessaires

SPÉCIALITÉ DE GROS DIAMÈTRES
RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Les Bois Industriels d'Alsace et de Lorraine

Etablissements FRANÇOIS WEIMERSKIRCH
FONDÉS EN 1898

Grumes, Traverses, Bois de mine et de Construction, Manches d'Outils
Planches, Madriers, Parquets, Lattes etc.-Tous sciages.

USINES, CHANTIERS, BUREAUX, FLORANGE (Moselle)

Adresser la CORRESPONDANCE: BOITE POSTALE 8 METZ

Registre du Commerce : **Metz N° 612**

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE BOULOGNE S/SEINE

87, Rue du Château
et 10 Rue Jules Simon

R. du C.
SEINE
N° 172 578

Téléphone
AUTEUIL 35-21

FABRICATION SPÉCIALISÉE

TRANSFORMATEURS DE BOULOGNE

MARQUE DÉPOSÉE





TRANSFORMATEURS
DE PUISSANCE ET DE MESURE
Sécurité de fonctionnement
PRIX AVANTAGEUX
RENDEMENTS ÉLEVÉS

Demandez notre Catalogue TECHNIQUE

REPARATIONS ET MODIFICATIONS
DEPARTEMENT DE TÉLÉPHONIE SANS FIL

AS

MAISON FONDÉE EN 1902

LEGENDRE FRÈRES

37, Rue Saint-Fargeau, PARIS (xxe)

Registre du Commerce : **Seine N° 60 256**

CONSTRUCTEURS
DE

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Exécutent les réparations et transformations - de moteurs électriques - — de toutes marques —



Téléph.	Roquette 27-26	Télégr. : LEGFRER-Paris
	» 27-36	Métro : Saint-Fargeau
	» 50-51	Ligne n° 3



SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE, FORCE MOTRICE

Société Anonyme au Capital de 75 000 000 fr



USINES A GENNEVILLIERS (SEINE)
Adresser la Correspondance
au SIÈGE SOCIAL, 22, RUE DE CALAIS, PARIS. Tél. GUT. 38-16
Echantillons franco sur demande

Registre du Commerce : **Seine N° 72528**

SECTION DE LÉGISLATION

351.714.51. — **Sur l'application de l'impôt sur le revenu global aux appointements en cas de décès de l'appointé.** *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 648, 200 mots.

351.714.51. — **Sur les abatements à la base pour l'impôt cédulaire sur les pensions et sur les traitements.** *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. XV, p. 448, 150 mots.

351.714.51. — **Sur le calcul de l'impôt cédulaire et de l'impôt global sur les revenus des traitements et des pensions.** *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 160, 500 mots.

351.714.51. — **Sur les abatements à la base pour l'impôt cédulaire sur les salaires et traitements.** *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. XV, p. 448, 100 mots.

351.714 5. — **Sur l'établissement de l'impôt général sur le revenu dû par les industriels et commerçants dont l'exercice commercial ne coïncide pas avec l'année civile.** *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 608, 300 mots.

351.714.52. — **Sur le calcul de l'impôt sur les bénéfices commerciaux des sociétés ayant des établissements à l'étranger.** *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 120, 300 mots.

351.714.52. — **Sur le délai de déclaration des bénéfices commerciaux lorsque l'exercice commercial ne coïncide pas avec l'année civile.** *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 159-160, 400 mots.

351.714.52. — **Arrêt du Conseil d'Etat concernant l'exonération de la taxe sur le chiffre d'affaires des affaires soumises aux tarifs fixés ou homologués par l'autorifé publique.** *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 608, 250 mots.

351.714 52. — **Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux dépenses afférentes au transport des marchandises lorsque celles-ci sont vendues franco à domicile.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 520, 100 mots.

351.714 52. — **Au sujet des justifications comptables à fournir au sujet de la taxe sur le chiffre d'affaires.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 520, 200 mots.

351.714.52. — **Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires aux ventes de marchandises qu'un commerçant fait livrer directement par l'usine à son client.** *R. G. E.*, 23 février 1924, t. XV, p. 336, 300 mots.

351.714.52. — **Sur le calcul des indemnités dues pour retards de paiement de la taxe sur le chiffre d'affaires.** *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 120, 200 mots.

351.714.52. — **Sur l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires et de la taxe à l'importation sur les affaires d'exportation et d'importation.** *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 160, 300 mots.

351 714.52. — **Sur la non-application de l'impôt sur le chiffre d'affaires sur le prix des fournitures ou matières premières entrant dans des travaux de façonnage.** *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. XV, p. 120, 300 mots.

351.714.52. — **Sur la contribution sur les bénéfices de guerre et les créances irrécouvrables.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 520, 400 mots.

351.714.52. — **Sur la détaxe relative à la contribution sur les bénéfices de guerre au cas où ceux-ci sont inférieurs aux bénéfices normaux.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 519, 200 mots.

351.714.52. — **Sur l'inscription du privilège du Trésor en matière de contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre.** *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 648, 300 mots.

351.714.52 — **Sur l'imposition au titre des bénéfices commerciaux des gains résultant de la vente des fonds de commerce.** *R. G. E.*, 20 octobre 1923, t. XIV, p. 608, 200 mots.

351.714.52. — **Sur la non-imposition au titre des bénéfices commerciaux des façonniers et petits artisans remplissant certaines conditions.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 519, 200 mots.

351.714.52. — **Le privilège du Trésor et la taxe sur les bénéfices de la guerre, la fin des formalités, la radiation** ; Paul BOUGAULT. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. XV, p. 333-336, 3 500 mots. — Certains contribuables se heurtent à des difficultés pour obtenir la radiation de l'inscription du privilège du Trésor : plusieurs ont fait observer que le plus grand obstacle qu'ils rencontrent se trouve dans l'ignorance des formalités à accomplir, étant donné qu'elles se trouvent dans des circulaires dont le public n'a pas facilement la communication. Dans l'article qui nous occupe, l'auteur donne des renseignements pratiques sur ce sujet.

351.714.52. — **Sur le calcul des bénéfices de guerre des sociétés détentrices de sommes déposées en compte courant.** *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. XV, p. 447, 300 mots.

351.714.52. — **Sur le privilège de l'Etat concernant l'impôt sur les bénéfices de guerre.** *R. G. E.*, 2 février 1924, t. XV, p. 200, 300 mots.

351.714.52.— **Sur l'imposition au titre des bénéfices de guerre au cas où le bénéfice d'un exercice est inférieur au bénéfice normal.** *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 488, 300 mots.

351.714.52. — **Sur la non-imposition au titre des bénéfices industriels et commerciaux des ristournes faites aux adhérents des sociétés coopératives de consommation.** *R. G. E.*, 17 octobre 1923, t. XIV, p. 647, 200 mots.

351.714.52. — **Sur l'imposition comme bénéfices commerciaux des accroissements de l'actif social.** *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 648, 200 mots.

351.714.52. — **Sur l'imposition au titre des bénéfices industriels et commerciaux des profits réalisés par les bureaux des sociétés étrangères sur leurs opérations effectuées en France.** *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 647-648, 400 mots.

351.714.52. — **Sur la détermination de l'impôt sur les bénéfices commerciaux des sociétés dont les directeurs ont des émoluments fixés d'après le chiffre d'affaires.** *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. XIV, p. 519, 200 mots.

351.714.52. — **Sur les justifications à fournir aux agents de contrôle en matière de bénéfices industriels et commerciaux.** *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. XIV, p. 647, 400 mots.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. BLONDIN.

CONDENSITE CELORON

POUR PANNEAUX D'APPAREILS de T. S. F.

Le montage des appareils radiotélégraphiques s'effectue au moyen de panneaux ou plaques capables d'isoler aussi parfaitement que possible.

Le **Celoron** est une matière idéale pour former les panneaux d'appareils de T. S. F. Il est solide, dur, imperméable, à haute résistivité en surface et en volume, de grand pouvoir diélectrique et faible degré de perte.

Le **Celoron** peut être facilement scié, percé, tourné, poinçonné et usiné. Il se prête fort bien à la gravure.

Montez vos appareils par panneaux en **Celoron**.

REPRÉSENTANT :

DIAMOND STATE FIBRE COMPANY

94, rue Philippe-de-Girard, Paris (18e)

Diamond State Fibre Company



SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES

73, rue N.-D. des Champs, PARIS (6e)

Registre du Commerce : Seine N° 182 051

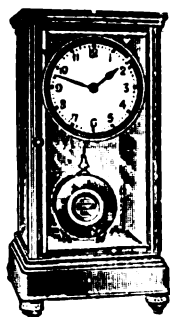
PROTECTION DES RÉSEAUX



Paratonnerre basse tension type P E.M.

pour courant alternatif

Tél. : Fleurus 11-45 Adr. télégr. : Condensator-Paris



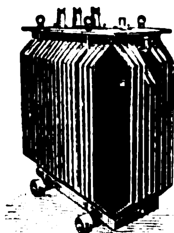
LAMPES A ARC

PENDULES ÉLECTRIQUES

TRANSFORMATEURS

POUR TOUTES APPLICATIONS

MOTEURS ÉLECTRIQUES

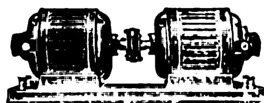


T. S. F.

GROUPES DE CHARGE

Établissements

BARDON



61, Boulevard National CLICHY (Seine)

Registre du Commerce : Seine, N° 55 844

Tél. Marcadet, 06-75, 15-71



Sté Anyme des Anciens Ets d'Appareillage Electrique Gabreau

83 rue du Château et 1, 3 et 5, rue Jules Simon

BOULOGNE s/ SEINE

APPAREILS AUTOMATIQUES, RÉDUCTEURS AUTOMATIQUES

RÉGULATEURS RÉSISTANCES D'ABSORPTION



RÉGULATEURS AUTOMATIQUES DE TENSION

RÉDUCTEURS AUTOMATIQUES

de charge et décharge d'accumulateurs

Registre du Commerce : Seine n° 199 152

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.315.14. — Effet de l'effort de cisaillement sur le calcul des portées d'un câble suspendu; TAKASHI OHTSKI. *J.I.E.E.*, octobre 1923, t. LXI, p. 1079-1086, 5000 mots, 2 fig. — L'auteur a exposé la théorie complète d'un câble suspendu en tenant compte de la densité, de l'élasticité et de la rigidité. Il détermine les conditions dans lesquelles on doit considérer l'effort de cisaillement pour les calculs pratiques d'une portée. L'importance de la rigidité à la flexion peut s'exprimer par

$$\varepsilon = 100 \times 2\gamma = 100 \frac{E d^2 D^3}{\rho \left(\frac{\delta}{2}\right)^6} \text{ pour } 100,$$

où ε est l'erreur en centièmes qu'on commet en négligeant la rigidité à la flexion dans le calcul de la portée par les formules usuelles et dans laquelle

$$\gamma = W_0^2 \frac{E I_0}{T_0^3}.$$

Dans cette équation, d est le diamètre du fil, ρ la densité volumique, w_0 la densité linéaire, I_0 le moment d'inertie de la section, E le module de Young, T_0 la tension la plus faible, Q la déviation et S la portée. L'équation ordinaire de la chaînette est suffisamment précise, mais lorsque $\lambda < 2\gamma$ avec la tension la plus basse, où $\lambda = \frac{T_0}{EQ}$, Q étant la surface de la section transversale, l'effet de la rigidité à la flexion est plus important que celui de l'élasticité. — C. F.

621.315.22.00.14. — Résistance, en courant alternatif, de câbles pour courant continu à un conducteur et armés de deux bandes d'acier. *E.u.M.*, 29 juillet 1923, t. XLI, p. 440-441, 500 mots. — Les essais ont porté sur des câbles armés pour courant continu dans lesquels on a fait passer du courant alternatif. Ces câbles avaient les dimensions suivantes : 1150 m et 25 mm², 2250 m et 50 mm², 3250 m et 120 mm², 4250 m et 185 mm², 5236 m et 310 mm². On a relevé les températures, les tensions induites, les courants dans le plomb et dans le fer et les pertes totales dans le câble. Les câbles étaient enfouis à 75 cm de profondeur avec un intervalle de 5 cm. On a trouvé que, pour obtenir une élévation de température de 25° C, il ne fallait pas dépasser les intensités de courant suivantes :

Section en mm²	25	50	120	185	310
Courant continu, en A.	95	100	140	180	210
Courant alternatif, en A	170	280	440	580	785
Rapport des 2 courants.	0,55	0,38	0,31	0,70	0,27

Les pertes totales pour 100 m de câble étaient les suivantes :

Section, en mm²	25	50	120	180	310
Puissance en courant continu, en kw	1,2	1,0	0,7	0,54	0,60
Puissance en courant alternatif, en kw	6,1	6,2	8,0	9,6	9,7

On a trouvé, d'autre part, que l'échauffement de l'âme était d'environ 1,45 fois celui de l'armature. — J. C.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET RÉSEAUX

621.311.21 (45). — Les installations hydroélectriques Piave Santa-Croce; Carlo SEMENZA. *Elettrotecnica*, 15 septembre 1923, t. X, p. 589-611, 8500 mots, 43 fig. — L'idée d'utiliser les eaux du Piave, dérivées à travers le lac de Santa-Croce, est très ancienne. En 1913, deux usines d'une puissance totale de 15000 kw étaient en exploitation. Mais ce n'est qu'en 1920 que la Societa adriatica di Elettricita fit mettre à l'étude un projet comportant une utilisation complète de l'énergie disponible, par transformation en un réservoir du lac de Santa-Croce. Les installations projetées sont en cours de construction. Quelques-unes d'entre elles sont achevées actuellement et le travail projeté peut, dans ses lignes générales, être résumé ainsi qu'il suit : 1° L'eau du Piave est captée près de Soverzene, à la cote 390 m et conduite jusqu'au lac de Santa-Croce par un canal de dérivation ayant un débit de 80 m³ : s. Le lac agrandi est transformé en un réservoir de 120 millions de mètres cubes entre les cotes 360 et 386 m; 2° un canal en galerie sous pression (débit maximum 120 m³ : s) part du lac de Santa-Croce au-dessous de son niveau minimum. Il vient déboucher dans une conduite forcée comprenant six tubes métalliques de 2,60 m de diamètre destinés à alimenter les six groupes électrogènes de l'usine de Fadaldo (puissance effective de chaque groupe, 22000 ch); 3° à la sortie de l'usine de Fadaldo, l'eau des turbines vient se déverser dans le lac Morto. Elle est amenée de là à l'usine de Nove par une galerie sous pression (débit maximum 80 m³ : s) et une conduite forcée de trois tubes métalliques dont deux de 2,60 m et un de 2,40 m. L'usine est équipée avec trois groupes de 22000 ch et deux de 8000 ch. Le canal de fuite se jette dans les étangs de Restello, régularisés et creusés de manière à constituer un réservoir journalier de régulation (petit lac de Nove) d'une capacité d'environ 800000 m³; 4° du réservoir de Restello part une galerie sous pression destinée à l'usine de San Floriana. Celle-ci comporte quatre groupes de 1300 ch chacun. L'eau, à sa sortie de l'usine, tombe dans le petit lac de Negrisiola au-dessus de Vittorio; 5° à la sortie du lac de Negrisiola, le débit moyen

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M.A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. *Chem. Ztg.*, *Chemische Zeitung*. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

disponible est réduit à 31,50 m³ : s, l'eau du lac devant servir aussi à alimenter le torrent Meschio. L'eau disponible doit être répartie entre deux usines distinctes : celle de Casteletto avec un débit moyen de 6 m³ : s et décharge dans le Meschio à Borgo Pianche (cote 90,75 m) et celle de Caneva, avec un débit moyen de 25,50 m³ : s et décharge également dans le Meschio près de Fratta (cote 40,80 m). Le canal qui part du lac Negrisiola est à air libre (débit 45 m³ : s). Il traverse en galerie l'éperon de Santa-Augusta au nord de Vittorio, puis il longe le pied des collines de la rive gauche du Meschio, partie en tranchée, partie en galerie, jusqu'à Anzano où il traverse les collines et passe dans la vallée du Garron ; 6° l'usine de Casteletto : le canal lui est relié par un tube en ciment armé (débit maximum 10 m³ : s), un bassin de mise en charge et une conduite forcée constituée par un tube métallique de 2,10 m de diamètre. L'usine est équipée avec deux groupes électrogènes de 3500 ch chacun. 7° Usine de Caneva. Le canal, après la dérivation de Casteletto, se prolonge jusqu'au lac artificiel de Caneva (capacité utilisable : un million de mètres cubes) formé par le barrage du Rio Valleguer. Son usine comporte quatre groupes turbines-alternateurs de 15000 ch effectifs chacun. Le tableau suivant résume les données relatives aux diverses usines quand les travaux en cours seront complètement terminés. La capacité de production annuelle atteindra alors 590000000 kw-h.

Tableau I.

Usines	Débits		Chute moyenne	Puissance moyenne		Puissance maximum installée
	moyen m³ : s	maximum m³ : s	m	nominale ch	effective kw	ch
Fadaldo	33	120	105	46 640	24 980	87 720
Nore	33	80	99	43 560	23 350	54 500
San Floriano	33	48	13,75	6 050	3 160	4 440
Castelletto	6	10	62,50	5 000	2 590	5 180
Canova	25,50	60	105	35 700	19 250	44 650
				136 950	73 330	196 490

En ce qui concerne le matériel installé dans les usines : toutes les turbines, du type Francis, proviennent des Costuzionni meccaniche Riva, de Milan ; les alternateurs triphasés et les transformateurs ont été, pour la plupart, fournis par le Tecnomario italiano Brown, Boveri, de Milan. Rapport de transformation 6000 — 6600 v/57000 — 62700 v ; fréquence, 42 p : s ; cos φ = 0,7. — D. B.

621.311 : 621.347. — Les applications de l'énergie électrique dans la région vénéto-adriatique et le développement électroagricole dans le sud de l'Italie ; Riccardo Manzetti. *Impresa elettrica*, 15 novembre 1923, t. xxv, p. 695-706, 9000 mots. — La distribution de l'énergie électrique dans la région vénéto-adriatique est caractérisée surtout par la nature nettement agricole de cette région. Son étude peut, par suite, fournir d'utiles enseignements dans une région (Italie méridionale, par exemple) dont la richesse à venir doit être basée sur l'agriculture et où l'installation des grandes usines hydroélectriques est à peine à ses débuts. L'auteur considère, à cet effet, le groupe de la Societa adriatica di Elettricita, qui produit et distribue plus des neuf dixièmes de l'énergie totale utilisée dans treize provinces. Les principales stations hydroélectriques du groupe sont échelonnées de l'Adige à l'Ironzo et sont opportunément complétées par des usines thermiques. Le tableau ci-dessous donne leur production pour 1922 :

Installations.	Production en kilowatts-heure.
Piave Santa-Croce	91 235 000
Cellina	78 778 000
Adige	45 072 000
Cirmas	31 015 000
Petites installations hydroélectriques	25 000 000
Réserves thermiques	9 781 000
Adamello (prélèvement)	9 290 000
Total	290 171 000

L'installation Piave Santa-Croce, qui est actuellement déjà la plus importante, prendra dans la suite une situation prépondérante, car, alors que l'extension des autres installations est limitée, elle pourra fournir 600 millions de kilowatts-heure environ à l'achèvement des travaux en cours. Les lignes (primaires et secondaires) sont très disséminées. Leur longueur totale est de 8000 km pour une surface couverte de 34000 km². A un kilomètre de ligne et à un kilomètre carré de surface correspondent respectivement 36000 et 8500 kw-h vendus, alors que, pour Milan et ses environs, on a, pour la même surface, une vente trente à quarante fois plus grande. Le prix de l'énergie doit donc être plus élevé dans le premier cas. Mais cet ensemble de lignes est à considérer non dans ses résultats présents, mais dans ceux qu'il donnera dans l'avenir, spécialement du fait des industries agricoles. La production de l'énergie électrique a, en effet, toujours été en augmentant au cours des dix dernières années. Celle de 1913 marque une augmentation d'environ 50 millions de kilowatts-heure sur celle de 1922 et représente 270 pour 100 de celle du début de la période écoulée. Le tableau suivant donne, d'autre part, l'énergie réellement consommée en 1922 dans les diverses applications :

Applications.	Kilowatts-heure.
Assèchement des terrains	5 900 000
Irrigation	350 000
Labourage	550 000
Battage	1 300 000
Moulins et fabriques de pâtes	32 000 000
Raffineries de sucre	2 600 000
Autres industries relatives au travail des produits agricoles (conserves, féculeries, distilleries)	3 500 000
Fabriques d'engrais	1 600 000
Autres industries en général (textiles, manufacturières, mécaniques)	90 000 000
Petites industries de moins de 10 chevaux	10 000 000
Eclairage	38 000 000
Sous-distributeurs	36 050 000
Total de l'énergie vendue par le Groupe « Societa adriatica di Elettricita »	232 800 020

Immédiatement avant la guerre, les installations destinées à l'assèchement des terres comportaient une puissance électrique de 1200 kw pour une consommation de 500000 kw-h. Mais, pendant et après la guerre, l'électrification de ces installations et celle des autres industries agricoles a été

rapidement en croissant par la substitution du moteur électrique au moteur thermique. En 1922, le réseau exclusivement destiné à l'assèchement avait une longueur de plus de 1000 km, pour une puissance installée de 11000 kw et la surface asséchée par les pompes s'élevait à 300000 hectares. Or, à la puissance indiquée, et pour une consommation d'énergie de 5900000 kw-h, correspond une marche d'environ 500 heures (la durée moyenne de marche est de 800 heures). Il résulte de là que les résultats importants obtenus au point de vue de l'économie nationale n'ont pu être réalisés sans de graves inconvénients qui pèsent aujourd'hui assez lourdement sur les bilans. La saison des pluies, dans toute la région, s'étend en effet de la fin de l'automne au commencement du printemps, c'est-à-dire qu'elle survient à l'époque du maximum de charge pour le chauffage et l'éclairage. Comme pendant une période de pluies prolongées et persistantes, le fonctionnement des pompes ne peut être interrompu sans compromettre la récolte, on serait donc conduit, pour un fonctionnement de quelques dizaines d'heures, à prévoir dans les usines une installation complète spécialement destinée aux assèchements. On a dû, pour remédier à cet inconvénient, imposer la marche de nuit à toutes les installations hydrovores en général, cette prescription étant absolue pour les nouvelles. On a augmenté, d'autre part, la puissance des machines d'épuisement et l'on a renforcé, par des machines thermiques, certaines installations auxquelles une marche journalière de dix heures peuvent ne pas suffire. Les difficultés ainsi rencontrées dans la Vénétie pour l'assèchement se présenteraient, d'après l'auteur, et à un degré plus élevé encore, dans l'Italie méridionale pour l'irrigation. Aux difficultés d'ordre technique viendraient s'ajouter des difficultés d'ordre financier et professionnel. Le prix de l'énergie serait beaucoup plus élevé. Enfin, l'Etat, qui, dans le cas des assèchements, a fait des avances allant jusqu'aux neuf dixièmes de la dépense nécessaire (y compris la substitution du moteur électrique au moteur thermique et la construction des lignes de raccord), n'a encore rien prévu d'analogue en faveur du propriétaire désirant entreprendre l'irrigation des terrains dans le Midi. — P. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 625 1 (44). — Le programme d'électrification partielle du réseau des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. *Le Génie Civil*, 15 décembre 1923, t LXXXIII, p. 589-595, 3800 mots, 13 fig. — A l'exemple des réseaux d'Orléans et du Midi, la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée a établi un programme d'électrification important, qui vise deux régions distinctes : 1° La banlieue parisienne, où l'accroissement rapide de la population nécessitera bientôt un service intensif ; 2° la région du réseau comprise entre Lyon et la Méditerranée, dotée d'énormes ressources en houille blanche. Elle a décidé de commencer par cette seconde région et, tout d'abord, par la ligne de Culoz à Modane, dont le profil offre une pente progressive de 0 à 30 pour 100, se prêtant bien à tous les genres d'essais ; puis par la ligne du littoral méditerranéen, sur la section Carnoules-Cannes-Nice-Vintimille, avec les embranchements Cannes-Grasse et Nice-Bueil. L'article donne des détails sur la fourniture du courant primaire, qui sera demandée, dans le premier cas, aux usines de Savoie de la Compagnie Paul Girod ; dans le second, à la Société Energie électrique du Littoral méditerranéen. Il indique également, avec leurs schémas, les caractéristiques des types, assez nombreux, de locomotives, que la Compagnie P.-L.-M. a commandées à divers constructeurs ou groupements de constructeurs français et suisses : les transmissions se font par engrenages, sauf pour un type d'express, à commande par bielles. — M.-H.-B.

L'électrification des chemins de fer du Midi. Les sous-stations à courant continu (1 500 volts) de la section Montrejeau-Pau ; H. LEDOUX. *Le Génie Civil*, 1er septembre 1923, t LXXXIII, p. 193-198, 4000 mots, 12 fig. — La Compagnie des Chemins de fer du Midi a inauguré, le 30 octobre 1922, le premier tronçon électrifié de la ligne Toulouse Dax. Depuis cette date, à mesure de la mise en service des locomotives et des sous-stations, la traction électrique a remplacé entièrement la traction à vapeur entre Tarbes et Pau. Sous peu, tout le service sera assuré électriquement entre Montrejeau. et Pau. L'alimentation en courant continu à 1 500 volts sur cette section de 113 km est assurée par sept sous-stations, Celles de Montrejeau, Lannemezan, Tarbes, Lourdes et Pau ont été équipées avec des redresseurs à vapeur de mercure. Les deux autres, Tournay et Coarraze-Nay, ont été placées aux endroits où des rampes particulièrement fortes ont conduit à prévoir le freinage des trains par récupération du courant. Pour cette raison, elles ont été équipées avec des commutatrices. L'auteur décrit successivement en détail une sous-station de chaque type et donne des renseignements sur les commutatrices hexaphasées et sur les redresseurs à vapeur de mercure utilisés. — M.-H.-B.

621 33(43.6). — Projet d'électrification des lignes de trains express du métropolitain de Vienne ; Carl HOCHENEGG. *E. u. M.*, 23 décembre 1923, t. XLI, p. 729-734, 4 500 mots, 4 fig. — La ville de Vienne a l'intention de substituer la traction électrique à la traction à vapeur, tant sur son réseau métropolitain que sur certaines lignes de banlieue. On envisage l'emploi du courant continu à 1 500 v. On créerait, dans ce but, huit sous-stations à redresseurs à vapeur de mercure qui seraient alimentées par les usines urbaines en courant triphasé sous la tension de 5000 v. — Les rames comporteraient une voiture d'attelage incorporée entre deux motrices, ces trois voitures étant réunies par des soufflets. La capacité totale serait de 400 places. En cas de besoin, chaque train pourrait comporter deux ou trois de ces rames, le mécanicien assurant la commande simultanée de toutes les motrices de la cabine avant. — Le matériel tel qu'il est prévu présente quelques particularités qu'il est intéressant de noter. On a, en effet, cherché à utiliser les quais actuels avec le minimum de modifications ; cette considération a conduit à une très faible hauteur de plancher, 650 mm au-dessus du niveau supérieur du rail. Les roues rentrent dans la caisse au droit des banquettes et y sont protégées par des tambours ; les ressorts sont fixés sur la partie inférieure des boîtes à huile et, pour permettre une visite facile de ces dernières, le châssis présente des dispositions spéciales. Il y aurait deux moteurs de 125 ch par motrice, soit par rame, 500 ch, et deux prises aériennes de courant pouvant supporter chacune 200 A. Au point de vue exploitation on compte sur les chiffres suivants : vitesse maximum, 50 km h ; accélération au démarrage, 0,6 m : s² ; accélération au freinage, 1 m : s² ; arrêt aux stations, 16 secondes, ce qui correspond à une vitesse commerciale d'environ 30 km : h. La disposition actuelle des signaux permettrait un espacement des trains de 2 m. — L'ensemble des frais d'électrification, y compris ceux concernant les garages et ateliers se monterait à 20 000 000 de couronnes-or soit 300 milliards de couronnes papier. — E. F.

621.33(43). — Etat présent et futur des tramways de Berlin. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. XV, p. 230-232, 1 800 mots, 1 fig. Analyse d'un article de Léonhard ADLER, publié dans *E. K. B.*, 24 juin 1922, t. XX, p. 121-132, 8 500 mots, 6 fig.

621.331(42). — La station génératrice du North Metropolitan. *Electrical Review*, 4 et 11 janvier 1924, t. XCIV, p. 19-23 et 59-61, 3 200 mots, 19 fig. — Cette station pourra être agrandie et sa puissance portée à 100 000 kw ; actuellement, elle est équipée avec seize chaudières Babcock et Wilcox à foyer automatique et tous les accessoires nécessaires pour une exploitation facile et économique. Ces chaudières alimentent deux turbines de 5000 kw Brush Ljungström, une turbine de 5 000 kw de la English Electric, une turbine Brush de 3000 et une de 5000 kw tournant à 3000 t : mn, soit au total 23 000 kw. — La surface du réseau de distribution est très étendue ; on a dû envisager l'emploi de tensions

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Société anonyme au Capital de 100 000 000 francs

PARIS (9e) — 6, rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce : Seine, N° 45943

CHAUFFAGE AU GAZ

TOUTES LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Fours, Etuves, Marmites, Chaudières à Eau chaude et à Vapeur, etc.

TRAITEMENT THERMIQUE DES MÉTAUX

Pour tous Renseignements, s'adresser au SERVICE de VULGARISATION

COKES

CHAUFFAGE INDUSTRIEL — CHAUFFAGE CENTRAL — CHAUFFAGE DOMESTIQUE (Suppression des Fumées)

SOUS-PRODUITS

de la Fabrication du GAZ et de la Distillation du GOUDRON

HUILES : Créosotage, Chauffage, Moteurs, Lavage du Gaz, Noir de fumée, etc.
ALCALI, Densité 0,923 — BRAI : Sec, Gras, Liquide, pour Agglomérés, etc.
BENZOL, BENZINE, NAPHTALINE, ANTHRACENE, PYRIDINE
SULFATE D'AMMONIAQUE. Engrais 20,80 0/0 d'Azote, minimum garanti.
VIEILLES MATIERES D'ÉPURATION — Cyanogène, Azote, Soufre.
CRASSES DE CORNUES — GRAPHITE pour Electrodes, Creusets, etc.

Pour tous renseignements, s'adresser au SERVICE COMMERCIAL



Constructeurs d'appareils électriques

notez pour vos

ISOLANTS

QUE LES ÉTABts P. BARNIER

R. C. : Romans N° 3088 — *95, Avenue Victor-Hugo,* **VALENCE** *(Drôme)* — **USINES A VALENCE**

SUCCURSALES ET DÉPOTS :

47, rue de Beaune (prolongée) PARIS (7e) Tél. Fleurus, 00-04 | 27, quai Sainte-Croix **BORDEAUX**
1, cours Fauriel St-ETIENNE | 13, rue du Chalet **MARSEILLE** Tél. 53-10

FABRIQUENT LES VERNIS ISOLANTS JAUNE, NOIR — A L'AIR ET A L'ÉTUVE

LES SOIES, LES TOILES, LES PAPIERS HUILÉS

CARTON PRESSPAHN

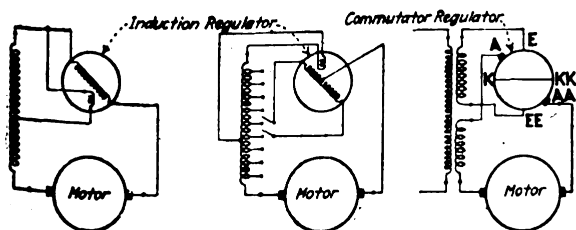
TOILE ISOLANTE CAOUTCHOUTÉE NOIRE ET GRISE

TOILE CHATTERTONÉE

aussi élevées que possible compatibles avec les câbles que l'on peut fabriquer actuellement; on s'est arrêté à la tension de 20 000 v, pouvant être portée ultérieurement à 30 000 v, ce sont des câbles à trois conducteurs isolés au papier. — En dehors de ces câbles, certaines parties de la distribution, les plus rapprochées de l'usine, sont alimentées sous 10 000 et 3 000 v. De nombreuses photographies montrent les diverses parties de l'usine; l'article est complété par le diagramme de la charge journalière et le diagramme de la puissance totale distribuée. — E. B.

621.335.00.14. — Essais de captage de grosses intensités de courant par des pantographes de locomotives électriques; W.-D. Bearce. *G. E. R.*, septembre 1923, t. xxvi, p. 619-623, 1 800 mots, 7 fig. — Ces essais ont été effectués au moyen de pantographes semblables à ceux des locomotives du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry. Le matériel des essais consistait en une locomotive sans engrenages, de 110 t, agencée pour fonctionner sous 750 1 500 v et suivie d'une remorque contenant des résistances à grilles destinées à absorber des courants intenses; cette remorque avait été pourvue d'un second pantographe. Enfin, une voiture contenant des enregistreurs de courant et de vitesse, terminait l'ensemble. La force d'application des pantographes sur le fil de trolet était d'environ 13,5 à 16 kg. Le premier essai fut exécuté à 4 000 A, sous 1 500 v, à la vitesse de 97 km : h, avec un seul pantographe. Un second essai fut effectué à 4 000 A, 850 v; un troisième, à 5 000 A, 850 v, à 48 km : h, avec deux pantographes, dans le but d'observer l'effet d'une vitesse modérée. L'essai suivant consista dans le captage de 5 000 A, sous 850 v, et à la vitesse de 97 km : h, à l'aide de deux pantographes. Enfin, on réussit à collecter 5 400 A sous 850 v, à 93 km : h, avec un seul pantographe. — Durant tous ces essais, on n'observa pas la moindre étincelle au contact; il semble en résulter que l'intensité à capter n'est pas affectée par la tension d'alimentation du trolet. — On expérimenta l'effet d'une coupure de 5 000 A, sous 850 v, par un pantographe : l'arc s'éteignit presque instantanément. — En résumé, on peut dire que l'intensité du courant qu'il est permis de transmettre par un seul pantographe du type spécifié est bien supérieure aux nécessités actuelles; il est en effet à noter que 5 000 A représentent 7 500 kw sous 1 500 v, ou 15 000 kw sous 3 000 v; or, les plus lourds trains de marchandises du Chicago-Milwaukee, absorbent une puissance maximum de 5 000 kw, pour un train de 3 000 t attelé à deux locomotives, sur une rampe atteignant 2 pour 100. — Mention est faite par l'auteur du dispositif de suspension du fil de trolet, créé par la General electric Cy, avec photographie à l'appui. — P. V.

621.335. — La commande des locomotives à courant alternatif; Dr. Ivan Döry. *Electric Railway Journal*, 3 février 1923, t. lxi, p. 199-200, 1 300 mots, 4 fig. — L'auteur examine d'abord rapidement les différents systèmes en



621.335. — Fig. 1. Schéma du régulateur d'induction avec balais réglables en position. Motor, moteur ; Commutator regulator, régulateur à collecteur ; E-EE, points d'alimentation du collecteur ; A-AA, balais réglables ; K-KK, axe de court-circuitage de l'enroulement du collecteur pour l'employer comme enroulement de compensation.

usage sur les locomotives européennes à courant alternatif monophasé pour le réglage de la vitesse. Suivant la puissance, on peut employer soit la commande directe par combinateur et transformateur à plusieurs prises, soit la commande par contacteurs commandés eux-mêmes au moyen d'un combinateur principal. Ce système de commande par contacteurs n'est pas entièrement satisfaisant au point de vue des verrouillages. On a cherché à simplifier la commande par contacteurs en employant des diviseurs de tension (Siemens-Schuckert, Westinghouse, Bergmann). L'auteur signale aussi les essais du professeur P. Richter pour l'emploi d'un régulateur d'induction. Le réglage par déplacement des balais est une solution intéressante, mais qui s'applique surtout aux moteurs à répulsion. L'auteur décrit plus en détail un régulateur construit par les « Pöge Works » qui réunit, aux avantages du régulateur d'induction ceux du déplacement des balais, résultat obtenu en munissant le régulateur d'un collecteur et en faisant varier sa tension par déplacement des balais. La figure 1 ci-jointe montre le schéma des connexions de cet appareil. — J. S.

621.338 : 621.822. — Voiture de tramway à grand écartement d'essieux, roulements à billes et suspension spéciale des moteurs électriques; G. Magnan. *L'Industrie des Tramways, Chemins de fer et Transports publics automobiles*, juillet 1923, t. xvii, p. 255-261, 1 500 mots, 8 fig. — Les roulements à billes et à rouleaux ont donné, dans leur application aux voitures de chemins de fer, d'excellents résultats en ce qui concerne la durée. On a tâché d'absorber les chocs nuisibles, qui causaient le coincement des billes et rouleaux et le grippage du roulement, au moyen de butées et de ressorts. L'article se rapporte surtout à la description des dispositifs imaginés par M. C. Delmez pour la suspension du moteur et la réalisation d'un bissel simple et robuste et supprimant les mouvements nuisibles du roulis et du galop. Il se termine par une note sur les essais effectués avec un tracteur muni de cette suspension et dans lequel un moteur Diesel entraîne une génératrice à deux enroulements alimentant quatre moteurs. Ces essais n'ont pas encore eu une durée suffisante pour que l'on puisse tirer une conclusion définitive; mais, jusqu'ici, l'entretien a été insignifiant et on n'a eu à procéder à aucune réparation. — Y. G.

621.337. — Les progrès dans l'équipement mécanique et électrique des tramways. Deuxième partie. *Electric Railway Journal*, 6 octobre 1923, t. lxii, p. 547-552, 4 000 mots, 11 fig. — Les équipements de frein sont une des parties dans lesquelles il y a eu, dans ces dernières années, le plus de développements, en raison surtout de la nécessité de maintenir des horaires très serrés tout en ayant une vitesse maximum limitée. D'un autre côté, dans les tramways légers où les variations du rapport $\frac{\text{charge utile}}{\text{poids mort}}$ sont très grandes, le problème du freinage présente les mêmes difficultés que celui de la suspension et on a été conduit à établir des systèmes produisant un freinage proportionné à la charge de la voiture et dont on trouvera une description détaillée dans le cours de l'article. On emploie généralement le système de frein direct et, pour le cas où on forme des trains au moyen de voitures ainsi équipées, on a incorporé dans le système ordinaire un mécanisme produisant le freinage d'urgence et automatique dans le cas où les voitures viendraient à se séparer. Du côté des compresseurs, les progrès ne se rapportent qu'à des questions de détail. Quant au cylindre de frein lui-même, la question toujours à étudier est celle du graissage et des fuites. L'emploi des « one-man cars » a développé fortement le rôle joué par l'air comprimé sur les voitures où il est utilisé pour les sablières et la manœuvre des portes. Quand aux timoneries de frein, il en a été surtout question dans la première partie. Notons que le rapport total dans les bras de leviers atteint couramment 12 à 1. Les freins à mains doivent être agencés de façon à pouvoir fonctionner à tout moment. Il y a une tendance marquée à utiliser des formes variées de pièces fondues hélicoïdales pour rattraper rapidement le mou des chaînes. Pour ce qui est des équipe-

ments électriques, en dehors des moteurs dont il a été question dans la première partie, il faut surtout noter le développement pris par les systèmes de commande à unités multiples, et un essai de commande par le pied à New York. D'autre part, on tend, dans les systèmes à unité simple, à remplacer le disjoncteur ordinaire placé sur la plateforme par un relais de coupure situé sous la voiture. Au point de vue conception des appareils, on cherche à réaliser un pouvoir de rupture d'arc de plus en plus grand. Du côté des prises de courant, dans le cas des perches avec roulette, le problème toujours posé est celui du graissage de l'axe de la roulette. D'autre part, pour les grandes vitesses, on tend de plus en plus à employer des contacts glissants et, dans ce cas, les questions à résoudre sont celles de l'usure minimum du fil et de la possibilité de marche en refoulant. La base de trolet doit de son côté permettre les mouvements faciles et rapides dans le sens de la hauteur et de l'orientation. On trouvera dans l'article la coupe d'une base à roulements à rouleaux coniques étudiée dans ce dernier but. C'est le trolet avec roulette ou sabot glissant qui est presque universellement employé, car le pantographe ou l'archet nécessitent, pour la ligne, une construction au moins équivalente à la suspension caténaire. — J. S.

656.222.4. — Enregistreur portatif des oscillations des véhicules et de l'imperfection du matériel de chemins de fer. *Recherches et Inventions*, 1er février 1924, t. I (nouvelle série), p. 358-364, 2 500 mots, 10 fig. — Les causes des oscillations du matériel des chemins de fer sont principalement : les dénivellations, les flexions, les angles, les variations brusques de la trajectoire du centre de gravité des véhicules en marche, conséquence d'incorrections diverses de la voie, en particulier, dans le tracé des courbes et dans le réglage des surhaussements (ou devers). C'est dans le but de relever exactement et d'une façon précise toutes ces imperfections en fixant leur situation par rapport au profil en long de la voie et aussi leur importance que M. Hallade a imaginé et réalisé un enregistreur portatif qui donne, en même temps que le relevé des imperfections de la voie sur les véhicules, la valeur réciproque des actions produites par les véhicules sur la voie, y compris les locomotives ainsi que les vitesses, accélérations et freinages d'un convoi, que l'on arrive à situer exactement sur le profil en long parcouru au moyen du repérage des poteaux kilométriques. Ce résultat est obtenu par ce fait que les oscillations sont influencées par la vitesse du train et la qualité du véhicule où l'on opère, de telle sorte que cette vitesse et cette qualité peuvent être évaluées par comparaison des indications relatives à la voie. L'appareil se compose essentiellement de trois masses analogues à celles qui sont utilisées dans les sismographes, mais de dimensions beaucoup plus réduites et dont les liaisons au bâti de l'appareil sont telles que l'une, dite balancier, n'est sensible qu'aux oscillations analogues au roulis et dont la direction générale est située dans le plan diamétral du véhicule et, par suite, dans l'axe de la voie. Une autre dite « pendule » est sensible aux oscillations transversales, c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à l'axe de la voie. Enfin, une dernière dite « pilon » n'est sensible qu'aux secousses verticales. Ces trois masses commandent, dans leur mouvement, trois styles qui se déplacent sur une bande de papier entraînée dans un mouvement de translation uniforme par un mouvement d'horlogerie. Un quatrième style dont les déplacements sont manœuvrables à la main permet à un opérateur d'enregistrer sur la bande des notes de service, en particulier, le repérage des poteaux kilométriques au passage de la voiture. L'ensemble des organes est logé dans une boîte vitrée qui se pose simplement sur un tapis dans une voiture, au-dessus d'un essieu ou d'un boggie. — Y. G.

629.113.71. — Les véhicules électriques *Electrician*, 30 novembre 1923, t. XCI, p. 618, 600 mots, 6 fig. — On a pu remarquer à The Commercial Motor Transport and Raods Development Exhibition qui s'est tenue à l'Olympia, à Londres, en novembre dernier, plusieurs modèles de véhicules électriques ou pétroléo-électriques. On peut citer les véhicules de la « Walker Vehicle Ltd Cy » caractérisés par l'essieu arrière spécial avec « balanced drive ». Le moteur est du type série avec paliers d'induit à billes. Dans les véhicules de la Clayton Wagons Ltd, le moteur du type série peut supporter des surcharges de 300 pour 100. Ce sont des véhicules à chaîne, dont le différentiel est monté sur l'arbre du moteur. Il y a trois vitesses en avant et deux en arrière. Les véhicules de Ransomes, Sims and Jeffries Ltd sont également à chaîne, sauf un type de 2 à 2,5 t qui a l'essieu avant moteur. Tous les types ont deux moteurs compound. Cette firme exposait aussi des trucks industriels électriques « Orwell » construits aujourd'hui en série suivant plusieurs modèles. A citer dans le stand de la General Vehicle C°, un camion à 6 roues, de 10 t, avec avant-train mobile. La Stevens's Petrol Electric Vehicles Ltd exposait un véhicule pétroléo-électrique. La génératrice électrique peut débiter 300 ou 230 A sous respectivement 80 ou 110 v. Le groupe moteur-générateur de ce véhicule peut être utilisé à l'arrêt pour l'éclairage, la soudure électrique, la charge de batteries, etc. — J. S.

629.113.62. — Les omnibus à trolet à Ipswich. *Tramway and Railway World*, 17 janvier 1924, t. LV, p. 9-13, 1 700 mots, 11 fig. — Ces omnibus à trolet, mis en essais en septembre 1923, ont été fournis par la Railless Ltd C°. Ils peuvent contenir 30 voyageurs assis; l'entrée est disposée en avant pour le payement de la place en entrant au conducteur Ils comportent deux compartiments dont un de 8 places, ouvert, à l'arrière, pour fumeurs. Le châssis est du type « Railless » à deux moteurs. Il est surtout remarquable par son pont-arrière, d'une seule pièce en acier embouti, qui est très simple et d'une grande résistance. L'entraînement de l'essieu se fait par roue et vis sans fin. Deux systèmes de freins sont prévus : des freins à segments intérieurs sur les roues arrière, commandés à la main ou au pied, et des freins à mâchoires sur les arbres à la sortie du moteur, commandés au pied. Les deux moteurs électriques sont du type DK 26 B et développent chacun 20 ch à 1000 t : mn sous 525 v à plein champ. On a prévu la possibilité de shunter les inducteurs. Ils sont à roulements à billes. La commande par combinateur à tambour donne 5 crans de marche en série et 4 crans de marche en parallèle, permet la marche avant ou arrière et l'isolement de l'un des deux moteurs. Enfin, elle permet aussi le shuntage des inducteurs. La prise de courant comporte deux perches et roulettes montées sur une base commune à came. Les résultats obtenus avec ces voitures ont été tels que la Commission des Tramways d'Ipswich envisage le remplacement total des tramways par des omnibus à trolet. — J. S.

627.113.62. — Les omnibus à trolet à Wolverhampton. *Tramway and Railway World*, 20 décembre 1923, t. LIV, p. 318-322, 2000 mots, 16 fig. — L'emploi de ces omnibus à trolet fut décidé pour remplacer les tramways sur une ligne dont la voie avait besoin d'être reconstruite. Les voitures employées peuvent contenir 40 voyageurs assis ; l'entrée, latérale, est au milieu. Elles sont équipées avec un moteur Tilling-Stevens spécial pour omnibus à trolet. C'est un moteur double comportant deux induits montés sur le même arbre, avec deux collecteurs. Les inducteurs sont tétrapolaires avec pôles auxiliaires; les paliers sont à billes. L'avantage de ce système est d'assurer une répartition égale de la charge entre les deux moteurs dans la marche en parallèle et d'obtenir un gain de poids appréciable sur l'ensemble formé de deux moteurs indépendants. En effet, ce moteur ne pèse que 10,4 kg par cheval. Chacun des deux moteurs élémentaires peut développer 25 ch sous 550 v à 1 000 t : mn, l'intensité absorbée étant de 40 A. Le système de commande, fourni par la British Thomson-Houston comprend un jeu de contacteurs électromagnétiques commandés eux-mêmes par un combinateur à tambour à commande au pied et un inverseur à commande à la main. Ce système permet le démarrage série-parallèle et l'inversion du sens de marche. Le démarrage série-parallèle ne se fait pas par un

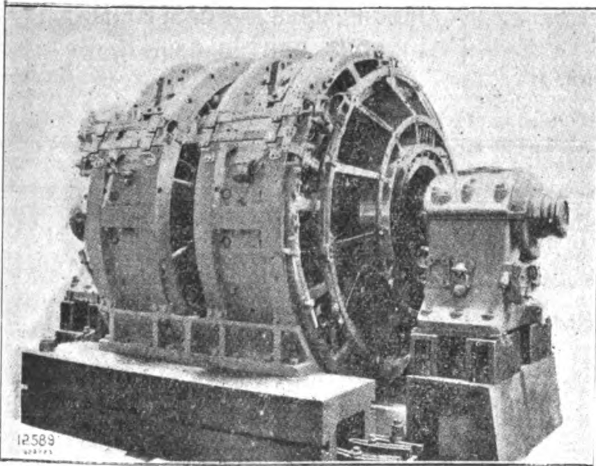
mouvement continu de la pédale de commande, mais nécessite, après être arrivé à la position série sans résistances, de la laisser revenir en arrière pour reprendre le mouvement vers le bas. L'essieu arrière est entraîné par un système à roue et vis sans fin, avec différentiel. Il y a deux freins indépendants à commande l'un au pied l'autre à la main, agissant tous deux par segments intérieurs sur les roues arrière. — J. S.

621.348. — Les récents développements de la propulsion électrique des navires ; Charles RETTIE. *Electrician*, 27 juillet 1923, p. 80-84, 3500 mots, 4 fig. — L'auteur estime que les avantages à rechercher dans la propulsion électrique des navires ne sont pas du côté économie ou encombrement, mais surtout du côté facilité de manœuvre, et que les défauts signalés dans les installations réalisées à ce jour proviennent plutôt d'une mauvaise conception que des appareils électriques en eux-mêmes. Quant au courant à employer, l'auteur est d'avis que, pour des navires jusqu'à 5000 tonnes, on peut utiliser le courant continu, en particulier un système Diesel électrique, mais, au delà, il faut recourir au courant alternatif en raison des grandes puissances mises en jeu. Pour ce qui est du genre de moteur à employer, l'auteur ne voit à l'actif du moteur synchrone que son facteur de puissance élevé; mais, étant donné que c'est un moteur à vitesse constante, il semble, dit-il, que son emploi ne puisse guère être envisagé que sur des cargos. Sur les autres navires, où il y a beaucoup de manœuvres à faire, le moteur d'induction est préférable. En outre, l'auteur signale comme un gros avantage pour ce dernier moteur la rapidité et la facilité du changement de marche. Parmi les systèmes de propulsion électrique, l'auteur signale un système avec avanceur de phase qui permet de donner au moteur d'induction un facteur de puissance égal à l'unité. Mais son opinion est que le système de l'avenir est celui de moteurs en cascade. Il cite, à ce sujet, les croiseurs de bataille américains qui étaient en construction avant la conférence de Washington. Ils devaient être à propulsion électrique, leur puissance prévue étant de 180000 ch. Ceux de ces navires équipés par la Westinghouse Co devaient être munis de moteurs en cascade, et ceux équipés par la General electric Co devaient avoir des moteurs d'induction à bagues, sans résistances extérieures. Le rotor devait avoir deux enroulements, un de faible résistance à la périphérie, et un autre, en dessous, très résistant, en cage d'écureuil. L'enroulement à faible résistance est relié aux bagues. D'autre part, l'auteur estime que le système de transmission Diesel électrique présente un gros avenir pour la propulsion électrique des navires. Ce système présente sur celui du Diesel à commande directe l'avantage de la suppression de l'air comprimé pour le démarrage et le renversement de marche, et la possibilité d'avoir des moteurs Diesel à plus grande vitesse, donc moins encombrants. Enfin, l'auteur signale, comme application intéressante de la propulsion électrique, la commande des hélices des ferry-boats transbordeurs avec hélices à chaque extrémité. — J. S.

621.348(73). — Le cuirassé « Colorado »; W. THAU. *Electrical Review*, 9 novembre 1923, t. XCIII, p. 701-703, 1700 mots, 3 fig. — Le cuirassé « Colorado » de la marine des Etats-Unis, qui a visité récemment le port de Cherbourg, est actuellement le plus grand navire à propulsion électrique : il déplace environ 33000 tonneaux. Ses quatre hélices sont actionnées par deux moteurs d'induction ; chaque moteur peut fournir deux vitesses différentes et développe une puissance de 8375 ch à la vitesse de 185 t : mn ; le double enroulement de stator correspond à des champs de 24 ou de 36 pôles ; l'enroulement triphasé du rotor est monté en étoile et dispose d'un circuit compensateur quand le moteur fonctionne à 24 pôles, les conducteurs de compensation mettant en court-circuit les conducteurs du rotor, qu'ils transforment en cage d'écureuil, toutes les fois que l'on passe au régime de 36 pôles. Au point de vue mécanique, les constructeurs ont doté ces machines des perfectionnements répondant à toutes les exigences du service à bord. Deux groupes turbo-générateurs de 15000 kv-A, à rotor entièrement cuirassé, fournissent le courant et sont, à leur tour, alimentés en vapeur par huit chaudières tubulaires brûlant du pétrole; les spires du rotor des génératrices sont constituées par des conducteurs plats en cuivre isolés au mica et à l'amiante et puissamment consolidées. L'aération des moteurs et génératrices est assurée au moyen de ventilateurs indépendants mus par des moteurs à courant continu et pouvant fournir 350 m³ d'air par minute ; des pales additionnelles sont affectées aux rotors des moteurs. Afin d'empêcher la formation de buée sur les machines au repos, celles-ci sont chauffées soit électriquement (moteurs) soit par circulation de vapeur (génératrices). Tout le mécanisme de propulsion est commandé de la passerelle, la manœuvre ayant lieu par l'intermédiaire d'appareils centralisés dans la chambre de commande ou par des dispositifs actionnés à distance depuis ladite chambre (c'est ainsi que les interrupteurs adaptés aux circuits primaires sont logés dans la chambre de commande alors que les interrupteurs mettant les secondaires en court-circuit se trouvent près des moteurs. Les circuits importants sont, tous, munis d'interrupteurs à bain d'huile). Les couples d'hélices bâbord et tribord sont susceptibles d'être commandés indépendamment les unes des autres lorsque les deux génératrices fonctionnent ; avec une seule génératrice agissant de concert avec l'interrupteur de liaison les deux groupes d'hélices peuvent tourner en sens opposés, pourvu que leurs vitesses soient égales. Au démarrage et pendant la manœuvre, les circuits secondaires sont commandés par rhéostats liquides doubles à deux compartiments superposés ; pour mettre ceux-ci en action, on fait monter l'électrolyte dans le compartiment supérieur qui contient les électrodes; à un niveau déterminé correspond la mise en court-circuit du secondaire des moteurs. L'excitation des génératrices par groupe survolteur est, elle aussi, réglée à distance au moyen de leviers placés dans la chambre de commande. Le réseau est pourvu de moyens automatiques de protection et de localisation des défauts ; des relais spéciaux déclenchent l'interrupteur du champ s'il se produit un déséquilibre entre les charges des différentes phases. Trois groupes turbogénérateurs de 300 kw à courant continu desservent les appareils accessoires : pompes, ventilateurs, excitatrices, etc. — Th. S.

621.348 : 621.434. — Le navire « La Playa » à moteurs Diesel et commande électrique de l'hélice. *Electrical Review*, 26 octobre 1923, t. XCIII, p. 621-623, 1800 mots, 6 fig. — L'installation comporte quatre groupes générateurs composés chacun d'un moteur Diesel de 825 ch tournant à 250 t : mn et actionnant une dynamo génératrice à courant continu de 500 kw, 220 v, à 10 pôles principaux et à pôles auxiliaires de commutation ; chaque moteur actionne, en outre, sur le même arbre, une génératrice à 8 pôles de 200 kw sous 220 v destinée à alimenter les services auxiliaires. — Les génératrices principales sont accouplées en série : quatre pour la marche à pleine puissance ; trois, deux ou une pour les marches à vitesses inférieures ; la tension aux bornes du moteur peut donc, à volonté être prise, égale à 880, 660, 440 ou 220 v. — Le moteur à courant continu actionnant directement l'hélice (fig. 1) est placé dans un compartiment spécial, à l'arrière du navire ; il peut développer 2500 ch en tournant à 95 t : mn sous 880 v avec une élévation de température très modérée permettant cette marche sous les tropiques. — Il est composé de deux moteurs de chacun 1250 ch, 440 v, 12 pôles, pôles auxiliaires de commutation, excitation shunt et montés sur le même arbre. — Les deux induits sont montés en série, mais, en cas d'avarie, un seul des deux moteurs peut assurer la marche à trois quarts de la vitesse normale du navire. La ventilation des moteurs et du compartiment qui les contient est assurée par un ventilateur « senoco » de 18 ch. Tous les inducteurs des génératrices principales et des moteurs sont alimentés par l'une des génératrices auxiliaires et la vitesse et le renversement de la marche s'effectuent par le jeu des excitations ; il est

cependant possible de mettre hors circuit une machine quelconque. — Tout le réglage est effectué à l'aide d'un petit combinateur actionné par un levier dans un sens ou dans l'autre. — Pour manœuvrer, le réglage du champ du moteur est fait à l'aide d'un rhéostat monté en potentiomètre, et tous les rhéostats des génératrices sont actionnés simultanément par un petit moteur électrique. Un relais de surcharge coupe le circuit principal si une manœuvre trop brusque des rhéostats d'excitation amène la circulation d'un courant exagéré. Le tableau porte un indicateur de vitesse du moteur de propulsion et un wattmètre pour chacune des machines, ce qui permet de régler la charge individuelle de l'un quelconque des moteurs Diesel — Un voltmètre avec commutateur à six directions permet la mesure de la tension de l'un quelconque des éléments en circuit; un ampèremètre indique l'intensité du courant utilisé ; un wattmètre gradué en chevaux permet au mécanicien de se rendre compte des conditions de marche sans avoir aucun calcul à effectuer. Les appareils auxiliaires sont actionnés par 39 moteurs de 1 à 100 ch, qui fonctionnent sous 220 v; l'éclairage est alimenté sous 110 v par un moteur-générateur; mais, pendant les escales dans les ports, l'éclairage est assuré par un groupe moteur à essence-génératrice à 110 v, de 25 kw environ. — E. B.



621.348 : 621.434. — Moteur double à courant continu, de 2 500 ch, pour la propulsion du navire La Playa.

621 348 : 621.434. — **Le plus récent navire équipé avec un système de propulsion Dieselélectrique.** *Electrician*, 27 juillet 1923, t. xci, p. 86-87, 3 500 mots. — Cet article donne une description assez détaillée de l'équipement d'un des quatre navires pour le commerce des fruits, construit dans les chantiers Cammell Laird and Co pour le compte de la United Fruit Co. L'équipement comprend quatre moteurs Diesel Cammell Laird-Fullagar de 850 ch entraînant chacun une génératrice de 500 kw pour le circuit principal de propulsion à 220 v, et une génératrice de 250 kw pour les services auxiliaires. Les quatre génératrices de 500 kw sont couplées en série. Le moteur de propulsion a une puissance de 2500 ch à 95 t : mn. Il est formé de deux unités, avec chacune leur carcasse magnétique, leur induit et leur collecteur. Les deux induits sont couplés en série et montés sur le même arbre. L'excitation des génératrices et des moteurs est fournie par une des génératrices auxiliaires. Les variations de l'excitation des génératrices sont obtenues par un rhéostat placé dans chaque circuit de champ, la commande des quatre rhéostats étant simultanée au moyen d'un petit moteur électrique commandé depuis la plate-forme de manœuvre. Un relais de surcharge placé dans le circuit principal et coupant l'alimentation de ce petit moteur empêche d'accélérer ou de ralentir trop brutalement. En cas d'arrêt de ce moteur, la manœuvre de ces rhéostats peut se faire à la main. Etant donné que les moteurs et les génératrices qui les alimentent sont de même puissance, il n'y a pas, dans le circuit de propulsion, de systèmes de protection contre les surcharges. Ce circuit est normalement mis à la masse du navire par l'intermédiaire d'un interrupteur et d'une résistance entre les deux induits du moteur. Les instruments de mesure prévus dans l'équipement comportent : un indicateur électrique de tours de l'hélice, un wattmètre pour chaque groupe générateur, un voltmètre avec commutateur à six directions, un ampèremètre indiquant le courant dans le circuit de propulsion et un wattmètre monté sur ce circuit. Un rhéostat placé dans le circuit d'excitation du moteur permet de régler exactement la vitesse de l'hélice à la valeur voulue. D'autre part, on peut régler à la main l'excitation de chaque génératrice de façon à maintenir la pleine charge sur chaque moteur Diesel. A ce sujet, il faut signaler que chaque groupe générateur est muni de l'appareillage permettant de le mettre en ou hors circuit, ainsi que d'employer un quelconque des générateurs de 500 kw pour les services auxiliaires. On peut donc presque toujours s'arranger pour que les groupes en marche fonctionnent à pleine charge. Le tableau de la salle des machines porte un petit interrupteur qui permet de couper toute l'excitation du système et qui porte une serrure dont on doit avoir la clef (excitation coupée) lorsqu'on doit toucher une partie non isolée du moteur. Des lampes bleues indiquent, pour chaque groupe, si le générateur de propulsion est en circuit ou hors circuit, et un autre jeu de lampes rouges indique quel est le groupe générateur qui fournit le courant d'excitation. Enfin il y a lieu de signaler le dispositif adopté sur les moteurs et générateurs pour permettre les réparations rapidement et facilement malgré le peu d'espace disponible. Dans ce but, les carcasses sont cylindriques et fixées dans des berceaux spéciaux permettant de les faire tourner de façon que l'on puisse enlever les pôles inférieurs sans avoir à retirer les induits. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394 : 31. — **Statistique télégraphique comparative de 1921.** *Journal télégraphique*, 25 juin et 25 août 1923, t. LXVII, p. 120-128 et 163-170. — Cette statistique établie sur le même plan que celles des années précédentes donne, sous forme de tableaux, des renseignements divers sur les réseaux télégraphiques existant dans les différents pays : longueur de lignes, nombre de bureaux, nombre d'appareils en service des différents systèmes, ainsi que sur l'effectif du personnel, sur le nombre de télégrammes expédiés tant pour le service intérieur que pour le service international et, enfin, les recettes et les dépenses relatives au service des télégraphes dans chacun des 37 pays considérés. Ces tableaux sont suivis de plusieurs pages de texte contenant des explications complémentaires, puis de nouveaux tableaux de renseignements accessoires et spéciaux parmi lesquels nous relevons celui de la situation des lignes dans les différents pays et l'état des dérangements survenus à ces lignes pendant l'année 1921. — B. E.

621.394.5. — **Le réseau télégraphique sous-marin.** *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, août 1923, t. XII, p. 927-934, 3000 mots. — Depuis 1865, date à laquelle fut posé le premier câble sous-marin reliant l'Islande et Terre-Neuve, la télégraphie sous-marine s'est développée d'une façon continue, suivant une progression qui ne s'est nullement ralentie, comme on aurait pu le croire, depuis l'extension considérable de la télégraphie sans fil. On trouvera dans cet article l'exposé de l'état actuel des communications par câbles appartenant à la France (1/9 de la longueur des câbles posés dans le monde entier) et celui des câbles appartenant aux divers autres pays. Cette étude se termine par quelques mots sur les différentes compagnies de câbles sous-marins dont l'ensemble des réseaux est 4,5 fois plus développé que ceux qui appartiennent aux différents Etats. — Y. G.

621.395 : 31. — Chronologie du téléphone. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, août 1923, t. XII, p. 943-944, 500 mots. — Cette courte note donne, sous forme d'une simple liste, la suite des principaux événements intéressant le téléphone survenus depuis 1854, date à laquelle fut publiée la suggestion de Bourseul sur la possibilité de la transmission de la parole par le courant électrique, jusqu'en 1923, époque où l'on comptait 20 millions d'abonnés au téléphone dans l'ensemble des différents pays. Nous relevons, dans cette liste, l'ouverture du premier bureau téléphonique à Paris, en 1879 ; le dépôt du premier brevet Strowger sur la téléphonie automatique, en 1891 ; la réalisation des conversations téléphoniques sur un câble de 18 km, en 1902 et, en 1921, pas même dix ans après, au moyen d'un câble de 220 km. Enfin, la même année une conversation téléphonique à 10000 km de distance (entre La Havane et l'île Catalina) par combinaison de la téléphonie ordinaire et de la radiotéléphonie. — B. E.

621.395 : 31. — Statistique des communications téléphoniques, année 1921. *Journal télégraphique*, 25 octobre et 25 novembre 1923, t. XLVII, p. 202-211 et 224-234. — Ce périodique donne, sous forme de tableaux synoptiques, pour 75 pays les plus importants du monde, divers renseignements sur le nombre de réseaux, la longueur des lignes et des circuits interurbains, le nombre des bureaux centraux, des cabines publiques et des postes d'abonnés, l'effectif du personnel (en 6 catégories), le nombre de conversations et, enfin, les recettes et les dépenses relatives au service des téléphones. Des observations d'ordre divers occupent plusieurs pages de texte à la suite de ces tableaux qu'elles complètent. — Y. G.

621.395.5(4)(061). — Comité technique préliminaire pour la téléphonie à grande distance en Europe (Paris, 12-20 mars 1923). *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1923, t. XII, p. 1016-1061, 15000 mots, 3 fig. — Un précédent article, dont nous avons donné l'analyse dans la « R. G. E. » du 1er décembre 1923, t. XIV, p. 865-866, signalait la possibilité d'établissement, en Europe, de lignes de téléphonie à grande distance analogues à celles qui sont couramment employées aux Etats-Unis. L'auteur examinait également les conditions dans lesquelles ces lignes devraient être aménagées et exploitées. Pour étudier plus à fond ces différentes questions, en vue d'une réalisation pratique, le sous-secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes français a convoqué à Paris un Comité technique préliminaire composé de délégués des nations ouest-européennes et qui, dans une première réunion devaient examiner les grandes lignes du problème en se plaçant surtout au point de vue technique. La Belgique, l'Espagne, la Grande-Bretagne, l'Italie et la Suisse ont répondu à cet appel et, après discussion, ont adopté les avis qui sont reproduits in extenso dans cet article, lesquels ont été approuvés, par la suite, par les administrations compétentes des pays représentés. — B. E.

621.395.342.2. — Application du système Strowger au service téléphonique des grandes villes. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1923, t. XII, p. 1062-1072, 3000 mots, 4 fig. — Il s'agit d'une modification au système bien connu de téléphonie automatique permettant l'appel de numéros d'abonnés comportant, en plus d'un certain nombre de chiffres, un ensemble de deux ou trois lettres désignant le bureau central auquel la ligne est reliée. Les lettres sont disposées sur le cadran de l'appareil à côté des chiffres, de telle sorte que les abonnés ont à exécuter les mêmes manœuvres que lorsqu'il s'agit d'un indicatif formé seulement de chiffres. La durée totale d'un appel comportant trois lettres et quatre chiffres est d'environ 17 secondes, l'abonné mettant 12 secondes environ pour faire les manœuvres nécessaires. D'après les relevés faits à une station d'essais équipée à 6700 numéros, établie à Kansas City, la moyenne des dérangements dus à l'équipement dont il est question serait de 0,2 à 0,6 pour 100 des appels suivant la catégorie de ceux-ci. — B. E.

621.395.33. — La batterie centrale téléphonique dans les petits réseaux de la banlieue de Tunis ; M. CROUZET. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1923, t. XII, p. 1138-1144, 2000 mots, 1 fig. — Description d'un type de tableau établi pour un petit nombre de lignes et dans lequel on s'est efforcé de diminuer le plus possible le nombre des organes. En particulier, il existe un seul appel pour chaque groupe de neuf lignes, bien que celles-ci possèdent chacune leur jack particulier. — Y. G.

621.395.647. — Câbles téléphoniques à longue distance et amplification ; D.-A. EBELING. *Telegrafi e Telefoni*, juillet-août 1923, t. IV, p. 178-186, 5000 mots, 13 fig. — Conférence faite à l'occasion de l'Assemblée annuelle du Verband deutscher Elektrotechniker, à Essen (31 mai 1921). — P. B.

621.395.624. — Les nouveaux téléphones haut-parleurs de MM. Johnsen et Rahbek ; H. MARCHAND. *Journal télégraphique*, 25 juin 1923, t. XLVII, p. 113-118, 3500 mots, 9 fig. — Après avoir rappelé qu'Edison avait déjà réalisé, vers 1872, un téléphone qui est l'ancêtre de celui qui nous occupe et dont on expliquait le fonctionnement par des phénomènes électrochimiques, l'auteur explique, en quelques lignes, le phénomène de Johnsen-Rahbek, déjà connu de nos lecteurs, et décrit les dispositifs imaginés pour son utilisation pour la reproduction de la parole. Les haut-parleurs ainsi réalisés semblent devoir beaucoup se généraliser, surtout en radiotéléphonie (voir *R. G. E.*, 5 avril 1924, t. XV, p. 599). — Y. G.

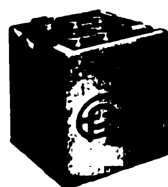
621.395.663. — Fonctionnement des compteurs automatiques de conversations téléphoniques ; M. HIMBERT. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1923, t. XII, p. 1145-1149, 1800 mots, 1 fig. — L'auteur passe en revue les causes de fonctionnement défectueux de ces compteurs : défaut d'enregistrement de communications ou, au contraire, enregistrements non motivés, en en donnant un tableau synoptique ; il décrit ensuite, et c'est là le but principal de l'article, un dispositif d'essais qu'il a imaginé et qui permet à un seul agent de faire la vérification méthodique des dicordes (connexions à double fil servant à la mise en communication des abonnés) qui provoquent généralement les faux comptages, alors qu'il faut normalement opérer avec deux agents et dans des conditions peu pratiques en raison de leur éloignement, l'un devant opérer au tableau « urbain », l'autre aux compteurs. Dans le régime actuel des abonnements à conversation taxée, il faudrait compter une erreur de 2 à 5 pour 100 en excès dans le comptage automatique. — Y. G.

621.395.9 + 656.254. — Le service des téléphones dans les chemins de fer ; W.-H. CAPEN. *Electrician*, 14 décembre 1923, t. XCI, p. 661-662, 3300 mots, 4 fig. — Le système ordinaire de téléphonie dans les chemins de fer doit assurer la transmission de vibrations dont la gamme s'étend de 200 à 2000 p : s. Comme la perte de puissance dans la ligne peut excéder 99 pour 100, le problème est très complexe. Sur une ligne de 500 km avec 50 ou 60 stations intermédiaires écoutant simultanément, les stations les plus rapprochées du transmetteur absorberont évidemment la plus grande partie de la puissance. Pour des raisons diverses, le système « à pont » est préférable au système des stations en embrochage dans la ligne. L'impédance doit, théoriquement, décroître à mesure qu'on s'approche des stations éloignées. Mais, outre la complication que l'établissement d'une pareille ligne introduirait, il en résulterait une mauvaise transmission de la station éloignée à l'envoyeur. — Actuellement, il est admis que le service du téléphone n'est acceptable que si le nombre des stations écoutant la communication n'est pas supérieur à 10 ou 15. En conséquence, on

ACCUMULATEURS - PILES



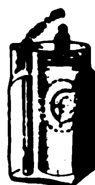
Stationnaire



Automobile



T. S. F.



Piles
à liquides



Sonnerie
Téléphonie

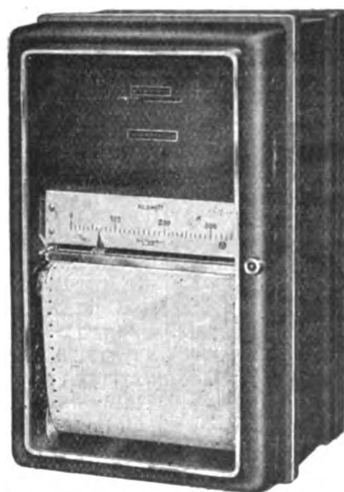


T. S. F.

Porte Champerret
LEVALLOIS-PARIS

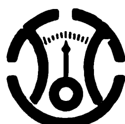
GADOT

153, Avenue Berthelot
LYON



TRUB, TAUBER & C[ie]

ZURICH
3, rue Ampère



PARIS
36, B[d] de la Bastille

Téléph. : Diderot 14-90 — *Télég. :* Dyn.
Registre du Commerce : Seine N° 20 534

FABRIQUE d'INSTRUMENTS de MESURES

électromagnétiques, caloriques,
à cadre mobile, dynamométriques,
Ferraris et Statiques



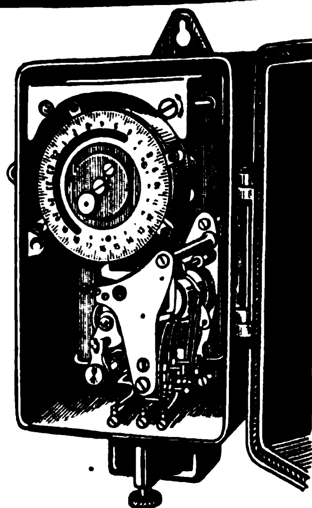
INSTRUMENTS DE LABORATOIRE

***TRANSFORMATEURS de MESURES** jusqu'à 120,000 volts*

Enregistreur : diagramme utile 150 mm coordonnées rectilignes | **Réparations Appareils toutes Marques**

S.A. DES INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES, BERNE (Suisse)

Gerbergasse, 27



Interrupteurs horaires électriques
pour éclairage public

Interrupteurs de blocage
pour force motrice et appareils de chauffage

Interrupteurs et Régulateurs de température

Horloges de contact
pour compteurs à tarif multiple

Interrupteurs à distance

Interrupteurs horaires avec minuteries

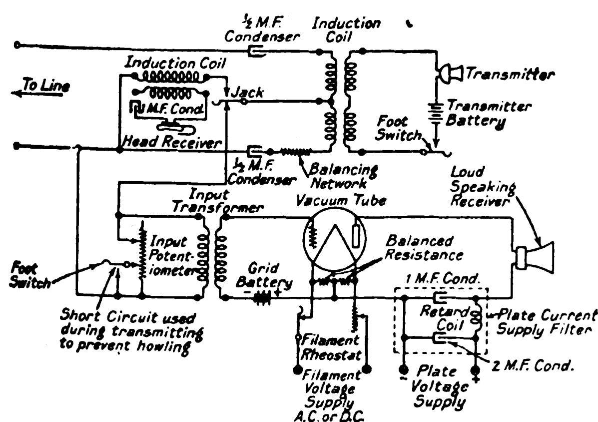
Agent général pour la France et ses colonies

MM. Trüb, Täuber & C[ie], 36, boulevard de la Bastille Paris (12[e])

ATELIER DE RÉPARATION A PARIS à l'adresse ci-dessus

Téléphone : Diderot 14.90 —:— (*Registre du Commerce* : Seine N° 20534) —:— Adr. télég. DYN-PARIS

a considéré 160 km de câble de 2,3 mm et 48 km de câble 1,6 mm de diamètre, avec des nombres de stations intermédiaires respectivement égaux à 25 et 15. On a supposé que des bobines de 0,175 henry, espacées de 2,6 km, étaient utilisées dans le premier cas; dans le second, des bobines de 0,205 henry espacées de 1,4 km. La meilleure valeur de l'impédance de station intermédiaire à la fréquence de 800 p : s a été trouvée égale à 20 000 ohms. Les calculs montrent que, à 800 p : s et à 1 500 p : s, avec des impédances respectives de 20 000 ohms et de 34 000 ohms, les rendements passent par des maxima et minima à intervalles réguliers, c'est-à-dire aux points de demi-longueurs d'onde. La plus grande perte se trouve à une longueur d'un quart d'onde de l'extrémité de la ligne. Avec une ligne de structure uniforme, les changements en phase et amplitude sont uniformes. Mais, si un changement brusque a lieu dans la ligne, il peut y avoir réflexion de l'onde de tension. Avec des stations de haute impédance, l'extrémité de la ligne est approximativement un circuit ouvert qui donne une discontinuité maximum et une réflexion totale (ondes stationnaires). On peut



621.395.9 + 656.254. — Fig 1. Circuit de ligne avec haut-parleur. Condenser, condensateur; induction coil, bobine d'induction; To line, vers la ligne; Transmitter, transmetteur; Transmitter battery, batterie du transmetteur; Foot switch, interrupteur à pédale. Head receiver, casque récepteur; Balancing network, réseau d'équilibrage; Loud speaking receiver, récepteur haut-parleur; Input transformer, transformateur d'entrée; Vacuum tube, tube à vide; Input potentiometer, potentiomètre d'entrée; Grid battery, batterie de grille; Short circuit used during transmitting to prevent howling, court-circuit utilisé durant la transmission pour empêcher le hurlement; Filament rheostat, rhéostat du filament; Voltage supply AC. or D.C, tension d'alimentation du filament, courant alternatif ou continu; Balanced resistance, résistance équilibrée; Retard coil. bobine de retard; Plate voltage, tension de plaque; Plate current supply Filter, filtre de la source fournissant le courant de plaque.

éviter ce fait en shuntant la dernière station avec une résistance d'environ 12 600 ohms (puisque l'impédance de la ligne considérée est égale à cette valeur). Pour une station intermédiaire, les conditions suivantes devraient être réalisées : 1° avoir un condensateur en série pour réduire les pertes dues aux courants du sélecteur ; 2° avoir une fiche pour parler, le transmetteur étant ouvert quand on écoute; 3° avoir un son suffisamment renforcé pour attirer l'attention de l'opérateur ; 4° isoler le transmetteur et le récepteur de la ligne par une bobine d'induction. Depuis le développement du tube à vide, on a pu équiper les lignes en haut-parleurs. Il est naturellement nécessaire de réduire l'amplification pour empêcher le « hurlement ». L'amplificateur est un simple circuit à une lampe disposé à la manière ordinaire avec transformateur d'entrée. Certains circuits ne sont pas équipés avec des sélecteurs et l'usage des haut-parleurs à chaque station intermédiaire met les opérateurs à même d'entendre tous les messages transmis et d'être appelés directement à la voix. Sur les lignes où il n'y a qu'un homme, il serait impossible d'exiger de celui-ci le port continuel du casque du récepteur. Le haut-parleur est donc tout indiqué. — La figure 1 montre la disposition d'un circuit de ligne employant un haut-parleur. — C. F.

621.395 624. — Les haut-parleurs pour la radiotéléphonie et autres usages. *Electrical Review*, 7 et 14 décembre 1923 t. XCIII, p. 870-873 et 909-911, 7 500 mots, 8 fig. — Ces deux articles contiennent des résumés des communications faites sur ce sujet à la réunion du 23 novembre de l'Institution of Electrical Engineers et de la Physical Society, de Londres. Le professeur A.-O. Rankine traita la question des principes généraux réglant la reproduction fidèle du son par les haut-parleurs. En ce qui concerne la fidélité de la reproduction, le professeur Rankine estime que celle obtenue avec les bons récepteurs ordinaires est suffisante et qu'elle ne devient mauvaise que lorsqu'on veut obtenir une trop grande intensité d'émission. Une des principales causes de distorsion est la résonance du diaphragme du récepteur. On peut y remédier soit en l'amortissant, ce qui diminue la sensibilité générale, soit en prenant des appareils dont la fréquence propre soit en dehors de l'échelle des fréquences perceptibles à l'oreille. Le mieux serait d'avoir des appareils dont la fréquence propre serait nulle et le professeur Rankine cite, comme répondant à ce desideratum, un dispositif attribué à Siemens et Halske formé d'une mince lame métallique suspendue entre les pôles d'un électroaimant de façon que son plan soit parallèle au champ magnétique et traversé par le courant téléphonique. Selon le professeur Rankine, le radiateur idéal de son devrait être un radiateur sphérique excité par des vibrations électriques, mais il n'a, dit-il, aucune idée sur la façon dont on pourrait réaliser un tel appareil. D'autre part, il estime que soit pour entendre une personne elle-même, soit pour entendre un haut-parleur, l'idéal serait de ne pas avoir d'écho ; à plus forte raison, il ne peut tolérer qu'il y ait superposition de deux échos, ce qui se passe avec un haut-parleur quand la salle d'audition n'est pas disposée de façon à supprimer l'écho, car, à la transmission, il y a un effet d'écho inévitable. — M. L.-C. Pocock exposa une étude théorique du haut-parleur et signala quelques facteurs empêchant une reproduction fidèle et efficace. En conclusion de sa communication, il dit qu'avec les récepteurs actuels on ne peut obtenir la fidélité de reproduction qu'au détriment du rendement. Le rendement total d'un haut-parleur ne serait, dit-il, au plus que de 1 pour 100, la perte principale étant la perte dans le fer, d'où l'intérêt que pourrait présenter la découverte d'un métal magnétique très perméable et ayant de faibles pertes par hystérésis. — Ensuite le professeur C.-L. Fortescue exposa la question des causes de distorsion venant des amplificateurs. Il montra comment, ayant tracé le diagramme des caractéristiques d'une valve en fonction de la tension de grille et de la tension d'alimentation, on peut déterminer le courant dans l'anode, et indiqua comment doit se faire le tracé de ce diagramme en tenant compte de la valeur effective, en courant alternatif, des résistances dans le circuit anode et suivant les fréquences. Le courant de grille réagit généralement sur la source d'oscillations et amène un changement dans la forme de l'onde. Pour y remédier, il faut rendre négligeable l'effet du courant de grille Il faudrait, dit le professeur Fortescue, que la tension de la batterie de l'anode soit très élevée et que le potentiel de la grille soit fortement négatif. Il y a aussi des troubles venant des transformateurs utilisés. Cependant le professeur Fortescue estime qu'avec des amplificateurs et des circuits convenablement étudiés on ne peut qu'obtenir d'excellents résultats avec les amplificateurs. — M. H.-L. Porter dit quelques mots sur la question des problèmes acoustiques du gramophone. — M. E.-K. Sandeman discuta l'importance relative de chaque bande de fréquence dans le spectre des fréquences perceptibles à l'oreille et les mesures sur les haut-parleurs. Comme mesure de l'effet d'un haut-parleur, le

Établissements JOYA

GRENOBLE

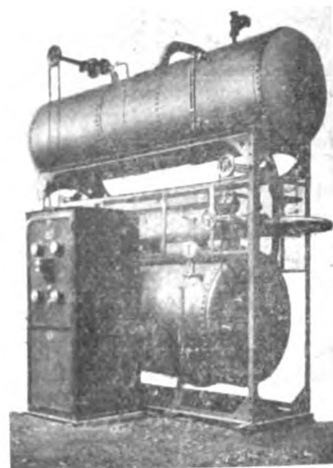
Registre du Commerce : Grenoble N° 7474

CONDUITES FORCÉES
AMÉNAGEMENT DE PRISES D'EAU
GRILLES, VANNES de tous systèmes

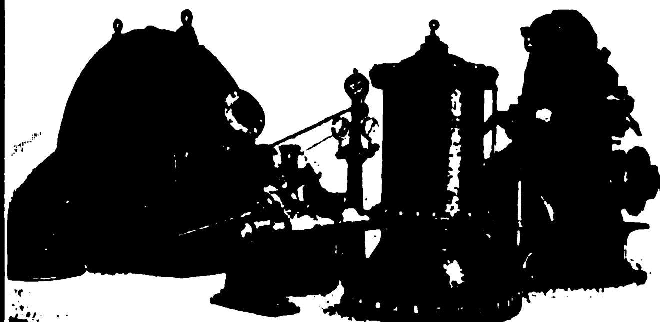
GÉNÉRATEURS DE VAPEUR
de grande puissance

Chaudières électriques Bergeon – Frédet
Système breveté

BUREAU à PARIS. 77, rue de Prony (17e). — *Adr. télégr. :* **RÉJOYA-PARIS**
BUREAU à LYON, 15, rue Victor-Hugo



Chaudière électrique avec accumulateur



Turbine Francis Spirale de 5000 chevaux
180 m de chute, 750 tours par minute

SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS DE

Théodore Bell & Cie

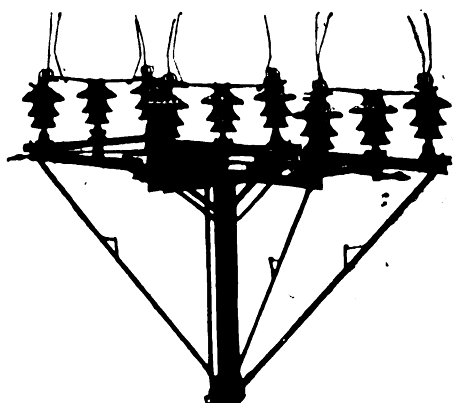
KRIENS-LUCERNE (Suisse)

MAISON SUISSE FONDÉE EN 1855

REPRÉSENTATION POUR LA FRANCE :
H.-F. WEBER, Ingénieur, 26, boulevard de Grenelle, Paris (15e)
Registre du Commerce : Seine N° 19870

TURBINES HYDRAULIQUES

POUR TOUTES CHUTES ET PUISSANCES
INSTALLATIONS HYDRAULIQUES COMPLÈTES



Interrupteur aérien 45000 volts monté sur un seul poteau.

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS & DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES & MÉCANIQUES

BUREAUX & ATELIERS : 40, rue d'Aguesseau, BOULOGNE-SUR-SEINE

Téléph. : 367 *Boulogne* — *Reg. Com. :* Seine, N° 170761

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE A HAUTE ET TRÈS HAUTE TENSION

TYPE « DELTA STAR »

SPÉCIALITÉ D'APPAREILS POUR L'EXTÉRIEUR

PETITS POSTES ÉCONOMIQUES SUR POTEAUX
jusqu'à 40000 volts

moyen indiqué par l'auteur consiste à lui fournir une énergie connue et à mesurer l'énergie sonore rendue au moyen d'un microphone calibré. La difficulté expérimentale réside dans le fait qu'il se produit des ondes stationnaires et que le microphone, qui peut se trouver placé à un nœud pour une fréquence donnée, se trouvera à un ventre pour une autre fréquence. On peut, dans une large mesure, éviter cet effet en faisant la mesure dans une grande salle et en plaçant le microphone très près du pavillon du haut-parleur. On peut aussi, comme le fait M. L.-C. Pocock, employer une bande de fréquences encadrant celle pour laquelle on fait la mesure et appliquées sinusoïdalement dans le temps. On obtient ainsi, automatiquement, une valeur moyenne. On doit faire l'essai du haut-parleur en circuit avec l'amplificateur destiné à fonctionner avec lui. — Les professeurs J.-T. Mac Gregos-Morris et E. Mallett discutèrent la question de la résonance des diaphragmes. Cette résonance se produit pour différentes fréquences qui ne sont pas des harmoniques par le fait que la plaque vibre tantôt en entier, tantôt par parties seulement; en outre, des expériences ont montré que ces fréquences sont dans l'étendue des fréquences musicales. — M. G.-A. Sutherland exposa la question de l'acoustique de la salle d'auditions. Il montra l'effet relatif des dimensions de la salle et de son coefficient moyen d'absorption ainsi que l'importance de la « réverbération » ou décroissance lente du son dans une salle. A ce point de vue, le public forme, dit-il, le meilleur « absorbeur » de son et on obtient un meilleur résultat en le répartissant dans plusieurs petites salles avec chacune un haut-parleur qu'en le mettant dans une seule grande salle quand on veut faire entendre du « parlé ». Pour la musique, où on peut désirer une réverbération plus longue, il y aurait lieu de faire le contraire. On doit traiter à ce point de vue chaque cas en particulier. — Enfin M. S.-G. Brown soumit quelques idées au point de vue des améliorations à apporter aux haut-parleurs : suppression de la vibration propre de la colonne d'air dans le pavillon en perçant dans celui-ci des trous à 1/2, 1/4 et 1/8 de sa longueur. Le pavillon, dit-il, devrait être en métal lourd et à parois épaisses, et on devrait l'isoler de l'appareil producteur de son. — Le capitaine P.-P. Eckersley donna rapidement, pour terminer, les caractéristiques du haut-parleur « Gaumont-Lumière ». — J. S.

621.396.5. — Radiotéléphonie avec ou sans courant porteur; P. David. *L'Onde électrique*, octobre 1923, t. II, p. 579-596, 3 200 mots, 7 fig. — Bien que de nombreux auteurs aient déjà exposé les principes généraux de la radiotéléphonie, l'auteur estime qu'il n'est pas inutile d'en dire encore quelques mots, pour une double raison : d'abord, parce que les récents essais de communications transatlantiques réussis par la Western Electric Company ont attiré l'attention sur le procédé de transmission « sans courant porteur » auparavant très peu connu; ensuite, parce que les articles déjà parus sur ce sujet traitent en général la question avec le secours de formules mathématiques peu attrayantes. L'auteur s'est donc proposé d'exposer complètement le principe de ce procédé en n'employant les calculs trigonométriques qu'à titre de vérification et de complément. Il indique le principe de la modulation téléphonique et les moyens de l'effectuer; il rappelle ensuite en quoi consiste la détection et comment elle déforme le courant reçu. Puis il montre que l'on peut envisager la transmission radiotéléphonique sans courant porteur, mais que ce procédé séduisant semble d'une application difficile à cause de l'impossibilité où l'on se trouve de produire, à l'arrivée, un courant rigoureusement synchrone du courant porteur supprimé. Enfin, il indique que cet inconvénient est jusqu'à un certain point atténué par la transmission d'une seule « bande latérale » et quel est, par suite, l'intérêt de ce procédé ingénieux. — G. M.

621.396.5 — Téléphonie sans fil; G. Malgorn. *La Vie technique et industrielle*, août, septembre, octobre, décembre 1923, t. V, p. 303-310, 385-388, 11-18, 163-166. — L'auteur, après avoir expliqué le principe de la téléphonie sans fil et la nécessité d'obtenir des trains d'onde continus, expose les solutions apportées au problème. On peut utiliser un des trois procédés de production des ondes entretenues : l'arc, l'émetteur à tubes à vide ou l'alternateur à haute fréquence. L'arc ne donne pas d'aussi bons résultats que le tube à vide en téléphonie sans fil, car celle-ci exige une constance remarquable de l'intensité et de l'onde d'émission, les moindres variations produisant les effets les plus fâcheux. Or, avec le générateur à arc, on n'arrive à combattre l'irrégularité de la source qu'au prix de réglages laborieux et délicats; on sait, d'autre part, que les alternateurs à haute fréquence ne peuvent guère être utilisés pour les faibles longueurs d'onde; c'est une difficulté pour leur application courante à la téléphonie aux petites distances; cependant, à égalité de puissance, les postes à alternateurs sont plutôt moins onéreux que les postes à lampes. Parmi les alternateurs à haute fréquence, certains permettent la modulation directe en agissant sur le courant continu d'excitation; avec les machines à fer tournant, ce procédé ne peut être utilisé. Il faut alors employer d'autres méthodes, parmi lesquelles il faut signaler celle de l'amplificateur magnétique et celle de M. Marius Latour. En revanche, le tube à vide constitue une source d'oscillations entretenues se prêtant remarquablement à la téléphonie. Le tube à vide est d'ailleurs employé non seulement pour la génération des ondes entretenues, mais aussi pour la modulation, pour la réception et pour l'amplification. Actuellement, les seuls générateurs employés sont le tube à vide pour les puissances et les longueurs d'onde moyennes et l'alternateur pour les grandes puissances. L'auteur étudie, en détail, les différents systèmes de modulation employés : modulation sur la grille, modulation par absorption, modulation à intensité constante, modulation au moyen de l'amplificateur magnétique Alexanderson, après quoi il donne la description de quelques types de microphones qui peuvent être soit à conducteurs solides, soit à conducteurs liquides, soit à conducteurs gazeux. Les divers systèmes de radiotéléphonie duplex sont ensuite passés en revue par l'auteur qui termine par une comparaison de la télégraphie sans fil et de la téléphonie sans fil au point de vue des brouillages et par l'exposé de quelques applications intéressantes de la radiotéléphonie (liaisons radiotéléphoniques le long des réseaux de transmission de l'énergie électrique à haute tension; application de la radiotéléphonie aux lignes de chemins de fer; concerts radiophoniques). — G. M.

621.396. — A propos des origines de la télégraphie sans fil. *Radioélectricité*, 1er novembre 1923, t. IV, p. 461-463, 1 200 mots. — Poursuivant l'enquête ouverte en vue de préciser les origines de la télégraphie sans fil, la revue « Radioélectricité » a reçu de nouvelles contributions de M. E. Bellini et de M. E. Piérard, ingénieur en chef des télégraphes belges : le premier définit le rôle de l'inventeur en général et se propose d'en faire l'application au cas qui nous intéresse; le second confirme cette opinion par l'exposé de ses recherches personnelles sur la question. — G. M.

621.396 : 621.394.337. — Projet de radiotélautographe datant de 1907. *R. G. E.*, 15 décembre 1923, t. XIV, p. 966, 500 mots.

621.396 (062). — Rapport de la commission italienne spéciale pour les concessions radiotélégraphiques. *Telegrafi e Telefoni*, juillet-août 1923, t. IV, p. 159-177, 14 000 mots, 12 fig. — Un comité technique nommé par la commission pour les concessions radiotélégraphiques en Italie a visité, du 20 août au 17 septembre 1922, les principales installations françaises, anglaises et allemandes, en même temps qu'il en a étudié l'organisation. Dans le rapport qu'il a établi à la suite de ce voyage, ce comité fait tout d'abord ressortir la tendance marquée, par les trois pays, de s'assurer le contrôle du service radiotélégraphique, moyennant une importante organisation d'Etat. Il est résulté de cette situation, particu-

lièrement en France et en Angleterre, un antagonisme assez prononcé entre les administrations d'Etat et privées. S'il y a, en Allemagne, accord entre les compagnies et le Gouvernement, on a remarqué toutefois que l'Etat se préoccupait de la trop grande importance que pouvait prendre, dans le domaine international, une seule compagnie concessionnaire, solution dont tous les pays ont d'ailleurs reconnu l'inconvénient. Au point de vue technique la question la plus importante est celle des valves ioniques, et le comité estime que ce système doit être considéré comme étant toujours à l'étude et en état de rapide évolution en ce qui concerne les grandes installations. On n'est pas encore fixé sur la puissance à donner à chaque valve et sur les éléments qui constituent les valves elles-mêmes. Des données sur la vie des lampes manquent complètement. Le comité a cherché aussi à se procurer les renseignements nécessaires pour établir une comparaison entre les transmissions radiotélégraphiques à grande distance et celles par câble. Il a pu se confirmer dans le doute, déjà exprimé au sein de la commission et relatif à la possibilité d'un service radiotéléphonique direct, efficace et continu entre l'Europe et la République Argentine. Il a pu constater, en outre, les divergences d'opinions qui existent dans les grandes compagnies sur les communications à longue distance. Les techniciens les plus sincères et les plus désintéressés disent la vérité en l'atténuant plus ou moins, tandis que les administrations affirment la sécurité des transmissions même dans les cas où elle est loin d'exister. — Il n'a pas été possible d'avoir des données précises sur les câbles parce que les sociétés sont très jalouses à ce point de vue. Il n'est pas hasardé toutefois d'affirmer qu'un long câble (Italie-République Argentine, par exemple) est sujet à des interruptions qui, en moyenne, peuvent se produire au moins une fois par an. La question ne laisse pas que d'être préoccupante pour l'Italie qui ne dispose que d'un seul navire poseur de câbles. Quelle que soit d'ailleurs la solution qui sera adoptée relativement aux câbles, il serait opportun de disposer, en Italie, d'une grande installation radiotélégraphique capable d'assurer le service avec les deux Amériques. On donnerait à l'Italie, d'une part, l'indépendance qui lui est nécessaire, et, d'autre part, elle ne serait pas exclue du réseau mondial des communications radiotélégraphiques qui se développe chaque jour de telle façon que tout retard pourrait être nuisible au développement futur de l'expansion commerciale du pays. Le comité signale, en outre, que l'Italie doit s'assurer la possibilité d'utiliser tous les brevets des grandes organisations extérieures. Il est nécessaire, d'autre part, que l'Etat exerce une ingérence immédiate et directe sur la gestion du service radiotélégraphique international en réduisant au mininimum la partie politique que les compagnies concessionnaires sont portées à cultiver de préférence, pour faire triompher leurs intérêts, même aux dépens de la partie technique et commerciale. — P. B.

621.396. — Les communications radioélectriques. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, août 1923, t. XII, p. 886-898, 5 000 mots. Analyse d'un article de O.-B. Blackwell, paru dans *Telegraph and Telephone Age*, janvier 1923. — Ces quelques pages sont destinées à préciser le rôle des communications radioélectriques et à indiquer la place qui leur revient en téléphonie. Le début de l'article a pour but de faire mieux connaître la nature respective des communications avec fil et sans fil, tandis que la dernière partie est un aperçu général des applications actuelles de la radiotéléphonie et de celles qui appartiennent à un avenir peut-être très proche. — Y. G.

621.315.63 : 621.396. — Pertes diélectriques dans les isolants utilisés pour la construction radioélectrique ; P. Bouvier. *Radioélectricité*, 10 janvier 1924, t v : Bulletin Technique, p. 1-4, 1 600 mots, 2 fig. — La dixième commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité a étudié récemment les différents isolants employés dans la construction électrique. Elle a examiné quels étaient les essais, tant électriques que mécaniques, permettant de fixer le constructeur sur la valeur d'un isolant déterminé ; elle a arrêté, d'accord avec le Laboratoire central d'Electricité et le Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, le programme et les conditions d'exécution de ces essais. Les principales caractéristiques électriques qui intéressent tout constructeur de matériel électrique sont : 1° la résistivité transversale et superficielle ; 2° la rigidité diélectrique transversale et superficielle. Le constructeur de matériel radioélectrique doit s'inquiéter de plus en plus de la question des pertes diélectriques. Ces pertes prennent naissance quand l'isolant est placé dans un champ variable, un champ alternatif, par exemple. Elles sont en général tout à fait négligeables pour les fréquences industrielles. Elles peuvent, au contraire, devenir très importantes pour les fréquences utilisées en télégraphie sans fil, surtout lorsqu'il s'agit d'ondes courtes. Un isolant présentant une grande résistivité et une grande rigidité diélectrique, parfait pour la construction normale, peut être inutilisable en haute fréquence, s'il est le siège de pertes diélectriques importantes. On conçoit donc tout l'intérêt que présente, pour le constructeur de matériel radioélectrique, l'étude des isolants à ce point de vue. Les membres de la dixième commission de l'Union des Syndicats de l'Electricité s'occupant de radiotélégraphie n'ont pas manqué d'insister sur ce fait et de demander l'insertion, au programme d'essais, de la mesure des pertes diélectriques pour tous les isolants susceptibles d'être employés en télégraphie sans fil. Des rapports ont été présentés sur la question dont l'auteur résume les renseignements les plus importants et en tire les conclusions intéressant le constructeur. Signalons, entre autres, qu'un échantillon de quartz soumis au même champ et à la même fréquence est le siège de pertes 15 fois plus faibles qu'un morceau de verre de mêmes dimensions, et 100 fois plus faibles qu'une pièce de bakélite identique. D'autre part, sous le même volume et avec les mêmes pertes totales, il est prouvé que le condensateur au mica a une puissance apparente 16 fois supérieure à celle du condensateur à lames de verre. On conçoit tout l'intérêt de l'emploi du mica comme diélectrique pour la construction des condensateurs de télégraphie sans fil, en particulier, pour l'exécution des condensateurs d'émission destinés à être placés dans des stations qui doivent avoir un encombrement très réduit. — G. M.

621.396.615. — Les émetteurs à lampes ; W.-R.-G. Baker. *Proceedings of the Institute of Radio-Engineers*, décembre 1923, t 11, p. 601-659, 9 000 mots, 63 fig. — L'auteur fait une étude très complète des émetteurs à lampes d'une puissance variant de 500 w à 20 kw. Il donne les éléments essentiels de ces émetteurs ainsi que les caractéristiques des diverses lampes employées. Il termine par quelques considérations sur la durée des lampes. — G. M.

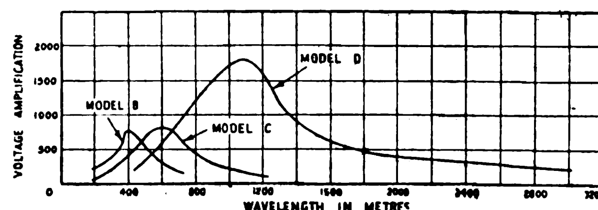
621.396.615.3. — La mesure du courant de saturation dans les lampes à trois électrodes ; M. Guéritot. *L'onde électrique*, octobre 1923, t 11, p. 557-560, 900 mots, 1 fig. — La mesure du courant de saturation dans les lampes d'émission puissantes est une opération assez délicate qui, jusqu'ici, n'avait été réalisée que par les procédés oscillographiques. Peu de temps avant sa mort, M. Guéritot avait imaginé une méthode fort simple et qui, essayée au Laboratoire de l'Etablissement central de la Radiotélégraphie militaire, s'était montrée susceptible de fournir d'excellents résultats. La méthode décrite par l'auteur a été comparée au procédé oscillographique ; on a constaté que cette dernière donnait des valeurs plus élevées pour le courant de saturation, ce qui a conduit à en modifier le mode opératoire. — G. M.

621.396.615.6. — Les perfectionnements récents des tubes à vide élevé ; J.-C. Worner. *Proceedings of the Institute of Radio-Engineers*, décembre 1923, t 11, p. 587-599, 1 200 mots, 10 fig. — La tendance actuelle dans l'industrie des tubes à vide est de réduire la puissance nécessaire pour le chauffage du filament et, en même temps, d'améliorer,

lorsque cela est possible, les caractéristiques de fonctionnement du tube. Ces perfectionnements sont rendus possibles par la découverte de nouveaux phénomènes physiques, par une connaissance plus approfondie des relations entre le fonctionnement mécanique et le fonctionnement électrique du tube, enfin, par une étude plus détaillée des desiderata auxquels doivent satisfaire les circuits dans lesquels sont insérés les tubes. Le but du présent article est de passer en revue ces différents points tout en donnant une description succincte de deux nouveaux tubes récepteurs — les radiotrons UV-199 et UV-201-A. Le tube UV-199 est destiné soit à la détection, soit à l'amplification et fonctionnant à l'aide de piles sèches. Le tube UV-201-A peut servir également de détecteur ou d'amplificateur. Tous deux contiennent un nouveau type de filament au tungstène qui fonctionne à une température beaucoup plus basse, tout en assurant une émission d'électrons plus élevée et une plus longue durée du tube. Une autre caractéristique de ces tubes est l'obtention d'un vide très élevé ; les méthodes employées pour assurer ce vide très poussé donnent aux tubes une coloration argentée caractéristique. — G. M.

621.396.625.3. — Une possibilité d'application de la radioélectricité, le phonographe de l'avenir ; E. Pepinster. *Radioélectricité*, 1er novembre 1923, t IV, p. 475-476, 1 100 mots, 2 fig. — Il s'agit de la description du « télégraphone » du savant danois Poulsen. Cet appareil, basé sur la rémanence magnétique de l'acier, comprend essentiellement un système magnétique bipolaire, entre les pôles duquel glisse un fil d'acier. Les ondes sonores sont transformées par le microphone en vibrations électriques qui circulent sous forme de courant dans les bobines de l'électro-aimant. Les variations correspondantes d'aimantation polaire influencent, à son passage, le fil d'acier et lui communiquent, en chaque point, une aimantation qui dépend des modulations de la voix. Pour reproduire la conversation, il suffit de substituer un haut-parleur au microphone et de faire repasser le fil d'acier dans le même sens que lors de l'enregistrement. Les variations de l'aimantation du fil d'acier développent, au passage du fil sous les pôles, une succession de vibrations magnétiques qui font naître dans les bobines de l'électro-aimant des variations de courant auxquelles correspondent les modulations de la voix reproduites par le haut-parleur. Ainsi est réalisé le phonographe à fil, basé sur l'induction magnétique à faible distance. L'adaptation pratique de cet appareil à la téléphonie donnerait lieu à d'intéressantes applications. On pourrait alors soit enregistrer une conversation reçue sur antenne, soit transmettre par radiotéléphonie le contenu d'un film ; on pourrait même, en conjuguant ces deux modes de fonctionnement, obtenir ce résultat fantastique de faire converser à haute voix deux personnages absents l'un et l'autre. — G. M.

621.396.64. — Quelques nouveaux appareils Marconi. *Electrician*, 14 décembre 1923, t. XCI, p. 663-664, 1 800 mots, 4 fig. — On peut admettre que l'amplificateur idéal serait celui qui est également efficace pour les diverses longueurs d'onde communément employées en radiotélégraphie (200 à 20 000 m). Mais, quoique cet idéal ait été presque atteint dans les modèles A de la Compagnie Marconi, la construction de ces derniers introduit de grosses complications. C'est pourquoi les amplificateurs type AG ont été construits en plusieurs modèles: AG_1, AG_2 et AG_3. Le type AG_1 est un amplificateur de haute et basse fréquence. Il utilise quatre lampes pour l'amplification à haute fréquence, une pour la détection et une pour l'amplification à basse fréquence. Le type AG_2 est un amplificateur à haute fréquence. Il y a six lampes amplificatrices à haute fréquence et une pour la détection. Le type AG_3 est un amplificateur à haute et basse fréquence. Il y a neuf lampes, six pour l'amplification à haute fréquence, une pour la détection et deux pour l'amplification. Chacun de ces trois types d'appareils peut être fabriqué en cinq modèles, suivant la gamme d'ondes requise. Leur amplification en haute fréquence relative à diverses longueurs d'ondes est donnée par les courbes de la figure 1.



621.396.64. — Fig. 1. Courbes d'amplification des nouveaux amplificateurs Marconi. Wavelength in meter, longueur d'onde en mètres.

Les lampes employées dans ces amplificateurs ont la plus petite capacité possible. Outre leur application à la détection, ces appareils peuvent être employés pour réduire l'interférence dans la réception sur cadre et pour obtenir la réaction. L'amplification des courants électriques en ce qui concerne la télégraphie sans fil et la téléphonie peut être divisée en deux classes, savoir : 1° amplification à haute fréquence comprenant les fréquences de 3 000 000 p:s à 10 000 p : s (longueurs d'ondes de 30 000 m à 100 m) ; 2° amplification à basse fréquence comprenant les audio-fréquences de 20 p : s à 10 000 p : s. Deux classes d'amplificateurs basse fréquence ont été développées par la Compagnie Marconi : les amplificateurs de signaux dans lesquels on a négligé quelque peu l'élément distorsion, et les amplificateurs de parole dans lesquels on a pris des précautions spéciales pour obtenir une amplification pratique, sans distorsion, pour une gamme d'ondes très étendue. — C. F.

621.396.661.1. — Mesures de l'intensité des signaux reçus dans le cas des grandes longueurs d'onde ; H. Beverage et O. Peterson. *Proceedings of the Institute of Radio-Engineers*, décembre 1923, t. II, p. 661-673, 1 500 mots, 6 fig. — Depuis longtemps, les auteurs étudient l'emploi de méthodes permettant de mesurer l'intensité du champ dû aux signaux. Ils exposent dans l'article présent la méthode qui leur a donné les meilleurs résultats et qui leur a permis en particulier : 1° d'étalonner la hauteur effective d'une antenne réceptrice en comparaison avec des cadres ; 2° de mesurer la hauteur effective des antennes d'émission avec une précision d'environ 3 pour 100 ; 3° de mesurer des signaux éloignés à moins de 25 pour 100 près dans les plus mauvaises conditions et avec une précision bien plus grande dans de bonnes conditions. Quand les auteurs auront réuni suffisamment de données en ce qui concerne les signaux lointains, il leur sera possible de déterminer avec rigueur le facteur d'absorption pour les longues ondes sur les grandes distances. — G. M.

621.396.661.1. — Mesures de l'intensité des signaux et des perturbations atmosphériques au Bureau of Standards de Washington, mai et juin 1923 ; L.-W. Austin. *Proceedings of the Institute of Radio-Engineers*, décembre 1923, t. II, p. 579-585, 800 mots, 5 tabl. — Les observations recueillies par le Bureau of Standards pendant les mois de mai et juin montrent une plus grande différence d'intensité entre la station de Lafayette et celle de Nauen que pendant les mois correspondants de l'année dernière. La station de Lafayette est plus forte le matin et est moins soumise au phénomène du fading l'après-midi que l'année dernière. La station de Nauen est plus faible le matin et est soumise à un phénomène de fading très marqué l'après-midi. — G. M.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537. — **La position présente de la théorie générale de la relativité**; G.-W. de Tunzelman. *Electrician*, 3 août 1923, t. xci, p. 112-114, 4000 mots. — Parmi les ouvrages importants consacrés à la relativité, les deux plus marquants sont celui de Weyl, intitulé : « Espace, temps, matière », et la réputée « Théorie mathématique de la relativité », due à Eddington. — Le premier de ces ouvrages est constitué par une série de conférences faites par son auteur à l'Ecole polytechnique de Zurich. Environ la moitié du livre, soit 160 pages, est consacrée à la géométrie et à un exposé du calcul tensoriel, qui ne présente pas de difficulté lorsqu'il est traité ainsi de façon systématique. La théorie électrodynamique de Maxwell, et les notions de géométrie analytique nécessaires pour le développement de la théorie généralisée sont en outre exposés dans leurs traits essentiels, de sorte que l'ouvrage est parfaitement approprié à son but, qui est de familiariser les étudiants et les physiciens avec l'emploi du calcul tensoriel. En particulier, l'exposé de la dynamique des champs électromagnétiques fixe et mobile y est remarquablement clair et simple. On ne rencontre de réelles difficultés mathématiques que dans les sections finales du volume. — L'ouvrage d'Eddington n'est, en aucune façon, un livre pour les étudiants. Il s'adresse aux physiciens, et un chapitre de 32 pages est consacré aux bases du calcul tensoriel. Ce volume constitue un exposé déductif et critique de la théorie d'Einstein, et la lecture en est très attrayante. Eddington diffère d'Einstein en ce qu'il considère l'éther comme nécessaire — un éther d'événements. Un exemple frappant des difficultés que l'on rencontre en supprimant l'éther se trouve dans un excellent petit volume de Leigh Page, intitulé : « Introduction à l'électrodynamique », et dont le but est de présenter un développement logique de la théorie électromagnétique, basé sur le principe de la relativité. Il montre qu'en l'absence de l'éther, l'existence d'un électron serait un « miracle ». — L. B.

538.63. — **La théorie électronique et l'effet Hall** ; John-A. Eldridge. *Phys. Rev.*, mars 1923, t. xxi, p. 382-383, 150 mots. — On admet généralement que la théorie électronique conduit naturellement à un coefficient de Hall plutôt négatif pour tous les conducteurs, et le fait que diverses substances donnent lieu à des coefficients positifs a été considéré comme indiquant que cette fonction peut prendre des valeurs positives aussi bien que négatives selon la conductibilité électrique. Une telle conclusion n'est pas justifiée. Les déductions telles que celles de Drude, qui ont conduit à ce résultat, contiennent l'affirmation sans preuve que la durée du libre parcours des électrons de conduction n'est pas modifiée par le champ électrique appliqué. Quand on suppose constant ou non modifié l'espace du libre parcours plutôt que la durée du libre parcours, en admettant que le conducteur soit isotrope, on a trouvé que la théorie électronique ne prévoit pas de déflection de quelque nature que ce soit dans le champ magnétique. Il n'est pas surprenant que l'on ait constaté un double effet positif ou négatif, puisque la simple application de la théorie ne peut être vérifiée expérimentalement qu'avec une grossière approximation (voir *Physical Review*, 1923, t. xxi, p. 131. — Sch.

537.53. — **Variations du courant thermionique dans l'hydrogène sous faible pression**; M. Laporte. *Journal de Physique*, octobre 1923, t. iv, p. 370-375, 2 000 mots, 3 fig. — Un tube de quartz comportant une anode cylindrique de molybdène entourant un filament de tungstène incandescent est soigneusement purgé de tous les gaz occlus et vidé jusqu'à une pression limite de 10^{-4} mm de mercure. Un dispositif à osmo-régulateur de Villard chauffé avec une flamme de gaz d'éclairage permet l'introduction d'hydrogène très pur dont la pression s'élève de 0.01 mm de mercure par minute. La tension anodique variant de 0 à 20 v environ, on peut déterminer trois courbes donnant : 1° en fonction de la tension, les variations du courant électronique mesuré au début de chaque expérience (vide poussé); 2° sous chaque tension, les courants maxima obtenus ; 3° la différence des ordonnées de ces deux courbes, ce qui permet de se rendre compte plus clairement des effet dus à la seule ionisation. Les variations de cette courbe sont en accord avec les valeurs adoptées pour les potentiels d'ionisation de l'atome et de la molécule d'hydrogène. Un calcul simple montre que la pression la plus favorable pour que l'ionisation par choc soit aussi intense que possible à une tension voisine de la tension d'ionisation est telle que le libre parcours moyen de l'électron soit précisément égal à la distance entre le filament et le cylindre. C'est ce que montre l'expérience avec une assez bonne approximation. — G.-H.

537.531. — **Perfectionnements aux tubes de Röntgen**; Société dite : Westinghouse Lamp Company. *Brevet français n° 544 692*, demandé le 19 décembre 1921, délivré le 30 juin 1922. — L'invention consiste à former l'écran ou anticathode des tubes à rayons X avec de l'uranium ou du thorium solide, pur et cohérent, ou un alliage de ces derniers, obtenus par chauffage lent de ces substances ou de leurs sels en poudre dans un four à induction, à haute fréquence, à vide élevé ayant une liaison inductive très serrée entre les enroulements primaire et secondaire. — M.-H. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A., The british electrical and allied Manufacturers'Association*, Londres. — *Bull. A. S. E., Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng., Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc., Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B., Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z., Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M., Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R., General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E., Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E. Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag., Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev. Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E., Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

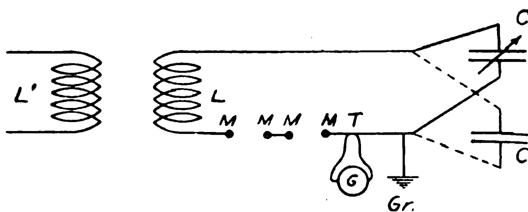
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

535.215. — L'amplification du courant des cellules photoélectriques et ses applications. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. XIV, p. 1025-1026, 1200 mots. Résumé d'une communication présentée par MM. G. Ferrié, R. Jouaust et R. Mesny à la séance du 29 octobre 1923 de l'Académie des Sciences et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 5 novembre 1923, t. CLXXVII, p. 847-849.

537.26. — La rigidité diélectrique de l'air, mesurée entre électrodes planes. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923. 1041-1042 1700 mots. — Dans les relations d'expériences données par Schumann dans le fascicule 4 des « Archiv für Elektrotechnik », 1923, sous le titre : Rigidité diélectrique de l'air, on voit que, pour des électrodes planes, au moins pour des écartements inférieurs à 11 cm, on ne peut pas fixer avec précision la rigidité de l'air, déterminée par le rapport $\frac{V}{r}$, V étant la tension d'amorçage et r. l'écartement des électrodes. Les résultats donnés par les divers expérimentateurs varient énormément, tandis que ceux correspondant à d'autres formes d'électrodes offrent une coïncidence satisfaisante. On est ainsi porté à croire qu'entre électrodes parallèles les lignes de force ne sont pas parallèles et que la rigidité n'est plus représentée par le rapport $\frac{V}{r}$. Tel est l'objet de l'article de H. Zipp dans « Archiv für Elektrotechnik », 1923, t. XII, p. 319. Cet auteur étudie la répartition du potentiel entre électrodes constituées par des plaques circulaires baignant dans l'eau acidulée contenue dans une cuve de faïence, écartées l'une de l'autre de a mm et reliées à une source de courant alternatif. Une sonde, dont les deux électrodes avaient un écartement $\Delta a = 2{,}1$ mm, permettait la mesure du rapport $\frac{\Delta c}{\Delta a}$ qui est proportionnel au champ $\frac{dV}{dr}$ dans un condensateur à lame. L'expérience montra que ce rapport est plus petit pour les positions de la sonde au milieu des plaques que pour celles correspondant au voisinage des bords. Cette variation du rapport est d'autant plus sensible que l'écartement des plaques est plus grand. On observa encore que la densité du courant n'est pas constante sur toute la surface des plaques. Elle est minimum au milieu des plaques ; sur les faces internes aussi bien qu'externes, elle croît suivant une certaine loi, à mesure que l'on se rapproche des bords. La résistance ne varie pas proportionnellement à l'écartement des plaques. Elle est, par exemple, de 135 ohms pour un écartement de 13 mm et de 1155 ohms pour un écartement de 130 mm alors qu'elle devrait être de 1350 ohms. On peut déduire de ces observations que les lignes de courant, entre les plaques, ne restent pas parallèles. De là il est permis d'induire que les lignes de force entre les armatures d'un condensateur sont divergentes non seulement sur le bord des armatures, mais aussi en leur milieu. Pour étudier la répartition de l'intensité du courant qui circule entre deux électrodes, on plongea, dans une solution de sulfate de cuivre, un disque de cuivre laqué sur une face et sur les bords, en face d'une autre plaque immergée également et de surface beaucoup plus grande ; en faisant circuler entre les électrodes un courant d'intensité constante, on mesura le diamètre des dépôts obtenus pour des écartements différents, pendant un même temps. L'article se termine en indiquant les valeurs trouvées par Schumann pour la rigidité diélectrique de l'air, avec des écartements différents et diverses formes d'électrodes. — B. H.

538.53. — Sur l'entraînement du gaz dans la rotation électromagnétique de la décharge électrique. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 903-904, 800 mots. Communication faite par M. Ch. Eug. Guye à la séance du 26 novembre 1923 de l'Académie des Sciences et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 22 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 1104-1106.

537.262. — Les pertes diélectriques aux radiofréquences dans les diélectriques liquides ; A.-B. Bryan. *Phys. Rev.*, octobre 1923, t. XXII, p. 399-404, 1700 mots, 6 fig. — La perte de puissance dans un condensateur est exprimée, pour les petites valeurs de l'angle de perte, par la formule $\psi = R\omega C$, où R et C sont la résistance et la capacité équivalentes au condensateur. L'auteur a employé le montage représenté en figure 1. Le circuit de mesure LCT était couplé inductivement à L' qui est une partie de l'oscillateur à radiofréquence. Le courant à haute fréquence dans le circuit était mesuré au moyen du thermo-couple T et du milliampèremètre G. Les contacts à mercure M pouvaient être fermés par des résistances spéciales pour haute fréquence et de valeurs variables. Chacune de ces résistances était faite d'un bout de fil rectiligne en manganine, suffisamment petit pour rendre négligeable le changement de résistance avec la fréquence. Le circuit était posé sur des cales en ébonite de plusieurs centimètres d'épaisseur afin d'éviter les pertes. En outre, une plate-forme roulante permettait de changer sa distance à l'oscillateur. Le condensateur C_1 était un condensateur de précision de la General radio Company avec vis micrométrique et d'une capacité maximum de 1500 $\mu\mu F$. Lorsqu'on voulait procéder à une mesure, C était mis en circuit et l'oscillateur accordé avec le circuit de mesure. On en déduisait la résistance totale de ce dernier, en y comprenant la résistance équivalente de C ; puis C était remplacé par C_1 qu'on faisait varier jusqu'à ce que l'oscillateur et le circuit de mesure fussent de nouveau en résonance. La différence entre cette seconde valeur de la mesure de la résistance du circuit et la première est la résistance équivalente R du condensateur d'essai C, la résistance équivalente à C_1 étant négligeable. On employa la méthode de variation de la résistance pour mesurer la différence de phase ψ et la constante diélectrique K pour des fréquences comprises entre 2×10^5 et 14×10^5 p : s. Les résultats s'accordent approximativement avec ceux déduits des équations suivantes : nitrobenzine séchée avec soin à 30° C. $\psi = 0{,}028° + \frac{6{,}03 \times 10^4}{f}$; pour l'eau distillée à 23°5 C. $\psi = 0{,}8° + 2{,}09 \times \frac{10^6}{f}$. Elles montrent qu'en plus de la perte diélectrique véritable, il y a une fuite à travers le liquide qui est proportionnelle à $\frac{1}{f}$. Pour le xylène, ψ était trop petit à mesurer, car il était moindre que 0,01° à 3×10^5 p : s. Le pouvoir inducteur spécifique K s'est trouvé être pratiquement indépendant de la fréquence. Il est de l'ordre de 2,24 pour le xylène et de 100, pour l'eau. Pour la nitrobenzine. K décroissait de 42 pour 20° C à 24 pour 14°.2 C, pendant que ψ croissait parallèlement dans le rapport de 7 à 1. On obtenait ces valeurs pour un échantillon de nitrobenzine pour lequel ψ était 12 fois plus grand que lorsque l'échantillon était séché avec soin. — C. F.



537.262. — Fig. 1. Appareil de mesure des pertes diélectriques aux radiofréquences dans les diélectriques liquides. Gr, terre.

537.262. — Forces mécaniques appliquées sur les surfaces de contact des isolants ; Henri Stauffer. *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 765-772, 4000 mots, 6 fig. — L'auteur recherche les applications que l'on peut faire dans le domaine pratique des équations de Maxwell relatives au champ électrostatique. Il en déduit des formules simples qui jettent un aperçu original sur le phénomène de production

des effluves et sur les efforts mécaniques auxquels sont soumis les isolants. Ces déductions, purement théoriques, semblent être en parfait accord avec les faits.

537.311. — Quelques recherches sur les alliages et sur leur résistivité. *R. G. E.*, 1er décembre 1923, t. XIV, p. 825-826, 800 mots. Communication faite par Léon Guillet, le 19 novembre 1923, à la Société française des Electriciens.

577.311. — Influence de l'écrouissage sur la résistivité des métaux et des alliages; Léon Guillet et Marcel Ballay. *Revue de Métallurgie*, juin 1923, t. XX, p. 398-409, 4000 mots, 15 fig., 7 tabl. — Les auteurs commencent par rappeler les recherches antérieures faites sur cette question par Tammann (1912), Credner (1913) et Dupuy (1921); ils décrivent ensuite la méthode qu'ils ont employée, puis ils exposent les résultats qu'ils ont obtenus dans l'application de cette méthode à douze métaux et à quelques alliages. La méthode consiste à comparer la résistance électrique d'une certaine longueur de fil recuit à celle d'une même longueur du même fil après avoir fortement écroui celui-ci par laminage au moyen d'un laminoir à main. Pour cela, les deux fils sont disposés suivant les deux branches d'un pont de Wheatstone, dont les deux autres branches sont formées par des résistances égales. En prenant celles-ci très grandes par rapport aux résistances des fils, la déviation du galvanomètre placé dans le pont est proportionnelle à la différence de résistance des deux fils et, par suite, donne une mesure commode de cette différence. Les deux fils sont ensuite placés dans un four; le fil écroui se trouve ainsi recuit et la variation de la déviation du galvanomètre donne la variation de la résistance pendant ce recuit. — Les résultats des mesures faites sur les métaux purs montrent que la résistivité augmente, en général, avec l'écrouissage, mais d'une quantité très faible : moins de 4 pour 100 de la résistivité primitive; il y a exception pour l'étain et le plomb, dont la résistivité est diminuée d'environ 1 pour 100 par l'écrouissage. Par le recuit du fil écroui, la résistivité diminue. — Pour les alliages de cuivre et de zinc, il y a augmentation de résistivité par l'écrouissage et cette augmentation croît à mesure que la teneur de l'alliage en cuivre diminue de 100 à 68 pour 100; pour cette dernière teneur, l'augmentation de résistivité passe par un maximum qui est de 21 pour 100 de la résistivité avant écrouissage. Pour la plupart des alliages étudiés, il y a encore augmentation de la résistivité par écrouissage, mais cette augmentation ne dépasse pas 7 pour 100; pour les maillechorts, il y a, au contraire, une diminution pouvant atteindre 6,7 pour 100. Pour la plupart de ces alliages, la résistivité du produit écroui est abaissée par le recuit (laitons, bronzes, bronzes d'aluminium); dans le cas du laiton, la diminution peut atteindre 20 pour 100. Pour les maillechorts écrouis, par contre, le recuit augmente la résistivité, et cela d'autant plus que la teneur en cuivre est moindre; cette augmentation peut atteindre 6,5 pour 100, fait intéressant à noter puisque ces alliages sont très employés pour la construction de résistances électriques. — J. R.

537.323. — Effet thermoélectrique; A.-S. Eve. *Phys. Rev.*, mars 1923, t. XXI, p. 370, 150 mots. — Quand une portion d'un fil uniformément homogène soumise à un effort (torsion ou tension) subit une modification par suite d'échauffement ou de refroidissement, il en résulte généralement un courant thermoélectrique. Ces résultats ont été établis par Becquerel (1829), Le Roux (1867), Kelvin et divers autres physiciens. En particulier, Trouton, (Proceedings Royal Society, Dublin, p. 171, 1886) a dirigé ses recherches sur l'étude de l'effet d'une flamme se déplaçant le long d'un fil connecté à un galvanomètre sensible. Des effets comparativement très appréciables ont pu être constatés pour le fer et le nickel, le courant produit étant orienté dans le sens du déplacement de la flamme. Pour diverses autres substances, le courant produit était en sens inverse du déplacement. La présente communication se rapporte à l'effet dû au déplacement le long d'un fil homogène d'un coussinet frotteur plongeant dans l'air liquide. Dans ces conditions, le courant produit dans le fer est de sens inverse par rapport au déplacement relatif du milieu réfrigérant. Dans certaines substances, telles que le cuivre et le platine, l'effet est très faible. Les deux effets d'échauffement et de refroidissement se manifestent de manière toute spéciale dans le cas du nichrome. Les discontinuités existant dans le fil peuvent masquer cet effet. D'accord avec Benedicks, cet effet peut être attribué à un échauffement dyssymétrique produisant un courant électrique. — Sch.

537.34 : 538.55. — Capacités de polarisation en courants alternatifs; V. Sorrel. *C. R. Ac. des Sc.*, 8 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 639-642, 700 mots. — Les mesures montrent que, pour de faibles densités de courant, la capacité croît avec le courant, en même temps que la force électromotrice efficace. Cette capacité ne varie pas avec la température et la concentration. — M.-H. B.

538.53. — Sur le calcul de la self-induction des bobines de forme carrée; Yasujiro Niwa. *J. I. E. E. of Japan*, décembre 1923, n° 425, p. 958-976, 6 fig. — L'auteur a déjà donné, en 1918, une formule permettant ce calcul; dans le travail actuel, il en discute l'application et montre les limites entre lesquelles cette application est possible en tenant compte de l'exactitude sur laquelle il est rationnel de compter. Il compare sa méthode à celle donnée, en 1921, par le Dr Esau dans « Jahrb. f. drathlose Teleg. » et indique que le facteur de correction introduit par ce dernier est obtenu d'une façon incorrecte et conduit à des erreurs. La formule de l'auteur permet également le calcul de la self-induction des bobines plates et aussi celui de la self-induction des bobines à enroulements concentrés. — E. B.

SCIENCES DIVERSES

535.33 : 537.53. — Les spectres de l'arc entre métaux, dans différents milieux et dans le vide; St. Procopiu. Communication faite à la séance du 18 janvier 1924 de la Société française de Physique. *Bulletin de la Société française de Physique*, 18 janvier 1924, n° 195, p. 7-9, 900 mots. — L'étude de l'aspect des spectres de l'arc électrique peut être intéressante pour obtenir des indications sur l'origine des spectres et des précisions sur l'influence du milieu et des électrodes sur le mécanisme d'émission. Cette étude a été effectuée sur des métaux, possédant des séries de raies : Cu, Au, Mg, Ca, Zn, Cd, Hg, Al, Tl. Comme procédé d'étude, l'auteur a envisagé l'intensité, la largeur, le renversement de toutes les raies d'une même série. — Lorsque l'arc jaillit dans l'hydrogène, le gaz d'éclairage ou l'eau, les raies de séries d'arc éprouvent un affaiblissement et un élargissement d'autant plus prononcés, que la raie constitue un terme d'un ordre plus élevé dans la série. Par contre, dans l'arc qui jaillit dans l'azote, les raies de séries d'arc apparaissent jusqu'aux derniers termes des séries, comme dans le vide, tandis que les raies d'étincelle disparaissent. Dans tous les milieux, les raies de flamme sont fort bien développées et renversées, ce qui indique un mécanisme thermique d'émission qui s'ajoute à un mécanisme électrique. — Les spectres de l'arc dans le vide (pression correspondant à 1 mm de mercure) présentent les caractéristiques suivantes : les raies sont fines; les derniers termes des séries apparaissent; les raies de flamme, qui sont nettement renversées dans l'air, ne présentent pas de renversement dans le vide, tandis que, par contre, des raies nombreuses, raies d'arc et raies d'étincelle, présentent un renversement très net; l'aspect des raies d'arc diffère de celui des raies d'étincelle, de sorte qu'on peut ainsi constituer une méthode de séparation des deux catégories de raies; un spectre continu puissant fait son apparition à l'anode; les impuretés des électrodes apparaissent faiblement ou même n'apparaissent pas, tandis qu'elles se manifestent fortement dans l'arc dans l'air. — L'influence de la pression sur la largeur des raies a été étu

diée au moyen de mesures interférentielles; il a été constaté que cette largeur ne dépend pas de la longueur d'onde, mais de son numéro d'ordre dans la série. — J. R.

535.37. — Radiochimie de la fluorescence; Jean Perrin. *C. R. Ac. des Sc.*, 8 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 612-618 2500 mots. — La fluorescence est accompagnée d'une réaction chimique. Les faits observés permettent de les mettre en accord avec la théorie radiochimique générale des réactions. La molécule sensible, après absorption d'un quantum convenable, est amenée à un état critique stationnaire défini; mais deux éventualités sont possibles, selon que cette molécule critique réagit chimiquement ou non sur les molécules voisines. Dans ce dernier cas, la fluorescence accompagne la régénération du corps fluorescent et on est amené à l'expression de la sensibilité du fluorogène. S'il y a réaction chimique, il y a disparition du corps fluorescent et la vitesse de disparition est liée aux concentrations des deux sortes de molécules critiques. Il s'agit d'un domaine nouveau ouvert à la mécanique chimique. — M.-H. B.

535.88. — Etudes sur la projection de la lumière. 7e partie; Frank Benford. *General electric Review*, novembre 1923, t. XXVI, p. 780-787, 4000 mots, 13 fig., 1 tab. — Exposé d'une méthode graphique de détermination de la distribution de la lumière dans le cas d'un miroir parabolique et d'une source en disque (arcs ou lampes à filaments disposés sur un plan). — P. V.

MESURES ET ESSAIS

531.67.00.14. — Un compteur de vibrations. *E. u. M.*, 12 août 1923, t. XLI, p. 473, 300 mots. — Les méthodes actuelles ne donnent aucune indication sur la direction, l'amplitude et l'origine des vibrations. On a bien employé des appareils comme le pallographe de Schlick qui dérive du sismographe, mais ces appareils sont insensibles aux oscillations de haute fréquence. Récemment, le Dr Geiger, de Hambourg, a construit un vibrographe qui ne mesure que 20 cm × 20 cm × 20 cm, ne pèse que 6,5 kg et peut être fixé à toute pièce de machine même de faible dimension. Il est sensible à des vibrations de 350 à 15000 p: mn et jusqu'à 1 cm d'amplitude. Il est constitué par un poids qui agit par l'intermédiaire d'un bras à collier coulissant sur un arbre auquel il est relié par un ressort spiral. Cet arbre entraîne un style qui inscrit les vibrations sur un cylindre. L'action du poids peut être compensée par des contrepoids et la tension du ressort est réglable à volonté. Pour enregistrer les vibrations d'un arbre de turbine, on lui applique une petite roue qui agit sur l'appareil par un levier. J. C.

621.39 : 531.765. — Sur un chronographe enregistreur, imprimant jusqu'aux centièmes de seconde; L. Leroy. *C. R. Ac. des Sc.*, 11 février 1924, t. CLXXVIII, p. 622, 200 mots. — Cet appareil, construit par MM Leroy et Brillié, est constitué par un moteur électrique semblable à celui du transmetteur de signaux horaires de l'Observatoire de Paris, et synchronisé quatre fois par seconde par un chronomètre de marine. Les tops sont produits automatiquement par un contact électrique, et l'enregistrement se fait par frappe directe, en caractères lisibles qui s'impriment sur une bande de papier, formant ainsi un document permanent dont l'avantage est évident. Le volume du chronographe est à peine supérieur à celui du chronographe de marine, ce qui en rend l'emploi facile pour les épreuves sportives. Le chronométrage au centième de seconde est assuré avec toute la précision désirable. C'est avec un plein succès que les épreuves sportives de Chamonix ont été chronométrées au moyen de cet appareil. Sans doute il pourra aussi rendre des services à l'Astronomie. — M.-H. B.

621.317. — Un nouveau phase-anglemètre; Albert Raymond. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 19-20, 1000 mots, 3 fig. — L'instrument dont il est question dans cette note est, en principe, un phasemètre dynamométrique ordinaire, c'est-à-dire un instrument qui donne, par lecture directe, la valeur du déphasage entre la tension et le courant dans un même circuit, mais, grâce à l'adjonction d'un commutateur approprié, il peut aussi donner l'angle de phase entre les courants de deux circuits quelconques. Pour cela, le fil fin reste constamment en relation avec le circuit étalon à 110 ou 12 v; puis, on connecte le circuit du courant successivement aux deux circuits dont on veut connaître le déphasage des courants I_1 et I_2. Par ces deux lectures, on obtient les déphasages φ_1 et φ_2 entre E et I_1; puis entre E et I_2; la différence $\varphi_2 - \varphi_1$ ou $180° - [\varphi_2 + \varphi_1]$ indique le déphasage cherché. On mesure ainsi l'angle de phase à 1° près pour des courants de 1 A et au-dessous.

621.317. — Sur la production de forces électromotrices de très basse fréquence et la mesure des constantes mécaniques des appareils de mesures électriques; Yasusi Watanabe. *J. I. E. E. of Japan*, novembre 1923, n° 424, p. 876-892, 22 fig. — Ces forces électromotrices de très faible fréquence peuvent être obtenues à l'aide d'une génératrice à courant continu excitée séparément en faisant tourner les balais autour du collecteur à une vitesse convenable pour la fréquence que l'on désire; la valeur de la tension peut être réglée au moyen du courant d'excitation. — La méthode pour la détermination des courants mécaniques des appareils de mesures électriques est basée sur l'emploi des résonnances qui se produisent pour certaines valeurs de la fréquence; des essais ont été entrepris sur les différents types d'appareils. — E. B.

537.262. — Nouvelles mesures des pertes diélectriques. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1086, 800 mots. Analyse d'un article publié dans *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 762-763, 2000 mots.

621.317.5(017). — Unification des boîtes à bornes des compteurs d'énergie électrique à courant alternatif monophasé, à deux fils, et à courant triphasé, à deux et à quatre fils. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 473, 300 mots. — Cette unification a été arrêtée par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 6 février 1924, sur étude de la 7e Commission de l'Union. Elle ne sera applicable qu'aux compteurs qui seront soumis à l'approbation du Ministère des Travaux publics postérieurement au 1er juillet 1924.

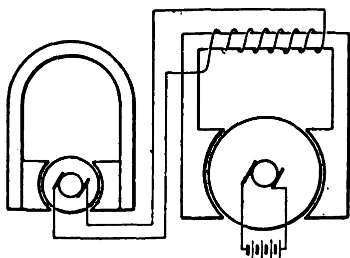
621.396.661. — Mesures radiotélégraphiques. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 148-150, 2700 mots, 1 fig. Analyse d'un article de R. Bown, C.-R. Englund et H.-T. Friis, publié dans *Electrician*, 15 juin 1923, t. XC, p. 645-649, 4600 mots, 6 fig.

621.396.661.1. — Nouvel ampèremètre pour haute fréquence à thermoélément; M. Pillier. *L'Onde électrique*, janvier 1924, t. III, p. 5-11, 1200 mots, 5 fig. — L'auteur décrit un nouvel ampèremètre à couple thermoélectrique dont le principe n'est pas nouveau; on a, en effet, utilisé fréquemment, pour la mesure des courants alternatifs, les propriétés des couples thermoélectriques, en chauffant par le courant à mesurer le point de soudure par lequel sont réunis les deux métaux composant le couple thermoélectrique et en faisant agir sur un galvanomètre le courant continu qui prend ainsi naissance. La plupart de ces appareils manquent de sensibilité et ne se prêtent pas aux mesures rapides. La soudure forme, en effet, une masse qui ne peut pas acquérir exactement et instantanément la température de la résistance chauffante par suite de l'inertie calorifique, du rayonnement et des pertes par convection et conductibilité que subissent l'extrémité de chaque fil et la petite masse de soudure; de la sorte, la partie réellement active du couple qui crée le couple thermoélectrique se trouve être à l'endroit le moins chaud de l'ensemble plaque-soudure. Le dispositif décrit par l'auteur a été combiné en

vue de remédier à ces inconvénients : premièrement, la soudure chaude du couple est constituée par la résistance chauffante elle-même; deuxièmement, la résistance du couple est extrêmement faible; troisièmement, la résistance est disposée de manière à se mettre aussi rapidement que possible en équilibre thermique. Le galvanomètre utilisé est du type à cadre mobile et à pivot et sa construction est identique à celle des ampèremètres de contrôle à shunts interchangeables que l'on emploie couramment pour la mesure des courants continus. Il suffit d'une force électromotrice de 9 millivolts pour obtenir la déviation total du galvanomètre. Ce type d'appareil convient particulièrement aux mesures de courants alternatifs à haute fréquence. — G. M.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.311 : 621.45.— Les générateurs électriques actionnés par le vent; W. Stirling. *J.I.E.E.*. octobre 1923, t. LXI, p. 1096-1100, 2200 mots, 4 fig. — Les principales objections faites contre ce mode de générateur ont trait à la grandeur de la roue nécessaire pour obtenir une puissance suffisante, et à l'importance de la batterie à prévoir pour les périodes de calme. L'apparition de la lampe à gaz, d'une part, et la considération du faible nombre de jours de calme, d'autre part, diminuent l'importance de ces remarques. La génératrice ainsi conduite est nécessairement une machine à vitesse variable et il faut l'agencer de manière à lui donner la vitesse théoriquement la meilleure à toutes les vitesses du vent. Si on admet que l'énergie du vent peut être exprimée par $1/2\ mv^2$, elle est alors proportionnelle à v^3 puisque la masse de choc par seconde est proportionnelle à v. Si la vitesse du vent double, la puissance utilisable est donc 8 fois plus grande. Mais la vitesse de la roue est aussi doublée; le couple sera donc 4 fois plus grand. La figure 1 représente une excitatrice pour le champ d'une dynamo à excitation en dérivation à laquelle elle est directement couplée. L'intensité du champ de la dynamo shunt varie comme la vitesse et, puisque la tension aux bornes de l'induit varie aussi comme la vitesse, le débit du générateur principal varie comme le carré de la vitesse. Cette disposition serait extrêmement défectueuse parce que la magnétisation des inducteurs serait toujours bien en dessous du coude de la courbe de saturation afin de conserver la caractéristique rectiligne. Une solution consistera à avoir une génératrice compound qui accroîtra automatiquement le champ à mesure que le débit augmentera. Il y a lieu naturellement de prévoir un coupe-circuit automatique en cas de renversement du courant. — Une deuxième méthode consiste à avoir une petite génératrice shunt à faible vitesse en parallèle avec une machine plus puissante et tournant plus vite. Les deux machines sont équipées indépendamment d'appareils à renversement de courant. Avec des vents faibles, la petite machine fonctionne jusqu'à sa pleine charge. Lorsque la réaction d'induit tend à limiter le débit, la deuxième dynamo entre en action. Naturellement les pertes des deux machines s'ajoutent. Une troisième méthode prévoit deux enroulements sur un noyau d'induit; chacun étant équipé avec un interrupteur. Aux vitesses faibles, les deux enroulements sont en série; ils viennent en parallèle automatiquement lorsque la vitesse croît. Ici on travaille à pleine charge à toutes les vitesses et on n'a à considérer que les pertes d'une machine. Le rendement du générateur est maximum à une plus faible puissance lorsque la batterie est presque complètement déchargée. Ceci est dû au fait qu'aux faibles tensions les pertes dans le fer et les enroulements sont moindres, pour un courant donné, que dans le cas de tensions plus élevées. La structure des moulins à vent doit être rigide. Les inconvénients de la tour en treillis sont les suivants : *a*) Des fondations en ciment sont nécessaires, vu la faible embase de la tour. *b*) Il faut transporter la roue en haut et faire le travail d'ajustage dans une position élevée. *c*) Le travail du vent sur la tour produit tantôt de la compression, tantôt de la traction suivant la direction. L'auteur préconise une sorte de mât haubanné composé de plusieurs pièces. La roue, la queue d'orientation etc., peuvent être assemblées sur le sol et fixées ensuite au sommet du mât par quatre écrous seulement. — C. F.



621.311 : 621.45. — Fig. 1. Excitatrice à champ constant d'une génératrice shunt à laquelle elle est directement accouplée.

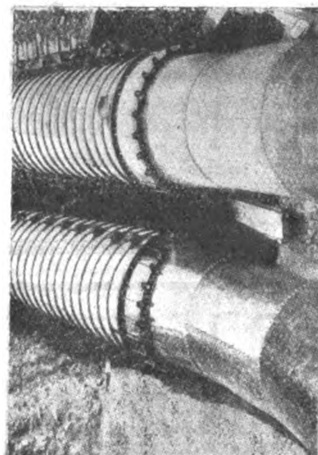
532.51. — Sur les régimes hydrauliques industriels; C. Camichel et M Ricaud. *La Technique moderne*, 1er mars 1924, t. XVI, p. 129-137, 4000 mots, 30 fig., 11 tab. — Les auteurs exposent, dans cet article, les principaux résultats des diverses recherches qu'ils ont effectuées en vue de la détermination des vitesses des molécules dans une masse d'eau en mouvement. Ils rappellent tout d'abord le procédé qu'ils ont utilisé dans cette étude : mise en suspension de fines poussières dans l'eau, éclairage intensif de ces poussières par passage d'un faisceau lumineux à travers l'eau qui les entraîne, photographie de ces poussières ainsi rendues lumineuses; le cliché obtenu donne les directions des mouvements; pour avoir les valeurs des vitesses, on rend l'éclairage intermittent de manière à avoir sur le cliché des traits lumineux séparés par des intervalles obscurs dont la longueur, mesurée avec un micromètre, permet de calculer les vitesses. Ils indiquent ensuite comment se répartissent les vitesses dans un écoulement en régime non turbulent (c'est-à-dire lorsque la vitesse en un point reste constante en direction et en grandeur), puis dans un écoulement en régime turbulent (dans lequel la vitesse varie avec le temps en un même point). — Dans une seconde partie, ils exposent les résultats de leurs expériences qui ont mis en évidence l'existence de surfaces de discontinuité de la vitesse lorsqu'on place un obstacle sur le trajet de l'eau et l'existence de surfaces de discontinuité de la dérivée de la vitesse dans le cas où une partie du liquide est animée d'un mouvement tourbillonnaire, c'est-à-dire tel que le produit de la vitesse en un point par la distance de ce point à l'axe du tourbillon est constante. — Signalons que les recherches dont il est question dans cet article ont déjà été exposées, avec plus de détails, dans divers articles de M. Camichel publiés dans ces colonnes. — J. B.

627.83. — Prise d'eau au moyen de tuyaux filtrants en béton de chaux maigre. *Le Génie civil*, 7 juillet 1923, t. LXXXIII, p. 21, 200 mots. — On fabrique des tuyaux filtrants à l'aide de ciment de Portland mélangé à du gravier, mais le ciment s'altère au contact de l'eau; les ouvrages ainsi construits peuvent donc être détruits. M. Ménard a indiqué dans « Les Travaux publics » de janvier 1923 un moyen de constituer des plaques et tuyaux filtrants indestructibles, conservant cependant une porosité et une perméabilité constantes. Pour cela, on se sert de chaux pure au lieu de ciment et on expose les pièces à l'air pour que la chaux se carbonate. L'hydrocarbonate formé est dur et inattaquable par l'eau qui est filtrée. — Y. G.

627.836 : 532.51. — Une étude de la cheminée d'équilibre à surface constante et de hauteur indéterminée; H.-W. Coultas. *B.E.A.M.A.*, octobre 1923, t. XIII, p. 233-240, 3 000 mots, 5 fig. — Dans cet article, l'auteur expose la méthode de H. Jakobsen et du professeur Léa pour déterminer

les vitesses d'écoulement dans le tunnel d'amenée de l'eau correspondant à une accélération positive et négative uniforme imposée à l'eau dans le canal d'amenée (entre la cheminée d'équilibre et les turbines). On peut aussi calculer les pressions d'accélération pour ces écoulements et, avec les pertes de charge par frottement, les variations de niveau dans la cheminée d'équilibre. Cet exposé est accompagné par l'auteur d'applications numériques. — J. S.

621.29 : 674. — Les conduites tubulaires en bois en Autriche; Jean H.-J. Legros. *Schweizerische Bauzeitung*, 26 janvier 1924, t. LXXXIII, p. 45-48, 1 200 mots, 9 fig. — La conduite tubulaire en bois, constituée par des douves juxtaposées avec armature externe métallique, est originaire d'Amérique. Bien qu'utilisée depuis 1916 en Norvège, ce n'est qu'en 1921 qu'elle a fait son apparition en Autriche. A cette époque se fondait à Vienne une société, l'Œsterreichische Holz-Röhren A.-G., qui se spécialisait dans ce genre de construction et qui, à la fin 1922, comptait plus de 11,5 km de canalisations achevées ou en construction. — Les essences employées sont le sapin, le pin, et le mélèze. Il faut avoir soin de n'utiliser que des bois parfaitement secs, à fibres bien rectilignes et, autant que possible, exempts de nœuds. Nous allons succinctement passer en revue les deux types de construction entrepris par cette société dans son usine de Pöchlarm : 1° *Conduites en sections armées mécaniquement.* Les bois débités à la longueur convenable sont amenés à une machine spéciale qui les façonne simultanément sur quatre faces. Les faces externe et interne sont travaillées au rayon voulu, tandis que les faces latérales reçoivent, l'une une languette, l'autre une rainure, toutes deux de forme triangulaire. Les douves ainsi obtenues, d'une épaisseur de 1 à 5 cm, sont assemblées à l'aide de calibres demi-circulaires. Le tube est serré provisoirement dans un collier métallique et porté sur une sorte de tour où s'effectue l'enroulement en hélice d'un fil métallique. Le diamètre du fil (de 4 à 7 mm) et la valeur du pas varient suivant les cas. A ses extrémités, le fil est agrafé dans la paroi. Le tube est ensuite enduit d'asphalte chaud et roulé dans la sciure de bois. Les joints sont constitués par des manchons en bois, de construction analogue, mais d'épaisseur plus forte et tournés coniquement à leur intérieur. L'usine livre les conduites finies, avec manchon fixé, en longueurs variables, mais le plus souvent de 5 m avec un diamètre intérieur de 100 à 600 mm. Toute garniture est inutile, c'est le gonflement qui assure l'étanchéité. La pose se fait sous terre ou à l'air. La fixation de la conduite sur ses supports s'obtient par serrage à l'aide de cales de bois. — 2. *Conduites continues.* Elles sont construites sur place d'une façon ininterrompue. Les douves, analogues aux précédentes, sont assemblées sur des calibres avec un chevauchement d'environ 40 cm. Pour assurer l'étanchéité entre deux douves d'une même file, on les munit d'un logement de 20 mm dans lequel on glisse une plaquette métallique de 40 mm de long, de 2 mm d'épaisseur et légèrement plus large que la douve. Au serrage, cette plaquette se trouve donc encastrée entre les extrémités des éléments consécutifs et les parois des éléments voisins. L'armature se compose de viroles en fer rond, d'un diamètre de 7 à 19 mm, munies de chape de serrage. Ces viroles mises en place, on rectifie, par coups frappés de l'intérieur, la régularité du cintrage, puis on achève le serrage. Toutes les pièces métalliques sont fournies vernies à chaud. Suivant les circonstances, la canalisation reçoit une couche d'enduit. La conduite continue, dont un exemple est donné en figure 1, s'emploie pour les diamètres de 600 à 5 000 mm. — Les canalisations en bois ont un vaste champ d'application : conduites forcées, distribution d'eau, canalisations d'incendie, drainage, irrigation, conduites d'eau chaude, de liquides acides, transport hydraulique du bois, du sable, etc. — Le bois imprégné d'eau ne pourrit pas : comme, d'autre part, les parties métalliques sont protégées contre la rouille, ainsi que nous l'avons mentionné, de pareils ouvrages peuvent durer fort longtemps. Il ne serait pas invraisemblable de tabler sur une existence de soixante ans. Il faut cependant avoir soin d'empêcher la formation des algues et des mousses sur la paroi externe. C'est le but de l'enduit des canalisations armées mécaniquement ; dans les canalisations continues à l'air libre, il sera bon d'appliquer une couche protectrice ; dans les canalisations enterrées, ce revêtement est inutile, mais la tranchée doit être comblée avec des cailloux concassés, à l'exclusion de terre végétale. — La conduite en bois reste lisse, à l'encontre des conduites métalliques où la rouille vient bientôt diminuer la section de passage et créer



621.29 : 674. — Fig. 1. Conduites tubulaires en bois jumelées. Raccordement avec une conduite métallique.

des pertes de charge appréciables. La conduite en bois est pratiquement inattaquable aux acides et aux liquides chauds. Les sables ne la corrodent pas. La conduite en bois ne se dilate pas, elle ne nécessite pas de joints coûteux, s'adapte bien à la configuration du terrain et se raccorde facilement aux divers autres ouvrages. Ce sont là de notables avantages. Tout au plus, peut-on lui reprocher de ne pas se prêter aux coudes brusques ; dans ce dernier cas, il est toujours facile d'intercaler des coudes métalliques. La conduite en bois se recommande par sa légèreté. Une conduite armée mécaniquement de 400 mm de diamètre, prévue pour une pression de 7,5 atmosphères ne pèse que 45 kg par mètre courant. Les facilités qui en résultent pour le transport à pied d'œuvre sont évidentes. Le fait est encore plus marquant pour les conduites continues, où il ne s'agit plus que de douves ou de viroles peu encombrantes et très légères. — Au point de vue du prix, la conduite en bois permet une économie de 300 pour 100 par rapport à celui de la conduite rivée en fer et de 30 pour 100 par rapport à celui de la conduite en béton armé. — La Suisse, pays boisé et pauvre en fer, aurait le plus grand intérêt à suivre l'exemple de l'Autriche ; tel est le vœu qu'exprime l'auteur en terminant son article. — E. F.

621.24 + 621.67. — Les courbes caractéristiques des turbines à réaction et à impulsion et des pompes centrifuges. Leur construction et leur emploi; H.-W. Coultas. *B. E. A. M. A.*, novembre et décembre 1923, t. XIII, p. 304-312 et 370-374, 6 700 mots, 12 fig. — L'auteur définit d'abord « courbes caractéristiques » d'une turbine hydraulique ou d'une pompe centrifuge celles qui montrent son fonctionnement et, desquelles au moyen des lois de similitude, on puisse déduire les conditions de fonctionnement de machines semblables. Suivent quelques généralités sur les essais des turbines et des pompes, les méthodes de jaugeage de l'eau et la mesure de la puissance fournie par la turbine ou prise par la pompe. L'auteur établit alors les lois générales régissant le fonctionnement des turbines ou des pompes, à savoir que la vitesse de rotation et la

quantité d'eau traversant la roue sont proportionnelles à la racine carrée de la hauteur de charge et que la puissance fournie est proportionnelle à la puissance 3/2 de cette même quantité. Ces relations conduisent à la définition de la « vitesse unité », « quantité unité » et « puissance unité », et permettent de passer des conditions de marche d'une turbine ou d'une pompe de diamètre D à une autre de diamètre d, toutes autres conditions étant égales d'ailleurs. Elles conduisent aussi à la définition pour une turbine de la « vitesse spécifique ». L'auteur passe ensuite à la question des courbes caractéristiques et indique comment tracer ces courbes à partir des résultats d'essais. On peut le faire de deux façons différentes : soit tracer les courbes du rendement et de la puissance en fonction de la vitesse pour une hauteur de charge constante et différentes ouvertures des vannes, soit tracer les courbes des « quantités-unités » en fonction des « vitesses unités », ainsi que les courbes d'égal rendement et d'égale puissance. Dans l'article, l'auteur donne des exemples du tracé de ces courbes, avec la façon de déduire les secondes des premières. On y trouvera aussi des exemples de leur application numérique pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement des turbines dans des conditions données, ou pour déterminer les caractéristiques de turbines semblables répondant à certaines données, avec, en particulier, application au cas d'une roue Pelton. Après avoir ainsi traité le cas des turbines, l'auteur passe à celui des pompes centrifuges qu'il expose suivant la même méthode. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.621. — La superhétérodynation pratique ; M. P. Hémardinquer. *L'Onde électrique*, novembre 1923, t. II, p. 655-660, 1 100 mots, 9 fig. — L'auteur s'est proposé, dans cet article, d'exposer le résultat des essais effectués au moyen du dispositif superhétérodyne en employant un cadre comme collecteur d'ondes, de préciser des détails de réglage intéressants et d'en déduire les avantages et aussi les quelques inconvénients du procédé, comparés à ceux d'autres moyens de réception. Les expériences ont été effectuées en Bretagne à 400 km de Paris environ. — G. M.

621.396.62. — Le circuit Flewelling. Un montage simplifié pour la régénération ; P. Dastouet. *Radioélectricité*, 15 novembre 1923, t. IV, p. 503-506, 1 100 mots, 5 fig. — On sait que le principe même de la super-régénération consiste dans l'utilisation d'un récepteur à réaction dont le rétrocouplage est réglé de manière à ce que, normalement, ce récepteur soit autogénérateur (c'est-à-dire donne naissance à des oscillations de fréquence correspondant à la longueur d'onde sur laquelle le récepteur est réglé) et à adjoindre à ce récepteur un dispositif auxiliaire permettant d'amortir l'oscillation ainsi créée avant la fin de chaque période d'amorçage. En répétant ce procédé un grand nombre de fois par seconde (à une fréquence de préférence au-dessus des limites de l'audibilité), on obtient un état tel que l'arrivée de signaux même très faibles donne lieu à une amplification considérablement plus grande que celle que l'on peut obtenir en employant un bon récepteur à régénération. M. Flewelling utilise le principe suivant, pour obtenir l'effet de super-régénération : Considérons une lampe détectrice à réaction ordinaire possédant, dans son circuit de grille, une faible capacité shuntée par une résistance de l'ordre de quelques mégohms ; si nous augmentons progressivement le couplage entre les bobines de self-induction, jusqu'à dépasser la limite d'amorçage, la lampe produit des oscillations, ce qui provoque un accroissement du courant de grille, comme on peut le constater par l'insertion d'un milliampèremètre dans le circuit. Or, on remarque que, pour une certaine tension continue appliquée à la grille et pour certaines valeurs du condensateur et de la résistance de grille, l'amorçage des oscillations a lieu, mais non leur entretien. La fréquence de ce phénomène est réglable, si l'on agit sur les constantes du circuit de grille (capacité, résistance et tension continue). Il y a donc un effet analogue à celui obtenu par Armstrong en soumettant la grille de son tube à vide amplificateur à une force électromotrice alternative locale. En fait, en réglant la fréquence des amorçages et des désamorçages à une fréquence suffisamment élevée (15 000 à 20 000 p : s), on obtient la possibilité caractéristique de la super-régénération d'augmenter considérablement le couplage rétroactif sans que s'entretienne une oscillation à haute fréquence susceptible de paralyser le fonctionnement du tube amplificateur. Le résultat est l'énorme amplification que l'on connait. Cette méthode de super-régénération s'adapte également bien à la réception sur cadre qu'à celle sur antenne, bien qu'il semble que le résultat ne soit pas aussi bon sur certaines antennes que sur d'autres. L'auteur donne différents types de montages de circuits Flewelling. — G. M.

621.396.662.3. — Etude sur les lignes en T dyssymétriques et application aux filtres de bandes ; Le Corbeiller et Lange. *L'Onde électrique*, octobre 1923, t. II, p. 560-570, 2 400 mots, 4 fig. — Divers inventeurs ont breveté des dispositifs appelés filtres électriques composés d'un très grand nombre de conducteurs en T ou en Π, mis en série (rappelons que l'on appelle T l'ensemble de trois conducteurs disposés en T ou en étoile, et que l'on appelle Π l'ensemble de trois conducteurs disposés en Π ou en triangle). Ces sortes de lignes artificielles ne transmettent l'énergie que pour des fréquences comprises entre certaines limites, et cette propriété a des applications diverses, en particulier en radiotéléphonie sur fil. Dans le présent article, les auteurs établissent une formule générale relative à un dispositif en T quelconque et s'appliquant notamment au cas où les branches du T contiendraient des appareils les affectant d'une résistance négative. Ils appliquent cette formule à l'étude d'une ligne formée d'un très grand nombre de T en série et établissent la condition de filtrage très simple, qui permet de déterminer les valeurs des fréquences que laisse passer le filtre en question. Les filtres composés de Π donneraient lieu à une étude calquée sur celle des filtres en T et que les auteurs ne reproduisent pas. — G. M.

621.396.67. — Théorie de la réception sur antenne apériodique ; J. Bethenod. *L'Onde électrique*, novembre 1923, t. II, p. 617-619, 800 mots, 1 fig. — Depuis deux ou trois ans, la réception sur antenne apériodique semble jouir d'une faveur très marquée, surtout auprès des amateurs désireux de recevoir les émissions radiophoniques à ondes courtes. Ce type de récepteur est connu sous le nom d'appareil Reinartz, du nom de l'amateur qui semble avoir été le premier à en préconiser l'emploi. L'auteur a publié jadis (*La Lumière électrique*, 2 octobre 1916, p. 1) une théorie générale des ensembles récepteurs actionnés par ondes entretenues. Le but de la présente note est de montrer comment la réception sur antenne apériodique constitue un cas particulier de cette théorie et pourquoi elle est plus spécialement indiquée avec les ondes courtes. — G. M.

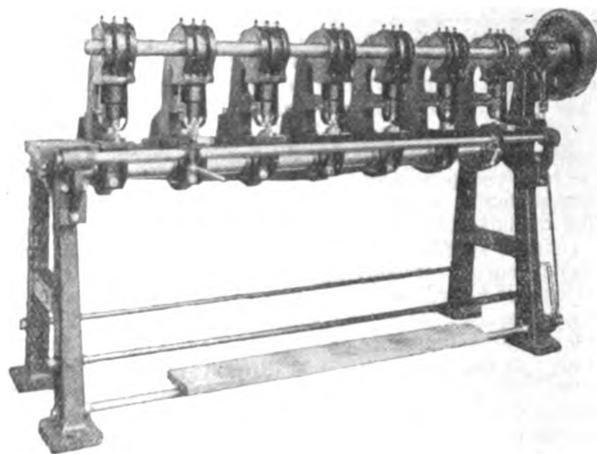
621.396.674. — Rayonnement d'un cadre. Applications ; R. Mesny. *L'Onde électrique*, octobre 1923, t. II, p. 571-578, 2 100 mots, 3 fig. — Il arrive parfois qu'il y ait intérêt à grouper plusieurs cadres dans un espace restreint ; il est alors utile de connaître les réactions qu'ils peuvent exercer les uns sur les autres. Pour traiter cette question, on ne peut plus utiliser les formules de rayonnement à grande distance ; d'autre part, les formules d'induction mutuelle risquent de sortir de leurs limites d'application ; on se trouve donc amené à calculer l'expression complète du champ à toute distance. Ce calcul est assez long ; mais, en dehors de l'intérêt des formules auxquelles il conduit, il présente l'avantage de montrer la continuité qui existe entre les actions par induction mutuelle proprement dite et par rayonnement. Ayant établi cette formule, l'auteur examine les réactions de deux cadres voisins, travaillant sur la même onde, et considère en particulier le cas où l'un de ces cadres est employé comme radiogoniomètre. Il recherche

POINÇONNEUSES MULTIPLES

Presses - Cisailles

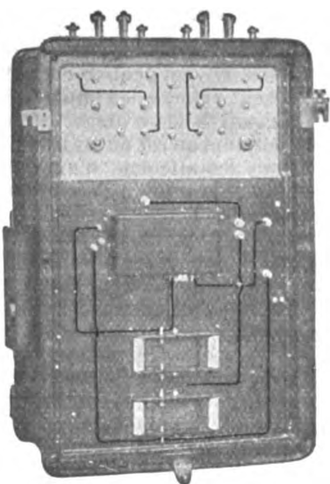
Presses à serrer les rotors

Machine spéciale pour coller le papier sur les tôles



L. LESTAEVEL

37, Rue Francis-de-Pressensé, **VILLEURBANNE (Rhône)** – *Registre du Commerce :* Lyon N A 3498



Application de tubes « ITALA » sur un wattmètre enregistreur à relais C. G. S.

MONTI & MARTINI, Milan (Italie)

SOC. ANON. — CAP. LIT. : 5 MILLIONS

Via Bergamo, n° 51

FABRICATION ET EXPORTATION DANS LE MONDE ENTIER DES

TUBES ISOLANTS « ITALA »

DE COTON IMPRÉGNÉ

le meilleur isolant des fils employés dans l'appareillage électrique, télégraphique, téléphonique, avec et sans fil, ainsi que dans l'industrie des automobiles.

PROSPECTUS ET ÉCHANTILLONS SUR DEMANDE

ESCHER WYSS & CIE - ZURICH

TURBINES A HÉLICE

RENDEMENT

LE PLUS ÉLEVÉ



RÉGULATEURS

UNIVERSELS

TURBOPOMPES

Bureau de Paris : 39, Rue de Chateaudun — PARIS (9e)

ensuite l'erreur d'azimut à laquelle on peut être conduit. Il résulte de son étude que, dans ces conditions, il faut réserver entre les deux cadres une distance d'au moins 30 m. Mais dans le cas où les cadres reçoivent des ondes différentes, même très voisines, ils peuvent être placés beaucoup plus près l'un de l'autre. Il n'est pas possible de donner des règles absolues, le nombre des cas qui peuvent se présenter étant très grand; mais on pourra facilement calculer la distance à prévoir au moyen des formules établies par l'auteur. Une distance de 15 m suffira presque toujours quand les ondes écoutées diffèrent entre elles de quelques centièmes de leur valeur. — G. M.

621.396.7. — La station radiotéléphonique de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1923, t. XII, p. 999-1011, 1 500 mots, 7 fig. — Dans cet article, on décrit succinctement l'ensemble, puis les différentes parties de cette station. Le poste d'émission comporte des tubes à vide à filament de platine recouvert d'oxyde de baryum et de strontium, répartis en trois groupes servant respectivement à la production des oscillations, à la modulation et à l'amplification. L'énergie est fournie par de petits groupes moteur-générateur à 1 600 v pour la tension des plaques et à 14 v pour le chauffage des filaments. Le microphone employé est semblable à celui que nous avons eu l'occasion de décrire en détail dans « R.G.E. » du 4 août 1923, t. XIV, p. 171. L'antenne, formée de fils horizontaux placés à 30 m environ de hauteur, a une longueur d'onde propre de 510 m; un condensateur placé en série permet d'obtenir la longueur d'onde de 450 m sous laquelle se font les transmissions. L'article contient encore quelques explications et deux figures schématiques se rapportant aux connexions téléphoniques qui doivent être faites pour les émissions de concerts, représentations théâtrales, dont les excellents résultats sont bien connus. — Y. G.

621.396.7(42+44). — Stations émettrices de radiotéléphonie. *L'Onde électrique*, novembre 1923, t. II, p. 637-644, 1 300 mots, 5 fig. — Description des station d'émission de Levallois (concerts Radiola) et de la stations de Londres. La salle d'émission de Levallois comporte deux postes d'émission complets dont l'un sert de poste de secours en cas d'avarie au premier. Chaque poste comprend un ensemble redresseur fournissant le courant continu à haute tension, un ensemble générateur d'oscillations entretenues, un ensemble modulateur et un ensemble amplificateur à haute fréquence. L'antenne est du type en nappe à 4 fils soutenue par deux pylônes de 60 m placés à 110 m de distance. La station de broadcasting de Londres est installée provisoirement dans l'immeuble de la Marconi House. L'antenne consiste en deux prismes tendus à 3 m l'un de l'autre. Chacun des prismes comporte quatre brins; ils sont suspendus à des mâts dont la hauteur au-dessus du toit est d'environ 15 m. Le courant dans l'antenne est de 6 à 7 A. — G. M.

621.396.7 (493). — La station intercontinentale de Ruysselede; M. BROSSIER. *Radioélectricité*, 10 février 1924, t. V, p. 69-70, 600 mots, 1 fig. — L'antenne de la station de Ruysselede est comparable, comme étendue, à une demi-nappe de la station transcontinentale de Saint-Assise; elle sera supportée par 8 pylônes haubannés de 275 m de hauteur, dont les bases couvriront un rectangle de 1 200 m de longueur sur 400 m de largeur. Trois alternateurs français capables de développer chacun une puissance de 250 kw dans l'antenne constitueront les générateurs à haute fréquence du poste : ils seront du même type que ceux qui sont actuellement en service à Sainte-Assise et pourront être utilisés soit isolément, soit couplés électriquement de façon à mettre en jeu, dans ce dernier cas, une puissance de 500 kw-antenne. Les groupes à haute fréquence seront alimentés par trois groupes de 400 kw fournis par les Ateliers de Construction électrique de Charleroi. L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du poste sera fournie par la Société des Centrales des Flandres sous forme de courant triphasé à 36 000 v. Ce courant sera transformé dans la station en courant à 6 000 v qui alimentera les moteurs des groupes de 400 kw. Comme toute installation radioélectrique moderne, la station de Ruysselede sera actionnée à distance d'un bureau central situé à Bruxelles. Aucune décision définitive n'a encore été prise au sujet de l'emplacement du centre de réception. Selon toute prévision, les essais d'émission pourront commencer vers la fin de 1924. — G. M.

621.397.3. — La station radiotéléphonique de Bruxelles; R. BROUILLARD. *Radioélectricité*, 10 février 1924, t. V, p. 71-72, 600 mots, 4 fig. — La Belgique a inauguré récemment sa première station radiophonique installée à Bruxelles. L'antenne en cage comporte 4 fils câblés espacés de 1 m; sa longueur est de 35 m et la descente prismatique a une longueur de 30 m. Cette antenne est tendue entre 2 pylônes non haubannés de 20 m de hauteur. La prise de terre a été constituée en reliant entre elles toutes les parties métalliques du bâtiment : pylônes, charpentes, tuyauterie d'eau et de chauffage central et en les connectant à quelques tubes de cuivre enterrés. Le poste d'émission donnant une puissance de 1 kw dans l'antenne est alimenté par le secteur à courant continu de 440 v. Un alternateur à 300 p : s fournit le courant à deux valves électroniques qui le redressent à la tension de 10 000 v. Cette tension continue est appliquée aux plaques des lampes d'émission à travers un fil qui supprime le bruit des machines. Les filaments sont chauffés sous 30 v en courant continu par une batterie d'accumulateurs. L'émetteur comprend deux lampes de 2 kw, une oscillatrice et une amplificatrice dont le circuit est couplé à l'antenne. L'intensité du courant dans l'antenne atteint 7 A sous 410 m de longueur d'onde. La modulation est effectuée par la méthode d'alimentation de l'anode à courant constant, au moyen d'une lampe de 250 w commandant 3 lampes de 2 kw. Le microphone, du type Sykes-Round, comporte une bobine plate formée d'une couche de fil très fin en aluminium et placée dans l'entrefer annulaire d'un gros électroaimant. — G. M.

621.396.7 (492). — La station radiotélégraphique de Kootwijk (Hollande). *E. u. M.*, 30 septembre 1923, t. XLI, p. 573, 400 mots. — Au cours de cette année, on a pu réaliser les communication radiotélégraphiques entre la station de Kootwijk (Hollande) et celle de Malabar (Japon) distantes entre elles de plus de 11 500 km. La grande station hollandaise établie par la Telefunken, possède beaucoup d'analogie avec le poste de Nauen. Le bâtiment, tout en béton armé, affecte le profil d'une grande nef; l'antenne est une antenne à surfaces concentriques. Autour du support central (de 210 m de hauteur) et à une distance de 450 m, se trouvent cinq autres supports placés de telle façon que les câbles constituent quatre triangles équilatéraux. Les supports sont en treillis et reposent sur une base hémisphérique : l'isolement est réalisé à la façon habituelle par des isolateurs du type tonneau. La capacité de l'antenne est de 30 000 cm et la longueur d'onde de 5 800 m. La prise de terre est constituée par 24 étoiles en fil de bronze, réparties dans le sol suivant trois circonférences, reliées au support central par des conducteurs qui pénètrent dans la tour de l'antenne et constituent autour de cette dernière une véritable cage formant écran pour les parois du bâtiment. La station est alimentée par du courant à 10 000 v abaissé à 3 000 v dans un bâtiment spécial et qui est amené, à cette tension, aux moteurs asynchrones des deux générateurs à haute fréquence (6 000 p : s, 550 kv-A). Le poste travaille avec des ondes de 16,8, 12,6, 8,4 et 6,3 km. Il faut noter les difficultés spéciales qu'il a fallu surmonter au sujet de l'alimentation en eau de cette station, qui a exigé une installation de pompes placées au fond des puits, soit à 25 m au-dessous du niveau du sol. — F. B.

621.396 7 (43.6). — La télégraphie sans fil en Yougoslavie. Organisation des communications du royaume des Serbes, Croates et Slovènes; R. BELMÈRE. *Radioélectricité*, 15 octobre 1923, t. IV, p. 429-432, 1 600 mots, 5 fig. — La

principale station yougoslave existante est construite à Banitza, près de Belgrade. L'antenne en nappe est soutenue par huit mâts de 50 m. Le générateur à haute fréquence est un arc absorbant une puissance de 25 kw. L'énergie est fournie par un groupe électrogène de 40 ch. Cette station est exploitée par le Ministères des Postes, Télégraphes, Téléphones, ainsi qu'une autre construite à Sarajevo. Celle-ci comprend une antenne « en toit » soutenue par deux pylônes de 75 m; le générateur à haute fréquence est un arc de 22 kw à l'alimentation. Le Ministère de la Guerre exploite deux autres stations : l'une, située à Agram (Zagreb), est équipée avec un arc de 4 kw; l'autre, située à Uskub (Skolpje), comprend un arc de 4 kw et une antenne en parapluie supportée par un mât de 45 m. Enfin, deux stations côtières existent également, l'une à Sebenico (Chibenik) et l'autre, à Cattaro (Klintchi). Les émissions amorties, d'une puissance de 10 kw, utilisent chacune une antenne en parapluie supportée par un pylône de 120 m. Toutes ces stations sont déjà relativement anciennes et ne sont pas équipées pour un service commercial intensif. Il importait de remédier sans retard à cette situation défavorable. Après appel à la concurrence, le ministre des Postes, Télégraphes, Téléphones chargea une compagnie française de procéder à l'organisation d'une puissante station radiotélégraphique permettant d'assurer les communications permanentes avec tous les grands postes européens. Les projets français, qui comportaient la création d'un centre radioélectrique moderne à Belgrade, furent acceptés, et les travaux commencèrent en avril 1923. Le bureau central radioélectrique sera installé dans un immeuble en construction en plein centre de Belgrade. Le centre d'émission sera construit à Rakovitza (banlieue sud-ouest de Belgrade). Les antennes soutenues par trois pylônes de 150 m, un de 30 m et deux de 15 m, permettront à la station de faire trois émissions simultanées, dont une en téléphonie sans fil; la puissance des machines installées sera de l'ordre de 250 ch. Le centre de réception sera aménagé à Vratchar (banlieue est de Belgrade). Des lignes de liaison en câble sous plomb relieront entre eux les organismes de ce centre. — G. M.

621.396.6. — Le service d'écoute pendant la guerre; général Cartier. *Radioélectricité*, 1er et 15 novembre 1923, t. IV, p. 453-460 et 491-498, 4 500 mots, 7 fig. — L'auteur s'est proposé d'envisager le rôle de la télégraphie sans fil pendant la guerre et de montrer comment les circonstances ont imposé le développement progressif de notre organisation radiotélégraphique, comment celle-ci a dû et su s'adapter aux exigences des situations successives, et quels avantages inappréciables pour les commandements et le gouvernement allié ont résulté de sa collaboration étroite avec le Service du Chiffre. A la fin de la guerre, l'organisation d'écoute, améliorée progressivement, pouvait être considérée comme mise au point. Les radiotélégrammes interceptés étaient transmis au bureau du Chiffre immédiatement après leur réception ; ils étaient aussitôt répartis entre les sections chargées de les étudier; des interprètes et des cryptologues faisaient les traductions ou les déchiffrements ; les dactylographes les reproduisaient sur des papiers spéciaux et un tirage rapide des copies nécessaires permettait de renseigner, dans un délai très court, les services et états-majors intéressés. — G. M.

621.396.8. — Diagrammes des forces électromotrices mesurées à Meudon pour les émissions de Bordeaux, Nantes et Rome, pendant le premier semestre 1923. *L'Onde électrique*, octobre 1923, t. II, p. 598-601, 100 mots, 5 graphiques. — Les diagrammes représentés donnent les valeurs, mesurées à Meudon, des champs électriques produits par les émissions des stations de Bordeaux, Nantes et Rome. — G. M.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.1(063). — Comptes rendus du Congrès du Chauffage industriel (Paris, juin 1923). *Chaleur et Industrie*, juillet et août 1923, t. IV, p. 1-786. — Ces deux numéros de « Chaleur et Industrie » sont entièrement consacrés à la reproduction des mémoires avec leur discussion présentés au Congrès du Chauffage industriel tenu à Paris en 1923. Les différentes questions qui sont traitées concernant les combustibles, les foyers, la conduite de la chauffe, etc., sont susceptibles d'intéresser les industriels s'occupant de la production de l'électricité au moyen d'usines thermiques. Ils trouveront dans la « Revue générale de l'Electricité » du 22 mars 1924, t. XV, p. 489, l'analyse bibliographique de ce travail qui constitue un véritable ouvrage. — Y. G.

621.39 : 654.7. — Fil thermostatique continu pour systèmes avertisseurs d'incendie. *Electric Railway Journal*, 17 novembre 1923, t. LXII, p. 867-868, 500 mots, 1 fig. — Ce fil est constitué par une âme d'un alliage spécial fusible sur laquelle est enroulée en spirale une bande métallique dont les bords ne se touchent pas. Par-dessus est placée une couche de coton perméable qui isole ce conducteur intérieur d'un conducteur extérieur formé d'une bande de bronze enroulée en spirale. Le tout est protégé par une couche de vernis et une tresse de coton vernie. L'alliage spécial fond à une température d'environ 70°C. En fondant, il fuse entre les spires de la bande métallique qui l'entoure, traverse le coton et vient en contact avec le conducteur extérieur et ferme ainsi le circuit de l'appareil d'alarme placé dans le circuit du fil. L'expérience a démontré que, bien que l'alliage employé soit le même que celui utilisé dans les bouchons fusibles des pommes d'arrosage des systèmes à canalisation d'eau, le fonctionnement du système avertisseur électrique constitué avec ce fil se produit toujours avant celui desdits bouchons. — Ce fil thermostatique peut aussi être employé dans les sous-stations automatiques pour établir un système de protection contre un échauffement exagéré des transformateurs et autres appareils. — J. S.

621.364. — Le réglage de la température. *Electrician*, 14 décembre 1923, t. XCI, p. 664-665, 900 mots, 5 fig. — Un des plus grands avantages du chauffage électrique employé industriellement est la facilité avec laquelle la température peut être réglée. Il faut naturellement disposer d'appareils indicateurs qui sont soit des thermomètres, soit des pyromètres. L'appareil de contrôle automatique construit par la Cambridge and Paul Instruments consiste en un élément sensible relié à un indicateur, adapté à un dispositif permettant d'augmenter ou de diminuer automatiquement la température si certaines limites sont franchies. Dans les fours électriques, cet appareil manœuvre un relais qui règle le courant principal. Dans les fours chauffés par d'autres moyens, une valve est manœuvrée directement ou par l'intermédiaire d'un relais. Pour les températures n'excédant pas 540°C, on emploie un thermomètre à index adapté à une ampoule à mercure en acier. Jusqu'à 1 400°C, on utilise des thermo-couples, tandis que, pour des températures supérieures, le rayonnement total du corps chaud est mesuré par un télescope Féry. Dans la première classe d'appareils, l'indicateur est muni d'un contact réglable et un relais à bille. Dans la seconde classe, l'indicateur est un galvanomètre à bobine mobile de haute résistance relié à une échelle graduée en températures. Un léger thermo-couple est connecté à un relais à bobine mobile. Une petite bobine chauffée électriquement est placée au point de l'échelle correspondant à la température de réglage. Lorsque celle-ci est atteinte, le thermo couple est amené en face de la bobine et il est chauffé. La force électromotrice ainsi établie actionne le relais et peut, par l'intermédiaire d'un circuit, manœuvrer le mécanisme de réglage de la chaleur. Aussitôt que la température tombe, le thermo-couple quitte la bobine. On peut garantir une précision de 0,5 à 1 pour 100 pour des températures n'excédant pas 900°C. Le relais à bille consiste en une sphère de verre dans laquelle on a scellé deux électrodes de fil de platine. Elle repose sur un électroaimant en forme de cloche qui consiste en un cylindre creux d'acier sur lequel une bobine est enroulée. Il y a deux électrodes,

dont l'une est couverte de mercure sur lequel flotte une sphère d'acier creux. Lorsque l'électroaimant est excité, cette sphère est attirée vers le bas et le mercure est pressé latéralement. Il ferme le circuit entre les deux électrodes ce qui permet de manœuvrer une valve ou de rompre un circuit. Le relais est alimenté par un accumulateur à 4 v. Lorsque la vapeur est employée, on doit obtenir un réglage très rapide qui ferme la valve à vapeur et ouvre l'arrivée de l'eau. On emploie alors un relais à trois contacts. Il consiste en trois fils de platine scellés dans un tube de verre contenant du mercure. Dès que la température monte, un solénoïde entre en action et le mercure coule à l'autre extrémité du tube ce qui ferme les circuits convenables. Pour les basses pressions, une valve à disque manœuvrée par un électroaimant est utilisée. Dans cet appareil, un arbre est relié à l'aiguille de la valve et deux freins à rubans de bronze phosphoreux, travaillant en liaison avec des solénoïdes, sont enroulés autour d'un disque d'acier qui est fixé sur l'arbre. Ces freins sont attachés aux noyaux des solénoïdes par un bras. Quand un des solénoïdes est excité, le bras est tiré vers le bas et un des rubans est serré de manière à ce que la valve soit légèrement ouverte. A la fin de la course, le circuit électrique est rompu et le bras est ramené par un ressort à sa position primitive. L'opération se continue jusqu'à ce que la valve soit fermée suffisamment pour maintenir la température désirée. Le même processus est effectué par l'autre solénoïde quand la valve doit être ouverte. — F. C.

621.364. — Relevés expérimentaux sur une grande installation de chauffage électrique de locaux; Guido Semenza. *Elettrotecnica*, 25 octobre 1923, t. x, p. 717-722, 3500 mots, 3 fig. (Communication à la xxviiie Réunion annuelle de l'Association électrotechnique italienne, Venise, octobre 1923. — Le nouvel emplacement de la « Banca commerciale italiana », à Rome, occupe, sur le cours Humberto I, une surface de 2650 m². En raison de la douceur du climat et de la possibilité d'avoir l'énergie à bas prix, la direction accepta l'offre qui lui était faite d'assurer électriquement le chauffage des locaux. Le système à chauffage central avec distribution d'eau chaude fut choisi comme paraissant le plus simple et le plus sûr et la Société « Anglo-Romana » devant, d'autre part, fournir l'énergie pendant la nuit, on adopta la méthode d'accumulation de la chaleur, l'accumulateur étant l'eau elle-même. Il fut supposé, comme point de départ, que l'on maintiendrait à l'intérieur du bâtiment, pendant les heures de travail, une température de 18°C, ce qui, d'après les relevés effectués à Rome pendant cinq ans, correspondait à une différence maximum de température de 13° entre l'intérieur et l'extérieur. On trouva alors, par le calcul, que, pour réaliser cette condition, il fallait fournir 378180 calories par heure soit 437,5 kw. Partant de ce résultat, on a admis que, pour une journée de 24 heures, on consommait pendant huit heures la quantité d'énergie ainsi calculée; puis la moitié de cette même quantité pendant huit autres heures et le quart pendant le reste de la journée. La quantité totale d'énergie à fournir s'élève ainsi à 6125 kw-h, ce qui correspond à une puissance de 760 kw, soit 800 kw en chiffres ronds, l'énergie étant fournie pendant huit heures de nuit. On installa, d'après ces données, quatre chaudières d'une capacité de 21 m³ chacune, l'élévation maximum de température étant prise égale à 80°C. Les chaudières pouvaient par suite emmagasiner 6700000 calories ou 7750 kw-h pour une puissance de 970 kw, c'est-à-dire qu'elles permettaient, le cas échéant, de parer à un abaissement exceptionnel de la température extérieure. L'appareil de chauffage, dû à l'ingénieur Mascarini, de Milan, est du type à électrodes, l'emploi des résistances métalliques ayant été écarté comme donnant lieu à des dégradations, et exigeant, pour la régulation, des dispositifs compliqués et coûteux. L'appareil, alimenté par courants triphasés (440 v, 45 p : s), est situé dans la partie basse de chaque chaudière. Il comporte trois électrodes fixes et trois électrodes mobiles. Le réglage de ces dernières, pour diminuer ou augmenter l'intensité du courant, peut être effectué à la main (ou automatiquement au moyen de relais) par le déplacement, sous l'action de l'eau sous pression, de la tige qui les porte. Les chaudières sont munies d'un dispositif spécial d'isolement : ayant subi une charge pendant douze heures, l'abaissement de leur température ne dépasse pas 3° à 4°. Le chauffage est réalisé par un thermosiphon avec 192 radiateurs, pour une surface totale de 840 m². Il est à tube conique et à écoulement forcé. Le réglage est obtenu par un système de valves qui permet le mélange de l'eau de retour avec l'eau chaude sortant des chaudières. Cette installation fournie par la maison Kestenholz, de Milan, fonctionne dans de bonnes conditions, depuis le mois de novembre 1922. Les relevés qui ont été effectués à partir du 1er janvier 1923 ont montré que la consommation moyenne d'énergie pendant vingt-quatre heures était en janvier de 750 kw-h par degré de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, tandis qu'au mois de mars, cette même consommation était tombée à 470 kw-h et tendrait à descendre encore. Cette différence s'explique surtout par ce fait que, dans un bâtiment neuf, les murs contiennent beaucoup d'humidité qui ne s'élimine que graduellement. L'évaporation absorbe de la chaleur et à mesure que les murs deviennent plus secs, l'énergie dissipée va en diminuant; on est ainsi conduit à admettre en régime normal une consommation d'énergie de 450 kw-h pendant 24 heures et par degré de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. En se basant, d'autre part, sur la moyenne des températures prises à Rome pendant un certain nombre d'années, on peut étendre à toute la période hivernale (novembre à mars inclus) les résultats ainsi obtenus. On trouve alors que l'énergie totale absorbée par les chaudières doit s'élever à 503900 kw-h, ce qui donne 0,51 w-h par mètre cube, par heure et par degré de différence de température. Or, la consommation d'énergie prévue était de 6125 kw-h, ce qui donne pour une différence de température totale de 13° et un volume chauffé de 37000 m³, une consommation spécifique de 0,476 w-h au lieu de 0,51; c'est-à-dire que la consommation mesurée est supérieure de 7 pour 100 à celle calculée. L'importance des mesures effectuées dans une installation de chauffage électrique résulte de ce fait que l'on peut évaluer l'énergie fournie. En effet, le rendement d'un tel système peut être pris égal à 100 pour 100, tandis que, dans le cas du chauffage avec combustibles, la plus grande incertitude règne sur la valeur du rendement. On ne peut pas toutefois tirer, des résultats obtenus, des conséquences d'un caractère général. Chaque installation de chauffage a des caractéristiques propres qui dépendent des dimensions et de la forme du bâtiment, de l'usage pour lequel il a été construit et des exigences particulières qu'il comporte. Le résultat auquel on est arrivé (0,51 w-h par mètre cube, par heure et par degré de différence de température) peut s'appliquer sûrement à un édifice analogue à celui étudié et destiné au même service, mais, pour d'autres catégories d'édifices, il faudrait déterminer d'autres constantes de consommation. On peut ajouter que, dans le cas considéré, le chauffage électrique présente une économie notable sur le chauffage au charbon, en raison du prix actuel de ce combustible. — P. B.

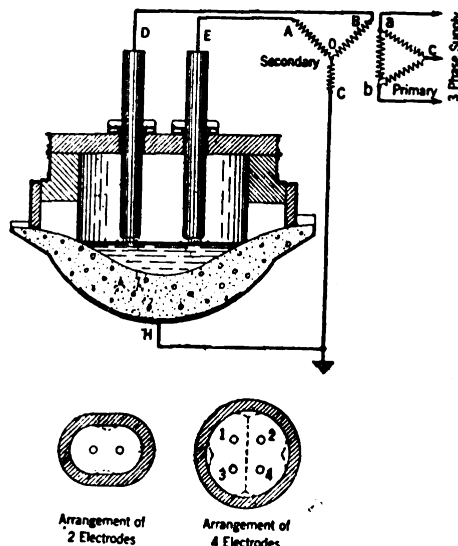
621.364. — Le coussin chauffant « scherip », sa construction, sa fabrication, ses essais; A. Scherbius. *Der elektrische Betrieb*, 10 décembre 1923, t. xxi, p. 263-265, 2500 mots. — Les coussins chauffants que l'on place dans les lits ont occasionné de nombreux accidents, imputables pour la plupart à un fonctionnement trop tardif du régulateur (thermostat). Les inventeurs du « scherip » ont donc porté leur attention sur ce point et cherché à éliminer toute cause de danger. Le nouveau thermostat comporte une résistance de chauffage spéciale, de telle sorte qu'il se trouve toujours exactement à la même température que le coussin lui-même. Cette température dépasse-t-elle la température maximum permise, le courant est immédiatement coupé. Dans les appareils anciens, au contraire, il y a d'abord transmission de chaleur du coussin au thermostat, celui ci ne fonctionne donc qu'avec un certain retard ; comme, d'autre part, le coussin enfoui sous la literie se trouve dans des conditions

d'isolement thermique parfaites, ce retard peut être funeste. Admettons que, par suite d'une erreur, un coussin, construit pour une tension de 110 v, ait été branché sur une canalisation à 220 v. Il recevra une quantité d'énergie quatre fois plus grande dans le second cas que dans le premier et s'échauffera quatre fois plus vite; dès la température maximum atteinte le régulateur jouera; donc pas d'accidents à craindre du fait d'une fausse manœuvre. Bien plus, on construit des coussins de voyage qui peuvent être branchés à volonté sur les circuits lumière de 110 à 120 v. Le scherip comporte, en outre, un fusible destiné à suppléer à une défaillance du thermostat. Ce fusible ne peut être remis en place que par le fabricant (le coussin est vendu plombé). Donc, en cas de détérioriation, le coussin doit retourner à l'usine, où on lui fait subir une visite minutieuse. Il est prévu trois degrés de chauffage. Il suffit d'une manœuvre des plus simples pour obtenir la température désirée. — Au point de vue construction, tous les soins sont apportés à l'isolation. Le thermostat appareil basé sur la dilatation de fils métalliques, par suite assez délicat, doit être mis à l'abri des chocs; on l'enferme à cet effet dans un carter en aluminium. — Les divers organes sont soumis à des essais sérieux, essais de résistance, essais d'échauffement, etc. On contrôle, en particulier, que, sous la tension de service maintenue durant plusieurs heures, les températures atteintes ne dépassent pas les maxima prévus : 70° à 80° pour le degré supérieur, avec un écart de 8° à 12° pour chacun des deux degrés inférieurs. Puis, le coussin est plombé et soumis à un nouvel essai avant d'être livré au commerce. — E. F.

621.37 : 665.882. — Essais électriques et magnétiques des soudures autogènes. *Le Génie civil*, 8 septembre 1923, t. LXXXIII, p. 235-236, 900 mots, 2 fig. — Cette note décrit, d'après « La Revue de la Soudure autogène », les méthodes d'essais, électriques et magnétiques, utilisées pour juger la qualité des soudures autogènes faites sur des tôles d'acier, ces méthodes ayant fait l'objet d'une communication de MM. J. Spooner et J.-F. Kinnard à la Société américaine des Essais de matériaux. La méthode électrique consiste à faire passer un courant de 100 A à travers la soudure et à mesurer les chutes de potentiel de part et d'autre de la ligne médiane de cette soudure. La méthode magnétique est calquée sur la précédente : la soudure sert d'armature à un électroaimant principal et est ainsi traversée par un flux magnétique. Elle constitue aussi l'armature d'un électroaimant d'essais à deux bobines et trois pôles, l'un placé sur la soudure et les deux autres, de part et d'autre de celle-ci. Dans le premier cas, on mesure les différences de résistivité de la tôle ; dans l'autre, les différences de réluctance. La méthode magnétique semble donner les résultats les plus constants. Les essais n'ont été faits, jusqu'ici, que sur les soudures exécutées bord à bord; il reste à voir si les méthodes s'appliquent encore avec la soudure à recouvrement et autres. — Y. G.

ÉLECTROCHIMIE ET ELECTROMÉTALLURGIE

621.365. — Le développement des fours électriques de grande puissance; F. HODSON. *J. A. I. E. E.*, juin 1923, t. XLII, p. 600-604, 3 500 mots, 4 fig. — L'ancien four à trois électrodes ne se prêtait pas aux développements exigés par les métallurgistes pour obtenir économiquement les aciers à bon marché ou pour traiter tous aciers entre le haut fourneau et le four d'affinage. D'une part, le nombre d'électrodes ne pouvait être un multiple de 3, hormis 3, et, d'autre part, le diamètre des plus grosses électrodes obtenues à la presse était limité à 60 cm. La charge de ces fours atteignait 40 t au plus. C'est en 1915 que le four Greaves-Etchells ouvrit un champ nouveau à l'électrométallurgie en offrant la possibilité d'employer deux, quatre ou six, d'une façon plus générale, un nombre pair d'électrodes sans altérer les rendements métallurgique et électrique. L'artifice mis en jeu consiste à employer la sole comme troisième électrode commune à tous les groupes formés par chaque paire d'électrodes supérieures et la sole elle-même. Pour ne pas sacrifier la solidité de la sole à sa conductivité, comme dans le four suédois « Elektrometall », on y répartit le courant sur toute la surface à l'aide d'une plaque de cuivre épousant la forme du four (fig. 1). L'enroulement OC du transformateur relié à cette plaque est nettement différent des autres enroulements OA et OB, de façon à obtenir sur le réseau une charge bien équilibrée, malgré la faible résistance de l'enveloppe et du bain, eu égard à celle de l'arc qui jaillit entre les électrodes supérieures. En somme, ce modèle se comporte comme un four avec arcs en série, formant deux phases d'utilisation, complétées par une troisième phase qui est l'ensemble de la sole et de la masse métallique. La simple manœuvre d'un interrupteur à huile permet aussi de faire jaillir l'arc entre les électrodes supérieures seulement, en utilisant les trois enroulements du transformateur pour alimenter cet arc et conserver une charge bien équilibrée. Ce mode de fonctionnement peut servir au départ, avec four froid. D'après l'auteur, les principaux avantages de ce modèle de four sont : 1° la faculté de pouvoir chauffer la masse métallique à la surface, en son sein et au-dessous de la sole ou à la surface seulement ; 2° la grande souplesse de marche qui en résulte et l'indépendance absolue des paires d'électrodes; 3° l'absence d'électrodes refroidies à l'eau et émergeant de la sole (four Girod). La création d'électrodes « continues » Soderberg, formées d'une enveloppe métallique remplie de pâte au fur et à mesure de sa combustion, aura aussi une répercussion considérable sur le développement des gros fours électriques, car ces électrodes, pleines ou creuses, peuvent être aussi grosses que l'on veut et sont relativement peu coûteuses. (Leur adaptation aux anciens fours à trois électrodes supérieures n'enlèverait rien, d'ailleurs, aux défauts métallurgiques et électriques de ces fours). L'auteur décrit avec quelques détails un four Greaves-Etchells de 60 à 80 t, récemment construit pour la Ford Motor C°, à Détroit. Ce four, à huit électrodes, est alimenté par quatre transformateurs de 3000 kv-A chacun. Intérieurement, ce four mesure 6,50 m × 5 m, et bascule sur deux berceaux de fonte. Ce mouvement est assuré par un moteur de 65 ch avec pignon, engrenage, vis et écrou porté par le berceau. Les fours de 10 t à quatre électrodes fournis à la nouvelle usine de la Ford Motor C° sont construits sur les mêmes principes et peuvent fonctionner avec sole acide ou basique. D'après l'auteur, l'essai qui vient d'être tenté prouve



621.365. — Fig. 1. Four triphasé à plusieurs paires d'électrodes la sole jouant le rôle de troisième électrode. 3 Phase Supply, réseau triphasé.

que l'essor des fours électriques n'est pas limité au traitement des aciers spéciaux et peut intervenir au premier chef dans la fabrication de tous les aciers. — L. P.

621.374 : 669.12. — Le fer électrolytique. *Chemical Trade Journal*, 6 janvier 1922, t. LXX, p. 34; bibliographié dans *Chimie et Industrie*, 2 août 1923, t. x, p. 156. — La fabrication électrolytique du fer est particulièrement intéressante pour la production de tubes ou de plaques d'une épaisseur parfaitement uniforme. Depuis six ans, les fonderies et forges de Sainte-Marie et Gravigny et les usines Bouchayer à Grenoble ont mis sur pied un procédé basé sur l'emploi d'une anode soluble. Le procédé Eustis, de Boston, et Périn, de New-York, emploie, au contraire, une anode insoluble; le fer se dépose sur une cathode rotative et un diaphragme sépare les compartiments de l'anode et de la cathode. A l'anode, on oxyde du chlorure ferreux; $3\,FeCl^2 = Fe + 2\,FeCl^3$; le fer se dépose à la cathode, le chlorure ferrique vient au contact du minerai de fer, qui est généralement du sulfure, et donne $2\,FeCl^2 + FeS = 3\,FeCl^2 + S$; on récupère le chlorure ferreux et il se produit un dépôt de soufre. Le fer obtenu est extrêmement pur (moins de 0,002 pour 100 de soufre et de silicium, 0,0016 de phosphore; 0,003 de carbone); 90 pour 100 du fer du minerai sont transformés en fer pur électrolytique. La densité du courant peut varier de 20 à 100 A par pied carré et la tension de 1,5 à 4 V. Les qualités, surtout mécaniques et électriques, de ce fer sont remarquables. — M.-H. B.

621.374 : 669.3. — Séparation électrolytique des alliages de cuivre et d'étain; P. WEISE. *Z. Elektrochemische*, août 1922, t. XXVIII, p. 327-341; bibliographié dans *Chimie et Industrie*, août 1923, t. x, p. 156. — L'auteur, étudiant les phénomènes qui se passent dans la séparation électrolytique du cuivre et de l'étain, conclut qu'en effectuant cette séparation par les procédés ordinaires de raffinage du cuivre, l'agitation de l'anode et de fortes concentrations en acide sulfurique libre dans le bain contribuent à accroître la teneur en étain de l'électrolyte. Le caractère colloïdal de l'acide stannique peut être prouvé par l'étude à l'ultra-microscope, la dialyse, etc. L'étain tétravalent passe dans la solution alors que l'acide stannique des boues et de l'électrolyte se rapproche de l'acide β-stannique. Par addition de sulfate d'aluminium ou de sulfate de magnésium, on fait passer plus d'étain en solution. L'acide stannique, précipité à l'aide d'un sel de l'acide phosphorique, se laisse mieux filtrer que lorsqu'on l'obtient par hydrolyse. L'emploi de diaphragmes de porcelaines ou de parchemin permet d'avoir le compartiment cathodique sans étain. La température influe aussi sur la teneur en étain de la solution. Ce procédé permet de séparer du bronze jusqu'à 20 pour 100 d'étain avec une densité de courant anodique de 150 A : m². Par de plus hautes teneurs en étain, il y a une légère passivité qui peut entraîner des perturbations. — M.-H. B.

621.372. — Production de dépôts métalliques sur la cire; S. WEIN. *Metal. Industr.*, 29 avril 1921, t. XVIII, p. 321-322; bibliographié dans *Chimie et Industrie*, juin 1923, t. IX, p. 651. — Pour rendre la cire propre à recevoir un dépôt électrolytique adhérent, on l'enduit d'une couche de graphite, appliqué soit avec une brosse, soit par pulvérisation, à l'état de bouillie aqueuse. L'auteur donne une série de formules permettant de rendre cet enduit parfaitement conducteur. Par exemple, on mélange 10 parties de nitrate d'argent, 100 parties de graphite, 200 parties d'eau, on évapore dans une capsule, on calcine au rouge dans un creuset couvert, on broie en poudre impalpable et tamise. On peut aussi accroître la conductivité du graphite en y ajoutant un réducteur; exemple : graphite 900 g, acide pyrogallique 13 g, eau 4,5 litres; ce mélange doit être employé frais; on peut aussi employer, avec de meilleurs résultats, d'autres réducteurs utilisés en photographie. Quand le dépôt électrolytique ne doit pas être enlevé de la cire, on emploie, pour préparer l'enduit préalable, un mélange de 0,36 litre de dissolution alcoolique de gomme laque, autant d'acétate d'amyle et 90 g de bronze en poudre. — M.-H. B.

APPLICATIONS DIVERSES

621.386 : 669. — Examen des matériaux par les rayons X; A.-G. WARREN. *J. I. E. E.*, septembre 1923, t. LXI, p. 949-959, 6000 mots, 28 fig. — L'auteur expose la technique des procédés radiographiques et indique la direction probable des progrès futurs. — P. L.

DIVERS

537 + 621.3 (062) (73). — L'activité du Bureau of Standards de Washington. *E. u. M.*, 30 septembre 1923, t. XLI, p. 575-577, 2200 mots. — Cet article résume, en se limitant aux questions touchant l'électrotechnique, le rapport présenté en 1922 par M. Stratton, directeur de cette organisation. On y trouve traitées les questions les plus diverses, les unes purement théoriques, d'autres intéressant directement les applications industrielles : unités fondamentales, instruments de précision, propriétés des matériaux, résistances, condensateurs, conducteurs d'aluminium, photométrie, électrolyse, téléphonie, prescriptions concernant la sécurité des installations, etc. Pour donner, du reste, une idée de l'importance de cette organisation et de son extraordinaire activité, il suffit de savoir — ce qui est unique au monde — qu'elle comprend 888 employés et que le chiffre de ses dépenses en 1922 s'est élevé à 1805952 dollars. La bibliothèque comprend plus de 23000 ouvrages et on y trouve 578 revues ou périodiques scientifiques et techniques d'origines les plus diverses. — F. B.

92. — Nécrologie : Georges Henrard. *R. G. E.*, 2 février 1924, t. XV, p. 161, 500 mots.

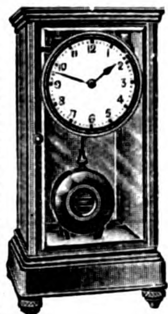
92. — Aimé Witz. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. XV, p. 203-204, 800 mots, 1 photographie. — Cette notice, publiée à l'occasion de la nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur de M. Aimé Witz, correspondant de l'Institut et doyen honoraire de la Faculté des Sciences de l'Institut catholique de Lille, un des plus anciens collaborateurs de cette revue et de celles dont elle est issue, a pour but de faire connaître aux nouvelles générations d'ingénieurs et de rappeler aux anciennes la part prépondérante qui revient aux travaux et publications de cet ingénieur dans le développement de la technique des moteurs thermiques.

92. — Jules Violle, membre de l'Institut. (Notice nécrologique). *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. XV, p. 123-124, 1500 mots, 1 photographie.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.14 : 661.851.7. — Nouvelle injection des poteaux au blanc de plomb. *Journal télégraphique*, 25 décembre 1923, t. XLVII, p. 241-242, 800 mots. — Dans cet article, extrait d'un ouvrage italien sur la question, l'auteur signale l'intérêt économique du remplacement du sublimé corrosif par du blanc de plomb qui lui paraît devoir être efficace. La céruse étant insoluble, il faudrait pratiquement, pour réaliser l'injection, former des bains d'une solution d'acétate de plomb, y plonger les poteaux et faire ensuite passer un courant d'anhydride carbonique. En ce qui concerne la toxicité des substances à employer pour cette injection, il fait remarquer que les précautions à prendre ne sont certes pas plus grandes que celles qui sont indispensables pour l'injection au sublimé corrosif et aux sels de fluor. — Y. G.

PARIS. — SOC. G^{le} D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J. BLONDIN.



LAMPES A ARC

PENDULES ÉLECTRIQUES

TRANSFORMATEURS
POUR TOUTES APPLICATIONS

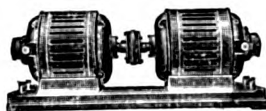
MOTEURS
ÉLECTRIQUES

T. S. F.



GROUPES
DE CHARGE

Établissements
BARDON



61, Boulevard National CLICHY (Seine)

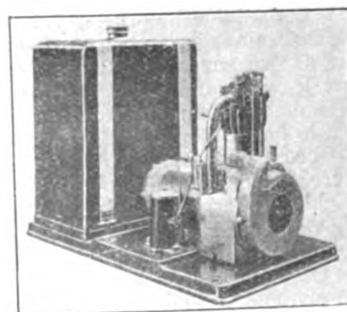
Registre du Commerce : Seine, N° 55 844

Tél. Marcadet, 06-75, 15-71



Sté Anyme des Anciens Ets d'Appareillage Electrique Gabreau
83 rue du Château et 1, 3 et 5, rue Jules Simon
BOULOGNE s/SEINE

GROUPES ÉLECTROGÈNES, TABLEAUX, ÉQUIPEMENTS COMPLETS D'INSTALLATIONS DE TOUTES PUISSANCES, SIMPLES & AUTOMATIQUES



GROUPE L. 250 watts
automatique

Registre du Commerce : Seine N° 199 152

MICA DES INDES

**Importé directement de la mine
et livré en caisses d'origine.**

PLAQUES & SPLITTINGS

PAR TOUTES QUANTITÉS ET EN TOUTES DIMENSIONS

Prix et Échantillons sur demande.

A. VALDELIÈVRE & G. MAITRE
11, rue d'Hauteville, PARIS (10e) — Tél. [illegible] 54-77
Registre du Commerce : Seine N° 184 215

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES
73, rue N.-D. des Champs. PARIS (6e)
Registre du Commerce : Seine N° 182 051

PROTECTION DES RÉSEAUX



Parafoudre basse tension type P. E. M.
pour courant alternatif

Tél. : Fleurus 11-45 Adr. télégr. : Condensator-Paris

CARTONNERIES DES MARAIS
ARISTIDE GUICHARD
JALLIEU-BOURGOIN (Isère)
Registre du Commerce : Bourgoin N° 752

SPÉCIALITÉ DE CARTONS "PRESSPAHN"
A GRANDE RÉSISTANCE DIÉLECTRIQUE

**Fournisseur des principales firmes
de constructions électriques de France**

Agent général pour Paris et le département de la Seine :
M. GEORGES GERARD
39, avenue Gambetta, PARIS (20e) — Tél. Roq. 84-56

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.53 : 669.27. — L'émission d'électrons par des filaments de tungstène renfermant du thorium; Irving LANGMUIR. *Phys. Rev.*, octobre 1923, t. XXII, p. 357-398, 18 000 mots, 7 fig., 8 tables. — Il y a quelques années, on découvrit que, en incorporant à des filaments de tungstène 1 à 2 pour 100 de thorium, on pouvait obtenir une émission électronique plusieurs milliers de fois supérieure à celle d'un filament de tungstène pur. Ce fait est dû à une couche d'atomes de thorium adsorbés à la surface du thorium. Pour former cette couche, l'oxyde de thorium, qui existe au début dans la masse du filament, doit d'abord être réduit en partie en chauffant durant quelques secondes à une température entre 2 600°C et 2 800°C; ensuite, en chauffant à une température T_a comprise entre 2 000 à 2 100° quelques-uns des atomes de thorium sont diffusés à la surface plus vite qu'ils ne s'évaporent. La fraction de surface couverte θ croît jusqu'à une limite θ_∞ qui peut être ou ne pas être 1. L'activité obtenue à une plus basse température d'essai, $T_t = 1\,400°$ à 1 500°C, croît comme le logarithme de θ; pour un filament quelconque, elle reste constante pourvu que le filament ne soit pas chauffé au dessus de 1 900° et que la plaque ne puisse être oxydée. Il est évident que $\frac{d\theta}{dt}$ dépend directement de la différence entre le taux de diffusion à la surface et le taux d'évaporation de la surface. Le taux de diffusion des atomes de thorium à la surface est DG, où G est le gradient de concentration (atomes : cm⁴) des atomes de thorium près de la surface et D, le coefficient de diffusion. Si N_0 est le nombre d'atomes de thorium par unité de surface pour une plaque saturée, il semble probable, d'après la structure des cristaux de thorium, que N_0 est seulement la moitié du nombre des atomes de tungstène à la surface. En faisant la correction pour la surface due à la structure en dodécaèdre (6 pour 100), N_0 devient égal à $0{,}756 \times 10^{15}$. Une analyse mathématique des résultats donne, pour la valeur absolue de D (cm² : s), $\log_{10} D = 0{,}044 - \frac{20\,540}{T}$. Cette valeur est en accord avec une expression théorique donnée par Dushman et Langmuir. Le taux de l'évaporation normale des atomes de thorium d'une surface partiellement couverte de tungstène ($\theta = 0{,}2$ à $0{,}8$), en atomes par centimètre carré et par seconde est donné par $\log_{10} E_{nn} = 31{,}43 - \frac{44\,500}{T}$. A mesure que la surface couverte décroît au-dessous de 0,2, E_n ne décroît pas aussi vite que θ, tandis que, pour des valeurs de θ au-dessus de 0,8, E_n croît jusqu'à une valeur trois fois supérieure à Θ. La petite variation de E_n avec θ montre que l'effet des atomes de thorium est petit. Des études de l'effet d'une activation prolongée de filaments indiquent que la surface de la couche n'est pas plus épaisse qu'un atome. Puisque les atomes ne se diffusent pas à l'intérieur du tungstène, nous devons supposer que, lorsqu'un atome de thorium pénètre au dessous de la surface, un autre atome de thorium s'évapore immédiatement. Le taux de l'évaporation dépend de la diffusion et de θ. Des expériences montrent en effet que $E_i = DG\,(0{,}82\,\theta + 0{,}18\,\theta^3)$. Le taux de l'activation est alors donné par : $N_0 \frac{d\theta}{dt} = DG - E_n - E_i = DG\,(1 - 0{,}82\,\theta - 0{,}18\,\theta^3) - E_n$. Les courbes expérimentales, cependant, correspondent approximativement à l'expression simple $\frac{d\theta}{dt} = k\,(\theta_\infty - \theta)$ quand θ_∞ est la valeur limite à laquelle la diffusion et l'évaporation se contrebalancent. Le gradient de concentration G, dépend naturellement du traitement antérieur du filament, en particulier de la réduction préliminaire du thorium à haute température. Le taux de réduction du thorium est donné par $\log_{10} p_2 = 27{,}98 - \frac{30\,160}{T}$ où p_2 est le nombre d'atomes de thorium produits par seconde et par centimètre cube. Le gradient de concentration limite (en atomes : cm⁴) atteint est donné par $\log_{10} G_2 = 25{,}22 - \frac{9\,620}{T}$. — C. F.

538.14. — Etude de l'influence de la forme des aimants sur le magnétisme rémanent; A. MICHEL et Luc VEYRET. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. XV, p. 43-52, 4 000 mots, 11 fig., 2 tab. — Dans cette étude, l'auteur s'est proposé de rechercher comment varie l'intensité d'aimantation rémanente quand on fait varier la forme et les dimensions des aimants et, comme conclusion de son travail, il donne une formule qui permet de calculer, au moins approximativement, l'intensité d'aimantation d'un aimant en fer à cheval en ne tenant compte que de la valeur du champ magnétisant et de la forme de la courbe d'hystérésis de l'acier à aimant.

538.2. — L'essai magnétique de petits échantillons; T.-F. WALL. *Engineering*, 7 mars 1924, t. CXVII, p. 293-295, 1 800 mots, 7 fig. — L'échantillon considéré par l'auteur est en forme de tube de 25 mm de longueur et 1,35 cm de diamètre intérieur. Un enroulement parcouru par un courant continu est bobiné sur le tube de manière à créer des lignes de force circulaires concentriques au tube. Le courant nécessaire étant considérable relativement à la dimension du fil, le tube est plongé dans l'huile et le courant est maintenu seulement le temps strictement nécessaire pour faire la lecture au galvanomètre balistique relié à une bobine en fil

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. *Chem. Ztg.*, *Chemische Zeitung*. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

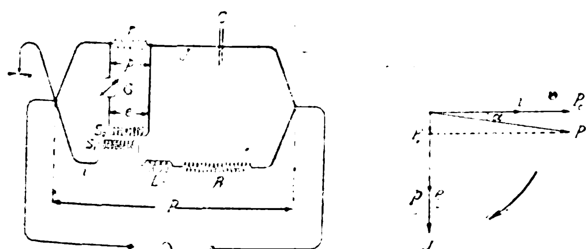
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.

bien enroulé sur une partie du tube. Un schéma et des courbes d'induction pour différents métaux et alliages complètent l'article. — E. B.

538.33. — Essai d'une bobine sans fer donnant des champs magnétiques intenses. Application à l'étude de la saturation magnétique du fer; R. Forthat et P. Dejean. *C. R. Ac. des Sc.*, 8 octobre 1923, t. CLXXVII, p. 627-632, 1 800 mots. — Il s'agit d'un appareil étudié par M. A. Cotton et destiné à produire des champs magnétiques intenses par l'action directe de forts courants électriques. Le courant circule dans des spires de gros fils de cuivre électrolytique, de section rectangulaire et laissant entre elles des espaces annulaires où circule l'eau qui sert à les refroidir; chaque couche est formée de plusieurs spires presque jointives, séparées seulement par une mince couche d'émail sur leurs faces contiguës. On se rapproche des conditions du maximum de rendement en augmentant le nombre des spires de chaque couche et la section du fil, à mesure qu'on s'écarte de l'axe. L'espace libre est de 36 mm de diamètre et le champ y atteint 43 900 gauss avec un courant de 3 790 A. On a étudié avec cet appareil l'aimantation du fer et on a observé l'extrême lenteur avec laquelle se produit la saturation du fer; on a obtenu une intensité d'aimantation de 1 700 dans un champ de 1 140 gauss; de 1 710 dans un champ de 23 500 gauss; de 1 720 dans un champ de 38 950 gauss. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

621.315.63.00.14. — Montage simple de compensation pour la mesure des capacités et des angles de pertes diélectriques des condensateurs et des câbles; W. Geyger. *E. T. Z.*, 20 décembre 1923, t. XLIV, p. 1 096, 700 mots, 2 fig.; *Archiv fur Elektrotechnik*, 1923, t. XII, n° 4, p. 370. — L'auteur décrit une méthode de mesure des capacités et des angles de pertes diélectriques des condensateurs et des câbles qui, malgré un montage simple est d'une exactitude satisfaisante pour une grande étendue de mesures. La figure 1



621.315.63.00.14. — Fig. 1 et 2. Dispositif pour la mesure des pertes diélectriques des condensateurs et diagramme des tensions.

donne le schéma du montage et le diagramme vectoriel de la figure 2 représente la composition des tensions. La tension p aux bornes de la résistance r mise en série avec l'appareil à étudier C est compensée par la force électromotrice induite dans l'enroulement secondaire S_2 d'un transformateur à air à couplage variable; un galvanomètre g permet de vérifier la compensation. Lorsque, dans l'enroulement primaire S_1 de ce transformateur, circule un courant alternatif d'intensité i et de pulsation ω, il se produit dans l'enroulement secondaire S_2 une force électromotrice induite e de direction perpendiculaire à celle de i et de grandeur égale à $\tau\omega i$, τ étant un facteur de couplage dépendant de la position réciproque des deux enroulements et qu'il est facile d'obtenir par un étalonnage préalable. La tension p aux bornes de la résistance r est en phase avec le courant J qui la parcourt et égale en grandeur à rJ. Le courant i circulant dans l'enroulement S_1 est en retard, sur la tension p, d'un angle dépendant de la self-induction L et de la résistance ohmique R du circuit primaire. La tension p comprend une composante active p_v qui est en phase avec le courant J et une composante réactive p_c en arrière qui lui est perpendiculaire. L'angle α formé par les tensions p et p_c qui représente l'angle des pertes total dans le circuit de la capacité se compose d'un angle β correspondant à la résistance ohmique r et de l'angle δ des pertes diélectriques de l'appareil que l'on étudie. Lorsque le galvanomètre ne dévie pas, les tensions p et e sont équivalentes en grandeur et en phase. Ceci n'est possible que si l'angle du courant i et de la tension p est égal à l'angle α. En modifiant le couplage des enroulements primaire et secondaire du transformateur et en choisissant convenablement L et R, il est toujours possible d'obtenir l'équilibre. Lorsqu'il est réalisé, on a les relations suivantes :

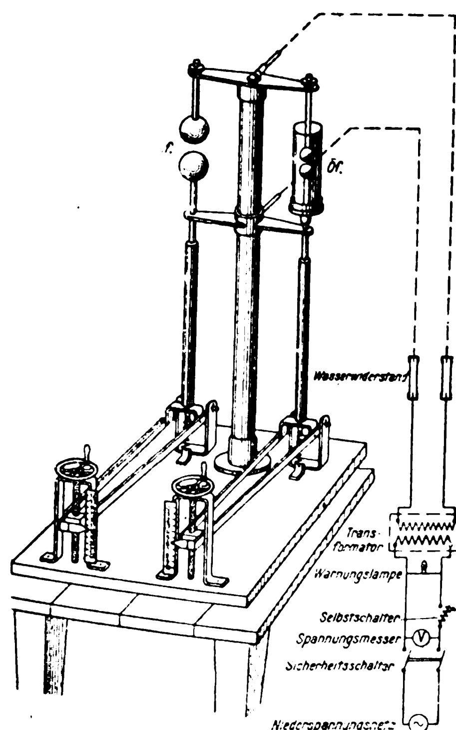
Capacité $C = \frac{\tau}{Rr}$; angle de perte du diélectrique $\delta = \alpha - \beta$;

α et β sont donnés par les formules $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\omega L}{R}$ et $\operatorname{tg} \beta = r\omega C$.

Comme transformateur à air, on peut utiliser avec succès le transformateur réglable de Déguisne et comme résistances, les résistances de précision établies d'après Wagner et Wertheimer. L'auteur signale que des capacités de 1 μF à 0,01 μF peuvent être mesurées avec une précision atteignant 0,25 et 0,50 pour 100 et qu'il est possible d'évaluer avec exactitude de très petites capacités. Ainsi, avec une tension de 240 V et une fréquence de 45,3 p : s, on mesure des capacités de l'ordre de 10^{-4} μF à 0,01 ou 0,02 près. La précision avec laquelle est mesuré l'angle de pertes atteint 0,5 ou 1 pour 100. Pour les essais pratiques, il est commode de rassembler les appareils nécessaires pour l'application de la méthode que l'on vient de décrire, ou de les réunir en une seule combinaison qui peut être réalisée de manière à obtenir par lecture directe les valeurs cherchées. — B. H.

621.315.63. — Appareil d'essai pour la détermination de la rigidité diélectrique des huiles isolantes; W. Estorff. *E. T. Z.*, 27 décembre 1923, t. XLIV, p. 1 111-1 112, 1 400 mots, 2 fig. — Ordinairement, on opère avec deux électrodes fixes reliées aux deux pôles d'un transformateur alimenté par un groupe moteur-générateur. On agit sur l'excitation du générateur, de manière à élever progressivement la tension jusqu'à la valeur de disruption. Outre que la présence d'un groupe moteur-générateur augmente singulièrement le prix de l'ensemble, on ne peut éviter, dans le réglage, les à-coups de tension. La firme Siemens-Schuckert a donc imaginé d'opérer sous tension constante avec distance explosive variable, ce qui l'a conduite à la création de l'appareil que nous allons décrire. Le transformateur de tension de 30 kV du type courant (fig. 1) est branché sur le courant du secteur à 110 ou 220 V. Une simple fiche suffit à cet usage. Il est protégé par un interrupteur automatique, qui se déclanche dès la disruption. Deux résistances à liquide limitent la valeur du courant d'arc à 0,5 A. L'appareillage à haute tension, transformateur compris, est logé dans une cage grillagée, accessible par une porte latérale conjuguée avec l'interrupteur de sécurité, en sorte que le transformateur ne puisse être mis sous tension sans que la porte soit fermée. La cage porte, extérieurement la fiche de branchement, le voltmètre, les lampes témoins et les volants de commande des éclateurs. Elle est en outre munie d'une armoire où trouvent place les récipients contenant l'huile à essayer et, éventuellement, une lampe à alcool et quelques éprouvettes. Il est prévu deux jeux d'éclateurs, l'un pour l'huile, l'autre pour l'air. C'est qu'en effet la disruption se produit pour la valeur maximum de la tension ; or cette valeur dépend essentiellement de la forme de la courbe, d'où l'obligation de la déterminer expérimentalement. Notons, en passant, qu'il sera bon de provoquer préalablement quelques étincelles pour brûler les poussières ou autres impuretés adhérant aux électrodes et dont la présence pourrait fausser la justesse des mesures. Les deux électrodes supérieures sont

fixes: les électrodes inférieures sont mobiles. Il suffit d'examiner la figure 1 pour se rendre compte du mécanisme de commande. A remarquer l'index, qui indique, à une échelle décuple, la valeur du déplacement. Nous signalerons encore que ce déplacement peut s'exécuter également en agissant avec la main sur les leviers, ceci dans le but d'imprimer une succession de montées et de descentes très rapides, destinées à amener, à la suite d'une première expérience, de nouvelles particules liquides au contact des électrodes. Du côté huile, l'électrode inférieure est placée dans un vase en verre mobile avec elle. Elle peut en être séparée lors des nettoyages. De même, l'ensemble électrode et vase peut être retiré pour le remplissage. Les électrodes en forme de calotte sphérique de 25 mm de rayon sont en cuivre. Du côté air, les électrodes sphériques ont 5 cm de diamètre. Le mode opératoire se présente de la façon suivante. Les électrodes étant écartées à leur distance maximum, on remplit le vase d'huile. Au bout de 10 minutes, on agit lentement sur le volant; dès que la disruption se produit, l'interrupteur se déclenche. On lit la distance



621.315.63. — Fig. 1. Schéma de l'appareil d'essai des huiles. Wasserwiderstandt, résistances à eau: Warnungslamp, lampe de contrôle; Selbschalter, interrupteur automatique; Sicherheitsschalter, interrupteur de sécurité: Niederspannungnetz, réseau à basse tension.

marquée par l'index. L'expérience est recommencée cinq fois. On opère de même pour la distance explosive dans l'air. On prend les moyennes. Nous ferons remarquer que, par suite de la brièveté du phénomène et de l'amortissement du courant d'arc, il n'y a, chaque fois, qu'une quantité infime d'huile carbonisée, ce qui permet la répétition des expériences. L'appareil est très robuste; de plus, nous l'avons vu, tous les organes dangereux sont à l'abri des contacts, on peut donc le confier à un personnel peu expérimenté. De plus son maniement est des plus simples, et, comme en outre il est conforme aux réglementations d'essais du Verband deutscher Elektrotechniker, il constitue un mode facile de contrôle, à peu près permanent, des qualités diélectriques des huiles — E. F.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.24. — Les turbines hydrauliques à aspiration de 2 000 chevaux sous faible chute, de l'usine Ford. *Le Génie civil*, 11 août 1923, t. LXXXIII, p. 142, 100 mots. — L'usine hydroélectrique dont il s'agit a été installée en 1922. Quatre turbines de 2 000 ch tournent à la vitesse de 80 t : mn sous une hauteur moyenne de chute de 4 m. Chacune entraîne une dynamo de 3 000 kw et un alternateur de 800 kw. Ces turbines sont les plus puissantes de ce type et leur montage en siphon est également un record en ce qui concerne les dimensions. Leur rotor, en acier coulé, a la forme d'une hélice à quatre pales; il a 3,95 m de diamètre et pèse 7 600 kg. L'avantage de ce système de turbine réside dans son adaptation satisfaisante aux variations de hauteur de chute; elles peuvent fonctionner avec des hauteurs de chute comprises entre 1,20 m et 5 m et le rendement est à peu près constant entre 2,80 et 5 m. Cette condition est particulièrement intéressante dans le cas qui nous occupe, le niveau aval de la rivière sur laquelle est établie l'usine variant de près d'un mètre sous l'influence de la marée. On trouvera dans « Power », 22 mai 1923, la description détaillée de cette usine dont nous n'avons donné ici que les caractéristiques principales. — Y. G.

621.244. — La commande hydraulique du mécanisme des turbines de la General Electric C°, type Schenectady. *Le Génie civil*, 11 août 1923, t. LXXXIII, p. 142, 100 mots; analyse d'un article de THOMPSON, paru dans *Power*, 8 mai 1923. — Description du système s'appliquant à une turbine de 7500 kw et évitant l'emploi de dispositifs amortisseurs dans le mécanisme. Les frottements sont réduits à leur minimum, ce qui permet une action rapide et précise de cette commande. — Y. G.

621.165. — La turbine à vapeur Metropolitan-Vickers. *Electrical Review*, 21 décembre 1923, t. XCIII, p. 953-955, 2 200 mots, 3 fig. — Cet article donne la description d'une turbine de 18 750 kw construite pour l'usine génératrice de Dalmarnock (Glasgow). Parmi les caractéristiques principales de cette turbine, au point de vue construction, on peut citer les points suivants : L'extrémité du côté à haute pression forme une pièce séparée boulonnée suivant un plan vertical sur l'autre partie de la turbine; on peut donc la faire en acier coulé ainsi que les diaphragmes qu'elle porte. Les chambres des tuyères, du type intérieur, ont la forme de tuyaux; elles sont boulonnées à une extrémité sur la chemise de vapeur ou sur une tuyauterie de raccord avec ladite chemise. Du côté à basse pression, on a adopté le principe du courant radial avec échappement à plusieurs étages. Le réchauffeur d'eau d'alimentation fait partie intégrante de la turbine. Le graissage est fait sous pression par une pompe à engrenages montée sur l'arbre qui entraîne le régulateur. Le palier de butée employé est du type Michell. Cette turbine fonctionne avec de la vapeur à la pression de 17,5 kg : cm² et à la température de 340° C environ, le vide au condenseur étant de 740 mm de mercure. La consommation moyenne de vapeur par kilowatt-heure mesurée du côté à haute tension des transformateurs accouplés avec le turbo-générateur a été de 4,58 kg. — J. S.

621.165 00.41. — Le rendement commercial maximum des turbines à vapeur et la relation entre le rendement thermodynamique et le coefficient « K »; R. DOWSON. *B. E. A. M. A.*, décembre 1923, t. XIII, p. 359-365. 3600 mots, 1 tab., 2 fig. — Dans cet article, l'auteur montre que, pour obtenir le rendement commercial maximum d'une turbine à vapeur, lorsqu'on se place au point de vue de l'étude, il faudrait arriver à remplir simultanément certaines conditions contradictoires. Le rendement thermodynamique dépend de la valeur du rendement et de la consommation de vapeur : il faut ajouter à ces facteurs la notion de puissance massique qui influe sur le prix pour arriver au rendement commercial. Une grande puissance massique

entraine un faible prix initial par kilowatt, mais les conditions d'une grande puissance massique (grande vitesse des jets de vapeur, vitesse de rotation maximum permise par la résistance des matériaux, vide modéré à l'échappement pour réduire les dimensions de la machine à cette extrémité) sont précisément opposées à celles qui conviennent pour obtenir un rendement thermodynamique élevé. Par conséquent, pour arriver au résultat envisagé, il faut, soit procéder à un compromis d'ensemble, ou développer une ou deux caractéristiques convenables à un point où elles contrebalancent l'effet contraire des autres. Pour étudier la question plus en détail, l'auteur établit un tableau des pertes dans une turbine à vapeur et calcule la puissance finale à partir des caractéristiques fondamentales de la machine, c'est-à-dire la valeur moyenne du rapport de vitesse et les coefficients de vitesse des tuyères et des aubages. Ce rapport de vitesse défini comme $\frac{\text{vitesse moyenne de l'aube}}{\text{vitesse du jet de vapeur}}$ est donné, dans le cas des turbines à impulsion et à réaction, en fonction du coefficient K dit de Parson. On admet généralement que, pour avoir une valeur élevée du rendement, il faut une valeur élevée du rapport de vitesse en même temps qu'une faible vitesse périphérique, c'est-à-dire qu'il faut une faible vitesse des jets de vapeur. A ce point de vue, l'auteur compare des turbines de modèle ancien avec des turbines modernes et montre que, dans les conditions actuelles, il faut un coefficient K de plus en plus grand pour obtenir un rapport de vitesse donné. D'autre part, il montre que, malgré la réduction du nombre des étages qu'il entraine, l'emploi de grandes vitesses de vapeur conduit à des pertes par frottement dans les tuyères et aubages de plus en plus grandes. L'auteur sépare les pertes dans les turbines à vapeur en deux catégories : pertes inhérentes à la machine, telles que celles dans les tuyères et aubages, et qu'on ne peut supprimer dans l'état actuel de la technique, et les pertes accidentelles, telles que fuites de vapeur et pertes à l'échappement qui peuvent être largement réduites par le constructeur. Il considère qu'on atteindra plus vraisemblablement le rendement commercial maximum en utilisant au mieux les qualités inhérentes de chaque type particulier de turbine pour réduire les autres pertes, plutôt qu'en faisant un compromis entre toutes les pertes. Enfin, l'auteur donne, au moyen d'une représentation graphique, la relation entre le rendement thermodynamique et le coefficient K total d'une turbine, d'après la théorie simple. — J. S.

621.165.2. — Recherches sur l'irrégularité de la réaction dans les turbines Francis. *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. xv, p. 436-437, 1 400 mots, 3 fig. Analyse d'un article de Roy Wilkins, publié dans *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. xlii, p. 1141-1144, 1 500 mots, 14 fig.

621.181 : 621.364. — Chaudières à vapeur à chauffage électrique sous 22 000 v. *Chem. and Metall. Eng.*, 15 octobre 1923, t. xxix, p. 720, 700 mots, 1 fig. — La chaudière consiste en quatre corps cylindriques de 2 m de diamètre et de 2 m de hauteur environ ; elle est destinée à assurer la fourniture de la vapeur pendant les jours d'arrêt de la fabrication, les dimanches et jours fériés. La question de l'alimentation à basse ou à haute tension a été examinée soigneusement et les propriétaires ne se sont décidés pour l'alimentation à haute tension qu'en raison du prix très élevé du transformateur qui aurait coûté le double du prix de la chaudière. Toutes les difficultés du problème ont été envisagées et ont trouvé leur solution ; l'isolement des conducteurs n'a jamais causé le moindre ennui ; la chaudière travaille aussi économiquement à faible charge qu'à pleine charge (1 800 ch) ; l'usure des électrodes est très faible et elle le serait encore bien moins si la charge était constante ; l'usure principale est due aux arcs de rupture du courant. Le charbon coûtant très cher au lieu d'installation, le prix de la chaudière et de ses accessoires sera remboursé après quarante-six jours de marche. — E. B.

621.165. — Les chaudières à vapeur Sulzer. *Le Génie civil*, 21 juillet 1923, t. lxxxiii, p. 71, 50 mots. — La « Revue Sulzer », dans son n° 2 de l'année 1923, donne un exposé rapide des différentes machines que la Société Sulzer Frères construit depuis 1840. On cite notamment la chaudière à un ou deux faisceaux tubulaires verticaux, ou très inclinés avec grille ou chaine sans fin, présentant de nombreux avantages de construction, d'entretien et de fonctionnement. Il peut être intéressant pour nos lecteurs de consulter cet historique concernant des machines estimées dans l'industrie, et de voir ainsi, d'une manière très nette, comment s'est développée cette construction. — Y. G.

621.183.1. — La chaudière Atmos, à tubes d'eau rotatifs, fonctionnant à la pression de 100 kilogrammes par centimètre carré. *Le Génie civil*, 15 septembre 1923, t. lxxxiii, p. 259, 700 mots, 4 fig. — Cette chaudière, construite par un Suédois, M. Blanquist, comprend huit tubes rotatifs de 32 cm de diamètre et de 3,35 m de longueur dans la partie chauffée par le foyer. L'eau d'alimentation passe successivement dans des économiseurs à basse pression, des économiseurs à haute pression et un séparateur de vapeur. Chaque tube est entrainé par un moteur électrique de 8 ch, l'étanchéité est obtenue, malgré la pression considérable de 100 kg : cm² au moyen d'un presse étoupe à huile sous pression. Des dispositifs spéciaux sont établis pour l'arrivée de l'eau et la sortie de la vapeur. Un régulateur automatique à cloche maintient l'épaisseur de la couche d'eau à la valeur voulue. Un dispositif de sécurité, basé sur l'augmentation de la température des tubes, permet d'indiquer à l'extérieur l'entartrage de ces tubes. — Y. G.

621.184.11. — Le foyer économiseur système Wilton. *Le Génie civil*, 21 juillet 1923, t. lxxxiii, p. 65, 900 mots, 3 fig. — Description du foyer économiseur Wilton employé en Angleterre, puis en France et qui a été étudié principalement en vue de réduire au minimum la quantité d'air employée dans les installations à tirage forcé. Il se compose d'éléments creux jointifs dont l'ensemble forme une sole de combustion remplaçant le foyer, le cendrier et la grille ordinaires. Ces éléments sont amovibles, mais ne sont pas identiques ; ils vont en s'amincissant vers la partie supérieure. L'air envoyé dans les canaux du foyer sous l'impulsion d'un injecteur de vapeur s'échappe par de nombreux petits trous coniques, percés à la surface de la sole ; le charbon est ainsi traversé en un grand nombre de points par l'air mélangé à un peu de vapeur, ce qui assure une bonne combustion et s'oppose à l'adhérence des mâchefers. Il en résulte que la conduite de la chauffe est facile. Les éléments de ce foyer étant refroidis par l'arrivée d'air, leur durée est relativement grande. Ce foyer permet de brûler des combustibles de toutes sortes, même ceux de qualité inférieure et il peut s'adapter à tous les systèmes de chaudières ou de foyers industriels quelconques. — Y. G.

621.184.13. — Foyer fonctionnant simultanément à la poussière de charbon et à la grille automatique. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. xliv, p. 1037-1038, 300 mots, 2 fig., d'après *Industrie und Technik*, 1923, p. 117-119. — Pour utiliser dans de bonnes conditions un combustible de seconde qualité, la société dont on décrit l'installation décida d'adjoindre un système de combustion de poussière de charbon à la grille automatique du foyer qui chauffait une chaudière à tubes verticaux. Les buses d'où sort l'air primaire chargé de poussière sont placées bien au-dessus du milieu de la grille, ce qui permet à la flamme de se développer complètement avant d'atteindre la grille, et leur jet est dirigé sur cette dernière de haut en bas ; une paroi verticale disposée en avant des buses empêche la flamme d'arriver directement sur les tubes de la chaudière. Les gaz en combustion, mélangés à ceux de la grille, remontent ensuite vers la chaudière. Grâce à ce changement de direction, les cendres provenant de la poussière tombent sur la grille qui les entraine. L'article donne aussi la description du système de

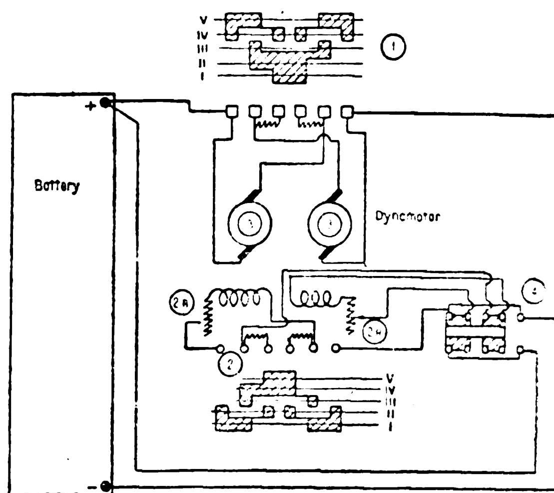
pulvérisation employé. Les essais ont montré que l'emploi combiné de la **grille** automatique et de la poussière était plus économique, en assurant une meilleure combustion, que chacun des deux dispositifs employé séparément. Le rendement de la chaudière atteint ainsi 78,66 pour 100 sans économiseur et 86,19 pour 100 avec économiseur. Dans ces derniers nombres, on ne tient pas compte du fraisil, qui représente environ 2,8 pour 100 du combustible, et qui est encore utilisable transformé en poussière. Le rendement est donc de 89 pour 100. — B. H.

621.186.1. — Tours réfrigérantes avec tirage renforcé par chauffage. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1042-1043, 1 fig.; d'après *Archiv für Wärmewirtschaft*, 1923, fascicule 8, p. 150. — Le tirage naturel dans les installations de réfrigération dépend surtout de la température qu'a pris l'air venant de lécher le liquide à refroidir et il est limité par la température maximum de ce dernier. Dans les usines génératrices à vapeur, il arrive que, pour des dépressions décroissantes, l'eau de circulation est de plus en plus froide et le tirage d'autant plus faible, alors que l'inverse serait souhaitable. Il est possible d'améliorer le refroidissement de l'eau en employant la chaleur dégagée en dehors du condenseur pour activer le tirage. L'air chauffé par le voisinage des grilles, des chaudières, etc., est aspiré par un ventilateur et envoyé dans la cheminée de réfrigération où il se précipite en véritable trompe; il y a ainsi plus d'air en contact avec les gouttes d'eau précipitées. Il est également possible d'utiliser, à la place de l'air chauffé par convection, les gaz sortant du foyer. — B. H.

621.187.5. — Service du contrôle des chaudières à vapeur. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1 043, 700 mots; d'après *Ministerialblatt d. and. u. Gew. Verw.*, 1923, p. 323. — Une ordonnance du Ministère prussien du Commerce et de l'Industrie, en date du 4 septembre 1923, a créé des emplois de contrôleurs du service des chaudières à vapeur. Chaque société de surveillance des chaudières à vapeur doit avoir en fonction au moins un contrôleur. Ils dépendent de l'ingénieur en chef de ce service. La discrétion la plus complète est exigée d'eux sur tous les sujets touchant au service. Pendant toute la durée de leur fonction, ils ne peuvent exercer aucun emploi de chauffeur ou de mécanicien ni même un autre métier n'ayant aucun rapport avec ceux-ci sans l'autorisation de leur ingénieur. Leur devoir est de surveiller le fonctionnement des chaudières à vapeur et de faire observer les règlements. Ils sont même autorisés à faire prendre toutes les mesures qu'une menace de danger peut rendre urgentes. Le comité de surveillance des chaudières à vapeur qui élabore les règlements comprend deux membres pris parmi les propriétaires de chaudières, un pris parmi les constructeurs, trois pris parmi les syndicats ouvriers et l'ingénieur en chef. — B. H.

621.438. — Moteurs à combustion interne dont l'échappement se fait dans des turbines à basse pression. *Electrical Review*, 7 décembre 1923, t. XCIII, p. 875, 1 300 mots, 1 fig. — Cet article est un extrait d'une conférence faite par le lieutenant-colonel F. Modugno à une réunion de l'Institution des Architectes navals, en Hollande, où cet auteur traite de la détente compound obtenue en utilisant, dans des turbines à basse pression, les gaz d'échappement des machines à combustion interne. Il montre d'abord qu'on n'obtient pas en pratique le gain qui résulte du diagramme en faisant de la détente compound dans des cylindres à haute et à basse pression et qu'on a en outre les désavantages d'une machine plus compliquée. Mais les difficultés sont en grande partie surmontées en remplaçant le cylindre à basse pression par une turbine, et l'auteur rappelle à ce sujet l'application faite aux moteurs d'aviation de turbo-compresseurs pour augmenter la puissance aux hautes altitudes; ensuite, il décrit un système de détente compound qu'il propose et indique comment on pourrait l'appliquer aux machines à combustion interne à deux et quatre temps. Dans le cas du moteur à quatre temps, l'adjonction d'une turbine ne nécessite aucune modification essentielle; pour le moteur à deux temps, il faut changer la distribution et ajouter un compresseur. Dans un appendice, l'auteur donne la théorie du moteur Diesel, dont les gaz s'échappant dans une turbine à basse pression et compare les rendements des différents systèmes. — J. S.

621.39 : 629.113.5. — L'utilisation défectueuse du moteur à combustion; L. MURPHY. Communication à l'Institution of Automobile Engineers (Angleterre). *Electrical Review*, 16 novembre 1923, t. XCIII, p. 754-765, 2 200 mots, 2 fig. — On connaît les imperfections des véhicules actionnés par moteur à essence : lenteurs du démarrage, faible moyenne de vitesse, rendements thermique et mécanique insuffisants. Aux essais, la voiture donne, peut-être, 54 tonnes-kilomètre par litre d'essence, mais, en pratique, ce chiffre est réduit de moitié. L'énergie est bien mieux utilisée dans le cas des voitures électriques; en établissant la comparaison entre un camion à essence et le même camion mû par l'électricité, on aboutit à cette conclusion étonnante : au lieu d'utiliser un moteur à essence monté sur le véhicule, il vaut mieux, au point de vue de la consommation, brûler de l'essence dans



621.39 : 629.113.5. — Fig. 1. Schéma des connexions pour automobiles actionnées par deux moteurs, l'un électrique, l'autre à essence. 1, régulateur actionné à la main ; 2, régulateur automatique du champ ; 2 R, résistance de champ réglable par l'action de la pédale ; 3, sections de l'induit du moteur électrique ; 4, inverseur. Les connexions entre la section de l'induit située à gauche et les bornes intérieures de l'inverseur ont été omises pour simplifier le dessin.

un moteur fixe, transformer ensuite l'énergie en énergie électrique, emmagasiner cette dernière dans une batterie et l'utiliser enfin sous forme d'énergie mécanique. L'auteur considère comme très avantageux un mécanisme de propulsion constitué par la combinaison d'un moteur électrique et d'un petit moteur à essence lequel fonctionnerait à admission constante, c'est-à-dire dans les meilleures conditions d'économie, et serait débrayé lorsque la vitesse deviendrait excessive. Il estime que, pour un camion de 4,5 t, pesant 8 t en charge, on pourrait augmenter la distance parcourue dans le rapport de 3 à 1, le moteur à essence contribuant alors pour 0,091 ch par tonne-kilomètre additionnel et la consommation correspondant à un litre d'essence pour 53,75 tonnes-kilomètres. On pourrait combiner ce moteur à un moteur électrique à excitation en dérivation dont la vitesse ne serait pas considérablement influencée par l'introduction ou l'exclusion du moteur à essence. La figure 1 représente le schéma prévu des connexions ; pour changer de vitesse, on agit sur le champ du moteur shunt par l'intermédiaire d'une pédale « accélératrice ». Dans le cas cité

ci-dessus, la cylindrée du moteur à essence pourrait être, par exemple, de 2 200 cm³ ; la batterie pèserait environ deux tiers de tonne. L'accroissement du rayon d'action résultant de la combinaison des deux moteurs est limité uniquement par le poids de l'essence et par la quantité d'énergie que l'on peut emmagasiner dans la batterie. L'ampère-heuremètre renseignerait le chauffeur sur l'opportunité d'embrayage du moteur à essence. Ce moteur travaille sous un couple pratiquement constant ; d'autre part, le nombre de vitesses est limité ; il est donc possible d'utiliser les huiles lourdes qui sont bien plus économiques. — Th. S.

621.312.26. — Bobinages à courant alternatif à trous partiels; H. de Pistoye. *R.G.E.*, 24 novembre 1923, t. XIV, p. 798-809, 6 700 mots, 2 tab. — Les bobinages à courant alternatif à trous partiels (nombre d'entailles par pôle et par phase fractionnaire), quoique assez employés par un certain nombre de constructeurs, n'ont fait l'objet, jusqu'à présent, que de très peu d'études, du moins dans la littérature technique française. Dans son article, l'auteur attire l'attention sur cette catégorie de bobinages dont l'emploi est très avantageux dans bien des cas.

621.312.16. — Ampères-tours nécessaires à l'aimantation des dents dans les machines électriques; P. Estragnat. *R.G.E.*, 17 novembre 1923, t. XIV, p. 731-735, 2 000 mots, 7 fig. — Les ampères-tours relatifs à l'aimantation de la denture dans une machine électrique, parfois de faible importance vis-à-vis des ampères-tours totaux, peuvent, par contre, être considérables dans certaines machines fortement saturées. L'auteur en fait le calcul exact en tenant compte également de la perméance des encoches, dans le cas où celles-ci sont rectangulaires; les autres cas peuvent toujours se ramener à ce dernier avec une approximation largement suffisante dans la pratique. Il montre ensuite que la formule trouvée peut être traduite par un abaque à points alignés de construction particulièrement simple.

621.312. — Sur l'échauffement d'un organe de machine électrique soumis à des pertes dans le fer constantes et à des pertes par effet Joule; Paul Girault. *R.G.E.*, 22 et 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1021-1025 et 1065-1070, 2000 mots, 3 fig., 5 tab. — Cet article complète une précédente étude dans laquelle les tableaux de la proposition transactionnelle dite de M. Boucherot avaient été établis, en admettant certaines hypothèses simplificatrices, pour des températures du milieu ambiant de 40° et 30° C avec élévations de température correspondantes de 50° et de 60° C. A cet effet, conformément à une remarque faite à la fin de sa première publication, l'auteur a établi les tableaux de la proposition pour les mêmes températures du milieu ambiant et pour des élévations respectivement correspondantes de 55° et 65°C.

621.3 (017). — Echelle des tensions normales pour les machines et l'appareillage à haute tension; Vannotti. *R.G.E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1045-1046, 1 000 mots. — Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.312.4 (017). — Projet de normalisation des machines et des transformateurs. *E.T.Z.*, 29 novembre 1923, p. 1045-1048. — L'article donne le projet de normalisation établi par la commission du Verband deutscher Elektrotechniker, pour les machines et les transformateurs. — B. H.

621.312.2.00.45. — Inspections, nettoyages et essais périodiques des alternateurs. *G.E.R.*, septembre 1923, t. XXVI, p. 652-654, 1 800 mots. — L'article est une tentative de normalisation des soins à donner aux alternateurs. Parmi les recommandations habituelles bien connues, signalons l'emploi, dans l'essai périodique des isolants, au lieu d'un simple appareil Megger, d'un appareil à kénotron (combinaison de l'application d'une tension alternative égale à celle de la machine, et d'une tension continue); l'appareil permet la mesure exacte de l'intensité du courant de fuite et ses lectures ne sont pas influencées par les effets de la tension alternative fournie par les magnétos des appareils habituels. P. V.

621.312. — Une nouvelle théorie de la commutation. *E. T. Z.*, 31 janvier 1924, t. XLV, p. 80, 800 mots ; résumé d'un article de Dreyfus paru dans *Arch für Elektrotechnik*, t. XII, n° 3 et 5, p. 286 et 398. — La méthode classique basée sur la self-induction de la section commutée ne serre pas les faits d'assez près et ne permet pas d'expliquer certains accidents bien connus des praticiens. La nouvelle théorie remédie à cette lacune. Le court-circuit d'une section peut être interrompu avant que le courant ait atteint sa valeur normale. Il y a, à ce moment, accroissement brusque d'intensité et diminution égale dans la section voisine. S'il s'agit d'une section « dépendante », c'est-à-dire appartenant par ses deux extrémités à la même encoche que la section voisine, l'importance du courant de cette encoche n'est pas modifié et le fait est sans conséquence. Si, au contraire, il s'agit d'une section « indépendante », il y a modification brutale du champ, élévation de la tension de rupture et étincelles aux balais. Il y a donc lieu de tenir compte de ces phénomènes d'induction par l'introduction, dans les calculs, d'un coefficient approprié. — E. F.

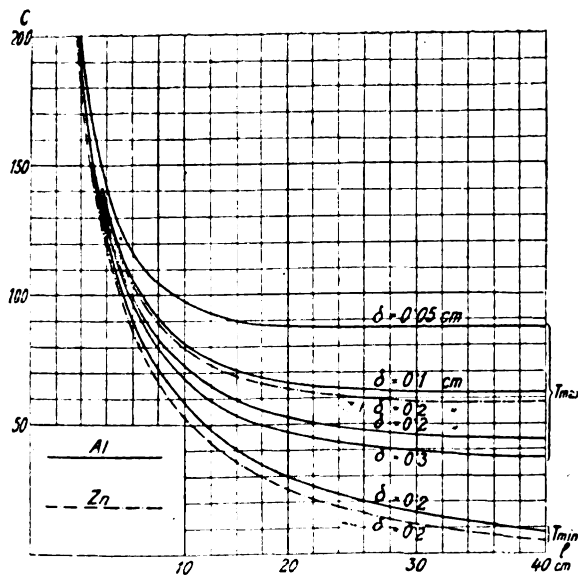
621.314. — Le transformateur Berry, à réglage de tension. *Le Génie civil*, 25 août 1923, t. LXXXIII, p. 186-187, 600 mots, 1 fig. — Description d'un système de montage pour élever ou réduire la tension fournie par un transformateur normal, sans compliquer les enroulements primaires et, surtout, sans faire de prise supplémentaire sur l'enroulement à haute tension. Le système est particulièrement intéressant pour l'interconnexion de réseaux et a été, pour cette raison, utilisé en Angleterre. On adjoint un petit enroulement à basse tension supplémentaire sur chaque noyau de transformateur principal ; cet enroulement sert à l'excitation d'un transformateur réducteur auxililiaire dont le secondaire alimente un deuxième transformateur auxiliaire, celui-ci élevant au contraire la tension. Le premier transformateur auxiliaire est disposé pour permettre le réglage de la tension par des prises multiples sur son circuit secondaire et même pour inverser le sens du courant alimentant le primaire du second transformateur auxiliaire. Par la simple manœuvre d'un commutateur et d'un inverseur, on obtient ainsi tous les réglages voulus de la tension au-dessus ou au-dessous de la valeur normale du transformateur principal. — B. E.

621.314. — Deux modèles de transformateurs de tension monophasés de la société des compteurs Aron. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1 036-1 037, 3 fig. — L'article donne la description de ces deux appareils. Le premier, modèle 9, peut être isolé au compound, à l'huile ou à l'air. Il est construit pour la fréquence de 50 p : s et pour supporter des tensions primaires allant jusqu'à 6 000 v, et une tension secondaire de 110 v avec une charge maximum de 30 v-a. Le second, modèle 10, peut être isolé au compound ou à l'huile. La tension primaire ne doit pas dépasser 15 000 v à la fréquence de 50 p : s, la tension secondaire étant de 110 v. La charge de l'enroulement secondaire est également de 30 v-a. Sont également données les descriptions de diverses variantes de ce modèle ainsi que les croquis de certains d'entre eux. — B. H.

621.314 5. — Transformateurs pour l'alimentation des commutatrices. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 483-484, 600 mots, 2 fig. Analyse d'un article de G. Berg, publié dans *Electrician*, 16 novembre 1923, t. XCI, p. 558-541, 3 700 mots, 5 fig., 1 tab.

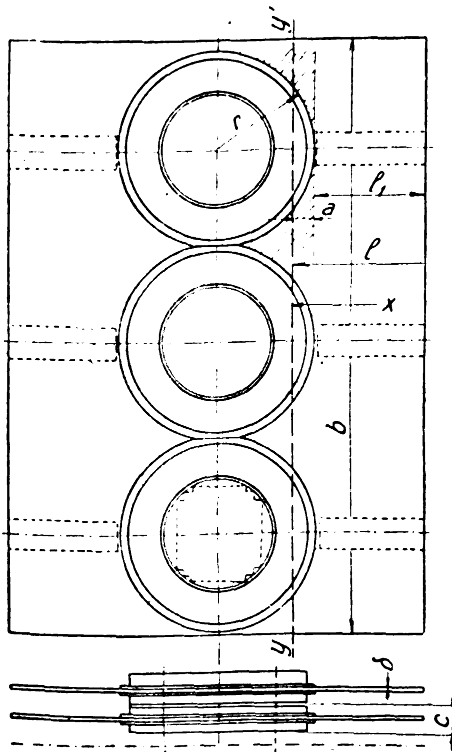
621.314.00.2. — L'action des tôles refroidissantes. Leur emploi et leur importance pour les transformateurs non

immergés; B. SCHWARZ. *E. u. M.*, 5 et 12 août 1923, t. XLI, p. 445-451 et 466-472, 10 000 mots, 7 fig. — L'emploi des surfaces latérales des bobines pour le refroidissement n'est



621.314.00.2. — Fig. 1. Courbes de la température maximum dans des tôles de différentes longueurs et épaisseurs.

possible que dans des limites assez étroites, car la subdivision des bobines et l'intervalle à laisser entre les galettes ne peuvent pas être augmentés outre mesure, étant limités

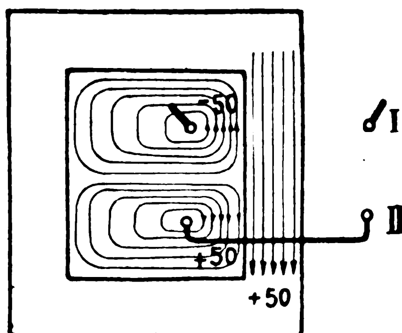


621.314.00.2. — Fig. 2. Schéma du système de refroidissement des enroulements à l'aide de tôles spéciales.

par des considérations d'encombrement et de chute de tension en court-circuit C'est pourquoi on a été amené à envisager le refroidissement par des tôles spéciales. Le calcul de leurs dimensions est imposé par la nécessité de prévoir une dissipation de puissance d'environ 300 à 400 w, par mètre carré. La différence de température qui s'établit entre le noyau et l'air extérieur, par l'intermédiaire des tôles de refroidissement, dépend de la longueur de celles-ci, de leur épaisseur, de leur conductibilité et aussi, naturellement, de la quantité de chaleur qu'elles ont à transmettre. L'auteur expose la théorie du rayonnement calorifique d'une tôle qui reçoit de la chaleur par une de ses extrémités et montre comment varie la température maximum qu'il est possible d'atteindre en fonction de la longueur de la tôle et de son épaisseur. Les courbes de la figure 1 résument ces résultats pour des tôles d'aluminium et de zinc. A ce point de vue, compte tenu du coefficient de conductibilité et du poids spécifique des différents métaux, l'aluminium est le plus avantageux et, si on le prend pour unité, on trouve qu'il faut, pour obtenir le même résultat, les poids suivants d'autres métaux : cuivre, 1,76; zinc, 4,73; fer, 8,72. L'aluminium est donc nettement plus avantageux que tous les autres métaux à ce point de vue. En pratique, le refroidissement se fait à l'aide de tôles serrées entre les bobines du transformateur et empilées alternativement avec elles comme l'indique le schéma de la figure 2. L'article donne des résultats d'expérience qui montrent que ce procédé permet de limiter à 65°C l'échauffement d'un transformateur qui, sans lui, serait d'environ 105°C. — J. C.

621.312.2. — Le courant de court-circuit dans les alternateurs; A. MANDEL. *E. u. M.*, 21 octobre 1923, t. XLI, p. 609-614, 4 500 mots, 11 fig. — Soit d'abord un transformateur fonctionnant à vide et dont le secondaire, formé d'une seule spire II, est mis en court-circuit à l'instant où le courant magnétisant du primaire, réduit à la spire I, est maximum et où la tension d'alimentation est nulle. On fait abstraction des résistances ohmiques ainsi que du courant magnétisant qui engendre le flux dans le noyau. Avant comme après le court-circuit, la spire secondaire embrassera le même nombre de lignes de force (+ 100). Dans la spire primaire, ce nombre devra varier de façon qu'à chaque instant la force contre électromotrice E_g due au champ du fonctionnement à vide, fasse équilibre à la tension du réseau. La mise en court-circuit ne produira point de modification, car cette opération a lieu au moment où la tension est nulle. Aussitôt après, la force électromotrice E_g se met à croître en valeur absolue et crée, dans la spire primaire, un courant négatif, antagoniste au flux qui provoque, à son tour, l'apparition dans la spire secondaire d'un courant égal, mais de sens contraire dont les effets s'ajoutent à ceux du flux existant. Ces deux courants produisent des champs de dispersion, les lignes de force du flux primitif parcourant le noyau étant converties, une à une, en lignes de dispersion lesquelles, graduellement, s'incurvent. Après un quart de période, la situation est celle représentée en figure 1; à la fin de la demi-période, les deux champs de dispersion sont mesurés respectivement par + 100 et — 100, les courants dans les spires atteignant le double de la valeur du courant de court-circuit stationnaire, à cause du choix, défavorable, de l'instant de la mise en court-circuit. Durant la seconde demi-période, il y a inversion totale du phénomène. En substance, on peut dire qu'il y a échange mutuel et alterné entre l'énergie électrique du réseau et l'énergie magnétique du transformateur. S'il existe des résistances ohmiques, leur effet amortisseur se traduira par la réduction du rapport existant entre les valeurs instantanée et stationnaire du courant de court-circuit; la transformation du courant instantané en courant stationnaire aurait lieu en vertu de l'affaiblissement des courants égaux qui traversent les spires et du flux de dispersion que ces courants engendrent, l'amortissement procédant suivant une puissance de e, inversement proportionnelle à la constante de temps. Des raisonnements analogues à ceux qui précèdent s'appliquent

à l'alternateur monophasé théorique ayant une spire fixe à l'induit et une spire à l'inducteur, parcourues, par exemple, par un courant de 1 A et se faisant face, au début. La spire du rotor, dénuée de résistance, s'oppose à toute modification des flux qu'elle embrasse et conserve le courant de la marche à vide tant que la spire du stator n'est pas en court-circuit; elle peut, elle-même, être considérée en court-circuit. La spire du stator conserve également le flux qu'elle embrassait au moment du court-circuit. Il en résulte, durant la rotation, un flux commun dirigé à chaque instant suivant la bissectrice de l'angle extérieur, graduellement rétréci, que forment les rayons vecteurs des deux spires. A mesure que la rotation avance, le courant magnétisant suffit de moins en moins à entretenir le champ; quand l'écart angulaire aura atteint 180°, ce champ sera complètement évincé par le champ de dispersion et le courant instantané sera égal au produit du courant de marche à vide par le rapport existant entre le nombre total de lignes de force et le nombre total de lignes de dispersion. Ici, il n'y a pas d'apport extérieur et l'échange a entièrement lieu entre l'énergie



621.312.2. — Fig. 1. Schéma de la répartition des lignes de force après un quart de période.

mécanique du rotor et l'énergie magnétique du champ, la spire tournante étant freinée par le courant de la bobine fixe durant la première moitié de la période et accélérée dans la seconde moitié. Les efforts mécaniques, supportés par les spires au moment de la mise en court-circuit et dûs à la pression du champ de dispersion, se traduisent, dans l'alternateur, par un couple de rotation qui change deux fois par période. Un calcul simple permet de déduire que la diminution subie, à chaque tour, par l'énergie mécanique ne couvre qu'une faible fraction des pertes dans le cuivre; l'amortissement du couple oscillant par la superposition d'un couple de sens invariable devra donc être obtenu, en majeure partie, au moyen d'énergie mécanique provenant d'une source extérieure. On abrège les calculs du couple additionnel en supposant qu'il couvre la totalité des pertes : l'erreur commise est évidemment faible. Si, au début, la spire de l'inducteur était décalée de 90° en arrière de la spire fixe, la rotation déformerait le champ différemment. L'amplitude du courant de court-circuit instantané serait égale à la moitié de celle du cas précédent. — Th. S.

621.314.00.42. — Fonctionnement des machines et transformateurs en surcharge de courte durée; R.-O. Kapp. *Electrical Review*, 2 novembre 1923, t. XCIII, p. 644-646, 2 100 mots, 3 fig. — L'auteur a pour but de rechercher pendant combien de temps les génératrices ou transformateurs d'une usine génératrice peuvent supporter sans danger une surcharge déterminée : il s'occupe plus spécialement des transformateurs. Dans ces appareils, les pertes dans le fer sont indépendantes de la charge; les pertes dans le cuivre sont proportionnelles au carré du courant; en outre, la chaleur dégagée est utilisée à l'échauffement d'une masse considérable d'huile, échauffement qui retarde l'influence du refroidissement de la paroi. L'équation qui tient compte de ce fait est bien connue et son emploi est très facile, mais exige l'exécution de calculs assez pénibles : c'est pourquoi l'auteur a tracé un abaque à points alignés qui permet la résolution rapide de cette équation. — E. B.

621.315.6 : 621.314. — Les moyens mis en œuvre pour atténuer la contrainte à laquelle sont soumis les isolants des transformateurs; F. Dessauer. *E. T. Z.*, 20 décembre 1923, t. XLIV, p. 1087-1093, 6 500 mots, 17 fig. — Après avoir indiqué les besoins qui poussent à établir des transformateurs à très haute tension, essais électriques et surtout rayons X, l'auteur passe en revue les moyens mis en œuvre pour ne donner au diélectrique de ces appareils que le volume strictement nécessaire. On est en effet très rapidement conduit à des volumes considérables de matières isolantes puisque, en admettant que la distance d'amorçage varie comme la tension, le volume de l'isolant variera comme le cube de la tension. Tous les transformateurs utilisent les deux moyens suivants pour réduire au minimum la contrainte à laquelle sont soumis les isolants : 1° montage en série d'éléments de transformateurs qui donnent, chacun, une certaine augmentation de tension. La tension totale obtenue est égale à la somme des différences de potentiel partielles et chaque transformateur élémentaire n'a besoin d'être calculé que pour la différence de potentiel partielle; 2° mise à la terre du milieu de la combinaison d'enroulements pour que la tension maximum par rapport à la terre ne soit que la moitié de la tension effective entre pôles. Les deux moyens sont souvent employés concurremment dans les transformateurs ou groupes transformateurs que décrit l'article. Après avoir cité les transformateurs Haefely (« R. G. E. », 25 novembre et 30 décembre 1922, t. XII, p. 811 et 1034), l'auteur reproduit les caractéristiques d'un transformateur destiné aux applications médicales des rayons X qui donne directement la tension de 90 kV. Le milieu de l'enroulement à haute tension est réuni à la cuve qui est montée sur isolateurs et les isolants n'ont donc besoin d'être dimensionnés que pour la plus grande différence de tension régnant dans le transformateur, c'est-à-dire pour 45 kV. Un autre dispositif consiste à monter en série des transformateurs dont les bornes et l'isolant intérieur sont calculés pour la même différence de potentiel. Chacun d'eux est isolé par rapport au précédent par des isolateurs d'un même modèle. — B. H.

621.352.3. — Les piles modernes; H. Ward et L.-D. Goldsmith. *World Power*, janvier 1924, t. I, p. 35-41, 5000 mots, 1 tab. — Dans cet article les auteurs traitent de la question des piles au point de vue de leur champ d'application, de leur construction et de leurs caractéristiques. Ils examinent plus en détail les piles Leclanché, Lalande à oxyde de cuivre, Darimont, Féry à dépolarisant par l'air et la pile à chlorure d'argent. On trouvera aussi dans cet article quelques considérations théoriques sur la nature de la source d'énergie dans la pile, sur la différence entre la tension théorique et celle réellement obtenue, sur la dépolarisation et sur l'influence de la température. Enfin, les auteurs traitent de la question des essais à faire subir aux piles et pour conclure disent quelques mots de ce qui a été réalisé au point de vue de l'unification des piles. — J. S.

621.316. — Méthodes actuelles de détermination des courants de court-circuit sur les réseaux à courant alternatif; P. Boucherot et Ch. Lavanchy. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1048-1049, 1 200 mots. — Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.316. — Quelques considérations sur le problème des échanges d'énergie entre réseaux. *R. G. E.*, 8 décembre 1922, t. XIV, p. 876, 100 mots. Communication faite par M. Semenza à la séance du 1er décembre 1923 de la Société française des Electriciens.

621.316 031.4. — Sur quelques conditions de fonctionnement et d'exploitation particulières aux réseaux d'interconnexion bouclés; Ch. Lavanchy. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1046-1048, 1700 mots. Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.1 (061) (43). — Commission des lignes aériennes. *E. T. Z.*, 19 juillet 1923, t. xliv, p. 693-695, 2500 mots. — La commission du « Verband deutscher Elektrotechniker » pour les lignes aériennes propose quelques modifications aux règlements en vigueur (voir *E. T. Z.*, 1923, t. xliv, p. 467). — Les lignes de signalisation utilisant les mêmes supports que les lignes à haute tension seront faites avec du fil de bronze d'une ténacité de 60 kg : mm² à 70 kg : mm² ou en conducteur bimétal d'une ténacité d'au moins 60 kg : mm², pour les portées inférieures à 120 m. Pour des portées supérieures, on devra employer des câbles. Un tableau donne les charges que doivent supporter pendant une minute, sans se rompre, les conducteurs en cuivre ou en aluminium de diamètre variant entre 1,35 mm et 4,5 mm. — Un autre tableau indique les contraintes maxima, en kilogrammes par centimètre carré, que l'on peut imposer suivant l'état de conservation et suivant le mode d'imprégnation, aux bois de différentes essences. — Un bois imprégné au goudron doit contenir, par mètre cube de bois : au moins 130 kg de goudron pour du hêtre, 60 kg pour du chêne et 90 kg pour du sapin. — Suivent enfin les diverses règles de calcul des poteaux en bois. — B. H.

621.315.1.00.12. — La géométrie des câbles et le calcul de leur capacité limite. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. xv, p. 29-32, 2000 mots, 3 fig., 1 tab. Analyse d'un article de D.-M. Simons, publié dans *J. A. I. E. E.*, mai 1923, t. xlii, p. 525-539, 12000 mots, 4 fig., 4 tab.

621.311.9 : 681.116.1. — Le réglage de la fréquence des courants par l'horloge Warren. *Le Génie civil*, 21 juillet 1923, t. lxxxiii, p. 69, 400 mots. — Description rapide de cette horloge, déjà employée dans certaines usines étrangères, pour régulariser la fréquence sur un réseau, d'après « L'Electricien » du 15 juillet 1923. Elle comprend, comme organe principal, un moteur synchronisé auto-démarreur constitué de la façon suivante : un inducteur en tôle laminée est excité par une bobine branchée directement sur le courant à 110 v. Un rotor formé par un petit disque horizontal d'acier trempé, portant deux barres perpendiculaires au disque et diamétralement opposées, est fixé sur un pivot vertical en acier. Autour de chaque moitié de pièce polaire est montée une forte bague de cuivre qui permet l'obtention d'un champ tournant. A l'arrêt, le rotor repose sur la partie inférieure de son axe, mais, en marche, il est soulevé et flotte dans le champ. Son mouvement est transmis par vis sans fin et roues dentées à un arbre qui tourne à raison d'un tour par minute quand la fréquence du courant est 60 p : s. — Y. G.

621.315.14.00.14. — Abaques pour le calcul rapide de la flèche et de la tension des conducteurs aériens. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. xv, p. 328-329, 1100 mots, 2 fig. Analyse d'un article de L. Truxa publié dans *E. u. M.*, 26 août 1923, t. xli, p. 493-494, 1100 mots, 2 fig.

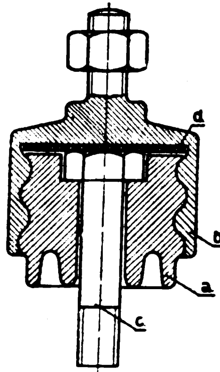
621.315.5 : 538.522. — Coefficients d'induction de conducteurs cylindriques; Alexander Russell. *J. I. E. E.*, décembre 1923, t. lxii, p. 9-12, 2000 mots, 6 fig. — L'auteur considère un certain nombre de dispositions typiques de conducteurs formant un circuit fermé et calcule, pour chacune d'elles, tout ou partie des grandeurs caractéristiques suivantes : coefficients de self-induction L_{11}, L_{22}, des conducteurs pris isolément; coefficients d'induction, L_{12}, L_{21}, relatifs à l'action du courant circulant dans un conducteur sur un autre conducteur; coefficient de self-induction effective L du circuit ; énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit, W_m. La discussion des formules ainsi obtenues met en lumière un fait intéressant, à savoir que les définitions classiques des coefficients de self-induction et d'induction mutuelle, invariablement applicables lorsqu'il s'agit de circuits complètement séparés, ne le sont plus nécessairement, lorsque les courants dont on étudie l'action électromagnétique ont, sur certaines parties, des parcours communs (systèmes triphasés à trois conducteurs, circuits formés par deux conducteurs concentriques, etc.). 1° Cas de deux conducteurs cylindriques creux, parallèles et de diamètres extérieurs a_1 et a_2, différents. — Les coefficients d'induction L_{12} et L_{21}, relatifs à l'action du courant circulant dans l'un des conducteurs sur l'autre conducteur ne se confondent que si les diamètres extérieurs des conducteurs sont égaux. 2° Cas d'un système triphasé à trois conducteurs, de diamètres différents et disposés suivant un triangle de forme irrégulière. — La formule exprimant la valeur de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit, appliquée au cas particulier d'un système triphasé ordinaire équilibré, montre que, dans ce cas, la valeur correspondante est une constante absolue indépendante du temps ; il en est de même pour l'énergie électromagnétique. 3° Cas d'un conducteur cylindrique creux entourant un autre conducteur de même forme les axes des conducteurs étant disposés parallèlement et à une distance c, l'un de l'autre. — L'inductance effective du circuit est indépendante de la distance c ; les coefficients d'induction L_{12} et L_{21} ne sont égaux que si les axes des deux conducteurs coïncident ; le coefficient de self-induction L_{11} du conducteur intérieur dépend de c, tandis que le coefficient de self induction du conducteur extérieur L_{22}, en est indépendant. 4° Cas d'un câble à n conducteurs répartis sur une circonférence de rayon r et renfermés dans une gaine formant conducteur de retour de courant. — L'inductance effective du circuit n'est indépendante de r que si n est égal à l'unité. 5° Cas d'un câble à n conducteurs répartis autour d'un conducteur cylindrique central. 6° Cas de deux conducteurs parallèles consistant en deux conducteurs cylindriques superposés, constitués par des métaux différents. 7° Cas d'un conducteur cylindrique mince, de diamètre d, entourant deux conducteurs cylindriques de diamètre différant entre eux. — Les coefficients de self-induction et d'induction ne sont indépendants de d que si aucun courant ne passe dans le conducteur extérieur. — L. D.

621.315.2. — Sur les câbles souterrains à haute tension ; les câbles du réseau de l'Union d'Electricité; Couffon. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. xiv, p. 995-996, 1300 mots. — Rapport présenté à la deuxième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

621.315.62. — Calcul des isolateurs de traversée du type condensateur. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. xv, p. 326-328, 1000 mots, 2 fig. Analyse d'un article de A. Schwaiger, publié dans *Elektrische Betrieb*, 24 août 1923, t. xxi, p. 185-187, 3000 mots, 5 fig.

621.315.62. — Isolateurs pour lignes de contact industrielles; F. Bielefeld. *E. T. Z.*, 3 janvier 1924, t. xlv, p. 6-8, 1800 mots, 6 fig. — L'article décrit ou plutôt critique différents types d'isolateurs pour lignes de contact destinées aux applications spéciales de la traction, telles que chemins de fer de mine ou d'usine, engins de levage, installations de transporteurs. Ces isolateurs sont souvent exposés aux fumées de toutes sortes et les couches de poussières, de charbon, de soufre, de superphosphates, etc., qui se déposent sur eux et diminuent, dans de grandes proportions, l'isolement de la ligne, dont la tension est généralement voisine de 600 v ; ces dépôts peuvent même déterminer des courts-circuits ou des mises à la terre. On doit exiger des isolateurs que l'on emploie les qualités suivantes : conserver leur pouvoir isolant, être en porcelaine, avoir des jupes bien accusées et un bon contour de cheminement bien protégé, enfin être mécanique-

ment très résistants. Les isolateurs avec chapeaux métalliques scellés même avec du bon ciment ne satisfont pas à cette dernière condition. Les modèles que l'article décrit ne comportent aucun scellement. L'un d'eux (fig. 1) a sa cape métallique protectrice b munie d'un filetage intérieur qui permet de la visser sur la partie en porcelaine a munie d'un filetage correspondant. La tige métallique qui porte la griffe c servant à fixer le fil de contact a un épanouissement que le vissage maintient appliqué contre la cape métallique dont il n'est séparé que par un disque isolant d. La solidité mécanique de cet assemblage est satisfaisante, mais la rigidité diélectrique est insuffisante car elle est limitée à celle du disque isolant. — Un autre isolateur, établi d'une manière presque identique, possède également une cape en fonte sur laquelle se visse la tige de suspension et dans laquelle



621.315.62. — Fig. 1. Isolateur de mines sans scellement.

s'adapte la partie isolante en porcelaine. A l'intérieur de la porcelaine, la tige portant la pince vient se fixer par un tube qu'un écrou conique fait épanouir. Les vides sont remplis avec un garnissage élastique qui ne subit aucune contrainte mécanique. Les essais ont montré que cet isolateur résistait à un effort de traction de 1400 kg. Pour un effort supérieur, la porcelaine éclate. Il est donc facile, si l'on exige des contraintes plus grandes, de calculer la pièce plus largement. Les tensions d'amorçage sont égales à environ 46 kv dans l'huile, 13 kv à sec et 10 kv sous pluie. Ce type, peut donc, d'après les prescriptions en vigueur en Allemagne, être employé pour des tensions atteignant 2000 v. — Deux autres isolateurs, toujours établis sur le même principe, ont déjà été décrits. La partie en porcelaine se dégage de la cape métallique protectrice et forme une cage isolante à plusieurs jupes qui donne à l'isolateur l'allure — et les caractéristiques électriques — d'un isolateur de suspension pour haute tension. — B. H.

621.315.15. — Parafoudre à pellicule d'oxyde du type à granules; N.-A. Longee. *J. A. I. E. E.*, octobre 1923, t. xlii, p. 1019-1020, 900 mots, 6 fig. — La pratique a confirmé la théorie d'après laquelle le meilleur parafoudre est celui du type à soupape, c'est-à-dire celui dont la résistance ou l'impédance sont très grandes à la tension normale, mais dont la résistance n'est, par exemple, que de quelques ohms à une tension double de la normale. Le parafoudre à aluminium a été le premier de ce genre et son succès est bien connu. Un peu plus tard, le parafoudre à pellicule d'oxyde, dit O.F. (oxyde film) a été imaginé pour éviter l'inconvénient de la charge journalière et a rendu aussi de grands services. On annonce maintenant une modification de ce type O.F. Pour le réaliser, on prépare des pilules ou granules de peroxyde de plomb, le même produit qui est employé dans le type O.F. habituel et on les revêt d'une pellicule de poudre isolante. Elles ont à peu près la dimension des pilules ordinaires recouvertes de sucre en poudre. On les verse dans un tube isolant, à chaque extrémité duquel on met des bornes en contact avec les granules, on ajoute un éclateur en série, et l'élément de parafoudre est complet. Dans le fonctionnement, chaque granule est une cellule O.F. en miniature, de sorte que le tube du parafoudre en contient un grand nombre en série et en parallèle. L'onde de surtension se décharge à travers les granules, qui ont une faible résistance après que la pellicule de poudre isolante a été perforée, et l'obturation électrique se produit au contact des divers granules. Le courant dynamique, de fréquence normale, ne passe pas. Les caractéristiques de cet appareil sont les mêmes que celles du type O.F. actuel; il constitue donc un parafoudre efficace. Son mode de construction le rend simple, d'adaptation facile et relativement peu coûteux. — P. L.

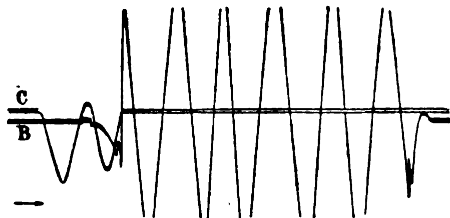
621.315.15. — Le parafoudre Bendmann. *R. G. E.*, 2 février 1924, t. xv, p. 188, 700 mots, 1 fig. Analyse d'un article de Adolf Lippmann, publié dans *Elektrische Betrieb*, 24 juin 1923, t. xxi, p. 133-134, 1200 mots, 4 fig.

621.311.73. — Disjoncteur extra-rapide pour la protection des commutatrices; P. Forget et L. Wasser. *Bulletin de la Société alsacienne de Constructions mécaniques*, octobre 1923, n° 4, p. 91-99, 5000 mots, 12 fig. — En vue du développement de l'électrification des chemins de fer, la Société alsacienne de Constructions mécaniques a mis au point un système de protection qui comprend : 1° un disjoncteur extra-rapide qui coupe le courant du côté continu en un temps inférieur à 0,005 seconde, et empêche par suite l'arc de s'établir entre deux lignes de balais consécutives ; 2° un dispositif comportant un transformateur inséré sur le circuit continu, dont le secondaire est en série avec les bobines des pôles auxiliaires. Lors d'une variation brusque du courant continu, la variation de flux induit une force électromotrice passagère qui renforce, dans le sens et la proportion nécessaires, le courant des pôles auxiliaires, pendant la période de déséquilibre, de façon à maintenir une bonne commutation; 3° un dispositif comportant un relais extra-rapide destiné à couper sans retard le courant du côté à courant continu en cas de court-circuit ou de coupure sur le côté à courant alternatif. Dans ce cas, en effet, la machine, continuant par son inertie à fonctionner en génératrice, a ses pôles de commutation trop faibles pour cette marche anormale, et de ce fait, la commutation est très mauvaise. Il y a lieu de couper aussitôt le circuit à courant continu, bien qu'il n'y ait pas d'accident sur cette partie. — M.-H. B.

621.311.73 — Conjoncteur-disjoncteur à friction et son application aux véhicules automoteurs comme embrayage automatique. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. xv, p. 450, 100 mots. Communication faite par Jean Fieux à la séance du 23 février 1924 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

621.311.73. — Comparaison des disjoncteurs ou interrupteurs à rupture simple et des disjoncteurs à chambre d'explosion; Bernard Price. *Electrical World*, 28 juillet 1923, t. lxxxii, p. 176-177, 3000 mots, 2 fig. et J.-D. Hilliard. *Electrical World*, 15 septembre 1923, t. lxxxii, p. 540-541, 800 mots, 6 fig. — Cette comparaison a fait l'objet, au South african Institute of electrical Engineers, d'une communication suivie d'une discussion. C'est cette communication qui est commentée dans « Electrical World » du 28 juillet 1923. L'expérience acquise dans les installations sud-africaines par M. Price avait montré la supériorité des appareils à chambre d'explosion sur les interrupteurs à simple rupture. Ce résultat est confirmé par les essais faits par la General electric C° à Schenectady, essais qui ont permis de relever des oscillogrammes, dont M. J.-D. Hilliard donne la reproduction dans « Electrical World » du 15 septembre 1923. Dans le premier oscillogramme tiré de l'article de M. Hilliard (fig. 1), sont représentés les phénomènes qui accompagnent la rupture d'un courant de 10000 A par un disjoncteur à chambre d'explosion; la courbe d'intensité est représentée en C, et la courbe de tension en B. En rapprochant de la figure 1 la

figure 2, qui correspond à l'interruption d'un courant de 5 000 A par un disjoncteur ordinaire, les caractéristiques comparées du disjoncteur à rupture ordinaire et du disjoncteur à chambre d'explosion, sont encore plus marquées, ces deux appareils



621.311.73. — Fig. 1. Fonctionnement d'un interrupteur à chambre d'explosion à 10 000 A.

coupant, dans les deux cas, des courants de 5 000 A dans les mêmes conditions. La durée de l'arc accompagnant la coupure est de six alternances pour l'interrupteur simple, et de deux alternatances et demie seulement pour l'interrupteur à chambre d'explosion ; de sorte qu'on peut considérer comme



621.311.73. — Fig. 2. Fonctionnement d'un disjoncteur ordinaire à 5 000 A.

proportionnelle à ces nombres l'efficacité des deux types d'appareils pour la rupture du même courant. L'appareil à chambre d'explosion se comporte d'ailleurs de la même façon sous 10 000 A que l'interrupteur ordinaire sous 5 000 A ainsi que l'ont établi nombre d'essais méthodiques. — M.-H. B.

621.311.74. — **Enclenchement et déclenchement d'un câble à haute tension au moyen d'un interrupteur à contacts dans l'huile**; Jean Fallou. *R.G.E.*, 15 mars 1924, t. xv, p. 468-472, 1 700 mots. 6 fig. — Les très intéressantes expériences relatées dans cet article contribueront, avec beaucoup d'autres déjà, à infirmer, de plus en plus, les théories classiques admises jusqu'ici pour expliquer les phénomènes qui accompagnent la fermeture et la rupture d'un circuit. D'après l'analyse des oscillogrammes, il ne se manifesterait aucune surtension anormale ou, du moins, dangereuse dans le premier cas; dans le second, au contraire, on constate qu'aux toutes premières phases de la rupture, pendant 0,02 à 0,03 seconde, il se produit un arc qui engendre et entretient des oscillations de courant de haute fréquence ; cet arc s'éteint au moment où le courant primaire passe par zéro et il est remplacé par une série de réamorçages d'arcs dans l'huile qui peuvent donner lieu à des surtensions dangereuses.

621.311.75.00.12. — **Note sur le calcul des rhéostats de feeder**; A. Castex. *L'Industrie électrique*, 10 mars 1924, t. xxxiii, p. 85-90, 3 000 mots, 7 fig. — On sait que, pour régler la tension des feeders d'un réseau de distribution à courant continu, on peut avoir recours soit à des survolteurs (solution généralement employée pour les centres de distribution qui sont plus particulièrement affectés par les postes de charge, en raison de leur importance ou de leur éloignement de l'usine) soit à des rhéostats appropriés intercalés au point de départ de chaque feeder. Le réglage par survolteur est évidemment de beaucoup le plus parfait. Cependant les frais d'installation deviennent hors de proportion avec le service rendu, même en tenant compte de l'énergie que représente l'emploi d'un organe générateur au lieu d'un absorbeur tel que le rhéostat, lorsqu'il s'agit d'une installation de faible importance. C'est la méthode à employer pour calculer un tel rhéostat, que l'auteur développe dans cet article. — M. H.-B.

621.315.4. — **Sur les arcs à la terre**. *J.A.I.E.E.*, octobre 1923, t. xlii, p. 1078-1082, 3 500 mots, 5 fig. — Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de Pittsburgh du 24 avril 1923, des mémoires de MM. Steinmetz, Slepian et Peters, publiés dans les numéros de mars et août 1923, t. xlii, p. 272 et 781, de *J.A.I.E.E.*, et résumés dans *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 65 D. — M. Slepian fait observer que la valeur de 120 ohms, citée comme exemple par Steinmetz pour la résistance négative r_1 de l'arc, est trop grande. En se basant sur les formules données par cet auteur pour la tension et l'intensité de l'arc étudié, il trouve que, pour un courant de 500 A, cet arc aurait une tension de 78 000 V, ce qui est impossible. Les arcs à courant intense ne sont pas à haute tension et n'ont pas une grande résistance négative; on peut s'en assurer en considérant la génératrice à arc de Poulsen pour courants de radiofréquences. Là, on cherche à rendre la résistance négative aussi grande que possible, mais quels que soient les moyens employés, on ne peut pas faire absorber plus de quelques centaines de volts à un arc de 50 ou 100 kw, ni obtenir une résistance négative de plus d'une dizaine d'ohms. — M. Peek cite des exemples de son expérience personnelle en faveur d'une mise directe à la terre du neutre des réseaux, pour éviter les effets désastreux des arcs à la terre. — M. Nicholson préfère la mise à la terre du neutre par l'intermédiaire d'une résistance assez faible pour laisser passer, par exemple, un courant de 50 A. — P. L.

621.311.73. — **Sélecteur de terres pour les réseaux triphasés non mis à la terre; relais de distance pour le sectionnement automatique des réseaux**. *J. A. I. E. E.*, octobre 1923, t. xlii, p. 1087-1092. — Cet article est le compte rendu d'une discussion, à la réunion de Pittsburg du 25 avril 1923, des mémoires de MM. Sleeper, Ackerman et Crichton, publiés dans les numéros de avril, juillet et août 1923, t. xlii, p. 311-323, et 793 de *J.A.I.E.E.*, résumés dans *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. xiv, p. 173 D, 5 janvier 1924, t. xv, p. 27 et 16 février 1924, t. xv, p. 63 D. Parmi les observations présentées, nous signalerons les suivantes. 1° Le relais de M. Crichton aura l'avantage de faire éviter les troubles dus aux longs retards de fonctionnement des relais à action différée, retards qu'on est obligé d'allonger à mesure qu'augmente le nombre des sous-stations alimentées par le réseau. Mais il a l'inconvénient de ne pouvoir être utilisé quand la différence de tension entre disjoncteurs placés en série l'un par rapport à l'autre est inférieure à 5 pour 100. On ne peut donc l'employer à la protection des alternateurs en le faisant agir sélectivement sur les disjoncteurs de feeders branchés sur les barres génératrices, puisqu'alors les deux relais sont dans les mêmes conditions de tension. 2° Chaque fois qu'il y a plus d'un type de relais pour actionner un même disjoncteur, on devrait installer un indicateur quelconque pour montrer lequel des relais a produit le déclenchement; ceci a une grande importance pour le réglage, surtout pour les relais de terre. 3° Il est inutile de faire passer les relais au laboratoire avant la pose; il suffit de les essayer et de les régler en place. 4° Sur le réseau du West Penn, on emploie, comme source de courant de déclenchement, des batteries de 12 V, munies de redresseurs vibrants qui leur donnent continuellement une très légère charge. Les bobines de déclenchement sont établies pour 12 V et 5 A et le noyau est placé à peu près à mi-course dans la bobine, de façon que celle-ci puisse en réalité fonctionner sous 6 V. — P. L.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

338 (44). — **La situation économique et financière de la France** ; Pierre Azaria. *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. xv, p. 113-116, 3 500 mots. — Dans cet article est reproduite une partie de l'allocution prononcée à l'assemblée générale du 20 décembre 1923 de la Compagnie générale de l'Electricité par son administrateur délégué, M. Azaria. Les considérations qui y sont exposées conduisent M. Azaria à une conclusion réconfortante pour l'avenir immédiat de notre industrie et de nos finances.

382 (42). — **Le commerce extérieur britannique en 1923.** *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. xv, p. 116.

338 (43). — **La situation économique de l'Allemagne après la guerre** ; C. Albrecht. *E. T. Z.*, 5 juillet 1923, t. xliv, p. 640-642, 2 500 mots, 6 fig. — L'article est écrit d'après une brochure de propagande officielle allemande « qui devrait être dans toutes les maisons », et qui, traduite en anglais, en français, en italien et en espagnol, et convenablement illustrée, sera envoyée à travers le monde pour montrer les conséquences du Traité de Versailles et l'état actuel du commerce allemand. Le traité aurait causé une diminution de : 13 pour 100 en superficie, 10 pour 100 en population, de 25,9 pour 100 en extraction de charbon, de 74.5 pour 100 en minerais de fer, de 68,3 pour 100 en minerais de zinc, de 15,7 pour 100 en production de céréales, de 18 pour 100 en pommes de terre. L'Allemagne a ainsi perdu le quart de ses ressources houillères et les trois quarts de ses mines de métaux. Plusieurs tableaux avec représentations graphiques accompagnent le texte avec abondance de chiffres. — B. H.

532.4 (43). — **Le problème monétaire allemand** ; R. von Ungern-Sternberg. *E. T. Z.*, 15 novembre 1923, t. xliv, p. 1013-1015, 3 700 mots. — La dépréciation de la monnaie allemande est due à deux causes : baisse du crédit du Reich à l'étranger et inflation. L'inflation, en particulier, a provoqué une véritable catastrophe lors de l'occupation de la Rhur ; le gouvernement ayant dû, pour soutenir la résistance passive, imprimer sans arrêt de nouvelles coupures. C'est, tant pour remédier à cette situation que pour donner au commerce la monnaie stable qui lui est indispensable, qu'a été créé le Rentenmark. Celui-ci est couvert par les lettres de rente, qui jouent le rôle d'encaisse métallique. Il ne faut pas se dissimuler que la réalisation d'une telle encaisse est aléatoire, que les lettres de rente sont soumises aux fluctuations des cours, et que, par suite, la stabilité du rentenmark apparaît comme douteuse. Il faut donc se contenter de souhaiter que le rentenmark puisse conserver sa valeur jusqu'au jour où, par suite du règlement des questions politiques, conflit avec la France et problème des réparations, la situation monétaire pourra être assainie. Malgré tout, conclut l'auteur, la dépréciation du mark est un fait très fâcheux, mais qui ne saurait entraver l'essor économique d'une Allemagne dotée d'une industrie florissante et de puissants moyens de production. — E. F.

38 : 62 (064) (43.6). — **Le musée technique pour l'industrie et le commerce à Vienne.** *E. u. M.*, 8 juillet 1923, t. xli, p. 389-393, 4 000 mots, 3 fig. — Le musée technique pour l'industrie et le commerce est installé dans un grand bâtiment voisin du château de Schönbrunn, près de Vienne. La section « électrotechnique » comporte une exposition rétrospective dans laquelle on voit, en particulier, une installation d'éclairage électrique de la Compagnie l'Alliance de Paris datant de 1878 et une machine de Gramme de 1872. On y trouve également les plus anciens moteurs électriques de Schuckert et de Kravogel et les premières automotrices de Siemens ; enfin, la machine à influence d'Armstrong de 1847 et le téléphone de Reiss de 1870. Les bâtiments de ce musée qui contient toutes sortes d'objets se rapportant à la technique ont été commencés en 1909 et terminés en 1913. Les collections se sont bien enrichies depuis cette époque et le nombre de visiteurs dépasse 150 000 par an. — J. C.

382 (44). — **Importation et exportations françaises pendant les neuf premiers mois de l'année 1923** ; Marcel Blondin. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1087-1093, 2800 mots, 4 tab.

382 (42). — **Importations et exportations britanniques de matériel électrique pendant le mois d'octobre 1923.** *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. xiv, p. 1037-1038, 700 mots, 1 tab.

382 (44). — **Importations et exportations françaises pendant l'année 1923** ; Marcel Blondin. *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. xv, p. 439-446, 3 000 mots, 4 tab.

382 (42). — **Importations et exportations britanniques du matériel électrique pendant le mois de février 1924.** *R. G. E.*, 5 avril 1924, t. xv, p. 607-608, 1 000 mots, 1 tab.

382 (42). — **Importations et exportations britanniques de matériel électrique pendant le mois de décembre 1923.** *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 273-274, 1 300 mots, 1 tab.

FINANCES

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 28 décembre 1923** ; Union électrique. *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. xv, p. 445-446, 1 200 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 30 octobre 1923** ; Société des Forces motrices du Refrain. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 73-74, 1 000 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 30 novembre 1923** ; Société d'Applications industrielles. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 74, 1 000 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 4 décembre 1923** ; Société d'Electricité de Paris. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. xv, p. 234, 600 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale extraordinaire du 25 janvier 1924** ; Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 276, 500 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 20 décembre 1923** ; Compagnie générale d'Electricité. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 275-276, 1 500 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 11 décembre 1923** ; Société générale de Force et Lumière. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. xv, p. 332, 700 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale extraordinaire du 28 décembre 1923** ; Compagnie électrique de la Loire et du Centre. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. xv, p. 331-332, 1 300 mots.

657.37 (065) 2. — **Assemblée générale ordinaire du 26 décembre 1923** ; Compagnie électrique de la Loire et du Centre. *R. G. E.*, 1[er] mars 1924, t. xv, p. 393-394, 2 000 mots.

VOCABULAIRE ÉLECTROTECHNIQUE (1)

ÉTABLI PAR LE

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS

Ainsi que nous le disions dans une note publiée dans le numéro de la « Revue générale de l'Électricité » du 3 mars 1923, t. XIII, p. 343-348, le Comité électrotechnique français poursuit la revision du Vocabulaire électrotechnique édité par lui en 1911. Dans le même numéro, fascicule « Documentation », pages 73 D à 76 D, nous avons publié les mots de la partie revisée commençant par les lettres A et B et quelques-uns de ceux commençant par la lettre C. Dans le numéro du 23 février 1924, fascicule « Documentation », pages 77 D à 80 D, ont été publiés les mots commençant par les lettres C et D et une partie de ceux commençant par E. Nous donnons ci-dessous la suite des mots soumis à la revision.

***Ecran** (s. m.). 1° — électrique : enveloppe conductrice destinée à protéger les objets qui y sont contenus contre les actions électrostatiques extérieures.

2° — électromagnétique : enveloppe conductrice destinée à protéger partiellement les objets qui y sont contenus contre les ondes électromagnétiques.

3° — magnétique : enveloppe magnétique qui atténue à son intérieur les actions magnétiques des champs extérieurs. (C. E. F., 1923.)

***Effectif** (adj.). Résistance — ve : voir **résistance**. (C. E. F., 1923.)

***Effet** (s. m.) : 1° — **Joule** : échauffement qui se produit pendant le passage d'un courant électrique dans un conducteur homogène.

2° — **Kelvin** ou **pelliculaire** : inégale répartition des courants alternatifs dans les conducteurs massifs avec augmentation de la densité vers les parties extérieures.

3° — **Peltier** : dégagement ou absorption de chaleur qui se manifeste dans un circuit hétérogène, parcouru par un courant aux points de contacts de deux conducteurs de nature différente.

4° — **Thomson** : dégagement ou absorption de chaleur au passage du courant dans des parties d'un conducteur homogène qui se trouvent à des températures différentes. (C. E. F., 1923.)

***Efficace** (adj.). La valeur — d'une fonction périodique est égale à la racine carrée de la moyenne des carrés des valeurs instantanées de cette fonction pendant une période entière.

Dans le cas des courants alternatifs, les expressions tensions ou courants, en l'absence d'un autre qualificatif, s'appliquent aux valeurs efficaces de ces grandeurs. (C. E. F., 1923.)

Effluve (s. m.). Phénomène de conduction, accompagné d'une faible luminosité, sans émission thermoionique, se produisant dans les milieux gazeux, et par lequel l'équilibre tend à se rétablir, dans des régions plus ou moins éloignées des électrodes, lorsque dans ces régions le gradient de potentiel est compris entre certaines limites. (C. E. F., 1924.)

***Egalisateur** (**trice**) (adj.). Machine — trice ou, par abréviation, **égalisatrice** (s. f.) : machine destinée à maintenir automatiquement égales, entre certaines limites, les différences de potentiel de différents points d'une distribution à plusieurs conducteurs.

Groupe — ou groupe d'égalisation : ensemble de plusieurs machines égalisatrices. (C. E. F., 1923.)

Electroaimant (s. m.). Système composé d'un noyau ferromagnétique aimanté par le courant circulant dans une bobine qui l'entoure; le circuit magnétique comporte un ou plusieurs entrefers (voir **armature**). (C. E. F., 1923.)

***Électrocapillaire** (adj.). Phénomènes — s : (définition à l'étude). (C. E. F., 1923.)

***Electrocapillarité** (s. f.). Partie de la science qui s'occupe des phénomènes électrocapillaires. (C. E. F., 1923.)

***Electrochimie** (s. f.). Partie de la science qui s'occupe des phénomènes électrochimiques. (C. E. F., 1923.)

***Electrochimique** (adj.). Equivalent — d'un ion électrolytique : quotient de la masse d'un ion électrolytique par la charge d'électricité qu'il transporte. (C. E. F., 1923.)

***Electrocinétique** (s. f.). Partie de la science qui s'occupe des lois des courants électriques. (C. E. F., 1923.)

Electrode (s. f.). Pièce conductrice servant à amener le courant dans un liquide ou un gaz. (C. E. F., 1923).

***Electrodynamique** (s. f.). Partie de la science dans laquelle on s'occupe des phénomènes relatifs aux actions des courants sur les courants. (C. E. F., 1923.)

***Electrodynamique** (adj.). 1° Phénomènes — s : phénomènes relatifs aux actions des courants sur les courants.

2° Balance — : **électrodynamomètre** dans lequel les actions électrodynamiques sont équilibrées par des poids. (C. E. F., 1923.)

***Electrodynamomètre** (s. m.). Appareil utilisant l'action électrodynamique d'un circuit sur un autre circuit, ou de deux parties d'un même circuit entre elles, en vue de la mesure de diverses grandeurs électriques : courant, tension, puissance. (C. E. F., 1923.)

***Electrologie** (s. f.). Partie de la science qui s'occupe des phénomènes électriques, magnétiques et électromagnétiques et de leurs rapports avec d'autres phénomènes. (C. E. F., 1923.)

Electrolyse (s. f.). Phénomène de décomposition, sous l'action d'un courant, d'une combinaison chimique ordinairement amenée à l'état liquide, par fusion ou dissolution. (C. E. F., 1923.)

Electrolyseur (s. m.). Appareil dans lequel on produit des décompositions électrolytiques. (C. E. F., 1923.)

(1) Les mots précédés d'un astérisque sont ou des mots nouvellement ajoutés au Vocabulaire du Comité électrotechniques français ou des mots dont les définitions ont été complétées ou modifiées. Les mots imprimés en petites grasses dans le texte sont ceux dont on retrouve la définition en un autre endroit du Vocabulaire. L'abréviation C. E. F. mise entre parenthèses à la fin de chaque définition signifie Comité électrotechnique français.

Electrolyte (s. m.). Conducteur, ordinairement liquide, fondu ou dissous, dans lequel le passage d'un courant peut produire une décomposition. (C. E. F., 1923.)

***Electromagnétique** (adj.). 1° Phénomène — : phénomène relatif à l'action mutuelle des courants sur les aimants et des aimants sur les courants.
2° Appareil, machine ou système — : appareil, machine ou système qui utilise ces phénomènes. (C. E. F., 1923.)

***Electromagnétisme** (s. m.). Partie de la science dans laquelle on s'occupe des actions mutuelles des courants sur les aimants et des aimants sur les courants. (C. E. F., 1923.)

***Electromètre** (s. m.). Appareil utilisant les actions électrostatiques pour la mesure de diverses grandeurs électriques (différences de potentiel, etc.).
— capillaire : voir **capillaire**. (C. E. F., 1923.)

***Electromoteur** (s. m.). Synonyme de **moteur électrique**.
Terme employé aussi pour génératrice de force électromotrice, mais tombé en désuétude. (C. E. F., 1923.)

Electromoteur (trice) (adj.) Force — trice : cause ou action capable de maintenir une différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit ouvert ou d'entretenir un courant électrique dans un circuit fermé.
En circuit ouvert, la force électromotrice est numériquement égale à la différence de potentiel qu'elle maintient.
En circuit fermé, elle est égale au quotient de la valeur instantanée de la puissance par la valeur instantanée du courant dans ce circuit. (C. E. F., 1923.)

***Electron** (s. m). (Ce mot est à l'étude). (C. E. F., 1923.)

***Electroscope** (s. m.). Appareil destiné à déceler l'état électrique des corps. (C. E. F., 1923.)

Electrostatique (s. f.). Partie de la science dans laquelle on s'occupe des phénomènes d'équilibre de l'électricité sur les corps électrisés.
— S'emploie adjectivement : phénomènes — s. (C. E. F., 1923.)

***Elément** (s. m.). — voltaïque. Synonyme de **couple voltaïque**. (C. E. F., 1923.)

***Emanation** (s. f.). Produit gazeux de la désintégration de certaines substances radioactives. (C. E. F., 1923.)

Encoche (s. f.). Evidement pratiqué dans une pièce métallique pour y loger les conducteurs d'un enroulement. (C. E. F., 1923.)

***Enroulement** (s. m.). Ensemble de conducteurs faisant partie d'un même circuit d'un appareil ou d'une machine électrique.
Densité d' — : quotient du nombre de spires d'un solénoïde par sa longueur; l'unité de densité d' — est le tour par centimètre. (C. E. F., 1923.)

Entrefer (s. m.). Interruption de faible longueur, dans le sens des lignes de force, de la partie **ferromagnétique** d'un circuit magnétique. (C. E. F., 1923.)

***Epanouissement** (s. m.). — polaire : pièce terminale d'un noyau d'électroaimant, destinée à diminuer la **réluctance** de l'entrefer par une augmentation de la section et à obtenir dans l'entrefer une distribution convenable du champ (ou du flux).
Résistance d' — : résistance additionnelle, par rapport à ce qu'indique la loi d'Ohm, due au fait que les lignes de courant, dans le passage d'un conducteur dans un autre conducteur de section plus forte, s'étalent graduellement, « s'épanouissent », et ne se répartissent uniformément dans le conducteur le plus large qu'à une certaine distance de la jonction des deux conducteurs. (C. E. F., 1923.)

Equipotentiel (le) (adj.). Connexion — le : connexion établie, dans un bobinage soumis à des forces électromotrices variables, entre des points dont les potentiels doivent rester constamment égaux entre eux.
Surface ou ligne — le : surface ou ligne d'égal potentiel. (C. E. F., 1923.)

***Equivalent** (s. m.). — électrochimique, voir **électrochimique**. (C. E. F., 1923.)

Etincelle (s. f.). (Ce mot est à l'étude).

Etoile (s. f.). Montage en — : mode de connexion d'appareils polyphasés consistant à relier à un point commun l'une des extrémités des enroulements, conducteurs ou appareils correspondant à chaque phase, l'autre extrémité étant destinée à être connectée au conducteur correspondant du réseau.
Dans les circuits à courants triphasés, ce montage s'appelle parfois montage en Y. (C. E. F., 1924.)

***Explosif (ive)** (adj.). Distance — ive : distance des électrodes pour laquelle, à une tension donnée, la décharge disruptive se produit.
Tension — ive : tension nécessaire pour produire la décharge disruptive. (C. E. F., 1924.)

***Extra-courant** (s. m.). Courant pendant la période variable de fermeture ou d'ouverture d'un circuit (terme vieilli). (C. E. F., 1924.)

***Excitation** (s. f.). Production du flux magnétique d'une machine ou d'un appareil électrique.
Une machine électrique est dite :
à — **indépendante** ou à — **séparée**, lorsque l'enroulement inducteur est alimenté par une source séparée;
à — en **série**, lorsque l'enroulement inducteur est monté en série avec l'enroulement induit et le circuit extérieur;
à — en **dérivation**, lorsque l'enroulement inducteur est monté en dérivation sur l'enroulement induit;
à — **composée**, lorsque la machine comporte deux ou plusieurs enroulements inducteurs, lesquels peuvent être disposés en série, en dérivation, ou alimentés par des sources indépendantes. (C. E. F., 1924.)

***Excitatrice** (s. f.). Génératrice destinée à fournir des courants d'excitation. (C. E. F., 1924.)

F

F. Abréviation de farad.
Φ ou $\mathcal{F}$. Symbole du flux d'induction magnétique.
φ. Symbole de la différence de phase.
f. Abréviation et symbole de la fréquence. (C. E. F., 1924.)

***Facteur** (s. m.). — de **puissance** : rapport de la puissance réelle dépensée dans toute portion de circuit parcourue par un courant périodique, à la puissance **apparente** relative à la même portion de circuit.
Dans le cas de différences de potentiel et de courants sinusoïdaux, le facteur de puissance est égal au cosinus de l'angle de **déphasage**.
— de forme : rapport de la valeur **efficace** à la valeur moyenne d'une fonction périodique.
— de demande : rapport entre la puissance maximum constatée dans une installation et la puissance totale de tous les appareils installés.
— de diversité : rapport entre la puissance maximum

fournie par une usine et la somme des puissances maxima individuelles demandées par les diverses installations reliées à cette usine (on désigne quelquefois sous le même nom l'inverse de ce rapport).

— d'utilisation : Rapport entre la quantité d'énergie fournie ou consommée pendant un certain temps et la quantité qui aurait été fournie ou consommée si la puissance maximum enregistrée pendant ce temps avait été maintenue constante. On considère quelquefois le facteur d'utilisation par rapport à la puissance totale installée. (C. E. F., 1924.)

***Fantôme** (s. m.). — magnétique : dessin approximatif des lignes de force d'un champ magnétique, obtenu en saupoudrant, avec de la limaille de fer, un support non magnétique placé dans le champ.

— électrique : dessin approximatif des lignes de force d'un champ électrique obtenu en saupoudrant, avec une poudre très légère, un support non conducteur placé dans le champ. (C. E. F., 1924.)

Farad (s. m.). Unité de capacité, dont la valeur est égale à 10^{-9} unité électromagnétique C. G. S.

L'unité usuelle est le **microfarad** égal à 10^{-6} farad. (C. E. F., 1924.)

***Faraday** (n. p.). Voir **cage**. (C. E. F., 1924.)

Fermer (v. a.). — un circuit : établir dans un circuit, comportant une ou plusieurs discontinuités, des liaisons conductrices permettant le passage d'un courant.

— un **interrupteur** : manœuvrer un interrupteur de façon à amener les pièces mobiles à la position qui permet le passage du courant. (C. E. F., 1924.)

Ferromagnétique (adj.). Voir **magnétique**. (C. E. F., 1924.)

***Ferromagnétisme** (s. m.). Propriété des substances ferromagnétiques. (C. E. F., 1924.)

***Feuillet** (s. m.) (la définition est à l'étude).

Fiche (s. f.). Pièce destinée à être engagée dans un alvéole de forme appropriée, pour établir un ou plusieurs contacts. (C. E. F., 1924.)

***Filament** (s. m.). Conducteur filiforme destiné à être porté à l'incandescence par le passage d'un courant.

Cette expression s'emploie surtout dans le cas des lampes à incandescence. (C. E. F., 1924.)

***Flux** (s. m.). Etant donné une grandeur définie en chaque point d'une surface S par un vecteur V, on appelle « flux à travers la surface » la valeur de l'intégrale $\int V_n\,ds$, V_n étant la projection de V sur la normale, relativement à un sens choisi de l'élément ds.

— d'**induction magnétique** ou, par abréviation, flux magnétique : cas où le vecteur V ci-dessus représente l'induction magnétique en un point.

— d'**induction électrique** ou, par abréviation, flux électrique : cas où le vecteur V représente l'induction électrostatique.

— **lumineux** (la définition est à l'étude. (C. E. F., 1924.)

Force (s. f.). — électromotrice, contre-électromotrice, magnétomotrice, coercitive... (voir ces mots). (C. E. F., 1924.)

***Forcée** (adj.). Oscillation — (voir **oscillation**). (C. E. F., 1924.)

***Formation** (s. f.). Procédé employé pour la préparation des plaques d'accumulateurs, afin que celles-ci atteignent leur capacité normale. (C. E. F., 1924.)

***Foucault** (n. p.). Courants de — : courants dus aux phénomènes d'induction électromagnétique dans les masses conductrices. (C. E. F., 1924.)

Foudre (s. f.). Décharge de l'électricité atmosphérique se manifestant, en particulier, par un bruit, le **tonnerre**, et un phénomène lumineux, l'**éclair**. (C. E. F., 1924.)

***Four électrique** (s. m.). Four dans lequel la chaleur nécessaire pour réaliser certaines opérations industrielles est obtenue au moyen de la transformation d'énergie électrique. (C. E. F., 1924.)

***Frein** (s. m.). — **électromagnétique**. Frein dans lequel le moment résistant est d'origine électromagnétique. (C. E. F., 1924.)

Fréquence (s. f.). Inverse de la durée d'une période d'un phénomène périodique.

Dans la pratique des courants alternatifs : nombre de périodes par seconde. (C. E. F., 1924.)

***Fréquencemètre** (s. m.). Instrument qui sert à mesurer la **fréquence**. (C. E. F., 1924.)

Fusible (adj. employé parfois substantivement). Voir **coupe-circuit**. (C. E. F., 1924.)

G

Galvanique (adj.). Courant — : se disait autrefois du courant produit par les piles ; terme conservé, en électrothérapie, pour désigner le courant continu.

Dépôt — : voir **galvanoplastie**. (C. E. F., 1924.)

Galvanomètre (s. m.). Appareil de mesure dont les indications sont fonction de l'intensité du courant qui le traverse.

— balistique : voir **balistique**. (C. E. F., 1924.)

Galvanoplastie (s. f.). Branche de l'électrochimie ayant pour objet la production de dépôts métalliques (dépôts **galvaniques**) par voie d'**électrolyse**. (C. E. F., 1924.)

Galvanoscope (s. m.). Appareil destiné à déceler le passage d'un courant. (C. E. F., 1924.)

Gauss (s. m.). Unité de champ magnétique dont la valeur est égale à une unité électromagnétique C. G. S. Champ régnant à l'intérieur d'un solénoïde indéfini, uniforme, parcouru par un courant de 1 ampère et dont la **densité d'enroulement** est égal à $\frac{10}{4\pi}$ tour par centimètre. (C. E. F., 1924.)

***Génératrice** (s. f.). Machine qui produit de l'énergie par transformation de l'énergie mécanique. (C. E. F., 1924.)

Glissement (s. m.). Le — d'une génératrice ou d'un moteur **asynchrone** est le rapport de la vitesse relative du champ et de l'induit à la vitesse du champ.

Le — d'un moteur ou d'une génératrice **asynchrone** est évalué par le rapport de la **pulsation** de courant induit à la pulsation du courant inducteur. (C. E. F., 1924.)

Gradient (s. m.). — de **potentiel** : taux de variation du potentiel dans l'espace, dans la direction du champ. (C. E. F., 1924.)

Grille (s. f.) (la définition est à l'étude).

Guipage (s. m.). Revêtement isolant, en coton ou en soie, par exemple, disposé en hélice sur un conducteur. (C. E. F., 1924.)

H

H ou ℋ. Notation employée pour représenter le champ magnétique.

H. Abréviation de henry (à employer seulement après des valeurs numériques.) (C. E. F., 1924.)

Harmonique (adj.). Phénomène — : phénomène dont les valeurs peuvent être représentées par une fonction sinusoïdale simple de la variable. (C. E. F., 1924.)

Employé substantivement (dans ce cas, s. m.) pour désigner les termes d'un développement d'une fonction périodique en série de Fourier. (C. E. F., 1924.)

***Henry** (s. m.). Unité d'inductance mutuelle ou de self-inductance dont la valeur est égale à 10^9 unités électromagnétiques C. G. S. (C. E. F., 1924.)

***Hétérodyne** (s. f.). Appareil employé en radiotélégraphie pour produire des ondes entretenues d'une fréquence un peu différente de celle du récepteur dans le but d'obtenir, après détection, par interférence, des fréquences plus basses qui rendent possible la réception des signaux. (C. E. F., 1924.)

***Hétérostatique** (adj.). Montage — ou méthode —; mode d'emploi de l'électromètre exigeant l'intervention d'une source électrique extérieure donnent naissance à des différences fixes de potentiel. (C. E. F., 1924.)

***Hopkinson** (n.p.). Coefficients d'—: (Les définitions sont à l'étude). (C. E. F., 1924.)

***Hystérésis** (s. f.). — magnétique : propriété caractéristique des substances ferromagnétiques pour lesquelles l'induction, à un instant donné, dans l'échantillon considéré, dépend non seulement du champ magnétisant agissant à cet instant, mais des états magnétiques antérieurs de l'échantillon.

Cycles d' — : suite des valeurs que prend, à l'état de régime, l'induction magnétique ou l'intensité d'aimantation dans un corps ferromagnétique, lorsque le champ varie entre deux valeurs égales et de signes contraires.

Boucle — : se dit du cycle d' — lorsque le champ magnétisant varie entre deux valeurs quelconques. (C. E. F., 1924.)

***Hystérésigraphe** (s. m.). Appareil qui sert à tracer les cycles d'hystérésis. (C. E. F., 1924.)

***Hystérésimètre** (s.m.). Appareil destiné à la mesure des pertes par hystérésis. (C. E. F., 1924.)

I

I. Notation employée pour représenter le courant. (C. E. F., 1924.)

***Idiostatique** (adj.). Montage — ou méthode —; mode d'emploi de l'électromètre n'exigeant pas le secours de sources électriques étrangères pouvant donner des différences de potentiel. (C. E. F., 1924.)

***Impédance** (s. f.). On appelle — d'un système soumis à une tension périodique et ne comportant pas de forces électromotrices indépendantes, le quotient de la valeur efficace de la tension par la valeur efficace du courant traversant le système.

Dans le cas d'un courant sinusoïdal, l' — d'un circuit formé de self-inductances et de capacités montées en série, est égale à la racine carrée de la somme des carrés de la résistance et de la réactance du circuit.

Le terme — a remplacé l'expression « résistance apparente ». (C. E. F., 1924.)

Incandescence (s. f.). Lampe électrique à — : lampe dans laquelle on utilise le rayonnement d'un filament porté à une haute température par le passage d'un courant électrique. (C. E. F., 1924.)

***Inclinaison** (s. f.) — magnétique : angle aigu formé par la direction du champ magnétique terrestre avec le plan horizontal en un point de la terre. (E. E. F., 1924.)

Indépendant (e) (adj.). Excitation — — e : (voir **Excitation**. (C. E. F., 1924.)

Indicateur de phase (s. m.). Voir **phase**. (C. E. F., 1924.)

Inductance (s. f.). Synonyme de coefficient d'induction mutuelle ou de self-induction. (C. E. F., 1924.)

Inductif (ive) (adj.). Circuit — ; portion du circuit — ive : circuit ou portion de circuit dans lesquels peuvent se produire des phénomènes d'induction électromagnétique. Se dit, dans la pratique industrielle, d'un circuit dans lequel le courant est déphasé par induction sur la différence de potentiel agissante. (C. E. F., 1922.)

***Induction** (s. f.) :

1° — **électrostatique** (phénomène) : action mutuelle entre deux corps distants, dont l'un au moins possède une charge électrique.

2° — **magnétique** (phénomène) : action mutuelle entre deux corps distants, dont l'un au moins est aimanté.

3° — **magnétique** (grandeur) : — magnétique en un point d'un milieu aimanté : vecteur caractéristique de l'état magnétique en ce point. Toute variation du flux de ce vecteur à travers un circuit électrique filiforme d'une seule spire induit dans ce circuit une force électromotrice égale et de signe contraire à la dérivée de ce flux par rapport au temps.

4° — **électromagnétique** : production de forces électromotrices dans un conducteur, soit par variation de l'intensité du champ magnétique, soit par déplacement relatif du conducteur et du champ.

5° — **mutuelle** : voir **mutuel**.

Moteur d'— : voir **moteur**.

Régulateur d'— : voir **régulateur**.

Bobine d'— : voir **bobine**. (C. E. F., 1924).

Induit (e) (adj. employé, parfois, substantivement). Enroulement — ou, par abréviation, — (s. m.) : enroulement dans lequel sont développées des forces électromotrices par **induction électromagnétique**.

Par extension, dans l'usage courant : ensemble de l'enroulement et de son support.

Force électromotrice — e : force électromotrice développée par induction électromagnétique. (C. E. F., 1924).

Influence (s. f.). Electrisation par — : séparation des charges électriques sur un conducteur par l'action d'un autre conducteur chargé et électriquement isolé.

Machine à — : machine dont le fonctionnement repose sur des phénomènes **d'induction électrostatique** (par opposition aux machines dans lesquelles on utilise le frottement).

***Inint rrompu** (adj.). Service — d'un appareil électrique : service permanent où des régimes divers se succèdent. (C. E. F., 1934.)

***Intensité** (s. f.). — d'un courant : voir **courant**.

— efficace d'un courant : voir **efficace**.

— d'aimantation : voir **aimantation**.

(C. E. F., 1924

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.311. — Théorie de l'équilibre de la conduction électrique; A.-T. WATERMAN. *Phys. Rev.*, mars 1923, t. XXI, p. 383-384, 300 mots. — En admettant l'expression résultant de la simple théorie de l'électron pour la conductibilité électrique spécifique, il devient possible d'expliquer la variation de température modifiant la conductibilité pour des corps bons ou mauvais conducteurs par suite d'une variation dans la concentration des électrons libres avec un libre parcours moyen constant ou à peu près constant. En admettant que les électrons susceptibles de devenir libres suivent les lois ordinaires de l'équilibre chimique relatives à la dissociation des atomes (parents) dans l'édifice moléculaire, on peut en déduire l'expression suivante pour la résistance spécifique :

$$\rho = (\nu+1)\log_e\left(\frac{e}{c}\right) = -\log_e \nu N + \left[\frac{(\nu+4)}{2}\right]\log_e T + \frac{(\varphi_0 - \psi_0)}{RT},$$

dans laquelle ν est la valence de l'atome; N est le nombre atomique des noyaux par unité de volume; T est la température absolue et R, la constante des gaz par électron; $\varphi_0 - \psi_0$ est égal à l'énergie moyenne nécessaire pour libérer un électron à la température du 0° absolu; c est égal à

$$2\sqrt{\frac{3mR}{Ae^2\lambda}},$$

A étant dû à la constante d'intégration. Cette formule qui constitue une approximation pour les diverses valeurs de la concentration des électrons libres qui ne sont pas trop voisines de N, montre un accord très acceptable avec les données expérimentales relatives à la résistance spécifique à la fois pour les corps bons et mauvais conducteurs et permet également de mesurer la superconductibilité aux basses températures. Pour les corps bons conducteurs, la condition nécessaire est que φ_0 soit très légèrement moindre que ψ_0; pour les corps mauvais conducteurs, que φ_0 soit beaucoup plus grand que ψ_0. Dans cette hypothèse, φ_0 est identique à la fonction exprimant le travail de l'effet photoélectrique, tandis que ψ_0 est identique à la fonction exprimant le travail thermoionique correspondant. D'accord avec la théorie proposée ici, l'expression ordinairement adoptée pour le courant de saturation thermoionique devient

$$\log_e \lambda = \frac{(4\nu+1)}{2(\nu+1)}\log_e T - \left(\frac{\omega}{RT}\right) + \text{constante},$$

dans laquelle

$$\omega = \frac{(\varphi_0 + \nu\psi_0)}{(\nu+1)},$$

avec les notations présentes. Par suite, pour des métaux, où l'expression de la conductibilité indique que φ_0 et ψ_0 sont approximativement égaux, le φ_0 photoélectrique et l'ω thermoionique tels qu'ils sont déterminés expérimentalement se trouvent pratiquement identiques, ce qui a été trouvé être le cas. D'autre part, pour les corps mauvais conducteurs, où φ_0 est beaucoup plus grand que ψ_0, le φ_0 expérimental se trouve être beaucoup plus grand que ω, ce qui est de même en accord avec les faits. — SCH.

538.71. — Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier 1924; L. EBLÉ et J. ITIÉ. *C. R. Ac. des Sc.*, 21 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 408-409, 200 mots. — Les observations magnétiques ont été continuées en 1923 à la station du Val-Joyeux, dans les mêmes conditions que les années précédentes. Les résultats obtenus sont les suivants : Latitude 48°49′16″, longitude 2°0′52″ E. Gr.

	Valeurs absolues pour l'époque 1923.	Variation séculaire.
Déclinaison	12°13′9	— 12′3
Inclinaison	64°38′6	— 0′7
Composante horizontale	0,19655	— 0,00001
Composante verticale	0,41476	— 0,00022
Composante nord	0,19209	+ 0,00014
Composante ouest	0,04164	— 0,00069
Champ total	0,45899	— 0,00019

Ainsi la déclinaison diminue encore rapidement, tandis que l'inclinaison et la composante horizontale sont presque stationnaires. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

621.389. — La mesure des températures par les thermomètres électriques; C. BACCHINI. *Elettrotecnica*, 5 octobre 1922, t. IX, p. 673-676, 2 300 mots, 9 fig. — Cette étude se rapporte à la mesure de la température dans les machines électriques au moyen de la méthode par résistance qui semble donner les meilleurs résultats, dans la majorité des cas, comparativement à la méthode de mesure au moyen de couples thermoélectriques disposés dans le bobinage de ces machines. L'appareil est construit de telle façon que l'on

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*. Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.* *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.* *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.



PÉRIODIQUES ET OUVRAGES

En vente aux bureaux de la « R. G. E. »

Périodiques

L'Éclairage électrique et La Lumière électrique (2e série), de 1896 à 1916); prix de la collection complète : 1 700 fr; numéros dépareillés : le numéro, 3 fr.

Revue générale de l'Électricité : tomes I et II, dépareillés, le volume, 15 fr; numéros dépareillés des 14 premiers tomes, le numéro, 3 fr; collection complète des 14 premiers tomes, 700 fr. Abonnement : France, 75 fr; Etranger, 90 fr.

Bulletin de la Société française des Électriciens : années 1920 à 1923, le volume, 60 fr, le numéro séparé, 8 fr. Abonnement : France, 60 fr; Étranger, 64 fr.

Journal de Physique théorique et appliquée : de 1896 à 1919 (1915 et 1918 n'ont pas paru et 1919 est incomplète), prix du volume : 50 fr; numéros dépareillés, le numéro, 5 fr. Tables de 1872 à 1901 : 20 fr.

Le Journal de Physique et le Radium : 1920 (6 mois), le volume 30 fr; 1921 à 1923, le volume, 65 fr; numéros dépareillés, 8 fr. Abonnement : France, 65 fr; Étranger, 80 fr.

Publications du Ministère de l'Agriculture

I. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région des Alpes). — Compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1915. — Tome VIII : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 664 pages avec une pochette de figures et planches, 80 fr; Tome IX : 1 volume, 26 cm × 17 cm, 450 pages, avec 2 pochettes de figures et planches 100 fr.

II. Travaux du Service des grandes Forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest). — Tome I à VIII : Compte rendu et résultats des études et travaux. — Bassin de l'Adour; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 12 fr. — Bassin de la Garonne; résultats obtenus au 31 décembre 1910, 1 volume broché, 24 fr. — Les résultats obtenus depuis 1911 par les opérations effectuées pour chaque bassin sont réunis en pochettes-fascicules qui se vendent chacune séparément : Bassins de la Nive, du Saison et du Gave d'Oloron (4 fascicules); Bassin de l'Adour (4 fascicules); Bassin de la Garonne (4 fascicules); Bassin du Salat (5 fascicules); Bassins de l'Ariège et de l'Aude (5 fascicules); Bassins de l'Agly, Têt-Tech, Signe (2 fascicules).

III. Liste des principales Usines hydrauliques de la Région des Alpes en 1916; 1 volume broché, 26 cm × 17 cm, 27 pages avec 2 cartes en couleur, 12 fr.

Publications du Comptoir central d'Achats industriels pour les Régions envahies

Le Réseau d'Etat. — Reconstitution des Réseaux de Transmission d'Énergie électrique dans les régions envahies. Un volume, 27 cm × 18 cm, 336 pages, 231 figures, 30 fr.

Publication de l'Union des Syndicats de l'Électricité

L'Aluminium dans l'Industrie électrique (Rapports de la XVe Commission de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 1920). Un volume, 28 cm × 22 cm, 104 pages et 10 planches doubles hors texte, 11 planches simples. Prix, broché, 10 fr.

Publications du Comité électrotechnique français

Règles françaises d'Unification du Matériel électrique. Fascicule 10 : IV. Machines électriques (matériel de traction excepté), 3,50 fr.

Comité électrotechnique français Fascicule 11 : Statuts et règlement intérieur, 1,25 fr. Fascicule 12 : Règles françaises d'unification du matériel électrique, V, Spécification des machines électriques, 1,25 fr.

Annuaires

Annuaire de 1923 de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Un volume, 22 cm × 14 cm, 1 460 pages, 30 fr.

Annuaire 1922 du Syndicat professionnel des Industries électriques. Un volume, 24 cm × 16 cm, 1 308 pages, 30 fr.

Annuaire 1923 du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique. Un volume, 28 cm × 22 cm, 782 pages, 45 cartes, 35 fr.

Annuaire 1923-1924 de la Houille blanche, par A. Pawlowski. Un volume, 28 cm × 22 cm, 155 pages, 18 cartes, broché, 17 fr, cartonné, 19 fr.

Ouvrages divers

Alliévi (Lorenzo). — Théorie du coup de bélier, traduit par Daniel Gaden. Deux volumes brochés, 28 cm × 18 cm, 134 pages de texte, 64 figures et abaques, 6 fr.

Blondel (A.). — Abaque universel 1914 pour le calcul mécanique des lignes, 100 cm × 75 cm, 9 fr.

Blondel (A.). — Abaque d'après les tables de Kennelly, 100 cm × 65 cm, en deux couleurs, 18 fr.

Blondel (A.). — Abaque Brown et Blondel, 65 cm × 60 cm, en deux couleurs 18 fr, en noir 9 fr.

Bougault (P.). — Cahier des charges pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 348 pages, 25 fr.

Bougault (P.). — Manuel des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie. Un volume, 26 cm × 17 cm, 480 pages, 20 fr.

Bougault (P.). — La législation nouvelle des chutes d'eau. Un volume, 26 cm × 17 cm, 266 pages, 25 fr.

Cambon (V.). — Les échanges franco-américains. Un volume, 22 cm × 14 cm, 44 pages, 0,75 fr.

Cambon (V.). — Vers l'expansion industrielle. Un volume, 22 cm × 14 cm, 56 pages, 0,50 fr.

Caminati (C.). — L'échauffement et la ventilation des machines électriques de grande puissance. Un vol., 22 cm × 14 cm, 40 pages, 2 fr.

Chevrier (G.). — Etude sur les résonances dans les réseaux distribution par courants alternatifs. Un vol., 22 cm × 14 cm, 76 pages, 2,50 fr.

Dalemont (J.). — L'usure anormale des turbines. Un volume, 22 cm × 14 cm, 61 pages avec planches, 2,50 fr.

Devaux-Charbonnel. — Le télégraphe et la traction monophasée. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 2 fr.

Institut international de Bibliographie. — Manuel général de l'Institut international de Bibliographie, fascicule 62, Art de l'Ingénieur. Un volume, 24 cm × 16 cm, 12 fr.

Institut de Physique de Poitiers. — Vers l'échange américain. Un volume, 27 cm × 20 cm, 49 pages, 1 fr.

Joitel (A.). — Abaques pour le calcul mécanique des conducteurs de lignes aériennes, 64 cm × 46 cm. Le jeu de 6 abaques, 20 fr.

Korda. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. Un vol., 22 cm × 14 cm, 219 pages, 6 fr.

Lavanchy (Ch). — Abaques pour le calcul de la tension critique d'apparition d'effluve et pour le calcul de la réactance et de la susceptance par kilomètre pour les lignes aériennes. Deux feuilles, 52 cm × 35 cm et 40 cm × 30 cm. Le jeu de 2 abaques, 6 fr.

Mauy (P.). — Emission de signaux par les centrales électriques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 68 pages, 8 fr.

Mesnier (J.). — Abaque pour les calculs électriques en courant continu. Loi d'Ohm, calcul : des résistances de démarrage, de chûte de tension, d'effet Joule, de puissance, etc., 105 cm × 75 cm, en noir, 10 fr.

Niethammer. — Moteurs à collecteurs à courants alternatifs. Un volume, 22 cm × 14 cm, 130 pages, 5 fr.

Poincaré (H.). — Conférences sur la télégraphie sans fil, 1909. Un volume, 22 cm × 14 cm, 86 pages, 15 figures, 2 fr.

Valbreuze (R de). — Notions sommaires d'électrotechnique. Un volume, 22 cm × 14 cm, 178 pages, 6 fr.

(Frais de port et d'emballage en plus).

puisse obtenir les résultats par lecture directe sur une échelle appropriée. Il comprend, d'un côté, des bobines de fil métallique disposées sur différents points où l'on veut pouvoir mesurer la température et, d'autre part un dispositif permettant de mesurer la variation de résistance de cette bobine. Les bobines doivent satisfaire à trois conditions : 1° avoir une résistance constante pour une température fixe ; 2° posséder un coefficient de température très élevé ; 3° leur résistance doit varier avec la température selon une loi simple. Parmi tous les métaux, c'est le platine qui convient le mieux. Jusqu'à plus de 1 000°C sa variation de résistance est exprimée par la relation

$$r_t = r_0 (1 + \alpha t + \beta t^2),$$

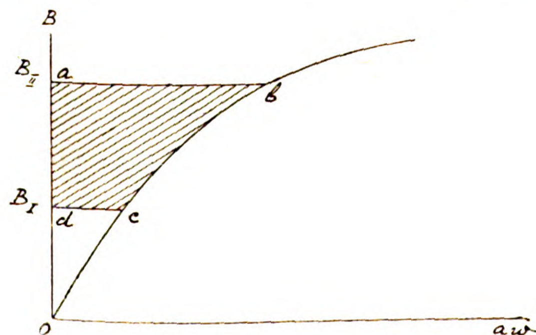
dans laquelle $\alpha = 0{,}004$ et $\beta = 0{,}000\,000\,6$. C'est donc une loi qui est presque linéaire et qui, pratiquement, l'est jusqu'à la température de 200°C. La précision obtenue est grande ; elle est de l'ordre du dixième de degré. En raison de son prix, le platine est presque toujours remplacé par du nickel qui répond à la loi de variation de résistance

$$r_t = r_0 (1 + \alpha' t + \beta' t^2),$$

dans laquelle $\alpha' = 0{,}003\,9$ et $\beta' = 0{,}000\,006\,5$. Il ne faut pas dépasser la température de 300°C, au-dessus de laquelle le nickel s'altère ; cela n'est d'ailleurs jamais nécessaire dans le cas qui nous occupe. La mesure de la résistance se fait au moyen du pont de Wheatstone disposé pour une mesure soit par une méthode de réduction à zéro, soit par une méthode de déviation. Cette dernière est moins précise, mais elle a l'avantage d'être plus rapide. Comme elle a l'inconvénient, par contre, de dépendre de la tension appliquée, on vérifie la constance de cette tension au moyen d'une bobine de comparaison auxiliaire. Entre les bobines et le système de mesure, on ne peut utiliser un simple circuit à deux fils conducteurs, car leurs variations de résistance avec la température fausseraient les mesures. Mais il est facile, au moyen de trois fils, d'obtenir nn montage où la compensation est automatique. On trouvera le schéma de l'un d'eux dans l'article original ainsi que la photographie des appareils utilisés dans l'industrie : pont de mesure établi en boite transportable et appareil fixe monté sur un panneau avec fiches permettant la mesure de la température à plusieurs endroits. — Y. G.

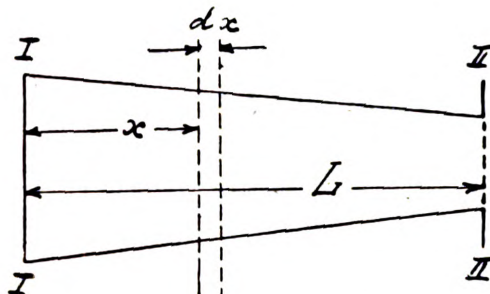
PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.312.16.00.12. — Méthode de calcul des ampères-tours nécessaires pour faire passer un flux de valeur donnée dans des dents en forme de coin; BORIS WOROHOFF. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1171, 500 mots, 2 fig. — Parmi



621.312.16.00.12. — Fig. 1. Courbe de l'induction en fonction des ampères-tours.

les méthodes ordinairement utilisées pour résoudre ce problème, les unes manquent de précision et d'autres donnant des résultats corrects sont longues ou nécessitent l'emploi de courbes spéciales pour chaque forme distincte de dent. L'auteur propose le procédé suivant qui, à l'avantage d'être pratiquement exact, joint celui de n'exiger que la connaissance de la courbe classique (fig. 1), des inductions magnétiques B, en fonction des ampères-tours par centimètre de longueur, aw. Désignons par B_I l'induction dans la partie la plus large (I-I) (fig. 2) de la dent ; par B_{II}, l'induction dans sa partie la plus



621.312.16.00.12. — Fig. 2. Schéma d'une dent conique.

étroite (II-II) ; par B_x, l'induction à une distance x du sommet de la dent On a

$$B_x = B_I + (B_{II} - B_I)\,\frac{x}{L}.$$

Le nombre d'ampères-tours nécessaires pour faire passer le flux dans toute la longueur de la dent, AW, est donné par l'intégrale

$$AW = \int_0^L aw_x \,\mathrm{d}x = \frac{L}{B_{II} - B_I} \int_{B_I}^{B_{II}} aw_x \,\mathrm{d}B_x.$$

Si l'on se reporte à la courbe de la figure 1, on voit que l'on a

$$\int_{B_I}^{B_{II}} aw_x \,\mathrm{d}B_x = (\text{aire abcd})\; aw_0\, B_0,$$

avec, dans ce même diagramme, sur l'axe des abscisses, 1 cm $= aw_0$ ampères-tours et, sur l'axe des ordonnées, 1 cm $= B_0$ gauss. Comme

$$B_{II} - B_I = \overline{\text{ad}} . B_0,$$

on trouve, finalement,

$$AW = \frac{L}{\overline{\text{ad}}}\,(\text{aire abcd})\; aw_0.$$

La solution du problème se réduit donc à la mesure de l'aire hachurée, qui peut être faite, aisément et rapidement, au moyen du planimètre. — L. D.

538.531. — Le calcul graphique des coefficients de self-induction et d'induction mutuelle. *E. T. Z.*, 31 janvier 1924, t. XLV, p. 81-82, 600 mots, 1 fig. — Le coefficient de self-induction d'une bobine circulaire à enroulement de section rectangulaire a pour valeur

$$L = \frac{2^{\frac{1}{3}}}{\pi^{\frac{2}{3}}}\,\frac{l^{\frac{5}{3}}}{D^{\frac{2}{3}}}\,F,$$

où l représente la longueur du fil et D, la distance d'axe en axe de deux spires consécutives. Le facteur de forme F

dépend uniquement des dimensions de la bobine : a, rayon moyen; b, longueur axiale, et c, profondeur du logement de l'enroulement. On le détermine rapidement au moyen d'un abaque établi en fonction de

$$\eta = \frac{c}{b} \quad \text{et} \quad \varepsilon = \frac{\sqrt{3c}}{a}.$$

Soient L_1 et L_2 les coefficients de self-induction de deux bobines coaxiales de même longueur se recouvrant sans intervalle; L_{1+2}, le coefficient de self-induction de l'ensemble des deux bobines montées en série; le coefficient d'induction mutuelle est donné par

$$M = \frac{1}{2}\left[L_{1+2} - (L_1 + L_2)\right].$$

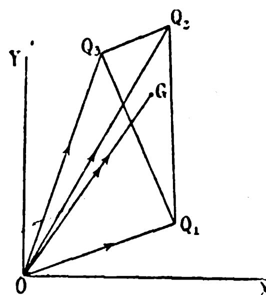
E. F.

621.315.14.00.2. — Le calcul des canalisations aériennes pour les surcharges de verglas. *E. u. M.*, 14 octobre 1923, t. XLI, p. 593-602, 7000 mots, 5 fig. — Dans tous les pays, les lignes aériennes doivent être calculées pour tenir compte des surcharges de verglas. Les prescriptions à ce sujet sont les suivantes : 1° en Allemagne et en Autriche, on admet un poids de glace égal à $180\sqrt{d}$ en grammes par mètre pour une température de — 5° C, d étant exprimé en millimètres. On admet alors pour le cuivre une contrainte de 20 kg : mm² et pour l'aluminium 9 kg : mm²; 2° en Tchécoslovaquie on admet 450 g de glace par mètre à — 50° C, sauf dans les régions montagneuses où l'on prévoit 800 g par mètre; 3° en Suisse, on admet 800 g par mètre à 0° C avec un coefficient de sécurité de 2,5 pour les conducteurs; 4° en France, il n'y a pas de réglementation nette à cet égard ; 5° en Angleterre, on tolère une surcharge de 1 demi-livre par pied avec une pression de vent de 20 livres par pied carré. Cela correspond à un poids de glace par mètre de 745 g avec un vent exerçant une pression de 49 kg : m² sur une surface cylindrique; 6° en Suède, on doit calculer les canalisations : *a*) pour une surcharge de 1 kg par mètre à — 1° C sans vent; *b*) pour une surcharge de 0,6 kg par mètre avec un vent de 37,5 kg : m² sur la surface offerte par le conducteur entouré d'une gaine de glace ayant 40 mm de diamètre. Dans certaines régions, on calcule même pour 2 kg par mètre de surcharge, avec une contrainte maximum de 32 kg : mm²; 7° aux Etats-Unis, l'Electric Safety Code partage le territoire en trois zones : dans la première, on admet une épaisseur de glace d'un demi-pouce avec un vent de 39,5 kg : m² à — 18° C; dans le deuxième, on admet les 2/3 de la surcharge ci-dessus à — 9°C; dans la troisième, on admet les 4/9 de cette surcharge à — 10° C. La contrainte ne doit pas dépasser la moitié de la contrainte de rupture. Compte tenu de la pression du vent, on arrive au tableau suivant qui donne les surcharges totales envisagées dans les différents pays

Section du conducteur, en mm²	16	25	35	50	70	95	120	150	185
Surcharge, en grammes par mètre :									
Allemagne (glace)	406	452	493	540	583	637	673	717	753
Suisse (glace)	801	799	799	794	791	785	780	773	766
Angleterre (glace + vent)	1 678	1 731	5 785	1 852	1 920	2 011	2 081	2 163	2 243
Suède (glace + vent)	1 623	1 620	1 618	1 613	1 610	1 603	1 588	1 591	1 584
Amérique (glace + vent)	1 364	1 425	1 488	1 566	1 644	1 749	1 828	1 922	2 012

L'auteur examine ensuite comment se comportent les différentes sortes de conducteurs lorsque la surcharge est plus élevée que celle qui a été prévue par les règlements. Il donne des courbes montrant l'augmentation apparente du poids des conducteurs de différentes sections et différentes portées. Il étudie ensuite l'influence de l'état électrique des conducteurs sur la charge de verglas et, en particulier, l'influence de l'énergie dissipée en chaleur ou par efluves. Par exemple, un conducteur de 95 mm² à 120000 v, si la distanee entre conducteurs est de 320 cm, donnera une perte par effluves d'environ 1,2 calorie par mètre, capable de faire fondre 14,5 g de glace par mètre, soit environ 1/45 de la surcharge normale. D'autre part, si dans un conducteur de 50 mm² on fait passer 100 A, on produira 0,03 calorie à l'heure et par centimètre. Si l'on admet que la surcharge de 546 g de verglas se dépose régulièrement en dix heures, c'est-à-dire à raison de 54 g par heure, soit 0,54 g par centimètre, il faudra environ $5{,}40 \times 0{,}08 = 0{,}045$ calorie par heure pour fondre ce dépôt ; l'intensité de 100 A serait donc insuffisante, mais une intensité de 150 A serait très suffisante puisqu'elle produirait 0,067 calorie par centimètre et par heure. — J. C.

621.316. — Au sujet d'une définition du « facteur d'équilibre » d'une charge triphasée déséquilibrée; Alexander RUSSEL. *Journal of the Institution of electrical Engineers*, décembre 1923, t. XLII, p. 16-18, 1 800 mots, 1 fig. — Considérons une charge triphasée déséquilibrée caractérisée par des tensions de valeurs efficaces V_1, V_2, V_3, des courants de valeurs efficaces A_1, A_2, A_3, et des angles de phase φ_1, φ_2, φ_3. La puissance active absorbée, qui peut être déduite des lectures de trois wattmètres branchés sur les différentes phases, est donnée par l'expression $R \cos \varphi = \Sigma V_1 A_1 \cos \varphi_1$. Fixons les valeurs de R et de φ en supposant que ces deux grandeurs sont reliées, en outre, par l'équation $R \sin \varphi = \Sigma V_1 A_1 \sin \varphi_1$; les quantités $V_1 A_1 \sin \varphi_1$, $V_2 A_2 \sin \varphi_2$, $V_3 A_3 \sin \varphi_3$, étant obtenues à l'aide de trois instruments de mesure pour puissance réactive, menons par l'origine O (fig. 1), les vecteurs $OQ_1 = V_1 A_1 = R_1$, $OQ_2 = V_2 A_2 = R_2$, $OQ_3 = V_3 A_3 = R_3$ faisant avec l'axe des X, les angles φ_1, φ_2, φ_3. On sait, d'après un théorème de statique, que si G est le centre de gravité du triangle $Q_1 Q_2 Q_3$, la résultante de ces trois vecteurs, qui a la même valeur que la grandeur R définie par les deux équations ci-dessus, est égale à $3 \times OG$,



621.316. — Fig. 1. Graphique pour le facteur d'équilibre d'une charge triphasée déséquilibrée.

et que, de plus, l'angle GOX est égal à φ. Comme R et φ restent les mêmes pour toutes les positions de Q_1, Q_2, Q_3, telles que les centres de gravité des triangles formés par ces trois points coïncident avec G, on voit que la connaissance de ces deux éléments ne fournit, à elle seule, aucune indication précise sur le déséquilibre existant dans le système. Pour mesurer ce déséquilibre, l'auteur propose, en conséquence, d'adopter une formule spéciale (facteur d'équilibre) définie par lui dans les conditions expliquées ci-après. De l'inspec-

tion de la figure 1, on déduit la relation : $3(R_1^2+R_2^2+R_3^2) = (R_1+R_2+R_3)^2 + (R_1-R_2)^2 + (R_2-R_3)^2 + (R_3-R_1)^2$, d'où l'on voit que pour une valeur globale donnée de la puissance apparente $(R_1+R_2+R_3)$, l'expression

$$\sqrt{3}\,(R_1^2 + R_2^2 + R_3^2)^{\frac{1}{2}}$$

acquiert sa valeur minimum, $R_1+R_2+R_3$, pour $R_1=R_2=R_3$, c'est-à-dire lorsque les puissances apparentes sur chaque phase sont équilibrées. L'examen de la figure 1 montre encore que pour, une valeur fixe de $R_1+R_2+R_3$, R acquiert sa valeur maximum pour $\varphi_1=\varphi_2=\varphi_3$. On en déduit que, pour une valeur globale donnée de la puissance apparente, R est inférieur à

$$\sqrt{3}\,(R_1^2 + R_2^2 + R_3^2)^{\frac{1}{2}},$$

excepté lorsque l'on a à la fois, $R_1=R_2=R_3$ et $\varphi_1=\varphi_2=\varphi_3$. Cette conclusion conduit immédiatement à la définition du « facteur d'équilibre » b, qui est donné par la formule

$$b^2 = \frac{R^2}{3\,(R_1^2 + R_2^2 + R_3^2)}.$$

On remarquera que l'équilibre est d'autant meilleur que b est plus grand et pour un équilibre parfait, b est égal à l'unité. En vue de répondre, par avance, à l'objection possible que la définition proposée repose sur un fondement plus ou moins artificiel, l'auteur est amené à envisager un autre facteur u, dit « de déséquilibre » et qu'il démontre être relié au premier par la relation simple $b^2+u^2=1$. Il signale, en terminant, que la détermination de R, φ et b peut être effectuée en utilisant, par exemple, les lectures de wattmètres et d'instruments de mesure de puissance réactive dans les conditions mentionnées ci-dessus. On a, en effet,

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{R\sin\varphi}{R\cos\varphi} = \frac{R_1\sin\varphi_1 + R_2\sin\varphi_2 + R_3\sin\varphi_3}{R_1\cos\varphi_1 + R_2\cos\varphi_2 + R_3\cos\varphi_3} = \frac{p}{q}.$$

On déduit de même, par le quotient de deux lectures

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{R_1\sin\varphi_1}{R_1\cos\varphi_1}$$

et finalement, après avoir calculé $\cos\varphi_1$,

$$R_1 = \frac{R_1\cos\varphi_1}{\cos\varphi_1};$$

on opère de même pour obtenir R_2 et R_3, d'où l'on déduit, par substitution de ces quantités et de $R=(p^2+q^2)^{\frac{1}{2}}$ dans l'expression de b^2, la valeur « du facteur d'équilibre ». — L. D.

621.315.63. — Pertes dans les diélectriques des câbles isolés au carton imprégné, pour la transmission de l'énergie; L. Emanueli. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1923, t. IX, p. 606-611, 16 fig. — On peut évaluer les pertes dans le diélectrique d'un câble par la puissance dissipée par mètre de longueur, ou bien en le considérant comme un condensateur sans perte shunté par une résistance et en exprimant la valeur de $\cos\varphi$ par unité de longueur du câble d'après la formule approchée

$$P = EI\cos\varphi,$$

dans laquelle P serait la puissance dissipée dans le diélectrique; E, la tension appliquée et I, l'intensité du courant. Mais il y a cependant un inconvénient à employer cette dernière méthode, car on sait que P n'a une signification que pour une tension, une fréquence et une température données, ainsi que pour des dimensions bien déterminées du câble. Aussi est-il préférable d'utiliser l'expression

$$P = \omega CE^2 \operatorname{cotg}\varphi,$$

dans laquelle C est la capacité du câble qui, pratiquement, varie peu avec E et avec la température, tout au moins dans les câbles bien construits; $\operatorname{cotg}\varphi$ est une expression beaucoup plus commode que $\cos\varphi$ qu'on peut ainsi utiliser pour évaluer les pertes dans le câble. Pour des angles φ faibles, $\operatorname{cotg}\varphi$ et $\cos\varphi$ sont très voisins et l'on peut écrire

$$P = Ei\cos\varphi = \omega CE^2\cos\varphi,$$

où i est la composante réactive de l'intensité. On sait que les pertes dans un câble proviennent, d'une part, de l'isolant et, d'autre part, des bulles gazeuses qui restent dans la masse de celui-ci. Les pertes de la première catégorie dépendent de la qualité du mélange imprégnant et sont proportionnelles au carré de la tension d'utilisation ; pour ces pertes, $\cos\varphi$ est indépendant de la tension. Les autres pertes qui ne commencent qu'à la tension d'ionisation ne sont plus proportionnelles et si elles prennent quelque importance, la capacité du câble n'est plus constante et croit avec la tension. $\operatorname{Cotg}\varphi$ n'est donc plus, dans ce cas, une constante, mais devient une fonction assez complexe de la tension. En traçant la courbe de variation de $\operatorname{cotg}\varphi$ en fonction de la tension appliquée au câble, on peut donc déterminer la valeur du câble au point de vue des pertes. L'auteur donne à ce propos deux exemples, l'un se rapportant à un câble prévu pour 60 000 v et en bon état, l'autre relatif à un câble triphasé prévu pour 25 000 v dans lequel l'isolant entourant l'ensemble des trois conducteurs contenait une assez grande quantité de bulles de gaz occlus. Les valeurs moyennes de $\operatorname{cotg}\varphi$ mesurées dans ces expériences correspondent bien à l'état du câble. — Y. G.

621.315.4. — Sur le fonctionnement des bobines de mise à la terre. *E. T. Z.*, 7 février 1924, t. XLV, p. 102-103, 200 mots, 1 fig., d'après *Archiv für Elekrotechnik*, 1923, t. XII, n° 5, p. 381). — Le caractère de simplicité de la méthode graphique a conduit A. Mathias à adopter celle-ci pour son étude des bobines de mise à la terre. Partant de la figuration vectorielle de Natalis, il a établi des graphiques permettant de se rendre compte rapidement du service qu'on peut attendre de ces appareils. — E. F.

621.315.4. — La mise à la terre du neutre par une inductance. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. XV, p. 268-271, 2 000 mots, 7 fig., 2 tab. Analyse d'un article de W.-W. Lewis, publié dans *J. A. I. E. E.*, mai 1923, t. XLII, p. 467-484, 10 000 mots, 50 fig.

621.315.4. — Isolement ou mise à la terre du neutre d'un système triphasé; A. Mauduit. *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. XV, p. 429-436, 6 000 mots, 8 fig. — Les propriétés des systèmes triphasés, principalement au point de vue des surtensions, varient considérablement suivant que le neutre est mis directement à la terre, ou parfaitement isolé du sol, ou relié à la terre par l'intermédiaire d'une résistance ou d'une inductance. L'auteur étudie seulement ici les deux premiers cas. Il conclut que la mise à la terre directe est préférable, au moins pour les lignes aériennes, non seulement dans le cas des réseaux à 60 000 v et au-dessus, mais aussi dans le cas de réseaux à tension beaucoup plus faible, y compris les tension de 10 000 v et au-dessous.

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS, RÉSEAUX

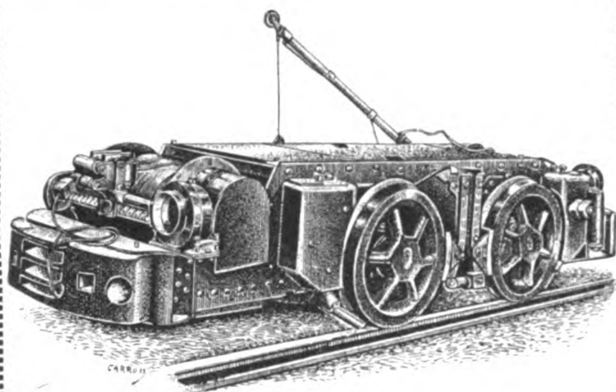
621.311. — Les entreprises de distribution d'énergie électrique et leur avenir; R.-B. Mitchell. *J. I. E. E.*, décembre 1923, t. LXII, p. 40-46, 5 500 mots, 3 fig., 1 tab.

— La consommation d'énergie électrique, en Angleterre, est loin de présenter la progression remarquable constatée aux Etats-Unis au cours de ces vingt dernières années. A titre de comparaison, on peut noter, par exemple, que cette consommation, à Chicago, atteint 700 kw-h par tête d'habitant tandis qu'elle n'est que de 130 kw-h à Glasgow et ce dernier nombre n'est dépassé, en Angleterre, que par quelques rares entreprises seulement. L'auteur estime, en conséquence, qu'il existe, dans ce pays, une marge considérable de développement de la vente de l'électricité et se propose, dans le présent article, d'indiquer les nouveaux débouchés possibles, les moyens permettant de les mettre rapidement en valeur et les dispositions à prendre pour parer à la demande d'énergie ainsi accrue. La fourniture d'énergie pour les usages domestiques et, accessoirement, pour la charge de batteries d'accumulateurs destinés à l'équipement de véhicules électriques, est susceptible, à assez brève échéance, d'accroître les recettes des compagnies de distribution dans la proportion de 1 à 6. Le facteur de charge des usines, tombé depuis la guerre à un chiffre assez bas, en raison de la suppression des équipes de nuit et de la diminution de la durée de travail journalière dans les ateliers, pourra être amélioré, sensiblement, en raison des caractéristiques de la charge nouvelle ainsi raccordée; cette dernière, comportant d'ailleurs un facteur de diversité très élevé, n'exigera pas un renforcement des canalisations existantes. Une propagande intensive doit être entreprise, dès maintenant, en vue d'instruire le consommateur sur les avantages de l'électricité, pour la cuisson des aliments, pour le chauffage, etc. Il semble qu'il sera nécessaire, pour obtenir des résultats rapides, de pratiquer, sur une grande échelle, le système de « l'installation en location ». Un seul compteur sera utilisé; le tarif, pour le petit usager, pourra prévoir un nombre déterminé de kilowatts-heure, correspondant à l'éclairage, qui sera facturé au prix ordinaire, l'excédant au-dessus de ce chiffre, étant taxé à un prix très bas. Pour les clients importants, on adoptera une redevance fixe, dépendant du montant du loyer, du nombre de pièces, etc., le prix consenti pour le kilowatt-heure étant le plus réduit possible. — Parallèlement au développement de la vente d'énergie, il sera nécessaire d'assurer celui de la production; il conviendra, à cet effet, de réorganiser le système des usines existantes; cette réorganisation consistera dans la suppression de certaines petites usines d'exploitation inéconomique et la concentration de la puissance dans de grosses stations, installées aux points les plus favorables et aménagées suivant les principes de la technique la plus moderne. — L. D.

621.311.21 : 31. — Le bilan et l'utilisation des forces hydrauliques en France et à l'étranger ; Paul Buffault. *Revue générale des Sciences*, 30 décembre 1923, t. xxxiv, p. 714-717, 1 800 mots. — D'après une évaluation de M. Cavaillès, le total de la puissance hydraulique disponible en France s'élève à environ 10 millions de chevaux en eaux moyennes et 6 millions à l'étiage. Avant la guerre, nous n'avions guère qu'une puissance de 800 000 ch équipée, en grande partie dans les Alpes. Depuis 1916, un effort considérable a été fait, la puissance totale actuellement installée est de 1 775 000 chevaux, dont 58 pour 100 dans les Alpes, 20 pour 100 dans les Pyrénées et 15 pour 100 dans le Massif central. Les puissances qu'il paraît possible de réaliser d'ici une quinzaine d'années sont évaluées à 3 millions de chevaux, dont 760 000 par l'aménagement du Rhône et 400 000 dans la Savoie et le Dauphiné. Enfin, dans un avenir assez lointain, on peut encore escompter l'aménagement de 4 millions de chevaux, d'après l'avis de la Commission des Forces hydrauliques. Tel est à peu près le bilan de nos forces hydrauliques. Si l'on s'en rapporte aux statistiques officielles des autres pays, les puissances disponibles en France représentent 15 pour 100 de celles des Etats-Unis, 45 pour 100 de celles de la Suède et de la Norvège réunies ; elles sont supérieures de 66 pour 100 à celles de l'Espagne, de 25 pour 100 à celles de l'Italie. Enfin, la Suisse ne dispose que de 4 millions de chevaux. Notre puissance installée représente 34 pour 100 de celle aménagée aux Etats-Unis, 53 pour 100 de celle du Canada ; elle dépasse de 10 pour 100 celle de la Norvège, de 46 pour 100 celle de la Suède, de 38 pour 100 celle de l'Italie et de 50 pour 100 celle de la Suisse. Si l'on compare au nombre d'habitants la puissance hydraulique aménagée, on trouve par 100 habitants: 4,7 chevaux pour la France; 4,8 pour les Etats-Unis; 22 pour la Suède; 31 pour la Suisse; 46 pour le Canada et 68 pour la Norvège. Malheureusement, la diffusion de l'énergie électrique rencontre un obstacle dans l'élévation du coût des installations hydroélectriques. Avant la guerre, le prix de revient pour les chutes importantes était de 500 à 800 fr par cheval installé ; il faut compter le double ou le triple aujourd'hui, situation qui ne peut que retarder les grands travaux projetés. M. Buffault ajoute que le reboisement des bassins supérieurs des cours d'eau agirait efficacement dans le sens de la régularisation de leur débit, et que les industries électriques ont tout intérêt à seconder les efforts des forestiers pour arrêter la dénudation de nos montagnes et la dégradation des versants. — M.-H. B.

621.311.21 : 626.8 (72.2). — L'usine hydroélectrique et le système d'irrigation de Don Pedro (Californie) ; R.-W. Schoemaker. *G. E. R.*, novembre 1923, t. xxvi, p. 736-740, 2 600 mots, 7 fig. — Le projet initial avait prévu la construction d'un nouveau barrage de retenue pour augmenter les possibilités d'irrigation du district de Turlock, l'irrigation se faisant par gravité au moyen d'un certain nombre de canaux. On eut ensuite l'idée d'utiliser une partie de l'eau accumulée (hauteur de chute variant de 40 à 75 m) à l'alimentation de turbines pour la production d'énergie électrique ; on put ainsi installer une puissance de 60 000 kw environ. Une grosse partie de l'énergie produite sera vraisemblablement absorbée par des pompes destinées à faciliter l'irrigation des parties du district trop surélevées pour être irriguées suffisamment par gravité, et destinées également à assurer une meilleure répartition de l'eau tout en évitant l'emploi de trop nombreux canaux. L'article ne décrit pas l'usine hydraulique ; il en contient seulement quelques photographies. — P. V.

627.82.00.47 (45). — La rupture du barrage de Val Gleno ; A. Stucky. *Schweizerische Bauzeitung*, 9 et 16 février 1924, t. lxxxiii, p. 63-67 et 74-76, 4 500 mots, 19 fig. — Ce barrage était destiné à contenir les eaux d'un réservoir devant alimenter cinq usines hydroélectriques du Val Camonica (province de Bergamo, Italie). Il était situé à 1 550 m d'altitude et présentait un contour doublement incurvé ; sa longueur était de 250 m ; sa hauteur variait entre 25 et 30 m, sauf au franchissement du lit du Dezzo où il atteignait 50 m. La brève existence de ce barrage se résume en quelques dates : la construction, entreprise en 1920, fut achevée pendant l'été de 1923 ; le 22 octobre, l'eau du réservoir atteignait la cote maximum de 1 548 m ; le 1er décembre le barrage crevait et en quinze minutes, par le trou béant, les six millions de mètres cubes d'eau s'échappaient laissant le réservoir à sec. Voici les principaux résultats de l'enquête à laquelle s'est livré l'auteur. D'abord, les principes servant de base aux calculs des barrages en général ne sauraient être mis en doute; l'ouvrage du Val Gleno a été victime d'une accumulation de négligences et de défauts dans l'exécution matérielle; les projets auraient pu être faits avec plus de soin, mais ils ne contiennent pas d'erreur grossière. L'hypothèse d'un défaut accidentel et local est à rejeter puisque le pilier qui s'écroula le premier n'occupait pas le centre de la partie emportée. En réalité, le gravier n'a pas été suffisamment lavé, ni trié, et le ciment avec lequel il a été mélangé incorrectement a donné un béton défectueux et peu homogène; la chaux qui entra dans la composition du mortier fut calcinée sur place par des procédés primitifs ; le fait même d'utiliser du mortier non hydraulique dans la construction d'un barrage est paradoxal : sans prise dans les massifs, la chaux fut simplement lavée par les infiltrations dues à la mauvaise qua



POUR LA MINE ET L'USINE
la locomotive ad hoc

Le problème complexe de la traction dans la mine exige des engins appropriés. Le montage d'un moteur quelconque sur un châssis plus ou moins lesté est une solution simpliste. La machine conçue et réalisée spécialement pour la mine et l'usine est la locomotive Goodman à trolley, à accumulateurs ou à combinaison.

MOTEURS D'UN TYPE PARTICULIER A TRÈS FAIBLE VITESSE, CHASSIS EN ACIER LAMINÉ, ÉQUILIBREURS COMPENSANT LES INÉGALITÉS DE LA VOIE BUTOIRS EN ACIER MASSIF A DOUBLE RÉACTION. ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉ.

telles sont quelques caractéristiques :: de la locomotive Goodman. ::

50 types

de 10 à 500 Ch pesant 2 à 50 tonnes

12 000 locomotives Goodman sont en service dans le monde entier. Seul l s usines Goodmann ont pu sortir des locomotives électriques de 500 Ch pesant 50 tonnes pour voie de 60 cm. La locomotive Goodman à batterie a été éprouvée contre le grisou par le departement :: des Mines des Etats-Unis ::

Vous avez intérêt à demander aujourd'hui le catalogue illustré et à nous soumettre le problème de votre traction.

"GOODMAN"
Locomotives électriques

Agent général A. J. MATHIEU. Ingénieur
6, Rue Saint-Georges - Paris
Tél. : Trudaine 60-32
:: R. C. Seine 30.507 ::

FABRICATION LORRAINE





LAMPE "FAUST"

MONO & DEMI-WATT
AUTOMOBILES
CARBONE
TÉLÉPHONIQUES

Balais pour Moteurs
MAGNÉTOS - ÉQUIPEMENT AUTOMOBILES

Charbons électriques
LUMIÈRE - SOUDURE - PHOTOGRAVURE
CINÉMATOGRAPHES

COMPAGNIE LORRAINE
DE CHARBONS, LAMPES
& APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES
(*Anciens Établissements* ***Fabius Henrion***)
56, Faubourg-Saint-Honoré, 56, PARIS
Registre du Commerce : Seine N° 88 204

Usines à Pagny-sur-Moselle (Moselle)

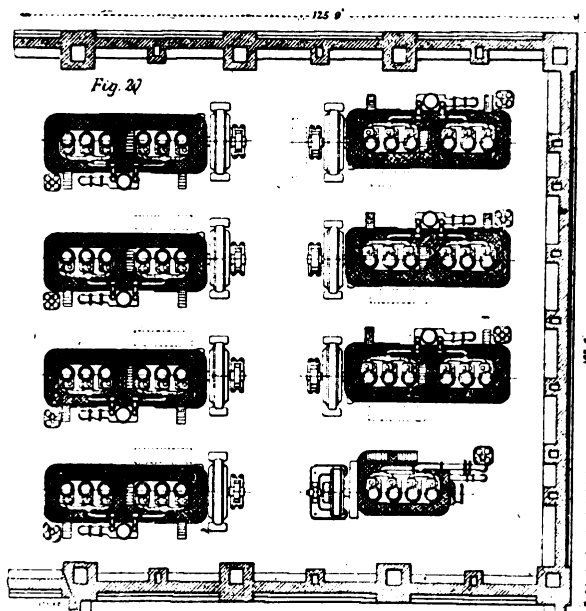
UNIS FRANCE

lité du béton; l'ensemble de l'ouvrage reposait aussi très mal sur les roches qui lui servaient d'assises, aucun travail n'ayant été entrepris pour atténuer le poli naturel de la pierre sur laquelle le mortier n'avait pas de prise; également défectueuse fut la construction des voûtes sur les pans faisant face au réservoir. L'étude statique des piliers a démontré que la composante, suivant la pente du pilier, de la pression de l'eau était une traction sur une grande partie de cette pente, l'inclinaison des pentes étant insuffisante pour réduire cette composante, par le poids propre du pilier. — D'autre part, les efforts de cisaillement qui se manifestent dans les différentes sections sont d'ordinaire compensés en partie par le frottement dû à la pression des parties supérieures, et cela dans une mesure d'autant plus grande que la composante ci-dessus est plus réduite; à une réduction totale de la composante correspondrait une compensation totale du cisaillement. Tel ne fut pas le cas dans le barrage du Val Gleno, et le béton défectueux que l'on y avait employé ne fut pas en état de supporter les 2 à 3 kg:cm² de contrainte due aux cisaillements qui subsistaient. Des déchirures dont les trajectoires étaient composées d'éléments alternativement parallèles aux deux *surfaces probables de glissement* ont été relevées sur les paliers; elles ont dû se produire avant l'écroulement. Le réservoir ayant été rempli jusqu'aux bords dès l'achèvement des travaux, les infiltrations, très fortes, ont balayé la chaux et compromis la stabilité de l'ensemble; un affaissement de pilier a dû se produire, qui resta inaperçu puisque personne ne surveillait le barrage; le béton n'ayant pu se plier à la déformation, le tout s'écroula. — Th. S.

621.165.00.47. — L'éclatement d'une turbine de 10 000 kw à Indianapolis *Power*, 15 mai 1923; bibliographié dans *Le Génie civil*, 21 juillet 1923, t. LXXXIII, p. 71, 100 mots. — Il s'agit d'une turbine horizontale, tournant à 1 800 t : mn et fonctionnant à une pression de vapeur de 16 kg : cm². L'accident eut lieu alors que la machine était en marche depuis plus d'une heure. Des morceaux furent projetés de tous côtés et rompirent une conduite principale de vapeur. Il en résulta l'arrêt complet de toute la force motrice; les pompes d'alimentation des chaudières ne fonctionnant plus, il fallut éteindre rapidement le feu des chaudières au moyen de pompes à incendie. La cause de l'accident ne serait pas connue. — Y. G.

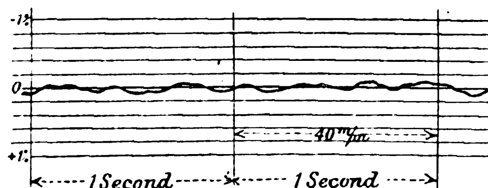
621.311.22. — L'usine électrique de 40 000 kw de Lansing (Michigan). *Le Génie civil*, 25 août 1923, t. LXXXIII, p. 189-190, 300 mots; résumé d'un article de M. BULKELEY paru dans *Power*, 19 juin 1923. — La consommation en énergie électrique de cette ville ayant augmenté de 60 pour 100 au cours de l'hiver 1922-1923, la création d'une nouvelle usine a été décidée; à l'heure actuelle, elle est partiellement construite, et son aménagement permet de disposer déjà de 25 000 kw avec deux alternateurs Allis-Chalmers de 10 000 kw et 15 000 kw. Le courant, triphasé à 60 p : s, est produit à la tension de 13 200 v. L'article signale le système de manutention amenant le charbon dans trois soutes en contenant chacune 360 t, avec une réserve extérieure de 20 000 t. Les chaudières sont du type en V, de 1 380 m² de surface de chauffe; chacune d'elles est pourvu d'un réchauffeur à radiation de 28 m² et un dispositif de chargement du foyer, à deux vitesses, permet de la faire fonctionner jusqu'à un taux trois fois plus élevé que le fonctionnement normal. Les condensateurs à surface ont respectivement une surface de 1650 et 2300 m²: chacun d'eux est muni de deux pompes. Le tirage forcé est assuré par ventilateurs individuels dont le débit est de 1 380 m³ : mn avec une différence de pression à l'entrée et à la sortie correspondant à une hauteur d'eau de 15 cm. Les machines auxiliaires sont à peu près toutes commandées par moteurs individuels. — Y. G.

631.311.22 : 621.431.21 (42). — La station génératrice des Ateliers Palmers, à moteurs à gaz. *Engineering*, 31 août, 21 septembre et 12 octobre 1923, t. CXVI, p. 265-266, 364-366 et 454-456, 5900 mots, 19 fig. — La station génératrice comporte huit moteurs à gaz dont sept de 1 500 ch accouplés à des alternateurs de 1 000 kw et un de 1 000 ch actionnant directement une génératrice à courant continu de 700 kw à



631.311.22 : 621.431.21 (42). — Fig. 1. Vue en plan de la salle des moteurs à gaz de l'usine génératrice des Ateliers Palmers.

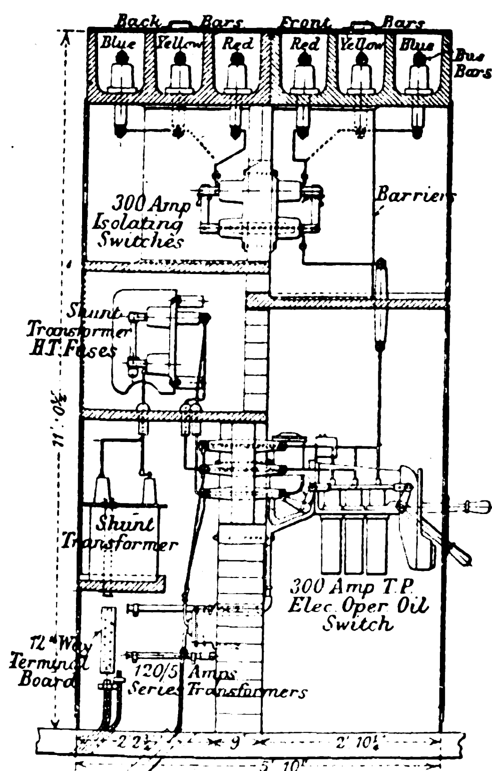
240 v; tous ces moteurs tournent à 200 t : mn. La disposition de la salle des machines est donnée par la figure 1; on voit que les moteurs sont du type vertical et à douze cylindres disposés par deux en tandem au-dessus d'un arbre à six manivelles; l'espace entre les deux cylindres superposés forme



621.311.22 : 621.431.21 (42). — Fig. 2. Courbe de la variation angulaire par tour d'un des moteurs à gaz ci-dessus.

matelas d'amortissement pour régulariser le couple moteur; en outre, un fort volant réduit à une très faible valeur l'amplitude de la variation angulaire dans le tour; la courbe relevée à un enregistreur et reproduite en figure 2 montre l'excellence du résultat obtenu. L'article donne une description complète des moteurs avec des détails très complets de leur construction; une planche montre, à grande échelle, les diverses coupes permettant de suivre facilement la description. Les alternateurs fournissent des courants triphasés sous 6 600 v à 40 p : s et fonctionnent en parallèle avec le réseau de distribution urbain. Le tableau à haute tension comporte les panneaux nécessaires pour les alternateurs et la génératrice à courant continu et aussi deux panneaux pour des commutatrices de 700 kw et trois feeders. Les panneaux à haute tension sont du type en cellule; la figure 3 montre la cellule correspondant à un alternateur; l'interrupteur à huile est du

modèle de 300 A à bacs séparés pour les trois pôles ; le support supérieur en fonte forme réservoir d'explosion au-dessus de



621.311.22 : 621.431.21 (42). — Fig. 3. Type de cellule d'un alternateur. Back-Bars, barres d'arrière ; Front Bars, barre d'avant ; Blue, Yellow, Red, bleu, jaune, rouge ; 300 Amp Isolating Switcher, sectionneur pour 300 A ; 300 Amp. T P. Elec. Oper. Oil Switch, interrupteurs dans l'huile à commande électrique ; 12 way Terminal Board, tableau à 12 prises.

l'huile et est muni d'organes de sécurité pour éviter la rupture et pour l'évacuation des gaz résultants. — E. B.

621.311.22 (73). — Quelques particularités de l'équipement des installations de l'usine de Weymouth de l'Edison electric Illuminating Co, de Boston. *R. G E.*, 23 février 1924, t. XV, p. 329, 600 mots. Analyse d'un article de J.-E. Moultrop, et Joseph Pope, publié dans *J.A.I.E.E.*, août 1923, t. XLII, p. 799-808, 5 500 mots, 8 fig.

621.311.21 (73). — Inauguration de la station génératrice de Big Creek alimentant une ligne électrique à 220000 v; E.-P. Pannel. *Electrician*, 18 janvier 1924, t XCII, p. 64-67, 4 500 mots, 7 fig. — La distance séparant la station génératrice de Big Breek de la station réceptrice de Los Angeles est de 430 km ; la tension de 220 000 v est celle qui procurait le maximum d'avantages économiques et fut choisie pour cette raison. Il a été nécessaire de recourir à un très grand nombre d'expériences pour l'établissement des isolateurs de la ligne ; on a pu améliorer les éléments de telle manière que leur contrainte moyenne a été poussée à 30 kv ; on a pris des précautions spéciales pour répartir la capacité et obtenir un gradient de potentiel aussi régulier que possible. L'article mentionne toutes les difficultés du problème à résoudre et montre comment elles ont été surmontées. A côté des questions d'isolement proprement dit, le problème de la décharge par effluves a dû être considéré très soigneusement, car la ligne est en grande partie installée à une altitude assez élevée, entre 1 200 et 1 500 m au-dessus du niveau de la mer ; dans ces conditions, les pertes par effluves pouvaient devenir excessives sous la tension de 220000 v. En exploitation normale, cette perte varie de zéro, pour la partie à basse altitude, à 4,5 kw par kilomètre de ligne pour les parties à altitude élevée ; en cas d'orage, ces pertes sont parfois triplées. Ces valeurs peuvent paraître élevées, cependant les conducteurs sont espacés de 5 m environ et leur diamètre est voisin de 25 mm ; tous les boulons, ferrures, écrous, etc., sont en outre soigneusement arrondis ; on a évité très soigneusement les angles vifs. Sur une ligne aussi longue, le courant de charge prend une importance considérable et, en fait, chacune des lignes de Big Creek exige une puissance apparente de 50000 kv-A fournie en partie par les alternateurs, d'une puissance individuelle de 25000 kv-A et en partie par des compensateurs synchrones surexcités d'une puissance de 30000 kv-A à la station réceptrice. L'auteur examine le fonctionnement du système et en signale les avantages et inconvénients. La station génératrice est constituée par deux bâtiments principaux dont l'un contient les groupes générateurs et l'autre, les transformateurs élevant la tension de 11000 v à 220000 v. La station génératrice contient actuellement trois alternateurs de 28000 kv-A tournant à 428 t : mn ; la salle des transformateurs contient sept groupes de chacun 18500 kv-A ; l'article fournit quelques renseignements sur les détails d'installation de ces appareils. L'ensemble de Big Creek doit comporter environ dix stations génératrices distinctes, la puissance totale devant atteindre 1 000 000 ch ; de très importantes installations hydrauliques et électriques doivent être réalisées pour relier entre elles toutes ces usines ; l'article en donne une énumération qui montre l'ampleur du projet et le soin qui a été apporté à son étude. — E. B.

621.311.22.00.21(43). — Les progrès dans la construction des turboalternateurs en Allemagne. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. XV, p. 476-479, 1 500 mots, 10 fig. Analyse d'un article de Rob. Pohl, publié dans *E. T. Z.*, 2 et 9 août 1923, t. XLIV, p. 729-731 et 759-762, 7 500 mots, 15 fig.

621.311 : 621 395.7. — Sur les communications entre centrales ; E.-O. Meyer. *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1 056-1 058, 1 500 mots. — Rapport présenté à la troisième section de la Conférence internationale des grands Réseaux électriques à très haute Tension.

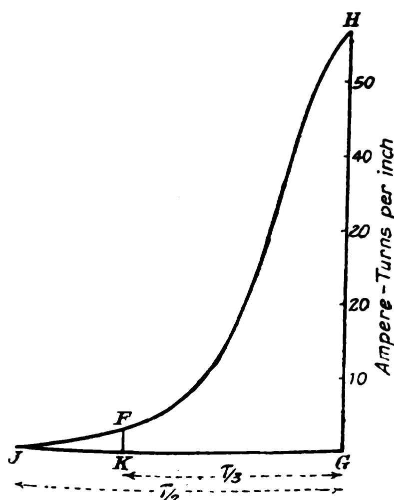
621.316 : 621.347. — Distribution rurale d'énergie électrique à 3300 v en Angleterre. *Engineering*, 29 février et 7 mars 1924, t. CXVII, p. 260-262 et 295-299, 4 000 mots, 23 fig. — La distribution est faite par lignes aériennes sur poteaux en bois ; ce réseau aérien est alimenté à son point de départ par un câble souterrain aboutissant à un poteau double spécialement haubanné pour supporter la traction de la ligne. — La tension de 33 000 v est ramenée à 3300 v en bout de ligne par un transformateur de 625 kv-A. — Le courant à 3300 v est lui-même transformé en courant à basse tension aux différents endroits d'utilisation. Un croquis montre la disposition de la sous-station de transformation et les différents cloisonnements entre conducteurs à haute tension ; un schéma complet indique l'ensemble des connexions électriques. — E. B.

621.316.26(73). — Les sous-stations automatiques employées avec succès à Saint-Paul ; R. Reinbold. *Electrical World*, 13 janvier 1923, t. LXXXI, p. 87-90, 3500 mots, 5 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit les principales caractéristiques de deux installations de sous-stations automatiques réalisées à Saint-Paul et ayant fonctionné depuis deux ans avec toute satisfaction. L'une de ces sous-stations comportant un groupe moteur synchrone-générateur de 500 kw est placée dans les sous-sols mêmes de l'immeuble à alimenter en courant continu, et cette disposition présentait quelques difficultés au point de vue ventilation. On les a résolues au moyen de ventilateurs placés dans les murs près du sol et aspirant l'air froid ; l'air chaud s'échappe par des ouvertures

pratiquées dans le mur opposé près du plafond. Une partie des ventilateurs est constamment en marche de façon qu'en cas d'arrêt de fonctionnement de la sous-station par suite d'une surcharge, la température de la salle et du moteur soit rapidement ramenée à un point tel que la remise en circuit automatique puisse avoir lieu. Deux fils relient cette sous-station à la station manuelle la plus voisine, formant avec le neutre du réseau de distribution deux circuits permettant ainsi, au moyen d'un ampèremètre et d'une lampe de signalisation, le contrôle du fonctionnement de la sous-station automatique par l'électricien de celle à opération manuelle. Notons en outre que les essais à la mise en route de cette installation montrèrent la nécessité de prévoir, dans le circuit d'excitation du moteur synchrone (alimenté par la génératrice), un contacteur fonctionnant en parallèle avec l'interrupteur de mise en route. — La dernière installation dont il est question dans l'article est une sous-station automatique à courant alternatif semi-extérieure ; c'est tout l'appareillage à haute tension qui est à l'extérieur. Elle est prévue pour trois feeders de 1 000 kv-A à quatre fils ; le courant triphasé est élevé de 2 300 à 4 000 v et il existe un régulateur monophasé et un interrupteur dans l'huile unipolaire à commande indépendante sur chaque phase. Chaque interrupteur comporte un relais de surcharge et un système de commande de fermeture qui tente deux fois la fermeture avant la mise hors-circuit définitive. En outre, l'installation comporte sept transformateurs à intensité constante de 30 kw et l'appareillage correspondant pour sept circuits d'éclairage public. Une caractéristique de cette installation est qu'elle comporte deux cloches d'alarme : l'une tinte faiblement quand un feeder est mis hors-circuit et l'autre, d'un timbre différent, entre en action quand la station est mise hors-circuit par suite d'une panne sur l'alimentation en haute tension. Ces cloches sont disposées de façon telle que le « load dispatcher » puisse les entendre au téléphone d'un poste quelconque et se rendre ainsi compte des conditions de fonctionnement de la station. L'auteur en terminant insiste sur la nécessité, pour assurer un bon fonctionnement des sous-stations automatiques, d'une inspection régulière et rigoureuse. — J. S.

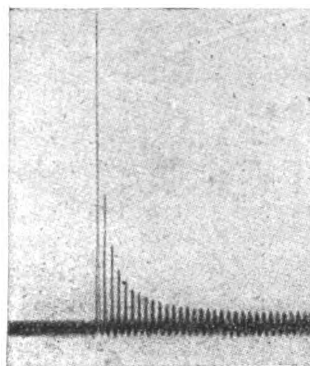
APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.2. — Une méthode pour déterminer la force magnétomotrice nécessaire pour l'excitation des machines à noyaux lisses ; N.-B. Hill. *Electrician*, 4 janvier 1924, t. xcii, p. 6-7, 1 700 mots, 4 fig. — Dans le cas des alternateurs à rotor cylindrique, l'entrefer est de grande longueur et le nombre d'ampères-tours est déterminé en tenant compte de cet entrefer seul ; la partie du circuit magnétique constituée par le fer n'absorbe que quelques centièmes de ce total. — Dans le cas de moteurs asynchrones à petit entrefer, il n'en est plus de même et les saturations du circuit magnétique ont une beaucoup plus grande importance relative. — En raison de la présence de l'harmonique trois dans la courbe du flux, la saturation maximum est un peu plus faible que celle qui existerait pour une distribution sinusoïdale de ce flux ; l'auteur tient compte de ce fait pour tracer une courbe de la force magnétomotrice nécessaire en chaque point : il apprécie ensuite les longueurs des différentes lignes de force dans le noyau et leur répartition. Il arrive à cette conclusion pratique que le nombre total d'ampères-tours par pôle, pour le noyau de fer, peut être estimé en traçant une série de courbes telles que celle de la figure 1, pour différentes valeurs de l'induction maximum et, en prenant la moyenne des aires telles que K G H F, on dispose d'un moyen rapide pour obtenir la force magnétomotrice nécessaire pour le noyau. — E. B.

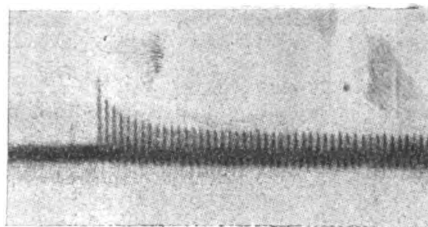


621.313.2. — Fig. 1. Relation entre les inductions maxima et les ampères-tours.

621.313. — Appareil pour la fermeture d'un circuit à courant alternatif à une phase déterminée ; F. Ahrberg et O. Sieber. *E. T. Z.*, 27 décembre 1923, t. xliv, p. 1103-1104, 700 mots, 5 fig. — Lorsqu'on met brusquement en circuit un moteur d'induction ou un transformateur, il se produit un à-coup de courant d'autant plus élevé que la tension est plus voisine de 0. C'est ce qu'indiquent les oscillogrammes des figures 1, 2 et 3. Il y a donc tout intérêt à étudier les phénomènes qui accompagnent le couplage et cela à diverses phases. Le premier moyen qui se présente à l'esprit réside dans l'utilisation d'un moteur synchrone, alimenté à la même source que le circuit en étude et entraînant un disque de contact qui produit la fermeture à l'instant désiré. Mais alors on obtient également une ouverture



621.313. — Fig. 1. Oscillogramme relevé à la mise en circuit d'un petit transformateur. Angle de phase = 0° (tension nulle).



621.313. — Fig. 2. Oscillogramme relevé à la mise en circuit d'un petit transformateur. Angle de phase = 45°.

ZIVY & CIE

PARIS (8e)
19 et 31, Rue de Naples
Téléph. : WAGRAM 65-42
Registre du Commerce : Seine n° 35 812

COMPTEURS TOTALISATEURS pour tours à bobiner
TACHYMÈTRES portatifs et stationnaires
simples et enregistreurs

Compteurs de tours et Compteurs horaires syst. "Hasler"
Indicateurs et Enregistreurs de vitesse "Tel"

Pieds à coulisse et Micromètres à cadran, Chronographes



Compteur Universel "Hasler"

SOCIÉTÉ FIBRE & MICA

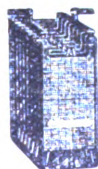
"ISOLANTS"

Téléphone Villeurbanne 2.84

Rue Frédéric Fays,
LYON-VILLEURBANNE

Registre du Commerce : Lyon N° B 3 959

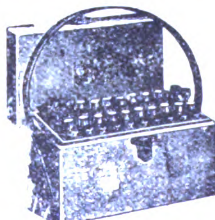
ACCUMULATEURS - PILES



Stationnaire



Automobile



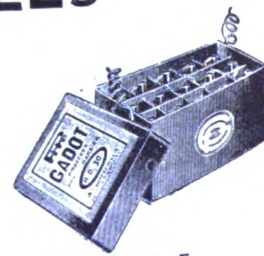
T. S. F.



Piles
à liquides



Sonnerie
Téléphonie



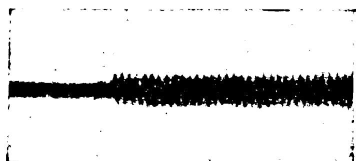
T. S. F.

Porte Champerret
LEVALLOIS-PARIS

GADOT

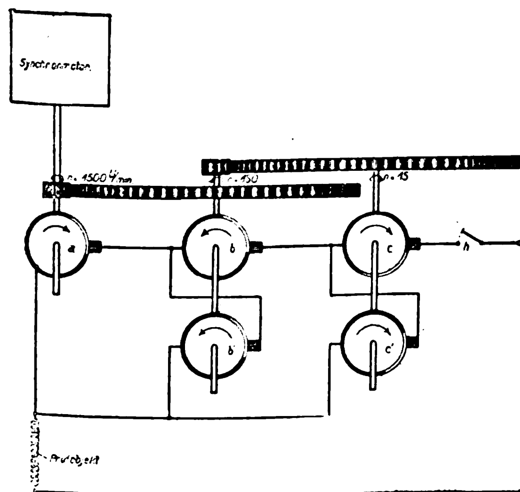
153, Avenue Berthelot
LYON

au cours de la même période, d'où insuffisance de temps pour l'observation du phénomène; d'autre part, si la fermeture ne présente aucune difficulté, l'ouverture, par suite de l'obligation de couper une quantité d'énergie appréciable, demande des dispositions particulières. On est conduit à répartir sur plusieurs périodes la durée d'observation. C'est ce que réalise l'appareil décrit dans cet article. Le moteur synchrone (fig. 3) entraine une bague calée sur son arbre et



621.313. — Fig. 3. Oscillogramme relevé à la mise en circuit d'un petit transformateur. Angle de phase = 90° (tension maximum).

dont une partie de la périphérie (le 1/4 environ) est isolée. Le frotteur ouvre et ferme le circuit. Le même arbre porte une deuxième bague entièrement métallique, en connexion électrique avec la première et munie également d'un frotteur, en sorte que le courant pénètre par l'un des frotteurs et sort par l'autre. L'ensemble constitue le contact a. Deux contacts semblables, b et b', sont montés sur un arbre commun et leur vitesse est 1/10 de celle de a. Il en est de même pour c et c', avec vitesse 1/100 de celle de a; b et c sont montés en série avec a; par contre, b' court-circuite a et c' court-circuite l'ensemble a. b. On opère de la façon suivante. A l'aide d'une commande par vis sans fin portée par le moteur, on règle la position des contacts pour obtenir la fermeture à la phase désirée. Le moteur est branché sur la



621.313. — Fig. 4. Schéma d'un délivreur de contact à phase déterminée.

source qui alimente le circuit en observation. On met en place l'interrupteur h tandis que le frotteur de c se trouve sur la zone isolée. Successivement c se ferme, puis b, puis a, mettant ainsi en circuit, à la phase voulue, l'appareil en étude. Au moment où a ayant effectué une rotation de 3/4 tour va s'ouvrir, il est court-circuité par b'. Puis vers l'ouverture de b', c'est c' qui rentre en jeu. Comme c' reste fermé environ trois secondes, on peut disposer de tout le temps nécessaire pour suivre le développement complet de la marche du phénomène. Avant que c' ne s'ouvre, on peut couper le courant en agissant sur h ou sur un interrupteur approprié, à moins que l'on ne préfère prolonger son passage par toute disposition appropriée. A titre d'exemple, nous reproduisons deux des oscillogrammes, figures 1 et 2, qui ont pu être relevés grâce à l'emploi de cet appareil. — E. F.

621.311.73 : 621.76. — L'appareillage d'interruption dans les aciéries; G.-H. Jump. *G. E. R.*, octobre 1923, t. xxvi, p. 677-680, 2800 mots, 1 fig. — Etant données les puissances élevées nécessaires et l'importance d'une parfaite continuité du service, l'auteur estime que l'appareillage des aciéries s'apparente assez à celui des usines génératrices et il expose les similitudes et les différences nécessaires existant entre ces deux genres d'installations. La principale dissemblance réside dans le fait que l'aciérie fonctionne à peu près à pleine charge de façon permanente, alors que l'usine a des heures creuses. L'auteur donne quelques conseils relatifs au choix et à l'installation de l'appareillage d'interruption (dispositifs automatiques, verrouillages utiles, etc). — P. V.

621.349 : 621.944.2. — Electrification d'un laminoir à profilés, de 84 cm; S.-S. Wales. *G. E. R.*, octobre 1923, t. xxvi, p. 662-668, 1500 mots, 7 fig. — Le laminoir comporte un train dégrossisseur (six passes) et un train finisseur (quatre passes); installé en 1892, il était pourvu d'une machine à vapeur à simple expansion ayant un cylindre de 1370 mm de diamètre avec une course de 1680 mm; cette machine fonctionnait à la pression de 8,7 kg : cm², échappement à l'atmosphère, avec une vitesse de 65 t: mn. Un volant de 81,5 t, et de 7,35 m de diamètre y était accouplé. Le moteur électrique installé en remplacement a une puissance de 4000 ch (marche continue, élévation de température de 35° au-dessus de la température ambiante), 6600 v, 25 p : s, 83,3 t : mn. Son couple maximum est de 97000 m-kg, correspondant à une puissance de 10650 ch. Il est pourvu d'un volant de 5,80 m de diamètre, pesant 77 t. L'énergie totale combinée du rotor et du volant est d'environ 18600 ch-s. Le moteur est commandé par un relais d'insertion brusque de résistance, accroissant le glissement d'environ 5 pour 100, lorsque le couple atteint 150 pour 100 du couple normal. Pour conserver la même vitesse des trains, un engrenage de rapport 20 à 16 est interposé. Les résultats obtenus sont les suivants : chute de vitesse presque nulle aux longues passes de finissage; les pièces finies sont ainsi délivrées plus chaudes; cela a conduit à diviser les lingots en deux blooms au lieu de trois comme auparavant; l'inconvénient des différences de poids de sections données fut éliminé, même avec l'augmentation de longueur de 50 pour 100 due à l'emploi de deux blooms au lieu de trois. Les bancs de refroidissement deviennent insuffisants pour l'accroissement de production obtenu. On a constaté moins de ruptures de cylindres, résultat dû probablement à l'uniformité de vitesse du moteur électrique, et à sa puissance considérable qui élimine les lenteurs d'autrefois et les chutes de température pendant l'opération. On peut insister encore sur le précieux renseignement que peut fournir la commande électrique aux opérateurs, quant aux puissances absorbées pour chaque passe, au moyen d'enregistreurs. — L'auteur a reproduit une série de diagrammes de puissance correspondant aux 6 passes de dégrossissage et aux 4 passes de finissage, avec, en regard de chaque portion de diagramme, la section de profilé obtenue. — P. V.

621.311 : 666.1. — L'électricité dans l'industrie du verre; F.-A. Connor. *G. E. R.*, novembre 1923, t. xxvi, p. 746-754, 3500 mots, 18 fig. — C'est la description de la verrerie de l'American Plate Glass Co. à James City (Pennsylvanie, E.-U.). On y compte 135 moteurs de puissances variant de 1 à 400 ch. la puissance totale installée atteignant 10652 ch. Tous les moteurs à courant alternatif sont triphasés à 550 v et 60 p : s; les moteurs à courant continu

sont à 125 v. Une usine à moteurs à gaz est annexée à la verrerie; elle comporte 3 génératrices de 781 kv-A et 3 génératrices de 500 kv-A, à 600 v. Le reste de l'énergie est acheté à une compagnie de distribution et arrive par une ligne à 44000 v. A signaler l'emploi d'un compensateur synchrone de 1500 kv-A, qui maintient le facteur de puissance à une valeur voisine de 0,95. L'auteur suit le processus de la fabrication du verre à vitres, en indiquant, pour chaque machine, la puissance du moteur et les caractéristiques de la charge. De nombreuses photographies accompagnent l'article. — P. V.

TRACTION ET LOCOMOTION

656.225. — Le problème des transports. *Electrician*, 21 septembre 1923, t. XCI, p. 295, 1700 mots. — L'auteur constate la mauvaise organisation actuelle des transports, aussi bien celui des marchandises que celui des voyageurs; en particulier, il signale les conditions défectueuses dans lesquelles est effectué le transport des denrées périssables. Les moyens de transport à l'intérieur des grandes villes sont également très imparfaits voire même très souvent dangereux. L'électrification des moyens de transport amène leur amélioration, et l'auteur en donne plusieurs preuves, mais cette solution du problème n'est pas complète et il semble nécessaire d'accroître le nombre de lignes de transport tout en les utilisant au mieux. — E. B.

621.33 (42). — L'électrification du South Eastern and Chatham Railway. *Electrical Review*, 2 novembre 1923, t. XCIII, p. 671-672, 1000 mots, 6 fig. — Le réseau possède environ 200 trains à 2 ou 3 voitures à unités multiples; le contrôle est automatique et commandé par un petit combinateur à main revenant au zéro, c'est-à-dire à l'arrêt, aussitôt que le conducteur abandonne la poignée de manœuvre. Les moteurs sont alimentés par l'intermédiaire de contacteurs manœuvrés par l'air comprimé; l'article donne quelques détails sur le mode de fonctionnement de ces appareils: des photographies et des vues en élévation permettent d'en suivre la description. — E. B.

621.33 (83). — L'électrification des chemins de fer de l'Etat chilien. *Tramway and Railway World*, 15 novembre 1923, t. LIV, p. 257-260, 1500 mots, 4 fig. — Cette électrification a été exécutée par la Compagnie Westinghouse qui en a reçu la commande en 1921 et vient de terminer l'expédition des locomotives et autre matériel électrique. Elle fut décidée afin de réaliser des économies de frais d'exploitation en raison du prix élevé du charbon ainsi que pour accroître la capacité des lignes; elle couvre 116 miles (185 km) de lignes principales et 24 miles (32 km) de lignes secondaires. Le matériel comprend 39 locomotives, dont 15 à marchandises, 6 d'express, 11 pour trains de voyageurs locaux et 7 locomotives de manœuvre, 5 sous-stations et enfin le matériel de ligne pour les 217 km de voies. Le tableau ci-après donne quelques caractéristiques des locomotives.

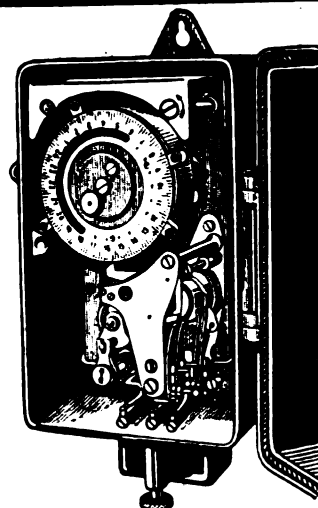
TYPE DE LOCOMOTIVE	NOMBRE	POIDS en tonnes	LONGUEUR en mètres	DISPOSITION des roues	NOMBRE de moteurs	PUISSANCE totale en chevaux	VITESSE maximum en km : h
Locomotive d'express	6	127	17,85	2-6-0—0-6-2	6	2 250	100
Locomotive de trains locaux	11	80	12,35	0-4-0—0-4-0	4	1 500	90
Locomotive à marchandises	15	113	15,20	0-6-0—c-6-0	6	1 680	64
Locomotive de manœuvre	7	65	12,20	0-4-0—0-4-0	4	480	54,4

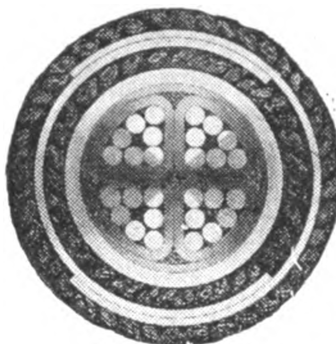
Les locomotives d'express et à marchandises sont munies du système de freinage par récupération Westinghouse. Tout ce matériel a été construit et monté avec une rapidité remarquable. En effet, la commande a été passée dans l'automne 1921 et le voyage d'inauguration a eu lieu en avril 1923. — J. S.

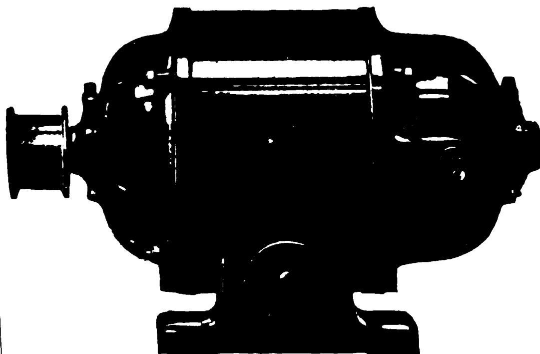
621.33 (43.6). — Inauguration de la traction électrique sur la section Innsbruck-Telfs de la ligne de l'Arlberg. *E. u. M.*, 12 août 1923, t. XLI, p. 465-466, 1200 mots. — L'inauguration de la traction électrique sur la section Innsbruck-Telfs a eu lieu le 22 juillet 1923. Cette section est la première de la ligne de l'Arlberg qui doit être complètement électrifiée à la fin de 1924. L'article retrace brièvement l'historique de l'électrification des chemins de fer autrichiens. — J. C.

621.335.00.14. — Essais de deux nouvelles locomotives (marchandises et voyageurs) aux Etats-Unis; W.-D. BEARCE. *G. E. R.*, février 1924, t. XXVII, p. 98-103, 2700 mots, 10 fig. — Il s'agit d'une locomotive destinée au réseau de Paris à Orléans et d'une locomotive de 150 t pour le Mexican Ry Co. La première est du type sans engrenages, à moteurs (à deux pôles) portés directement par les essieux; un dispositif de centrage automatique, décrit succinctement, empêche toute espèce d'oscillation de se développer dans le sens latéral. La vitesse réalisée fut de 169 km : h. — La seconde, du type à marchandises, comporte des engrenages: elle peut développer, d'une façon continue, une puissance de 2736 ch et un effort de traction correspondant de 24500 kg à la vitesse de 31 km : h; elle fut soumise à des essais de récupération dont les résultats sont consignés dans un tableau. Une locomotive à vapeur, de même poids adhérent que cette dernière, participait aux essais, à titre de comparaison. On attela même les deux locomotives et on les fit démarrer en sens contraire: la locomotive électrique réussit très facilement à entraîner l'autre. Ces essais revêtirent un caractère de démonstration et de propagande pour le grand public; ils furent relatés par la majeure partie de la presse d'information américaine. — P. V.

621.335 (52). — Locomotive électrique pour les chemins de fer japonais. *Engineering*, 25 janvier 1924, t. CXVII, p. 97-100, 2200 mots, 9 fig. — La machine décrite en cet article fait partie d'une livraison de 8 locomotives (plus 28 d'un autre type); elle est du système 4-6-6-4 et peut remorquer un train de dix voitures à une vitesse commerciale de 45 km : h, moyenne pour un trajet total de 600 km environ. La puissance maximum au régime de une heure est de 18000 ch et fournie par six moteurs; ce résultat est d'autant plus intéressant que la voie a une largeur de 1,10 m environ. Les moteurs fonctionnent sous une tension de 1500 v en courant continu; ils sont mis en série par deux, de sorte que chacun des moteurs fonctionne en permanence sous 750 v; ils actionnent les essieux par simple réduction d'engrenages. La commande est effectuée par un combinateur actionné par un moteur électrique qui introduit les résistances de démarrage et fait les changements de couplage nécessaires. Cette disposition est purement mécanique et le conducteur ne peut faire aucune erreur de manœuvre. Le







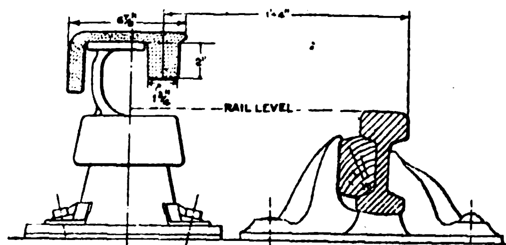
dispositif de manœuvre du combinateur est enclenché avec l'interrupteur principal; il est impossible de passer de la marche avant à la marche arrière, ou de l'arrêt à la marche, ou de la marche à l'arrêt si l'interrupteur n'est pas ouvert; il en résulte que le controller ne coupe jamais le courant principal. La prise de courant aérienne est du type pantographe et commandée par l'air comprimé, tandis que l'interrupteur principal est à commande électromagnétique. Le courant nécessaire pour les auxiliaires est fourni par une génératrice à 100 v actionnée par un moteur sous 15000 v qui entraîne en même temps un ventilateur pour le refroidissement des moteurs de la locomotive. — E. B.

621.165 : 621.15. — Les locomotives actionnées par turbine à vapeur; U. Ruegger. *Schweizerische Bauzeitung*, 8 décembre 1923, t. LXXXVII, p. 299-303, 3200 mots, 9 fig. — Le désir d'obtenir des puissances de plus en plus élevées sans gaspiller le combustible et, d'autre part, le fait que la locomotive à pistons n'est guère susceptible de perfectionnements radicaux, ont conduit les constructeurs à chercher dans la turbine à vapeur un nouveau moyen de traction. La locomotive Belluzo, construite en 1908 avec des moyens de fortune a fourni une carrière des plus honorables et roula pendant plus de douze années. Chacune de ses quatre roues était attaquée par une turbine individuelle; il n'y avait point de condenseur, néanmoins la dépense en vapeur sur cette machine, qui peut être considérée comme une ancêtre, ne dépassait guère celle d'une machine à pistons de puissance analogue. Dans les locomotives à turbine, la condensation joue en effet un rôle primordial; c'est grâce à elle qu'on peut espérer atteindre des rendements élevés. — Le type de locomotive turbo-électrique est représenté par la locomotive Reid et Ramsay de la North British Locomotive Co, de Glasgow, et par la locomotive Ramsay de la ligne nord-ouest de Londres; dans la première citée, une turbine de 1000 ch tournant à 3000 t : mn actionne une dynamo à courant continu, qui alimente les moteurs électriques; la partie avant est occupée par le dispositif de réfrigération. La locomotive de Londres est composée de deux trucks reliés par joint articulé; elle est actionnée par deux moteurs asynchrones triphasés de 275 ch attaquant les roues motrices par bielles; la turbine qui fait partie d'un groupe turbo-générateur Oerlikon de 890 kw à 3600 t : mn, ainsi que la chaudière, sont montés sur le truck de tête; à l'arrière, se trouvent les réservoirs d'eau et de charbon et le condenseur qui comporte un faisceau tubulaire rotatif plongeant périodiquement dans l'eau; un ventilateur, à l'extrémité arrière, produit le courant d'air. — La locomotive suisse Zoelly est actionnée par turbine exclusivement; celle-ci est montée sur la locomotive proprement dite, avec le condenseur qui est du type à surface; le tender porte les réservoirs d'eau et de charbon et le dispositif de réfrigération pour l'eau servant à la condensation. Un double système d'engrenages réduit la vitesse de la turbine principale; une turbine auxiliaire est embrayée pendant la marche arrière. — La locomotive Ljungström est inspirée des mêmes principes mais se distingue considérablement de la machine Zoelly au point de vue de l'exécution. Au véhicule de tête, qui porte ici la chaudière et le réservoir à charbon, est attelée de façon assez rigide la locomotive proprement dite, où se trouvent réunis la turbine, son double système d'engrenages, l'ensemble des dispositifs qui constituent le condenseur et le réfrigérant; la condensation a lieu par contact avec de l'eau tombant en pluie, qu'une pompe débite sans cesse; l'air pénètre par les évents des parois latérales du véhicule et est saisi par trois ventilateurs qui le font circuler à travers les chambres en cuivre dont se compose le faisceau réfrigérant. La marche arrière est déterminée par l'embrayage d'une roue dentée spéciale. La turbine est caractérisée par sa grande vitesse (9200 t : mn à la vitesse de 110 km : h); elle est du type à réaction et à double couronne avec retour de vapeur selon les procédés Ljungström. La locomotive en question, dont l'étude a été l'objet de soins méticuleux, fournit aux essais des résultats excellents et donna lieu à une économie de charbon remarquable. Les locomotives à turbine ont en général un grand avenir, surtout dans les pays où les parcours sont longs et la population peu dense. — Th. S.

621.332 (494). — Dispositifs de couplage adoptés pour les lignes de traction des chemins fédéraux suisses; H.-W. Schuler. *Schweizerische Bauzeitung*, 14 octobre 1922, t. LXXX, p. 175-178, 4000 mots, 8 fig. — L'auteur indique comment on a relié les usines génératrices et les sous-stations au fil de contact des installations de traction. Elle décrit successivement les stations Thune-B rne, Lucerne-Chiasso, Sihlbrugg-Zurich, Sitten-Lausanne et Lucerne-Bâle. — B. H.

625,21 + 621.333 (73). — Les caractéristiques des nouvelles voitures du chemin de fer de Long-Island. *Electric Railway Journal*, 2 février 1924, t. LXIII, p. 167-170, 1800 mots, 7 fig. — Ces nouvelles voitures ont une capacité de 78 places assises et pèsent, en ordre de marche, 57 t environ. Elles présentent au point de vue construction de la partie mécanique quelques caractéristiques intéressantes en vue de l'augmentation de leur résistance au tamponnement et de la facilité des réparations. Les châssis de boggie sont en une seule pièce en acier coulé. Les freins sont à mâchoire et la timonerie porte un système pneumatique de rattrapage de jeu et un système de réglage d'une construction nouvelle. Quelques améliorations ont été également apportées dans l'étude de la canalisation d'air du frein afin, en particulier, de diminuer la durée de desserrage après un arrêt d'urgence; on a aussi augmenté le diamètre de certaines tuyauteries et adopté un modèle plus grand de soupape d'alimentation. L'équipement électrique de ces voitures comporte deux moteurs Westinghouse type 308-6-1 avec shuntage des inducteurs. La commande est du système électropneumatique Westinghouse; elle permet le démarrage automatique. Le courant d'excitation des appareils est fourni sous 14 v par deux batteries travaillant à tour de rôle. On compte en tout treize contacteurs électropneumatiques commandés pour le démarrage automatique par l'intermédiaire d'un relais d'intensité et d'un tambour d'ordre; on a sept crans de démarrage série et 5 en parallèle avec transition par la méthode du pont. L'interrupteur principal est commandé par deux relais de surcharge placés individuellement dans le circuit de chaque moteur. Enfin, l'appareillage de commande est complété par un inverseur à tambour à commande électropneumatique. — J. S.

621.332.2. — Un nouveau type de rail de contact à prise inférieure. *Electrician*, 4 janvier 1924, t. XCII, p. 10-11, 1300 mots, 7 fig. — La figure 1 montre la disposition de ce nouveau type de troisième rail auquel la grande épaisseur



621.332.2. — Fig. 1. Disposition générale du troisième rail à prise de contact inférieure.

de la table de prise de courant assure une durée considérable; l'équilibrage parfait qui résulte de la forme donnée à l'ensemble en facilite la pose puisqu'il suffit de le fixer à plat sur le patin du support dont un croquis donne les détails. La protection du rail est réalisée par des pièces en

matière isolante moulée, dure et résistante qu'il suffit de placer sur le rail où elles sont tenues en place par le petit talon que l'on voit à droite du rail. — Le dispositif de prise de courant monté sur le véhicule est relativement léger; un croquis coté en donne la représentation assez exacte et des photographies complètent l'article. — E. B.

621.332.2.00.42. — Système de localisation automatique des défauts sur les lignes de traction électrique; H. Luthy. *Electrical Review*, 16 novembre 1923, t. XCIII, p. 723-726, 3000 mots, 5 fig. — Un nouveau système de localisation des défauts, entièrement automatique, fonctionne depuis le 1er mars 1923 sur la ligne électrique Sihlbrugg-Zurich des Chemins de Fer fédéraux. En dehors de sa très grande rapidité d'action, qui lui permet d'isoler, en quelques secondes, la section avariée, le dispositif présente l'avantage d'être peu coûteux et de pouvoir être facilement appliqué à des réseaux enchevêtrés. Le tronçon Sihlbrugg-Zurich a été divisé en dix-huit sections rattachées, à chaque station, à une barre collectrice par l'intermédiaire de groupes d'interrupteurs commandés à distance; chaque section peut être isolée sans qu'il s'ensuive une discontinuité de la ligne. A la station de Sihlbrugg, l'interrupteur monté sur le feeder à 15000 v relié aux barres omnibus se trouve sous la dépendance d'un relais à surcharge et s'ouvre dès qu'un défaut a lieu; il introduit ainsi une résistance additionnelle qui absorbe la presque totalité de la tension de la ligne. Lorsque le courant qui traverse la résistance est tombé à une certaine valeur, on referme l'interrupteur d'alimentation et, à cet instant, intervient le dispositif de sélectionnement dont l'équipement, à chaque station, comprend deux relais à minimum et un combinateur actionné par un moteur électrique; la baisse de tension déclenche simultanément tous ces moteurs, le combinateur de chaque station effectuant la rotation nécessaire pour exclure successivement les sections qui y aboutissent. Quand arrive le tour de la section avariée, le faible courant qui traverse la résistance additionnelle est annulé et le restant de la ligne retrouve sa tension normale; les relais reviennent à leur position initiale et les interrupteurs d'entrée et de sortie se referment dans toutes les sections sauf dans celle qui est avariée; des avertisseurs lumineux ou sonores annoncent sa mise hors circuit et la localisation du défaut. Le système en question ne nécessite guère de matériel de disjonction puissant; tous les interrupteurs, moins celui d'alimentation, n'ont, en effet, à couper que le faible courant traversant la résistance additionnelle, courant qui ne dépasse pas 7,5 A; pour la même raison, l'échauffement des interrupteurs n'est pas à craindre. Les combinateurs des différentes stations sont réglés de façon à présenter un synchronisme rigoureux; ils sont à deux barillets dont l'un n'a d'autre mission que celle de fournir au barillet principal le couple de démarrage. Afin de prévenir des perturbations du fonctionnement automatique, un dispositif d'enclenchement immobilise les interrupteurs dès qu'un défaut se produit. Un autre mécanisme permet de soustraire à l'action du dispositif de protection toute section que l'on voudrait tenir isolée pour des raisons de service. Des essais multiples de sélection et de localisation effectués sur la ligne Sihlbrugg-Zurich ont prouvé la sûreté de ce système de protection ainsi que sa grande rapidité: il exige, en tout, quarante secondes pour localiser le défaut sur une section quelconque dans le cas le plus défavorable, celui où le défaut a eu lieu à la sous-station même. Enfin, il est à noter que ce système s'applique à toutes les distributions et n'est pas réservé aux seuls circuits monophasés. — Th. S.

USINES ET ATELIERS. OUTILLAGE

621.826. — Embrayage Junod et Morazin. *Recherches et Inventions*, 1er septembre 1923, t. IV, p. 804-807, 900 mots, 2 fig. — Description d'un système d'embrayage à commande électrique dont la construction est assez compliquée, mais qui a l'avantage de pouvoir s'appliquer à des transmissions mécaniques de puissance relativement élevée, pour lesquelles d'autres solutions seraient difficilement applicables. Il est constitué par deux pignons parallèles, à denture inclinée, disposés symétriquement par rapport à l'axe moteur qui porte lui-même un pignon perpendiculaire aux précédents. Suivant que l'on excite l'un ou l'autre des deux électroaimants que comporte l'embrayage, cet arbre moteur entraîne l'un ou l'autre des pignons et l'arbre mené tourne dans un sens ou en sens inverse. Les dispositifs d'enclenchement, que nous ne décrirons pas ici, sont établis de telle sorte que l'arbre mené fait toujours un nombre entier de tours avant de s'arrêter; notons que cette condition peut être avantageuse pour la commande de certaines machines-outils, principalement pour le tournage et le fraisage automatiques. — Y. G.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6 : 676 : 536.4. — Influence des températures élevées sur les propriétés mécaniques des papiers; C.-H. Mollering. *Der elektrische Betrieb*, 24 décembre 1923, t. XXI, p. 269-270, 1500 mots. — Les résultats succinctement résumés dans cet article concernent toute une série de papiers: papier à effet de commerce, papier à machine, papier calque, papier d'impression, papier tissu, papier pour chemises, qui, exception faite pour le papier tissu, ne présentent qu'un faible intérêt pour l'industrie électrique. Nous nous bornerons donc à signaler dans leurs grandes lignes les conclusions des expériences faites à ce sujet. Pour les papiers à base de cellulose, la perte de résistance mécanique se manifeste à partir de 110°C et varie proportionnellement à l'élévation de température. Pour les papiers à base de pâte de copeaux de bois, les propriétés commencent à baisser dès 80 ou 90°C. Pour les papiers tirés à la fois de la cellulose et du bois, la température critique est intermédiaire entre les précédentes et varie avec la composition. Il semble aussi que le mode d'encollage joue un rôle, assez limité du reste, mais qui n'a pu être exactement précisé. — E. T.

621.315.6 : 665.3. — La déshydratation des huiles isolantes. *Electrician*, 9 novembre 1923, t. XCI, p. 520-521, 1900 mots, 2 fig. — Les cahiers des charges pour la fourniture d'huile isolante prévoient une rigidité diélectrique déterminée par la tension à laquelle l'arc s'amorce entre deux électrodes de forme donnée. Cette rigidité est affectée grandement par la présence de l'eau; il y a donc un gros intérêt à débarrasser l'huile, avant emploi, de cette eau qu'elle a pu absorber pendant les manutentions ou même au repos. L'article a pour but de montrer que la présence de l'eau n'est pas aussi préjudiciable qu'on l'avait supposé; sa présence en petite quantité n'est réellement dangereuse que par suite de l'existence, dans l'huile, de petites particules solides ou fibreuses, poussières, etc. Lorsque l'huile est débarrassée de ces matières, la présence d'une petite quantité d'eau n'affecte pour ainsi dire en aucune manière sa valeur diélectrique. Au contraire, les matières solides ou fibreuses en suspension forment, entre les électrodes, de véritables chaînes conductrices qui favorisent la formation de l'arc. L'épurateur à force centrifuge a l'avantage d'enlever à l'huile, en même temps que l'eau, toutes ces matières solides ou fibreuses; l'auteur de l'article présente un tel épurateur monté sur chariot et comportant l'appareil à force centrifuge, les pompes et le moteur nécessaire pour son fonctionnement. A l'aide de ce dispositif, l'huile des transformateurs et des interrupteurs à haute tension peut être épurée et déshydratée pendant l'exploitation, sans démontage ou transvasement; en prenant certaines précautions, il est possible d'éviter l'aération de l'huile traitée. — E. B.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE. Le Gérant: J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

TRACTION ET LOCOMOTION

625.144. — La dégradation des chaussées le long des rails; W.-S. GODWIN. *Electric Railway Journal*, 19 janvier 1924, t. LXIII, p. 101-103, 1800 mots, 3 fig. — On trouvera dans cet article quelques considérations sur les causes de la dégradation de la chaussée le long des rails, sur le processus de cette dégradation et sur la façon d'établir une chaussée qui ne se détériore pas. Une des causes les plus importantes est le mouvement des rails, mouvement que nombre d'ingénieurs estiment désirable au point de vue traction. A cette cause vient s'ajouter l'effet de l'eau qui s'infiltre entre le rail et la chaussée et agit aussi sur le ballast, action renforcée d'ailleurs par les effets du gel et du dégel. L'expérience a montré que la dégradation commence toujours aux bords et aux angles des blocs servant au pavage de la chaussée. Le bord de la chaussée, le long du rail constitue un point de faible résistance. L'auteur recommande le dispositif de protection imaginé par la W.-S Godwin Co, qui consiste à interposer une barre plate en acier entre le pavé et la voie. Cette barre ne touche pas le rail de façon à permettre le libre mouvement de celui-ci, l'espace entre les deux étant rempli par une matière asphaltique imperméable et assez élastique pour suivre les déplacements du rail. — J. S.

621.337.00.14. — L'inspection et les essais faits sur les voitures de tramways à Berlin ; E. KINDLER. *Electric Railway Journal*, 19 janvier 1924, t. LXIII, p. 103-105, 2 700 mots, 2 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit quelques méthodes simples permettant, au moyen d'une batterie et d'un voltmètre, d'essayer l'équipement électrique des voitures de tramways de façon à découvrir les défauts tels que : coupures des circuits, courts-circuits, mauvaises connexions, etc... L'auteur traite aussi de la question des essais d'isolement et du circuit d'éclairage. Les recherches de ces défauts sont basées sur des mesures de résistances faites au moyen d'un appareil appelé « clé de résistance » qui donne directement la résistance en ohms de 0 à 20 et composé d'un voltmètre, d'une batterie et d'un potentiomètre. On mesure ainsi les résistances des différentes branches du circuit. Les valeurs trouvées sont inscrites sur des cartes et comparées aux valeurs normales, ce qui permet de constater tout défaut qui viendrait à se produire. Les essais d'isolement sont faits au moyen d'un voltmètre portant une échelle graduée en ohms pour une tension de 550 v. — J. S.

621.33.00.45. — Proposition de règlement pour la prévention des accidents dans les tramways électriques ; Joseph DRESCHER. *Der elektrische Betrieb*, 10 et 24 juin 1923, t. XXI, p. 121-125 et 137-139, 8 200 mots. — L'auteur édicte une longue série de prescriptions auxquelles doit se conformer tout employé de tramway. Les premiers se rapportent au service du conducteur et du receveur : visite de la voiture à la reprise du service, sortie du dépôt, modes de freinage, attelage, sablage, chargement des voitures, circulation à voie unique, devoirs du conducteur pendant la route, passage des croisements, aiguilles et garages, marche en trains dédoublés, etc. Suivent quelques observations sur la mise en service du matériel spécial, lorys, wagons citernes, saleuses et sur les circonstances particulières pouvant influer sur le trafic, travaux au voisinage de la voie, soit par la compagnie, soit par des étrangers, nettoyage des rails, chute de neige, etc.. Viennent ensuite des instructions sur les divers incidents de route : voitures en détresse, déraillement, tamponnement, animaux effrayés, orages, chutes de fil, premiers secours aux électrocutés, incendie. — La conduite à tenir vis-à-vis des voyageurs fait l'objet de paragraphes particuliers, soit qu'il s'agisse de la défense de circuler en surcharge, soit qu'il soit question d'interdire l'accès des voitures aux personnes atteintes manifestement de maladie contagieuse ou de réglementer le port des armes à feu. — Le cas d'un voyageur indisposé en cours de route est également étudié; enfin, le personnel sait ce qu'il doit faire pour éviter la panique lors d'accidents. Les dernières prescriptions sont d'ordre plus général et se rapportent aux obligations des chefs de dépôt, contrôleurs et employés des divers services. — Elles visent, entre autre, le service du personnel, l'emploi du téléphone, l'entretien et la surveillance des voies, des lignes électriques et de leur appareillage, la visite des voitures, etc. — E. F.

629.113.62(44). — La ligne d'électrobus de Modane à Lanslebourg; A. CHARDIN. *L'Industrie des Tramways, Chemins de fer et Transports publics automobiles*, février 1924, t. XIII, p. 41-46, 3 500 mots, 4 fig. — Le sujet de cet article a déjà fait l'objet d'une publication du même auteur dans la « Revue générale de l'Electricité » du 8 décembre 1923, t. XIV, p. 917-924.

629.113.65.00.14. — Essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs (28 septembre, 14 octobre 1923). *R. G. E.*, 23 février et 1er mars 1924, t. XV, p. 281-284, 306-325 et 356-389, 24 000 mots, 62 fig. — Cet article reproduit le rapport établi par l'Union des Syndicats de l'Electricité sur les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours de la Commission technique de l'Automobile Club de France, du Laboratoire central d'Electricité et de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions. On y trouvera les résultats de ces essais,

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M.A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. *Chem. Ztg.*, *Chemische Zeitung*. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Academie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

TÉLÉPHONES

POUR RÉSEAUX ÉTAT ET PRIVÉS

Serre-Têtes pour RADIO-TÉLÉPHONIE

Profitant de l'expérience acquise par 35 années de construction de matériel téléphonique, avec l'aide des méthodes et brevets de la *WESTERN ELECTRIC Cie*, nous avons réalisé des récepteurs répondant aux exigences de la téléphonométrie et des dernières données de la science. Aussi nos casques se recommandent-ils par leur

CONSERVATION PARFAITE DU TIMBRE DE LA VOIX ;

. UNE GRANDE SONORITÉ ;

UNE MONTURE LÉGÈRE EN MAILLECHORT S'ADAPTANT SANS FATIGUE.



3011 A

LE RÉCEPTEUR DES CONCERTS "RADIOJOUR"

en serre-tête simple (3012 A) ou double (3011 A). PRIX : **42** francs ou **70** francs



Registre du Commerce : Seine N° 107 022

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT

(*Ancienne Maison* **ABOILARD et Cie**)

SEULS CONCESSIONNAIRES POUR LA FRANCE ET SES COLONIES

DE LA

Western Electric Company

ENVOI DE RENSEIGNEMENTS ET DEVIS GRATUITEMENT SUR DEMANDE

ainsi que des données sur les différentes voitures qui ont été présentées à cette occasion.

621.348.00 46. — Accident de marche sur le navire de ligne américain « Tennessee » à propulsion électrique. *Der elektrische Betrieb*, 10 août 1923, t. XXI, p. 175-176, 600 mots — Le 12 mars 1921, le « Tennessee » rentrait de manœuvres, quand une sorte d'explosion se produisit dans l'un des moteurs électrique de propulsion. Le moteur s'arrêtait, les isolants prenaient feu et il y avait un tel dégagement de fumées que, même muni de masques, le personnel ne pouvait approcher. Aucun dispositif d'extinction d'incendie n'étant prévu, force fut de recourir à des moyens de fortune. On essaya d'injecter de l'eau de mer par les canaux de ventilation, mais, par suite de l'arrêt, les clapets se trouvaient fermés, l'opération restait inefficace. On se décida à noyer la chambre du moteur et cette opération était en cours, quand on eut l'idée de mettre le deuxième moteur en pleine vitesse. Le résultat fut de provoquer l'entraînement du moteur avarié par son hélice. Le brassage de l'eau amena l'extinction de l'incendie et l'on sauva ainsi une partie de l'appareillage que l'immersion totale aurait mis hors de service. Pour gagner du temps, il fut décidé que le rebobinage aurait lieu sur place. Le constructeur (Cie Westinghouse) fournissait huit bobineurs et un monteur; pour le reste, on utilisa les ressources du bord. Le démontage du rotor fut laborieux, en raison de l'exiguïté de la place disponible. Il démontra que le sinistre était dû à l'introduction dans l'entrefer d'un corps étranger qui avait détruit l'isolant de deux phases du stator. Le feu avait attaqué la majeure partie des bobines du rotor et du stator et endommagé un certain nombre de paquets de tôle. L'eau de mer avait grandement avarié les parties saines, en sorte qu'une revision complète s'imposait. Une erreur au remontage amena de nouvelles réparations et il fallut recommencer. Puis l'opération terminée, on s'aperçut que des particules de cuivre, restées dans les ouvertures de ventilation, lors de l'enlèvement des enroulements, risquaient de pénétrer dans l'entrefer et de provoquer des accidents; on procéda à un nettoyage à l'air comprimé et ce n'est qu'à la suite du troisième remontage que le service put reprendre normalement. Les réparations avaient duré sept semaines. Pour l'avenir, on créa un système d'extinction par vapeur à basse pression et on modifia les canaux de ventilation. La conclusion à tirer de ces faits est que la propulsion électrique n'est pas défectueuse par elle-même, mais nécessite, comme toute nouveauté, un certain nombre d'expériences pour être mise au point. Dans le cas présent, il semble facile d'éviter la pénétration de corps étrangers, puisque cela s'obtient dans les turbines à vapeur. On voit aussi que ce fut une erreur de ne pas employer exclusivement des spécialistes pour cette réparation. — E. F.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.396.8. — Origine météorologique de certaines perturbations des récepteurs de télégraphie sans fil; R. Bureau. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 février 1924, t. CLXXVIII, p. 556-558, 1 000 mots. — L'auteur conclut, de quelques observations sur les parasites atmosphériques qui troublent la réception par télégraphie sans fil, qu'il est vraisemblable de supposer que la volatilisation active de la neige, particulièrement sous pression faible, combinée avec l'action des rayons ultra-violets, serait une des sources des parasites atmosphériques. — M. H.-B.

621.396.8. — Etude de la perturbation des radiosignaux; J.-H. Dellinger, L.-E. Whittemore et S. Kruse. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 476, 25 septembre 1923, p. 193-230, 11 000 mots, 9 fig. — Il s'agit du genre spécial de perturbation que l'on désigne par le terme fading. Le fading est une variation rapide de l'intensité des signaux reçus : au cours de la réception d'un message, par exemple, on observera d'abord un renforcement de la réception, qui s'établit en quelques secondes; puis, les signaux deviendront rapidement assez faibles pour n'être plus perceptibles. Les auteurs ont étudié le phénomène dans le cas des fréquences élevées, et pendant les années 1920 et 1921. Les essais ont porté sur la transmission des signaux de 10 stations différentes. Ces signaux étaient reçus par environ 100 stations réceptrices, dont les opérateurs enregistraient les variations d'intensité des signaux reçus. On notait, en outre, avec soin les parasites atmosphériques et les conditions météorologiques régnantes au moment de la transmission. La conclusion de ce travail est que les causes du fading sont intimement liées aux conditions à la surface d'Heaviside, surface conductrice située à environ 100 km d'altitude. Alors que la transmission diurne se propage principalement par ondes qui se déplacent le long du sol, la transmission nocturne s'effectue, surtout pour les grandes distances et les ondes courtes, par ondes qui se propagent le long de la surface d'Heaviside. Ainsi les ondes nocturnes ne subissent pas l'influence de l'absorption plus uniforme rencontrée le jour, mais elles sont par contre sujettes à de grandes variations produites par des irrégularités de l'air ionisé sur la surface d'Heaviside ou à son voisinage. Ces variations paraissent capables d'expliquer le fading. — L.-B.

621.396.8. — La simultanéité des perturbations atmosphériques en télégraphie sans fil. *E.T.Z.*, 31 janvier 1924, t. XLV, p. 81, 400 mots, 1 fig. — Il y avait lieu de se demander si les phénomènes atmosphériques qui troublent si facilement les communications radiotélégraphiques sont de nature locale ou générale. Les expériences qui viennent d'être entreprises à ce sujet entre Berlin, Strelitz et Hambourg, Strelitz et Gräffelfing, Strelitz et Riverhead (Amérique) ont permis de conclure en faveur de la seconde hypothèse. Le principe de la méthode employée est le suivant : les perturbations amplifiées au moyen de dispositifs à lampes étaient enregistrées au moyen de récepteurs Morse. Pour obtenir la simultanéité, on opérait durant les périodes d'émission des signaux horaires de Lyon et de la Tour Eiffel. On a pu, grâce à cette méthode, constater la simultanéité de troubles identiques à plus de 6 000 km de distance. — E. F.

621.396 8. — Sur le rôle du soleil dans les transmissions radiotélégraphiques et la formation de la couche de Heaviside : Ch. Nordmann. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet 1923, t. XII, p. 775-790, 5 200 mots, 5 fig. — L'auteur se propose de montrer, à la lumière de certains faits d'observation sur lesquels l'attention n'a pas été jusqu'ici suffisamment attirée, que l'explication de J.A. Fleming (*R.G.E.*, du 14 juillet 1923, t. XIV, p. 69) empruntée à Arrhenius, pour interpréter le mécanisme producteur de la « couche d'Heaviside » ne peut pas être adoptée. Il rappelle les observations faites à propos de la simultanéité des phénomènes lumineux constatés sur le soleil et des perturbations magnétiques à la surface de la terre et qui prouveraient que les perturbations du soleil agissant sur le champ magnétique terrestre se transmettraient à la terre avec la vitesse de la lumière, résultat qui serait incompatible avec l'hypothèse adoptée par M. Fleming pour expliquer la couche d'Heaviside. — Y. G.

621.396.9(43). — La diffusion radiotéléphonique en Allemagne; Thurn. *E.T.Z.*, 20 décembre 1923, t. XLIV, p. 1093-1094, 2 400 mots. — Après avoir indiqué le rôle important que la téléphonie sans fil est appelée à jouer pour la diffusion des nouvelles, l'auteur décrit la manière dont son service est organisé en Allemagne. Ce service comprend trois parties bien distinctes. 1° La diffusion des nouvelles, par un appareil à tubes à vide de 10 kw installé à Königwüsterhausen, mais directement commandé de Berlin. Sa longueur d'onde est de 4 000 m. 2° « L'envoi de l'heure allemande », service de vulgarisation nationale ayant pour but d'instruire le peuple. L'heure peut être reçue dans toute l'Allemagne avec des postes que l'Administration des Télégraphes loue et installe. Ces postes sont munis d'amplificateurs et de haut-parleurs afin qu'une nombreuse assistance puisse profiter des auditions. Le poste émetteur à tubes à vide de 5 kw se trouve également à Königwüster-



OUVRAGES TECHNIQUES

En vente aux bureaux de la « R.G.E. ».

Extraits de la « R. G. E. »

Amet (Amiral). — Utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 46 pages, 7,50 fr.

Bethenod (J.). — Diagramme des moteurs polyphasés asynchrones tenant compte de la saturation magnétique. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Blondel (A.). — Application de la méthode de deux réactions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs couplés. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 64 pages, *sous presse*.

Blondel (A.) et Lavanchy (Ch.). — Calcul électrique des lignes à haute tension au moyen d'abaques universels. Une brochure, 27 cm × 21 cm, 92 pages, 30 figures, broché, 12 fr. — Abaque en 2 couleurs, 100 cm × 60 cm, 18 fr.

Blondin (Marcel). — La grande usine thermoélectrique de Gennevilliers. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 40 pages, 5 fr.

Bruckman (H.-W.-L.) — A propos des composés isolants dits « compounds ». Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2 fr.

Carpentier (H.). — Prédétermination des moteurs synchrones nécessaires pour améliorer le facteur de puissance et pour régler la tension d'un réseau. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Carpentier (H.). — Notes sur le calcul des fondations des pylones supportant les lignes de transmission d'énergie. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 7 pages, 2,50 fr.

Charpentier (P.). — Dimensionnement, construction et détermination des disjoncteurs à huile. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Dufour (A.). — Sur l'utilisation de l'énergie des marées. Une brochure 28 cm × 22 cm, 23 pages, 4 fr.

Desbarres (H.). — Les installations de la Sociedad electrica de Los Almadenes et de la Real Compania de Riegos de Levante. Une brochure, 28 × 22 cm, 1 pages, 3 fr.

Duval (C.) et Bouskpoun (S.). — La ligne de transmission d'énergie à 120000 volts de la Basse-Isère. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Esbran (E.). — La locomotive électrique et la traction des trains à grande vitesse. Une broch., 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

Gariel (M.) — Etude sur les maxima de surpression dans les coups de bélier. Une brochure 28 cm × 22 cm, 18 p., 3 fr.

Goutineau (M.). — Appareil automatique de sûreté et de contrôle des trains. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Guéry (F.). — Contraction de Lorentz et relativité (cohésion gravitation, électromagnétisme). Une brochure, 28 cm × 14 cm, 80 pages, 6 figures, broché, 4,50 fr.

Janculesco (C.). — La commutation automatique dans la téléphonie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Jeoffre (L.). — Le régulateur universel système Sewer, pour turbines hydrauliques à haute chute (Pelton). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 6 pages, 2 fr.

Latour (M.). — Note sur le montage en récupération du moteur shunt à collecteur. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 8 pages, 2 fr.

Lefèvre (C.). — L'usine génératrice hydroélectrique du Bès, près Saint-Chély-d'Apcher (Lozère). Une brochure, 28 cm × 22 cm, 14 pages, 3 fr.

Lehmann (Th.). — Calcul de l'attraction magnétique dans les machines dynamo-électriques lorsque la loi de Maxwell devient insuffisante. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 19 pages, 3 fr.

Le Monnier (J.). — Sur une nouvelle méthode d'essai indirecte des machines asynchrones. Une broch., 28 cm × 22 cm, 6 pages, 3 fr.

Maynard (E.). — Etude sur l'utilisation des marées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 124 pages, 15 fr.

Nouguier (A.). — Construction et emploi des abaques de 1914 de M. Blondel pour le calcul mécanique des conducteurs des lignes électriques aériennes. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Œttinger (C.). — Remarques sur l'établissement et l'exploitation des installations de condenseurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 4 pages, 1 fr.

Pellion. — Applications au repérage par le son et à la mesure des vitesses initiales. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 20 pages (extrait du *Bulletin de la Société française des Electriciens*, nº 90), 2,75 fr.

Pérot (A.). — Législation des unités de mesures commerciales et industrielles. Une brochure, 27 cm × 18 cm, 16 pages (extrait du *Bulletin de la Societe française des Electriciens*), nº 87, 2,50 fr.

Pistoye (H. de). — Bobinages à courant alternatif à trous partiels. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2,50 fr.

Racapé (A.). — Détermination des valeurs du facteur de puissance entre lesquelles il peut être plus ou moins avantageux d'utiliser l'une ou l'autre des formules susceptibles d'être employées pour servir de base à la tarification de l'énergie réactive. Etude comparative de l'erreur des compteurs à énergie réactive selon qu'elle est calculée par rapport à la fonction sinus ou par rapport à la fonction cosinus. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 3 fr.

Reyval (J.). — L'usine hydroélectrique de l'Isle-Jourdain (Vienne). Une brochure 28 cm × 22 cm, 11 pages, 2,50 fr.

Roth (E.). — Les alternateurs de 40000 kilowatts construits par la Société alsacienne de Constructions mécaniques pour la Centrale de Gennevilliers de l'Union d'Électricité. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 15 pages, 2,50 fr.

Sparre (de). — Remarques au sujet des conditions à remplir par certains dispositifs destinés à atténuer les coups de bélier dans les conduites forcées. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 16 pages, 3 fr.

Szarvady (G.). — Energie oscillante. Application de la loi d'Ohm et des règles de Kirchhoff aux composantes wattées et déwattées des tensions et intensités des courants périodiques quelconques. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 12 pages, 2 fr.

Thielemans (L.). — Calculs, diagrammes et régulation des lignes de transmission d'énergie à longue distance. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 76 pages, 12 fr.

Togna (A.). — Essai de puissance réduite des alternateurs. Une brochure, 28 cm × 22 cm, 13 pages, 3 fr.

(Frais de poste et d'emballage en sus.)

hausen. Les transmissions ont un caractère instructif, soit artistique, soit d'informations de vulgarisation, mais ne comportent aucune nouvelle politique. Les appareils de réception sont loués à des entreprises qui perçoivent un droit sur chaque auditeur. Ces entreprises ne peuvent utiliser que des appareils acceptés par l'Administration des Télégraphes et poinçonnés par elle. La réalisation de ce projet ne fut naturellement pas immédiate. Elle se heurta d'abord à la déformation que les haut-parleurs infligeaient à la parole. Depuis peu, les spécialistes ont réussi à produire des appareils convenant bien aux auditions dans des salles de petites dimensions. La parole n'est pas fidèlement reproduite, mais le timbre de la musique est conservé. 3° La diffusion régionale, service de caractère local destiné à fournir aux installations privées des entretiens instructifs. L'Administration des Télégraphes projette d'installer, dans toutes les provinces, où elle se sera assuré d'un nombre suffisant d'abonnés, de petits postes émetteurs d'une portée d'environ 100 km, ayant des longueurs d'onde convenablement choisies pour ne pas se gêner les uns les autres. Des postes sont déjà prévus à Berlin, à Münich, à Frankfort, à Stuttgart, et envisagés pour Hambourg, Breslau, Kœnigsberg, Dresde, etc... L'émission aura lieu de 6 h à 10 h du soir. Les appareils de réception devront répondre à certaines conditions; ne pouvoir recevoir que certaines longueurs d'onde, ne pas produire d'oscillations et devenir émetteurs ne pas être susceptibles d'être combinés à d'autres appareils en vue de l'écoute sur d'autres longueurs d'onde, pouvoir être plombés. L'article indique enfin les redevances à payer et les moyens que l'on compte employer pour que, seuls, les amateurs ayant acquitté leurs droits, puissent bénéficier des auditions. — B. H.

621.396,9. — La transmission et la réception de la parole et de la musique en radiotéléphonie; N.-W.-Mc. Lachlau, *B.E.A.M.A.*, novembre et décembre 1923, t. XIII, p. 285-292 et 366-369, 8500 mots, 9 fig. — Dans cet article, l'auteur rappelle d'abord schématiquement la constitution d'un poste émetteur et d'un poste récepteur et expose quelques idées simples sur les ondes porteuses et leur modulation; puis il décrit quelques modèles de microphones et des appareils connexes employés dans les installations. Il passe ensuite à la question de la modulation de l'onde porteuse provenant de l'oscillateur et qui se fait généralement soit par l'intermédiaire de la grille de la lampe génératrice d'oscillation, soit au moyen d'une bobine à noyau de fer ayant un grand coefficient d'autoinduction; il donne deux schémas de montage relatifs à ce dernier cas. Il étudie ensuite la question matématiquement et montre comment une fréquence audible et pure du côté émetteur donne, du côté récepteur, la même fréquence et la fréquence double et que deux notes pures non seulement se reproduisent avec leur propre fréquence ou le double de leur fréquence, mais fournissent encore des notes ayant pour fréquence la somme, et la différence de leurs fréquences. Ensuite, l'auteur passe à la question importante de la distorsion et après avoir indiqué comment on peut définir la distorsion, il examine en détail les différents phénomènes qui la produisent dans les divers appareils employés : microphone, modulateur, transformateurs, etc... Pour ce qui est du microphone, la principale source de distorsion provient de la fréquence propre du diaphragme qui, en général, se trouve dans la bande des fréquences audibles, et le phénomène est aggravé pour la parole et la musique par l'état intermédiaire des sons. D'autre part, une autre cause de distorsion provient de ce que la relation entre les déplacements du diaphragme et la force qui les produit n'est pas linéaire, mais parabolique. L'auteur examine ensuite, toujours du point de vue de la distorsion, les phénomènes électriques se produisant dans les lampes employées comme détecteurs ou amplificateurs, ainsi que les téléphones et haut-parleurs. En ce qui concerne les lampes employées à la transmission, il dit que pour éviter la distorsion, la relation entre le courant d'anode et la tension de plaque devrait être linéaire. C'est d'ailleurs l'oreille humaine qu'on doit prendre comme base dans l'estimation de la qualité de la musique transmise, et ce jugement de la qualité d'une transmission est jusqu'à un certain point arbitraire en raison des différences d'audition d'individu à individu. Bien qu'un système parfait de transmission et de réception reste encore à trouver, l'auteur estime que les inventions actuelles donnent des résultats suffisamment plaisants au point de vue esthétique, surtout si on les considère en eux-mêmes au lieu de faire une comparaison par trop critique avec l'original. — J. S.

621.396.92. — Application de la téléphonie aux réunions publiques; M. Chavane. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1923, t. XII, p. 1216-1235, 4500 mots, 16 fig. — L'auteur analyse, d'après divers mémoires présentés à l'American Institute of electrical Engineers, les difficultés du problème que pose le fonctionnement des haut-parleurs et les diverses formes qui ont été données à sa solution. Ce travail, qui contient d'assez nombreux détails d'ordre pratique, complète ce qui a déjà été publié dans ces colonnes sur le même sujet « R. G. E. du 4 août 1923, t. XIV, p. 171 ». Divers schémas de transmission illustrent cet article. — Y. G.

621.396.932. — Les nouveaux dispositifs de sécurité à bord des navires. *Engineering*, 7 mars 1924, t. CXVII, p. 299-300, 2000 mots, 3 fig. — L'auteur mentionne les essais de pilotage des navires dans les passages difficiles à l'aide d'un câble immergé et parcouru par des courants alternatifs à 450 p : s; deux bobines placées une de chaque côté du navire sont le siège de forces électromotrices en opposition et agissant sur un téléphone qui demeure silencieux tant que le navire vogue au-dessus du câble, mais qui parle si l'on s'écarte de la route d'une certaine valeur. — Les ondes sonores se transmettent également fort loin et il est possible de recueillir une indication à 50 km du lieu d'explosion d'une faible charge. Un dispositif ingénieux rappelant la roue de Joubert a permis de mesurer la vitesse du son dans l'eau de mer à 15°C; elle a été trouvée égale à 500 m : s environ. — E. B.

621.396.933. — L'avion automatique et la direction des avions par T. S. F.; P. Hémardinquer. *La Nature*, 19 janvier 1924, p. 39-43, 2000 mots, 9 fig. — L'étude a trait au dispositif employé par Percheron et ses collaborateurs aux essais contrôlés d'Etampes. Le stabilisateur utilisé est le gyroscope Sperny auquel on a adjoint des accéléromètres angulaires et linéaires et des anémomètres. On a prévu un triple jeu de gyroscopes pour la profondeur, la direction et le gauchissement. Ces systèmes de gyroscopes sont chacun solidaires d'un petit secteur fixe avec eux dans l'espace, sur lequel se déplace un balai solidaire de l'avion. C'est ce balai qui ferme les divers circuits de commande. Après avoir décrit complètement l'automaticité du système, l'auteur examine le problème de la télécommande. Cet intéressant exposé comprend 9 figures, parmi lesquelles quelques photographies remarquables. — M.-H. B.

621.396.933. — Le service de sécurité des aéronefs; Commandant Franck. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1923, t. XII, p. 1192-1209, 5500 mots, 2 cartes. — La télégraphie sans fil, seul moyen permettant de communiquer avec les aéronefs se prête bien aux communications rapides; aussi son rôle dans l'organisation des grandes routes aériennes est-il considérable. Il comprend à la fois la diffusion des renseignements météorologiques, préalablement centralisés, et la liaison permanente avec les avions pendant leur vol. — Pour les routes aériennes qui sont à établir en France par le Sous-Secrétariat d'Etat de l'Aéronautique et des Transports aériens, on a adopté la radiotélégraphie à onde entretenue pour les communications entre postes à terre et la radiotéléphonie pour celles qui ont lieu avec les avions. Le choix de la longueur d'onde à adopter a été un problème délicat à résoudre. Les communications avec avions se font sur la longueur d'onde spé-

ciale de 900 m. Pour les messages de route, bien qu'il semble qu'on aurait avantage à employer la même longueur d'onde sur toute la route, le trafic est tel qu'on ne pourrait le faire à cause du brouillage considérable qui en résulterait. On utilise alors des ondes de 1300, 1400 et 1680 m sur des sections de route déterminées à l'avance — On trouvera dans l'article qui nous occupe quelques détails sur le matériel qui est utilisé et sur l'organisation des postes qui doivent remplir des conditions assez nombreuses et souvent contradictoires. — Les résultats de ce service de sécurité tel qu'il fonctionne à l'heure actuelle est très satisfaisant. Il resterait toutefois à trouver un récepteur pour les ondes entre 500 et 3000 m, très sélectif et d'un emploi facile pour les opérateurs. Une carte assez intéressante indique les postes actuellement installés dans les diverses régions de la France pour communiquer avec les aéronefs. — Y. G.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.392 : 625.621.434. — Résultats obtenus par l'emploi d'un moule pour la soudure à l'arc des éclisses en cuivre de rails; Chester F. Gailor. *E. R. J.*, 15 décembre 1923. t. LXII, p. 1001-1003, 1800 mots. 2 fig. — L'auteur rappelle en quelques mots le procédé employé au début des essais de soudure par l'arc des éclisses en cuivre, qui avait le défaut de produire une pénétration et une brûlure de l'acier du rail. L'utilisation d'un moule dans la soudure à l'arc des éclisses électriques a rendu possible l'emploi, autour de l'extrémité de l'éclisse, d'une assez grande quantité de cuivre pour obtenir une bonne soudure et former en même temps une tête convenable sur l'éclisse. Ces moules sont généralement en carbone, mais il semble, d'après des recherches, qu'une combinaison de cuivre, acier et carbone soit plus désirable. Les recherches faites par la « Rail Welding and Bending Company » ont abouti à la mise au point de deux méthodes de soudure par l'arc que l'auteur décrit plus longuement dans l'article. L'une consiste à employer un arc au charbon avec inversion de la polarité, l'électrode en charbon formant le pôle négatif ; l'autre électrode est formée d'une baguette d'un alliage de cuivre renfermant des métaux agissant comme désoxydants vis-à-vis de l'acier et du cuivre. Une des conditions essentielles de réussite avec ce procédé est d'avoir toujours un courant assez intense pour que le cuivre coule uniformément et que le métal dans le moule reste toujours à l'état fluide. Dans l'autre méthode, le métal de soudure doit être maintenu complètement à l'état fondu et la longueur de l'arc doit varier de temps en temps pour obtenir une bonne soudure. L'auteur donne en détail le mode opératoire relatif à cette seconde méthode. Les éclisses soudées ont été soumises à un certain nombre d'essais mécaniques : résistance aux vibrations et au cisaillement, et on trouvera dans l'article quelques résultats relatifs aux essais de vibration. On a constaté que l'emploi d'une douille à la jonction de la tête d'éclisse avec l'éclisse elle-même augmente pratiquement de 25 pour 100 la vie des éclisses. On fit aussi quelques déterminations de la résistance électrique de ces soudures. Enfin, on étudia l'influence de la soudure sur les caractéristiques de l'acier du rail, et les résultats des essais dans ce sens furent satisfaisants. — J. S.

ÉCLAIRAGE

621.32 (73). — L'état de la technique de l'éclairage aux Etats-Unis. *E. C. M.*, 12 août 1923. t. XLI, p. 174. 700 mots. — Le fait le plus remarquable est la proportion très élevée d'énergie électrique consommée pour l'éclairage aux Etats-Unis et qui atteint 50 pour 100. L'américain dit : « plus de lumière signifie moins de charbon » ; en outre, il estime que l'amélioration de l'éclairage augmente la production. L'American Illuminating Society a d'ailleurs édicté un « Code of Lighting » dans lequel se trouvent les règles d'un bon éclairage. Voici les éclairements minima admis dans ce pays et en Allemagne en 1921, en lux :

	Appartements.	Ateliers.	Écoles.	Bureaux.	Salles de dessin.
Allemagne..	20	25	40	40	80
Etats-Unis..	72	72	96	120	180

J. C.

621.32.00.12 — L'établissement d'un projet d'éclairage électrique; J. Wetzel. *R. G. E.*, 22 et 29 décembre 1923, t. XIV, p. 1027-1035 et 1073-1086, 8000 mots, 34 fig., 4 tab. — L'établissement d'un projet d'éclairage est soumis à des règles fournies par l'expérience et donne lieu à des calculs basés sur les lois de la photométrie. Dans cette étude, l'auteur, après avoir rappelé succinctement les avantages que procure un bon éclairage et la nécessité d'éviter l'éblouissement, expose les considérations qui doivent guider l'ingénieur dans le choix du système d'éclairage (direct, indirect ou semi-direct), du type de réflecteur et du type d'appareil, de la valeur de l'écartement qu'il convient de donner aux lampes et, enfin, de la valeur de l'éclairement suivant la nature des locaux à éclairer. Il montre ensuite comment il est possible de calculer l'intensité lumineuse des lampes à employer pour réaliser l'éclairement adopté, soit au moyen de la méthode dite « méthode par points », ou encore leur flux lumineux en appliquant une autre méthode dite « méthode du coefficient d'utilisation ». Il termine en donnant cinq exemples d'application de cette dernière méthode à l'étude de l'éclairage d'ateliers, de salles de dessin et de bureaux.

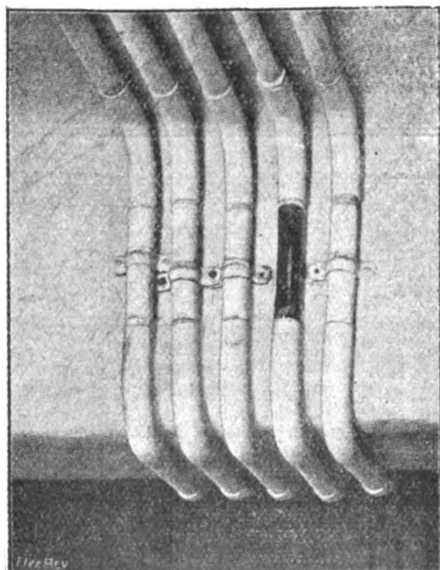
621.326.1. — La première lampe électrique à incandescence; H. Beckmann. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1031-1034, 4000 mots. 6 fig. — L'article, qui veut être une contribution à l'histoire de l'électrotechnique, tache d'éclaircir les origines de la lampe à incandescence Après avoir brièvement relaté les premières exhibitions de lampes à filament de carbone, il rappelle le procès intenté à Edison, qui avait pris un brevet américain, par Henri Göbel qui prétendait avoir réalisé depuis longtemps une lampe analogue. Henri Göbel était un émigré allemand né en 1818 dans le Hanovre. L'auteur décrit ses travaux et cherche à revendiquer, pour son compatriote, l'invention que l'on attribue généralement à Edison. — B. H.

621.326 : 537.2. — L'éclairage des lampes à vide par friction; Henry Cardot et Henri Laugier. *C. R. Ac. des Sc.*, 11 février 1924. t. CLXXVIII, p. 649-652, 1000 mots. — Chacun peut reproduire plus ou moins facilement les illuminations par friction avec une ampoule électrique dont le filament est brisé. L'explication du phénomène est fort simple. L'ampoule se comporte comme un condensateur, que chaque friction charge. Pour expliquer le phénomène d'illumination à distance, les auteurs admettent que le sujet peut conserver sur sa surface cutanée des charges importantes et agir par elles sur la lampe chargée elle-même. Quand la lampe a été préalablement chargée, elle s'illumine sous l'action de rapides variations hygrométriques; ainsi, si on la place devant la bouche, elle donne, à chaque expiration, un battement lumineux. — M.-H. B.

621.326. — Essais de résistance au choc des poignées de lampes balladeuses; E. Grünwald. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV. p. 1030-1031, 1500 mots. 3 fig. — L'auteur indique et critique les méthodes d'essais que l'on avait appliquées jusqu'ici aux poignées isolantes terminées des lampes balladeuses : chute de 1 m, chute de 10 m ou choc contre une arête vive. Il montre ensuite les avantages de la méthode employée dans le laboratoire de l'Allgemeine Electrizitäts Gesellschaft qui repose sur le principe de l'essai au mouton-pendule. La poignée est montée comme en service sur son conducteur enroulé sur une poulie. Le conducteur est tendu horizontalement et on abandonne, en chute libre, la poignée qui, décrivant un arc de cercle de 90° vient frapper, en passant par la verticale, une arête en fer profilé. La distance entre la poulie et l'arête est prise égale à un mètre.

En faisant varier la longueur du conducteur, on détermine le choc sur une partie ou l'autre de la poignée. Une pièce qui a résisté à trois chocs pour des longueurs différentes du conducteur est réputée bonne. — B. H.

621.328.22. — L'éclairage de la maison Lewis's Ltd. *Electrical Review*, 9 novembre 1923, t. XCIII, p. 699-700, 1 200 mots, 6 fig. — L'article résume les travaux de transformation effectués sur le système d'éclairage des établissements Lewis's Ltd, travaux rendus nécessaires par l'extension considérable de l'entreprise dont deux magasins de nouveautés se trouvent à Liverpool et dont les magasins de Manchester ont été doublés ; ceux de Birmingham vont être reconstruits incessamment sur une vaste échelle. On a appliqué, dans une mesure inusitée, l'éclairage indirect par diffuseurs en albâtre ou en bronze, à réflecteurs intérieurs et renfermant trois ampoules à gaz de 300 w ou une seule ampoule de 100 à 300 w. A Liverpool, les feeders amenant le courant alternatif sont à deux ou à quatre conducteurs; à Birmingham, tous les câbles pour courant continu sont du type « v. i. r » et renfermés dans des tubes vissés; dans les différents bâtiments, on a établi d'abord la totalité des tubes, après quoi on y a introduit les conducteurs à l'aide de coffrets aménagés de place en place et dont environ 9 200 furent utilisées. A Manchester, on a pu se passer de coffrets en enlevant sur une longueur d'environ 10 cm la moitié de la périphérie du tube (fig. 1) ; les échancrures



621.328.22. — Fig. 1. Vue d'un tube sectionné pour l'introduction des deux conducteurs.

ont été ensuite dissimulées par des couvercles semi-cylindriques en acier. A Liverpool, on a dû brusquement modifier les dispositions primitives et remplacer, par du courant alternatif, le courant continu qui n'alimente plus que quelques moteurs auxiliaires ; le tableau de la nouvelle distribution s'étend sur une longueur d'environ 20 m. L'ensemble du matériel utilisé comprenait, vers la fin du mois de septembre, 237 km de fil, 50 km de tuyauterie, 9 200 boîtes de connexion, 4 362 lampes; le courant total consommé pour l'éclairage et la force motrice s'élevait à 8 822 A (sous 230 v). — Th. S.

621.328 625.622.35. — L'éclairage électrique des wagons-poste et des wagons de chemin de fer ; M. Hanff. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre et octobre 1923, t. XII, p. 1098-1115 et 1236-1255, 1 200 mots, 23 fig. — Les mesures administratives récentes concernant la suppression de l'emploi du gaz pour l'éclairage des wagons donnent à l'éclairage électrique une importance plus grande encore. La question est tout à fait particulière pour les wagons-poste qui nécessitent un éclairage assez intense et constant par suite du travail qui s'y fait d'une façon continue et qui, d'autre part, sont astreints parfois à d'assez longs stationnements. L'auteur expose d'abord les conditions techniques imposées aux équipements d'éclairage électrique des trains en général soit qu'il s'agisse d'un train à composition invariable pour tout le trajet, soit qu'on envisage, au contraire, un train appelé à se modifier en cours de route, ce qui est le cas des grandes lignes. Il indique, après cela, les difficultés spéciales qui sont à surmonter lorsqu'il s'agit de wagons-poste. Les équipements se divisent en deux groupes : 1° ceux dans lesquels le régulateur est un organe indépendant, parmi lesquels on peut ranger les systèmes Brown-Boveri, Dick et Vickers ; 2° les systèmes dans lesquels la régulation se fait sur la dynamo elle-même. A cette dernière catégorie appartiennent les équipements Stone-Lilliput, Leitner, et Etat E. V. R. On trouvera, dans l'article en question, la description de ces différents équipements en ce qui concerne la dynamo, la batterie, le système de régulation qui est généralement étudié avec quelques détails et, enfin, l'adaptation du système à l'éclairage des trains avec l'exposé du fonctionnement. De nombreux schémas et graphiques illustrent cet article. — Y. G.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

621.365.54. — Les équations générales d'un four électrique triphasé *R. G. E.*, 23 février 1924, t. XV, p. 289-293, 1 500 mots. Analyse d'un article de F.-V. Andreae, publié dans *J. A. I. E. E.*, mai 1923, t. XLII, p. 498-509, 4 500 mots, 14 fig., 5 tab.

669 144.3. — L'histoire du ferro-chrome ; F.-M. Beckett. *Chem. and. metall. Eng.*, 25 février 1924, t. XXX, p. 316-318, 2 800 mots. — L'importance des ferro-alliages n'est pas appréciée en général à sa juste valeur dans l'industrie, car ces corps n'apparaissent pas directement dans les produits finis. Le cas du ferro-chrome ne fait pas exception à cette règle. Au point de vue de l'ingénieur chimiste, sa valeur est négligeable, mais son influence indirecte est, par contre, considérable; son emploi est fréquent dans la fabrication de certains matériaux de construction auxquels il confère non seulement la résistance et la dureté, mais encore une immunité considérable contre la corrosion. L'auteur indique les qualités requises industriellement et montre les résultats obtenus aussi bien au point de vue de sa fabrication qu'à celui des emplois réalisés ou éventuels. — E. B.

621.371 : 669.11. — Procédé de fabrication du fer électrolytique ; F.-A. Eustis. *Brevet français N° 543 426*, demandé le 10 novembre 1921, délivré le 2 juin 1922. — Procédé de fabrication de fer électrolytique à partir de minerais de fer oxydés ou sulfurés, ou de riblons de fer, ou d'un mélange de riblons et de minerai, qui consiste à dissoudre le fer de la matière première dans une solution ferrique ou une solution ferrique et ferreuse, à réduire la solution et à séparer, par électrolyse, le fer de cette solution réduite. Le procédé subit quelques modifications suivant la matière employée comme source de fer, mais, dans tous les cas, il est essentiel, avant électrolyse, de neutraliser la solution par du carbonate de calcium ou un autre réactif et de maintenir le courant d'électrolyte écarté de la cathode pour empêcher le fer ferrique d'agir sur le dépôt cathodique. Le procédé est cyclique, la liqueur résiduelle du compartiment anodique étant employée pour dissoudre de nouvelles quantités de matière première. — M.-H. B.

669.24. — Fabrication en grand du nickel et de ses alliages ; M. Bride. *Chem. and. metall. Engin.*, 22 octobre 1923, t. XXIX, p. 745-751, 5 500 mots, 8 fig. — Dans sa nouvelle installation de Hunturgton, l'International Nickel Co



TOUS LES PAPIERS
TOUS LES CARTONS

Qui a bien acheté s'il n'a consulté les échantillons des Papeteries de France? En des carnets nombreux, abondent les sortes les plus variées, livrables en toutes forces et dont la qualité est aussi décisive que le prix.

Tous ces avantages sont le fait de huit usines spécialisées produisant plus, mieux, à meilleur marché. Un mot, un coup de téléphone, et ces carnets seront demain sur votre bureau. Et toute demande de prix, sur un échantillon envoyé par vous, recevra solution prompte et avantageuse.

PAPETERIES DE FRANCE

(PAPETERIES BERGÈS, FREDET DE LEYSSE, DE L'AUTO)

Sté Ame au capital de 45.000.000 frs.

Siège Social et Direction Générale

PARIS - 10, Rue Commines - PARIS

20 MAISONS DE VENTE. 8 USINES

Registre du Commerce : Seine N° 172 682

Société Anonyme des Anciens Établissements

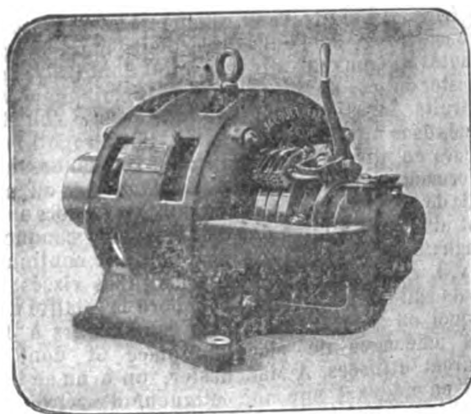
JACQUET FRÈRES

CAPITAL : 1 000 000 FRANCS

Siège social et Usines :

à VERNON (Eure). — Téléphone : N° 13

(*Registre du Commerce* : Evreux N° 1095)



GÉNÉRATRICES & MOTEURS

ÉLECTRIQUES

A COURANT CONTINU & A COURANTS ALTERNATIFS

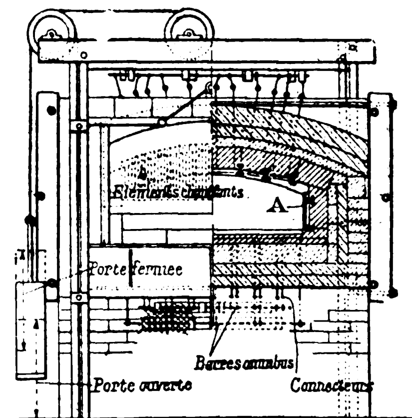
JUSQU'A 120 KW



applique les méthodes utilisées pour la fabrication de l'acier à celle du nickel et de ses alliages; l'emplacement de l'usine a été décidé après un sérieux examen tenant compte de la proximité des mines fournissant les matières premières, des facilités de transport et de la possibilité d'obtenir le combustible à un prix acceptable. Les sulfures de cuivre et de nickel sont grillés dans des fours spéciaux et transformés en oxydes; le raffinage est effectué au four Siemens-Martin ou au four électrique (du type Héroult ou du type Moore). La sole des fours Martin est en silice contenant aussi peu de fer que possible; la sole des fours électriques est basique pour faciliter l'enlèvement du soufre et obtenir des produits purs. Les chaleurs perdues des fours sont utilisées dans des chaudières qui fournissent la vapeur, soit à des groupes électrogènes, soit aux marteaux pilons de l'atelier de forge. Ce dernier comporte des laminoirs, des presses et des pilons et il peut fournir toutes les dimensions courantes de pièces. L'auteur donne des détails assez complets sur la pratique de la coulée, le laminage et le forgeage des lingots; il fait remarquer en passant l'importance prise par l'utilisation des chutes et le meilleur moyen d'en tirer parti. L'équipement électrique a été installé avec le plus grand soin; les moteurs et appareils de commande sont placés dans des locaux en briques construits à l'intérieur des bâtiments de l'usine. cette disposition a été adoptée pour mettre tout l'équipement électrique à l'abri de la poussière L'article est terminé par une description assez complète des différentes opérations de fabrication et de contrôle. — E. B.

621.365 : 666.262.1. — Un four électrique pour l'émaillage de la fonte de fer; H.-E. KENNEDY. *Chem. and metall. Eng.*, 11 février 1924, t. XXX, p. 219-220, 1 500 mots, 5 fig. — La pièce à émailler est placée dans un four où elle est portée au rouge; puis, elle est retirée et recouverte de la matière formant l'émail à l'aide d'un tamis qui la répartit uniformément. La pièce est remise au four et, lorsque le rouge est atteint, l'émail fond et recouvre le métal; cette opération est recommencée à plusieurs reprises suivant l'épaisseur que l'on désire obtenir. — Le four peut être chauffé de toutes les manières; depuis quelque temps, cependant, le chauffage par l'électricité est employé et l'article donne la description d'un four réalisé et en exploitation courante. Ce four est du type à résistance; cette dernière est constituée par seize éléments indépendants en ruban plat de nickel-chrome qui absorbent une puissance de 220 kw; son emploi paraît relativement économique. — E. B.

621.365 : 666.262. — L'émaillage au moyen du four électrique; J.-L. Mc YARDLEY. *Electrical World*, 18 août 1923, t. LXXXII, p. 327-329, 1 800 mots, 5 fig. — L'avantage du four électrique sur les autres fours pour l'émaillage est très net au point de vue de la qualité des produits fabriqués et, lorsque le prix du courant est modéré, le prix de revient est comparable à celui obtenu avec les fours à moufle en brique ou en carborundum. — Deux types principaux de fours électriques sont employés pour l'émaillage. soit avec des éléments chauffants disposés latéralement, soit avec des éléments chauffants répartis sur tout le pourtour de la chambre du four, aussi bien sur le fond et sur le plafond que sur les côtés. Dans cette étude, l'auteur donne les caractéristiques de quelques fours électriques à émailler construits par la Westinghouse Electric and Manufacturing C°. Un four à éléments chauffants en nickel-chrome disposés latéralement comporte deux compartiments superposés pour le traitement des petites pièces et peut intéresser 3 kg de métal par kilowatt-heure. La température maximum atteinte est de 1 100° C pour une dépense de 118 kw à 230 v. La forme incurvée du plafond répartit la chaleur sensiblement uniformément. Dans les fours à éléments chauffants sur toutes les parois (fig. 1), la distribution de la chaleur est absolument uniforme dans toute la chambre et cette disposition permet d'obtenir le maximum de chaleur dans un temps donné. La porte peut être également pourvue d'éléments chauffants, ou bien, dans les modèles les plus récents, les spires des éléments chauffants sont plus serrées au voisinage de la porte pour combattre le refroidissement causé par son ouverture. — Un four de ce type a été employé pendant plus d'un an pour l'émaillage des baignoires, produisant, avec un émailleur et un aide, 340 pièces par semaine. Un autre four employé pour l'émaillage de cuves, d'une surface utile de 15 m², permet de traiter une moyenne de vingt charges par heure de 15 à 20 kg chacune. Les éléments chauffants, au nombre de vingt-quatre, consomment en moyenne 157 kw-h. — M.-H. B.



621.365 : 666.262. — Fig. 1. Coupe d'un four électrique à éléments résistants répartis sur toutes les parois pour le chauffage des pièces à émailler.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

615.05 : 535.21. — Lumière pour usage thérapeutique. *E. u. M.*, 29 juillet 1923, t. XLI, p. 442-443, 300 mots. — Les longueurs d'onde de 400 à 300 mμ (rayons ultraviolets) ne donnent que des effets très faibles sur les substances organiques et sur les plantes. Ces effets consistent en modifications chimiques et sont renforcés par l'addition de sensibilisateurs optiques de couleurs déterminées; le renforcement consiste en ce que les oscillations de grande longueur d'onde de la couleur complémentaire de celle du sensibilisateur produisent des modifications chimiques comme les oscillations courtes. Ces modifications chimiques peuvent être mesurées à l'aide d'une cellule de potassium en mesurant la perturbation apportée dans l'éclairage des corps qui y sont soumis. La thérapeutique lumineuse est basée principalement sur l'action chimique des rayons ultraviolets. Pour déterminer l'efficacité thérapeutique d'une source lumineuse, il faut donc tracer la courbe de la charge photoélectrique de l'électromètre en fonction de la longueur d'onde : c'est ce qu'on a fait pour le soleil, la lampe à arc nue, la lampe à incandescence, la lampe en quartz et la lampe à azote. Les trois premières sources sont surtout actives entre 400 et 350 mμ; la lampe à incandescence à courant continu est plus active que la même en courant alternatif; la lampe de quartz est surtout active pour une longueur d'onde de 300 mμ environ; la lampe à l'azote a une activité très réduite. — J. C.

621.386. — Sur un dosimètre absolu, à lecture directe, pour rayons X pénétrants; A. DAUVILLIER. *R. G. E.*, 8 décembre 1923, t. XIV, p. 887-902, 14 000 mots, 9 fig. — Depuis que le problème de la production rationnelle des rayons X pénétrants et celui de leur utilisation pratique et inoffensive sont résolus, grâce au développement d'un appareillage à tension élevée et d'une cupule opaque à huile renfermant le tube, l'attention des techniciens doit se reporter sur le difficile problème de leur dosage. Celui-ci se pose, en thérapeutique, de la manière suivante : étant donnée une lésion, localisée en pro-

fondeur par rapport à diverses « portes d'entrée », pendant combien de temps faut-il l'irradier, dans des conditions géométriques et électriques déterminées, pour lui faire absorber la quantité d'énergie Rœntgen susceptible d'y développer la réaction biologique désirée ? De nombreux travaux ont montré que ce problème ne pouvait être résolu que par une mesure directe et, à cet effet, on remplace le corps humain impénétrable à l'appareil de mesure, par une cuve d'eau ou « fantôme » réalisant une absorption sensiblement identique à celle exercée par les tissus vivants. Certains auteurs y impressionnent des films photographiques immergés, mais la plupart y promènent une petite chambre d'ionisation exploratrice pleine d'air et reliée à un électromètre. L'ionisation due à l'absorption par le gaz est appelée l'« effet gaz » dans les pages qui suivent et celle due à l'absorption par les parois est désignée du nom d' « effet paroi ». L'auteur n'a pas cherché à décrire tous les procédés de dosage utilisés à l'heure actuelle : cette tâche exigerait un volume à elle seule. Il s'est borné à faire une étude critique générale de ces procédés, basée à la fois sur des considérations théoriques et des expériences personnelles. L'interprétation du courant d'ionisation observé, c'est-à-dire la question du choix de l'unité de mesure, fait l'objet d'une deuxième partie. — Il a été proposé, depuis près de vingt ans, une dizaine d'unités quantitatives empiriques discordantes pour exprimer l'énergie des rayons X. Or, les progrès de leurs applications médicales et industrielles sont intimement liés à des mesures rapides et précises en unités universelles. Le dosimètre décrit par l'auteur exprime, en unités C. G. S., la quantité d'énergie Rœntgen retenue par les tissus là où se trouve l'explorateur dans le fantôme d'eau. Bien que les mesures exigées par la radiothérapie profonde soient plus spécialement envisagées dans ce travail l'appareil décrit, étant spécialement adapté à la mesure de rayons X très pénétrants, sera, sous une forme quelque peu modifiée, applicable à l'exploration des champs de rayons γ en curiethérapie. Il est enfin susceptible de rendre les plus grands services en radiométallographie, soit pour le contrôle rapide (par la transparence), en fabrication, de la pureté des métaux ou de l'invariabilité de composition de leurs alliages, obtenus suivant des formes normalisées, soit pour la recherche et la localisation rapide de défauts d'homogénéité dans les pièces coulées, échappant au contrôle radiographique toujours lent et coûteux.

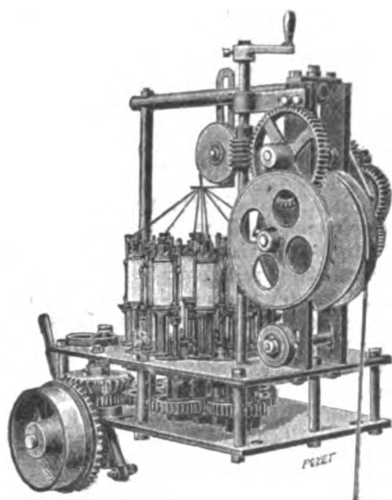
621.39 : 612.014.424. — Le courant électrique et l'exanthème. *E. T. Z.*, 13 septembre 1923, t. XLIV, p. 867-868 ; d'après *Münchener Medizinischen Wochenschrift*, 1923, p. 1 002. — Les courants électriques, même à faible tension, peuvent avoir une influence sur le corps humain. Un docteur raconte le cas suivant : un enfant âgé de six semaines et qui avait été toujours bien portant, tomba malade. Les manifestations exanthémateuses étaient très marquées aux endroits où la peau était riche en glandes sudoripares et au voisinage des langes humides. L'hypothèse d'une influence électrique fut vérifiée par des mesures. Depuis le jour de sa naissance, l'enfant était couché, dans son berceau, sur un coussin chauffant électrique branché sur un réseau de distribution à courant alternatif et il était isolé du coussin par une épaisse couche en caoutchouc. Quand l'enfant était dans le berceau, l'appareil était mis hors circuit par un interrupteur unipolaire. Les fils chauffants et le corps de l'enfant formaient ainsi les deux armatures d'un condensateur dont l'enveloppe du coussin et la couche en caoutchouc étaient le diélectrique. Le docteur estime que le courant de capacité, dont l'action s'est poursuivie pendant six semaines sur le corps de l'enfant, peut très bien avoir déterminé l'effet pathologique observé. Naturellement, ce furent les parties les plus mouillées ou les plus riches en liquide qui furent les plus atteintes. Pour éviter une semblable manifestation, il faut munir les coussins chauffant d'interrupteurs coupant tous les conducteurs sous tension, ou bien les débrancher complètement quand ils sont hors de service. Mais une question se pose encore : comment peut-on empêcher les effets nuisibles qui se produisent inévitablement ainsi dans les coussins chauffants lorsqu'ils sont alimentés par du courant alternatif. — B. H.

APPLICATIONS DIVERSES

621.39 : 542.75. — Indicateur électrique d'oxyde de carbone. *L'Industrie électrique*, 25 décembre 1923, t. XXXII, p. 469-471, 1 800 mots, 3 fig. — Après avoir rappelé succinctement différents systèmes d'appareils pour la détermination de l'anhydride carbonique, l'auteur décrit plus largement un nouveau dispositif dont le principe est le suivant : si l'on fait passer un mélange gazeux contenant une certaine proportion de gaz combustible, par exemple de l'oxyde de carbone ou de l'hydrogène, en même temps que de l'oxygène, sur un fil chauffé à une température suffisante, le mélange est allumé et brûle : avec des fils en métal ordinaire, la température nécessaire est élevée et correspond à la température d'inflammation normale du mélange ; avec les métaux rares, l'inflammation se produit à une température beaucoup moindre : 400 ou 450° C. Ces métaux ont en effet une action catalytique bien caractérisée, c'est-à-dire qu'ils accentuent les affinités chimiques des corps en présence et en accélèrent la combinaison ; « celle-ci détermine dès lors une augmentation de température qui se communique au fil lui-même ; en mesurant la résistance électrique de celui-ci, par la méthode du pont de Wheatstone, on peut déterminer l'échauffement dû à la combustion du mélange gazeux et, par là, fixer la proportion d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique dans le mélange ». M.-H. B.

621.39 : 622.12. — Procédé de localisation des gisements de minerais métallifères par l'influence de ceux-ci sur la répartition d'un courant. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1 144, 400 mots. — Depuis plusieurs années, on cherche à effectuer la localisation des gisements de minerais métalliques en se basant sur la différence de conductibilité électrique de ces gisements et des roches au milieu desquelles ils se trouvent. Les observations ont, en effet, montré que l'hématite est environ 5 millions de fois et les pyrites environ 2 millions de fois plus conductrices que le gneiss ; les autres minerais ont des conductivités intermédiaires ; même si les minerais sont disséminés dans la roche, la conductivité de l'ensemble est encore notablement plus grande que celle de la roche ne contenant pas de minerai. Ces différences de conductivité ont pour conséquence de modifier considérablement la répartition des filets d'un courant électrique établi entre deux points du sol et ce sont ces modifications qui permettent de déceler la présence de minerais. Malheureusement, la présence de l'eau, dont la conductivité est intermédiaire entre celle des minerais et celle de la roche, apporte des perturbations qui peuvent induire en erreur ; toutefois l'influence de l'eau n'a pas, en général, le caractère soudain que présente l'influence des minerais et, avec quelque habitude, on peut distinguer ces deux influences. — Le procédé a été employé avec succès en Suède et en Finlande et il est utilisé par le Service géologique de Suède. Pour l'appliquer, on crée un champ électrique dans le terrain à explorer en enfonçant deux électrodes reliées par un long câble en fils de fer galvanisé sur le trajet duquel est intercalé un petit alternateur donnant 220 v et l'on détermine la répartition du courant au moyen d'un circuit contenant un téléphone. — J. R.

621.39 : 673.54. — Système électrique pour la sonnerie des cloches à la volée ; SOCIÉTÉ DES ATELIERS BRILLIÉ FRÈRES. *Brevet français n° 546 540*, 15 novembre 1922 ; analysé dans *Le Génie civil*, 15 septembre 1923, t. LXXXIII, p. 264, 500 mots, 1 fig. — Le mouvement est obtenu par l'action d'un électroaimant à plongeur sur la jante d'une roue reliée mécaniquement à la cloche. Le système est caractérisé par le dispositif d'interruption qui comprend, outre l'interrupteur de mise en marche, un interrupteur spécial de lancement et un système de contacts destiné à entretenir le



TRESSEUSES

L. DEBRON
CONSTRUCTEUR
91, rue du Centre
LA GARENNE-COLOMBES
(Seine)
Registre du Commerce
Seine N° 9 742
Téléphone : LA GARENNE 57

RECHANGES
ACCESSOIRES

FUSEAUX — BOBINES — POMPES
SUPPORTS de BOBINES
CLIQUETS en acier estampé
PORCELAINES — CASSE-FILS
PIGNONS DENTÉS pour tirage
TAMBOURS, etc.

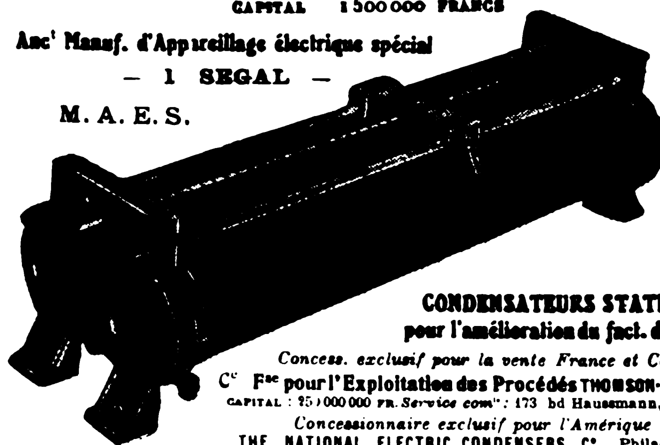
Siège social et Usine à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce : Trévoux (Ain) N° 2896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL 1 500 000 FRANCS

Téléph. : 52
—
'Adr. télégr. : SEGAL-TRÉVOUX

Anc' Manuf. d'Appareillage électrique spécial
— 1 SEGAL —
M. A. E. S.



CONDENSATEURS
TÉLÉPHONIQUES
Verre, Mica, etc.

RHÉOSTATS à CURSEURS
toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

Agence générale FRANCE et COLONIES :
Charles TOURNAIRE
52, R. de Dunkerque, PARIS-X°
Tél. Trudaine 68-61

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie F^se pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON
CAPITAL : 95 000 000 FR. *Service com^al* : 173 bd Haussmann, Paris (8°)
Concessionnaire exclusif pour l'Amérique
THE NATIONAL ELECTRIC CONDENSERS C°. Philadelphie

Agence en ITALIE :
Ing^r CORRADO LANDI
30, Via Morgagni
MILAN

GLACES ~ VERRES à VITRES ~ VERRES de COULEURS

Société des Anciens Établissements

PH. DE PANIAGUA, TAULIN, HUBERT & CIE

PARIS, 7, rue de Nemours (XI°) — 69, avenue Parmentier (XI°)
Téléph. : ROQUETTE 16-13 — Téléph. : ROQUETTE 01-81

Registre du Commerce : Seine N° 209 706 / Douai N° 6 943

USINE A MARCHIENNES (Nord)

Fournisseur des Compagnies de Chemins de fer, Tramways, etc.

mouvement de la cloche. Ce dernier système est réalisé par une pompe à mercure que commande le plongeur dans son mouvement. — Une figure permet de se rendre compte de la constitution des appareils et l'article en décrit succinctement le fonctionnement. — Y. G.

DIVERS

665.86 + 621.392(063). — **Congrès international de l'Acétylène, de la Soudure autogène et des Industries qui s'y rattachent**; E. Brinet. *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. xiv, p. 1016-1020, 5000 mots. — Du 13 au 15 décembre 1923, s'est tenu à Paris, sous la présidence de M. E. Fouché, président de la Chambre syndicale de l'Acétylène et de la Soudure autogène, le huitième Congrès international de l'Acétylène, de la Soudure autogène et des Industries qui s'y rattachent. Etant donné le débouché énorme que l'industrie électrique trouve dans la fabrication du carbure de calcium, de la cyanamide, etc., et l'intérêt que présentent pour les constructeurs de matériel électrique les problèmes relatifs à la soudure autogène, un compte rendu un peu détaillé des travaux qui ont été présentés à ce huitième congrès est donné dans l'article qui nous occupe.

621.3(017). — **Union des Syndicats de l'Electricité : Adoption de normalisations.** *R. G. E.*, 22 décembre 1923, t. xiv, p. 914, 100 mots.

621.3(062) — **Union des Syndicats de l'Electricité : Adoption de normalisations.** *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 241, 350 mots.

92. — **Légion d'honneur** ; René Masse. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 241.

92. — **Légion d'honneur** ; Albert Turpain. *R. G. E.*, 8 mars 1924, t. xv, p. 403-404, 900 mots, 1 photographie.

92. — **Nécrologie** : Mrs Hertha Ayrton. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. xv, p. 449-450, 500 mots.

5 + 621.3(079). — **Fondation Montefiore : Prix décernés.** *R. G. E.*, 24 novembre 1923, t. xiv, p. 762-763, 1000 mots.

USINES ET ATELIERS

351.838.7. — **De l'organisation du travail dans une usine à marche continue**; A. Capis. *Arts et Métiers*, décembre 1923, p. 871-873. — Petite étude à propos du roulement des services des diverses équipes affectées au même travail et description d'un dispositif simple, de forme circulaire, permettant de connaître chaque jour la situation du personnel et, outre la situation présente, celle des jours passés ou à venir. — Y. G.

621.852. — **Résultats d'expériences, faites au Conservatoire des Arts et Métiers, sur le rendement industriel des courroies.** *Le Génie civil*, 25 août 1923, t. lxxxiii, p. 187, 900 mots. — Voici quels sont les résultats de ces essais : 1° le coefficient d'adhérence croît avec le glissement, sans cependant dépasser une valeur maximum qui dépend des matériaux employés et de la construction de la transmission ; 2° le rendement industriel est fonction du glissement, de la raideur, des phénomènes de ventilation et de la puissance transmise ; *a*) le glissement industriel, résultant du glissement élastique et du glissement réel de la courroie sur la poulie, est fonction non seulement du coefficient d'adhérence, mais encore de l'élasticité de la matière ; or, les matériaux donnant un faible glissement élastique ont en général un coefficient d'adhérence peu élevé ; *b*) la raideur est loin d'être négligeable et croît rapidement avec l'épaisseur de la courroie, les pertes de ce fait, généralement supérieures à 1 pour 100, peuvent s'élever à 3 et 4 pour 100 ; le travail nécessaire pour vaincre, à une vitesse déterminée, la raideur d'une courroie paraît indépendant de la puissance qu'elle transmet ; *c*) les phénomènes de ventilation ne semblent pas avoir une importance aussi grande qu'on est porté à le croire ; *d*) l'influence de la puissance transmise rend indispensable de calculer soigneusement, dans chaque cas, la section à adopter et de déterminer la façon la plus judicieuse pour obtenir, pratiquement, cette section. — Y. G.

621.825. — **Sur les accouplements élastiques.** *R. G. E.*, 29 décembre 1923, t. xiv, p. 1071-1072, 1800 mots. Note présentée par M. Lecornu à la séance du 19 novembre 1923 de l'Académie des Sciences et publiée dans les *C. R. Ac. des Sc.*, 19 novembre 1923, t. clxxvii, p. 992-996.

621.892. — **Un palier Michell lubrifié à l'air.** *Engineering*, 17 août 1923, t. xcvi, p. 203, 500 mots, 3 fig. — Cet article décrit un modèle de palier destiné à démontrer expérimentalement que, dans un palier de butée Michell, dont les parties en contact sont soigneusement débarrassées d'huile, il n'y a pas, en fonctionnement, de contact métallique entre les pièces fixes et tournantes, mais qu'il y a interposition d'une couche d'air. Cette expérience donne une confirmation de la théorie d'Osborne Reynold sur le graissage. Pour démontrer l'existence de cette couche d'air dans les conditions indiquées, on constitue un circuit électrique comprenant en série une pile, une lampe et les deux parties du palier. Au repos, la lampe brille tandis que si on fait tourner la pièce mobile du palier, le circuit se trouve coupé par la couche d'air qui se forme entre les deux pièces et la lampe s'éteint. — J. S.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.024. — **L'emploi d'alliages non ferreux à la place du fer et de l'acier** ; John L. Haughton. *B. E. A. M. A.*, novembre 1923, p. 293-297, 3200 mots, 2 fig., 5 tabl. — L'emploi d'alliages non ferreux se développe de plus en plus, surtout de ceux qui présentent une grande résistance aux corrosions. Dans le présent article, l'auteur examine certains de ces alliages, en particulier ceux dérivés de l'aluminium. Ceux-ci peuvent être classés en six catégories générales. D'abord les alliages binaires cuivre-aluminium à environ 12 pour 100 de Cu, employés autrefois pour les pistons de moteurs d'aviation et abandonnés aujourd'hui ; et les alliages binaires zinc-aluminium qui furent les premiers alliages légers coulés employés. Mais on trouve des alliages plus intéressants dans les autres classes : cuivre-zinc-aluminium, alliage A, à 3 pour 100 de Cu et 20 pour 100 de Zn et l'alliage E, à 2,5 pour 100 de Cu, 20 pour 100 de Zn et 0,5 pour 100 de Mg et Mn chacun. La classe suivante des alliages cuivre-magnésium-manganèse-aluminium renferme le fameux duralumin employé pour la construction des zeppelins, et dont les qualités mécaniques s'améliorent, en vieillissant, après traitement thermique convenable. Parmi les alliages cuivre-nickel-magnésium-aluminium, il faut citer celui, désigné par Y, à 4 pour 100 de Cu, 2 pour 100 de Ni et 1,5 pour 100 de Mg qui est un rival du duralumin et présente sur lui l'avantage de pouvoir être coulé. Il est sans égal pour fabriquer les pistons dits en aluminium. Les alliages silicium-aluminium sont connus sous le nom de silumin ou d'alphax. Les alliages pour moulage en coquille sont au moins aussi intéressants que d'autres et remplacent la fonte et les petites pièces en bronze dans bien des cas. Ils sont à base de plomb, zinc ou étain combiné à l'aluminium. Parmi les autres alliages non ferreux, il faut encore citer la « stellite » plus dure que le meilleur acier à outil, mais qui ne peut se travailler et qui est fragile. Le métal monel qui est un alliage naturel de cuivre et nickel présente une grande résistance et ne peut être corrodé. — J. S.

Paris. — Soc. Gle d'Imp. et d'Édit., 17, rue Cassette.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

538.12. — Forces électromagnétiques. Proposition de révision de leurs lois. *J. A. I. E. E.*, novembre 1923, t. XLII, p. 1184-1198, 15000 mots, 4 fig. — Cet article reproduit une longue discussion relative à la proposition de M. Karl Hering de reviser des lois de l'électromagnétisme. La « Revue générale de l'Electricité » ayant déjà exposé en détail les idées de cet auteur, nous ne croyons pas devoir y revenir. Bornons-nous à indiquer que plusieurs auteurs fournissent les mêmes critiques insérées ici-même : certains faits invoqués par M. Hering confirment les anciennes lois. — L. B.

538.22. — Susceptibilité magnétique de l'oxygène, l'hydrogène et l'hélium; A.-P. Wills et L.-G. Hector. *Phys. Rev.*, février 1924, t. XLVII, p. 209-221, 5000 mots, 2 fig., 4 tab. — La méthode expérimentale consistait à équilibrer le gaz magnétiquement avec une solution aqueuse de chlorure de nickel. En variant la concentration de la solution, on pouvait lui donner approximativement la même susceptibilité que celle du gaz. Une balance manométrique de grande sensibilité permettait à l'observateur d'apprécier le moment où les susceptibilités du gaz et de la solution étaient les mêmes. Pour des gaz à la fois paramagnétiques et diamagnétiques, on a déduit des formules à l'aide desquelles la susceptibilité peut être calculée en fonction de la pression et de la température observées lorsque le gaz est magnétiquement neutre par rapport à la solution. La susceptibilité par unité de volume, sous une pression d'une atmosphère à la température de 20°C, a été trouvée de $+ 0,1447 \times 10^{-6}$ pour l'oxygène ; $- 1,64 \times 10^{-10}$ pour l'hydrogène et $- 0,81 \times 10^{-10}$ pour l'hélium. Le résultat trouvé pour l'hélium est environ 25 fois moindre que la valeur trouvée par Tänzler, mais lorsqu'on l'introduit dans la formule de W. Pauli, pour la susceptibilité diamagnétique d'un gaz monoatomique, elle donne, pour les dimensions de l'atome, un résultat qui est compatible avec ce que l'on sait d'après d'autres sources. — C. F.

538.3. — Equilibre et déformation des systèmes conducteurs traversés par des courants et de corps magnétiques sans hystérésis; A. Liénard. *Annales de Physique*, novembre et décembre 1923, t. XX, 9e série. — Cette étude est le développement de deux notes présentées à l'Académie des Sciences en 1921 sur l'énergie électromagnétique et le potentiel thermodynamique d'un système de courants en présence de substances magnétiques dépourvues d'hystérésis. L'auteur s'en tient aux hypothèses de l'électrodynamique classique qui supposent que les courants sont fermés et que les actions se propagent instantanément. Il étudie d'abord le potentiel thermodynamique d'un système comprenant des conducteurs parcourus par un courant et des corps magnétiques parfaitement doux, puis évalue le travail produit dans une modification de ce système et cherche enfin les conditions d'équilibre d'un tel système. La détermination de la résultante des forces et des couples agissant sur un système aimanté, conducteur et entouré d'un milieu fluide magnétique, isolant, homogène, isotrope et incompressible, fait l'objet du quatrième chapitre. Dans le cinquième, il applique les résultats ainsi obtenus à l'étude de la déformation d'un fil de substance magnétique, tendu dans l'axe d'une bobine. Utilisant ensuite la méthode indiquée par Duhem dans ses recherches d'hydrostatique et d'hydrodynamique, méthode qui est une généralisation de celle des travaux virtuels, il détermine la valeur des pressions à l'intérieur des corps magnétiques sans hystérésis sous l'action des forces extérieures. Dans un dernier chapitre, il s'occupe de la comparaison avec l'électrostatique des questions d'électromagnétisme traitées antérieurement. M. Liénard désire montrer que, malgré la différence initiale dans l'expression du potentiel thermodynamique; pour les deux cas, bien des résultats peuvent être mis sous une forme mathématique identique. Un certain nombre de développements mathématiques se rapportant aux différents calculs donnés dans le texte sont réunis sous formes d'annexes à la fin de ce travail. — B. E.

538.5. — Induction dans un circuit dépourvu de résistance; Carl Hering. *J.A.I.E.E.*, janvier 1924, t. XLIII, p. 43, 700 mots. — Onnes a démontré, expérimentalement, qu'un courant, lancé dans un anneau refroidi à une température voisine du zéro absolu, persistait pendant un temps relativement long, en raison de la résistance sensiblement nulle qui lui est opposée dans ces conditions. On peut se demander quelle est la valeur du courant susceptible d'être induit dans un tel circuit. Après avoir cité les opinions à ce sujet de deux savants également autorisés, et dont les conclusions sont nettement contradictoires, l'auteur fait connaître qu'à son avis, le courant induit, dans le cas théorique considéré, n'est ni nul ni infini et qu'il est limité à celui produit par un champ magnétique dont l'énergie est égale à celle mise en liberté par l'élément inducteur (pôle mobile, ou circuit sous courant pendant la période d'ouverture). — L. D.

538.54. — A propos de la propagation des effets de l'induction; Fritz Emde. *E. u. M.*, 3 février 1924, t. XLII, p. 58-59, 1500 mots. — L'auteur discute l'article dont nous avons donné une analyse dans la « R.G.E. » du 5 janvier 1924, t. XV, p. 9-10 sous le titre « les courants de Foucault dans les masses de fer » ; puis il expose ses propres idées sur le même sujet, qui peuvent se résumer à ceci : à l'intérieur

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturers' Association*. Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and Metallurgical Engineering*, New-York. — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *E. K. B.*, *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, Berlin. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.* *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D et 2 D.

d'un conducteur soumis à l'induction, il ne se produit pas d'autre tension que celle due à la chute ohmique. — B. H.

538.63. — **L'effet Hall et la résistance spécifique des films d'or déposés par ionoplastie**; MACKEOWN. *Phys. Rev.*, janvier 1924, t. XXIII, p. 85-93, 2 000 mots, 6 fig. — Le coefficient de Hall, pour les films d'or déposés par ionoplastie, a été déterminé pour des films dont l'épaisseur variait de 10 mμ à 80 mμ. Il a été trouvé indépendant du courant (bien que des densités de courant atteignant 16 A : cm² aient été utilisées), du champ magnétique (3 à 28 kilogauss), de l'épaisseur (calculée d'après la densité de surface) et du traitement préalable du film. — On a trouvé que ce coefficient avait la même valeur que pour le métal en bloc, $6{,}43 \times 10^{-6}$. — Ce résultat est d'une précision de 1 pour 100, puisque les densités de courant élevées employées donnaient des forces électromotrices supérieures à un millivolt. La constance du coefficient s'accorde avec la théorie qui établit que les particules déposées par ionoplastie ont individuellement les mêmes propriétés que le métal en bloc. La résistance spécifique des films d'or est variable pour des films d'une épaisseur moindre que 10 mμ, mais pour des films plus épais, elle est proportionnelle à $\frac{\rho}{\sigma-\sigma_0}$, où σ est la densité de surface et ρ, la densité. — La résistivité z de l'or en feuilles minces apparut ainsi être environ trois fois celle du métal en bloc. Cette haute valeur est sans doute due à un contact électrique imparfait entre les particules. D'après la valeur de la constante σ_0, 20×10^{-6} g : cm², le diamètre moyen des particules est de l'ordre de 10^{-6} cm. — C. F.

538.79. — **Etude détaillée d'une région de forte anomalie magnétique en Bretagne**; Ch. MAURAIN. *C. R. Ac. des Sc.*, 28 janvier 1924, t. CLXXVIII, p. 508-510, 800 mots. — Les mesures de la composante horizontale effectuées à peu près tous les kilomètres sur la route de Ploermel à Pontivy, entre Guillac (La Pyramide) et Lantillac, met en évidence des divergences qui peuvent différer entre elles de 3,52 pour 100 de la moyenne. Ainsi, les anomalies en Bretagne sont encore plus accentuées que celles qui paraissaient résulter des mesures, relativement espacées, faites en vue de l'établissement de la carte. — M.-H. B.

MESURES ET ESSAIS

531.733. — **Un compteur électrique de débit des fluides**; R.-E. WOOLLEY. *G. E. R.*, mars 1924, t. XXVII, p. 182-187, 2 700 mots, 8 fig. — L'auteur cite d'abord les nombreuses applications de son appareil, pour la mesure de débits de vapeur, d'eau, d'air, de gaz, d'huile. L'appareil se compose de trois éléments principaux : un ajutage placé à l'intérieur d'un joint du tuyau de circulation du fluide ; il produit la dépression nécessaire au fonctionnement de l'appareil ; — un corps en fonte branché, au moyen d'un tuyau, à l'ajutage, et comportant un certain volume de mercure, ainsi qu'une sorte de noyau de transformateur ; — un panneau d'appareils électriques. — Le principe de fonctionnement est le suivant : la dépression produite par le passage du fluide dans l'ajutage se transmet au mercure, qui monte le long d'une des colonnes du noyau du transformateur, accroissant ainsi le courant primaire de celui-ci ; il suffit de graduer convenablement l'ampèremètre en série sur le circuit d'alimentation du primaire. Lorsqu'aucun fluide ne circule dans le tuyau muni de l'ajutage, l'ampèremètre n'indique que le courant d'excitation du transformateur ; c'est le zéro relatif à l'écoulement du fluide. — L'auteur décrit, avec photographies et schémas à l'appui, les différentes parties de son appareil, qui peut être du type indicateur, enregistreur, ou intégrateur (compteur). — P. V.

531.776. — **Mesure et comparaison des vitesses de rotation dans l'industrie par l'éclairage intermittent (stroboscopie)**; J.-F. CROWLEY. *Illuminating Engineers*, août-septembre 1923, t. XVI, p. 189-211, 7 000 mots, 31 fig. — L'idée d'utiliser des disques tournants, munis des échantillons les plus variés et éclairés par une lampe au néon alimentée par du courant alternatif, pour vérifier la vitesse des moteurs, est familière. L'observation de l'apparence changeante des échantillons illuminés offre un moyen précis d'ajuster la vitesse d'un mécanisme à courant alternatif. Des miroirs tournants ont été appliqués dans quelques instruments. Un des plus frappants parmi ceux-ci, qui est employé par l'Association des Recherches anglaises pour les Industries de la laine et de l'estame, permet au faisceau d'un arc de balayer la ligne entière des broches à une fréquence telle que chacune d'entre elles paraît être au repos. L'oscilloscope Elverson, utilisant la lumière intermittente d'une lampe au neon, joue le même rôle. A l'occasion de sa communication, le Dr Crowley appliqua cet appareil à l'étude des mouvements d'une machine à coudre. Les bielles verticales de conduite pouvaient être amenées à paraitre immobiles ou se déplaçant très lentement, au point que le chiffre marqué sur un petit levier, effectivement en vibration rapide, pouvait se lire aisément. Les dispositifs décrits constituent un nouvel instrument pour ceux qui étudient la mécanique. — Les mouvements qui sont beaucoup trop rapides, pour être discernés à la lumière fixe, sont amenés au « ralenti » d'une telle façon qu'on peut les étudier à loisir. Des fonctionnements défectueux de machines peuvent être actuellement décelés par l'opérateur et il est possible de parfaire le réglage nécessaire aux industries textiles dans lesquelles on utilise une machinerie à grande vitesse compliquée et où les conséquences d'un montage défectueux sont sérieuses ; c'est pourquoi cette méthode d'étude semble apparemment se montrer d'une grande utilité, notamment pour les recherches sur le tourbillonnement des arbres, sur les vibrations des machines non équilibrées et sur les défauts dus à des roulements montés d'une manière défectueuse. Cette méthode, qui repose sur le phénomène de persistance de la vision, offre une ressemblance très étroite avec le cinématographe. Mais, tandis que ce dernier fournit un registre de mouvements à grande vitesse, après qu'ils ont eu lieu, l'oscilloscope nous permet de les voir pendant qu'ils se produisent.

535.24. — **Un nouveau photomètre (Luxmètre)**. *E. u. M.* 19 août 1923, t. XLI, p. 491, 400 mots; d'après *Licht und Lampe*, 1923, n° 9. — Le mode d'éclairage étant le facteur essentiel de la qualité et de la quantité dans la production, il importerait de pouvoir contrôler, en permanence, au moyen d'un appareil à lecture directe, transportable, comme le sont, par exemple, les instruments de mesures électriques de précision, la valeur de l'éclairement en un point quelconque. C'est le cas du photomètre américain (footcandlemeter), susceptible de modifier à fond les idées en cours au sujet de l'éclairage. La Société F. Schmidt et Haensch, de Berlin a, sur les plans de W. Bechshein, construit un photomètre, donnant des nombres exacts à 5 ou 6 pour 100 près, qui repose sur la méthode de comparaison de deux plages photométriques. Une des moitiés d'un petit écran circulaire est recouverte de blanc normal d'Oswald (sulfate de baryum) ou de gris qui renvoie de 10 à 20 pour 100 de lumière diffuse, l'autre moitié reçoit la lumière transmise d'un disque de verre dépoli situé à l'intérieur de l'instrument ; ce disque reçoit la lumière diffusée par la paroi intérieure d'un tube en dedans duquel il est fixé. On obtient l'égalité des éclairements au moment de la disparition de la ligne de séparation entre les deux plages. La paroi du tube recueille en plusieurs pinceaux la lumière émise par la lampe de comparaison et diffusée par la paroi intérieure du tube, après avoir été divisée en plusieurs pinceaux au moyen de deux disques mobiles l'un par rapport à l'autre et percés de trous circulaires. La vitesse relative de rotation des deux obturateurs, donnant une largeur de fente qui lui est proportionnelle, peut être enregistrée par un compte-tours. L'éclairement, que l'on peut mesurer sur une étendue allant de 0,1 à 500 lux, correspond au nombre trouvé multiplié par un facteur de proportionnalité de 0,01, 0,1, 10, 50. Le minimum mesurable correspond, en particulier, à l'éclairage des rues. Dans

les mesures allant de 0,1 jusqu'à 1 lux, un verre bleu est placé devant le disque de verre ; entre 0,01, et 0,1, il faut, au contraire, diminuer l'intensité de la lampe de comparaison : pour la mesure de la lumière solaire, le petit disque bleu est également interposé ou bien l'intensité de la lampe de comparaison est augmentée ; un petit tableau visible près de l'appareil indique les intensités des courants, variables au moyen d'un rhéostat, sur lesquelles on doit se baser dans les différents cas ; d'autre part, la lampe de comparaison de Hans consomme peu de courant, sa lumière est rougeâtre et ne prend la couleur de la lumière de la lampe à filament métallique qu'au moyen d'un disque bleu placé derrière le disque de verre laiteux. Comme source de courant, on emploie deux batteries de poche montées en parallèle pour la mise (brusque) en circuit ; en fin d'emploi de l'instrument, elles sont mises hors circuit automatiquement. On s'occupe d'y adapter une batterie d'accumulateurs de 4 v. A la place d'un ampèremètre, on peut, si on le veut, se servir d'un voltmètre. L'instrument, qui ressemble à l'appareil de précision de Weston, unit la maniabilité à la précision. — M. H.

537.71. — Symboles graphiques électrotechniques. Propositions de la Sous-Commission de la Commission électrotechnique internationale ; W. Wyssling. *Bull. A. S. E.*, septembre 1923, t. xiv, p. 481-513, 5 500 mots. — Après un résumé historique de la question et un exposé des principes qui doivent inspirer les projets, l'auteur donne la nomenclature des symboles qui, au nombre de plusieurs centaines, font l'objet de la proposition (réunion de la Sous-Commission, Genève, novembre 1922). Ces symboles se répartissent comme il suit : 1° symboles généraux pour systèmes de courants et de connexions ; 2° symboles pour schémas généraux de distribution et pour plans de canalisation ; 3° symboles pour schémas d'usines, sous-stations, tableaux, etc. Cette classe donne les symboles dans le cas de schémas dits à « *n* fils » ou à « un fil » et comprend les subdivisions suivantes : *a*) éléments de circuits ; *b*) appareils de connexion, d'interruption, de sécurité ; *c*) transformateurs ; *d*) machines rotatives, redresseurs et accumulateurs ; *e*) instruments de mesure et accessoires ; *f*) symboles pour plans d'installations intérieures (de lumière, etc.). — L. C.

631.317. — Appareil pour la mesure des tensions magnétiques par la méthode de compensation. *E. u. M.*, 18 mars 1923, t. xli, p. 173-174, 1 000 mots. — Il s'agit de l'appareil de Rogowski et Steinhaus, signalé dans une communication antérieure et qui consiste en une bande flexible de presspahn ou de celluloïd de section constante, sur laquelle est enroulé un fil fin isolé, dans le sens perpendiculaire à sa plus grande dimension. La force électromotrice induite dans l'enroulement est proportionnelle à la force magnétomotrice $\int \mathfrak{B} dl$ ou au nombre d'ampères-tours entre les extrémités de la bobine. Comme la force électromotrice induite dans les champs alternatifs est très faible, le meilleur procédé pour sa mesure est celui indiqué par Schering. Si une bobine de *n* spires parcourue par un courant alternatif d'intensité *I* se trouve être entourée complètement dans le sens des lignes de force par l'appareil de mesure susdit, celui-ci est le siège d'une force électromotrice $E_n = \omega K n I$, *K* étant une constante de l'appareil dont on peut déterminer la valeur. Des essais ont été réalisés à l'aide d'un appareil construit sur ce principe et dont l'auteur donne les caractéristiques principales : l'exactitude des mesures atteignit 3 pour 1000. L'appareil permet la détermination du nombre de spires d'une bobine et, si ce nombre est connu, la vérification d'un court-circuit dans l'enroulement. On peut aussi s'en servir pour la détermination du déphasage entre les courants primaire et secondaire des transformateurs d'intensité ; un exemple concret de cette application termine cet article. — F. B.

621.317.5. — Un nouveau wattmètre de précision. *Electrician*, 7 mars 1924, t. xcii, p. 292-295, 1 500 mots, 3 fig. — Les compteurs wattmètre sont connus depuis longtemps et leur exactitude est satisfaisante pour les applications ordinaires ; leurs indications peuvent être considérées comme exactes à 2,5 pour 100 près. Dans certaines applications cependant, on demande une plus grande précision et pour satisfaire à cette demande, M. Fauwsett a construit un appareil à peu près semblable au type normal, mais dans lequel il a apporté un soin extrême pour traiter tous les détails ; en particulier, il a cherché à rendre les indications absolument indépendantes de la température en utilisant des métaux à très faible coefficient de dilatation ou des dispotifs compensés. Grâce à toutes les précautions signalées ci-dessus, les mesures sont exactes à ± 0,05 pour 100 près. — E. B.

621.317.5. — Compteur d'induction type W_5 pour courant monophasé de la firme Siemens-Schuckert. *E. T. Z.*, 13 décembre 1923, t. xliv, p. 1078. — Des modifications ont été apportées aux compteurs du type W_5 dont la description a été donnée dans les publications n° 114 du 25 novembre 1916 et 154 du 13 juillet 1922. Ils sont établis à deux fils pour des intensités comprises entre 1,5 A et 15 A pour des tensions allant jusqu'à 260 v et des fréquences comprises entre 40 p : s et 60 p : s, et à trois fils pour des intensités comprises entre 2 × 1,5 A et 2 × 15 A, pour des tensions allant jusqu'à 2 × 130 v et des fréquences comprises entre 40 p : s et 60 p : s. Les nouveaux compteurs se distinguent de ceux du type W_5 surtout par l'aimant-tension qui est identique à ceux des compteurs type W_5 n décrits dans la publication n° 154 du 13 juillet 1922. Ils ont un couple d'environ 5 à 5,3 cm-g et le démarrage s'effectue en charge non inductive avec 0,4 pour 100 de la charge nominale. L'induit pèse environ 27 g et la vitesse à la charge nominale varie entre 60 et 65 t : mn. La consommation de l'enroulement tension est de 0,48 w environ pour un compteur à 220 v, et celle des deux enroulements courant est de 1,06 w environ pour un compteur de 10 A d'intensité nominale, à la fréquence de 50 p : s. — B. H.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

621.182.2. — Expériences sur la combustion des combustibles médiocres avec adjonction de gaz d'éclairage. *E. u. M.*, 12 novembre 1922, t. xl, p. 542-543, 600 mots. — Ce système de combustion a été employé à l'usine électrique municipale de Kiel en 1917 par suite de la pénurie de charbon. On employa d'abord le poussier de coke provenant des gazogènes. Pour éviter la détérioration des parois, il ne fallait pas dépasser la proportion de 30 pour 100 de coke. On essaya ensuite d'installer le chauffage par évaporateur dans une chaudière de 250 m² et l'on obtint de bons résultats. L'essai fut étendu à une chaudière de 450 m² dans laquelle on installa le système Borsig avec tirage forcé et mélange de coke et de charbon ; ce système se comporta fort bien et produisit, pendant les quatre dernières années, une moyenne de 4,5 kg de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Puis toutes les chaudières furent munies d'évaporateurs, les unes avec soufflage de vapeur, les autres avec soufflage d'air par-dessous. Les usines étaient ainsi rendues indépendantes de l'approvisionnement en charbon. La consommation d'énergie ayant beaucoup augmenté dans les dernières années, on installa une nouvelle usine sur le canal Kaiser Wilhelm près de l'usine à gaz. Cette nouvelle usine est prévue pour 60 000 kw dont 24 000 sont actuellement installés. La salle de chauffe comprend quatre chaudières Walther de 400 m² de surface de chauffe, système Garbe avec réchauffeurs, tirage induit et soufflage inférieur. La surface de grille est de 16 m² ; la grille a 5,30 m de longueur. Pour permettre le mélange du charbon et du coke, le silo de 1 800 t est partagé en deux compartiments par une paroi verticale ; chaque compartiment contient l'un des deux combustibles dont des vannes permettent le mélange dans des proportions quelconques. La proportion de charbon nécessaire à un bon allumage est de 40 pour 100.

On introduit ensuite du gaz sans addition d'air suivant le procédé Walther et Co à l'allure de 400 m³ par chaudière et par heure sous une pression de 50 mm d'eau. Le gaz est amené à la grille par quatre tuyères en graphite ayant la forme de coins et disposées dans la voûte derrière le régulateur d'admission du combustible. Le gaz s'enflamme, lèche la voûte et l'échauffe à tel point que la combustion du charbon est assurée. La consommation de combustible est, malgré le mauvais facteur de puissance du réseau, de 1,62 kg par kilowatt-heure, c'est-à-dire d'environ 7 200 calories par kilowatt-heure. On a également fait des essais avec du poussier de locomotives à 3 000 calories et on a obtenu de bons résultats. En intéressant le personnel de chauffe à l'économie de combustible, on a pu abaisser la proportion de charbon à 20 pour 100 et la proportion de gaz à 5 pour 100 de la dépense totale de combustible. — J. C.

621.184.3(0047). — Les explosions de gaz dans les foyers et carneaux de chaudières. *Le Génie civil*, 4 août 1923, t. LXXXIII, p. 113-114, 1 000 mots. — Ces explosions, beaucoup moins graves que celles des chaudières, causent cependant des avaries suffisamment importantes pour qu'il soit utile d'en rechercher les causes et de tâcher de trouver quelques remèdes. D'après M. V. Kammerer (*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, avril 1923) les gaz qui se produisent par distillation du combustible, surtout après un rechargement du foyer, forment avec l'air des mélanges explosifs lorsque leurs proportions sont comprises entre les limites données par le tableau suivant :

Hydrogène	9,5 à 66,3	pour 100
Oxyde de carbone	16,6 à 74,8	id
Méthane	6,2 à 12,7	id

alors que ces limites sont, pour le gaz d'éclairage et le gaz à l'eau, respectivement de 8 à 19 pour 100 et de 12,5 à 66,6 pour 100. Pour que l'explosion se produise, il faut de plus que la température soit comprise entre 580° et 600°C pour l'hydrogène et le gaz d'éclairage, et 750°C pour le méthane. Les différents cas dans lesquels peut se produire un tel mélange détonant sont : 1° le refroidissement de la flamme, venue trop tôt en contact avec le corps de chauffe; 2° le chargement brusque d'une grande quantité de combustible frais ; 3° la fermeture brusque du registre pour ralentir l'allure d'un foyer en pleine marche ; 4° la couverture des feux pendant l'arrêt des machines. Les gaz ainsi formés sont plus légers que l'air, ils tendent à former des poches supérieures dans les chambres des surchauffeurs, dans les économiseurs, les descentes, etc. — Comme remèdes, l'auteur signale que, si l'on ne peut supprimer ces cavités où les gaz s'accumulent, on peut du moins ménager à leur partie supérieure des trappes d'expansion qui rendent inoffensives les explosions qui pourraient avoir lieu. En ce qui concerne la conduite de la chauffe, il ne faut pas, lorsque le feu est étouffé, le travailler avec un ringard, mais ouvrir le registre et laisser reprendre le feu de lui-même. Les explosions dont il est question sont à craindre, en particulier, lorsque des foyers à combustion lente sont alimentés avec des charbons flambants au lieu de l'être avec de l'anthracite ou du coke. — B. E.

621.175.3. — La réfrigération des eaux de condensation; M.-R. Follain. *Science et Industrie*, 30 avril 1923, t. VII, 4 000 mots, 20 fig. — Après avoir rappelé le principe de fonctionnement des réfrigérants d'eau, l'auteur passe en revue les différents perfectionnements qu'a subis le modèle Balcke; réfrigérant cloisonné, réfrigérant; à appel d'air transversal et contre-courant combinés. Il donne ensuite différents détails sur la construction de ces appareils. Il termine par quelques considérations techniques sur l'essai des réfrigérants en général et sur les pertes d'eau par évaporation dans ces appareils. — Y. G.

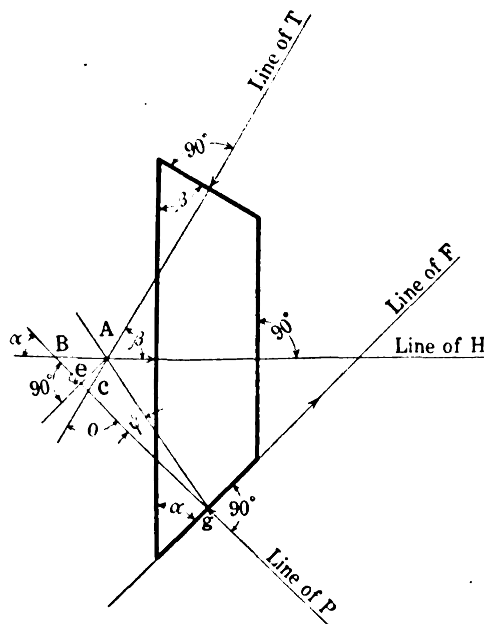
621.436. — Moteur à huile lourde à haute pression, avec injection du combustible sans air comprimé; K. Kesselman. *E. u. M.*, 18 novembre 1923, t. XLI, p. 673, 500 mots. — Cette machine travaille par pulvérisation radiale et comporte, dans le cas de plusieurs cylindres, une pompe à combustible à un seul piston et, pour chaque cylindre, un double jeu de soupapes Les essais pour l'obtention d'une bonne combustion ont établi les points suivants : le temps compris entre la fermeture de la soupape d'aspiration et le commencement de l'injection est indifférent; l'allumage ne doit pas être déplacé aux différentes vitesses du moteur; le temps compris entre le début de l'injection et celui de la combustion doit être réduit le plus possible et se trouve être fonction du degré de compression et de la température de l'huile et surtout de la pulvérisation; pour la commande de la pompe, la came est préférable à l'excentrique, etc... Les recherches pour la meilleure pulvérisation du combustible ont montré que cette pulvérisation doit être limitée pour garder une combustion complète : il n'y a guère d'intérêt, d'autre part, à accroître la pression à l'entrée au delà d'une certaine mesure. La combustion complète est facilitée par une forme spéciale du piston ainsi que par une disposition spéciale de la soupape d'aspiration d'air. Des essais réalisés à Stockholm ont donné, pour une machine à deux cylindres, fournissant 65 ch à 300 t : mn, les résultats suivants : rendements thermiques : 35,7 pour 100 à pleine charge (32 pour 100 au tiers et 24 pour 100 au quart de la charge); consommation : 175,2 g (soit 1768 calories) par cheval-heure, la pression moyenne à pleine charge étant de 5,3 atmosphères. — F. B.

621.312. — Les courants dans les arbres des machines électriques; P.-L. Alger et H. Samson. *G. E. R.*, mars 1924, t. XXVII, p. 188-198, 5 500 mots, 15 fig. — On peut énoncer trois causes de l'existence d'une force électromotrice entre un arbre et son coussinet : *a*) flux continu ou alternatif circulant dans l'arbre ; *b*) différence de potentiel entre l'arbre et le sol, due à des effets électrostatiques, ou à la mise à la masse des conducteurs rotoriques ; *c*) flux alternatif entourant l'arbre ; cette dernière cause est de beaucoup la plus importante. Après avoir exposé les circonstances de développement de ces trois causes, les auteurs proposent les moyens de les éviter par des dispositions spéciales de construction des machines et, en particulier, par la recherche d'une symétrie parfaite dans les circuits magnétiques. L'article se termine par une bibliographie de la question, dans laquelle on relève les articles suivants, en français : P. Girault, « Bulletin de la Société internationale des Electriciens », 1er avril 1915; 3e série, t. V, p. 45; L. Berger, « La Lumière électrique », 27 août 1910, 2e série, t. XI, p. 264. « R. G. E. », 7 juin 1924, t. XV, p. 1070. — P. V.

621.312.16. — La suppression du courant circulant par les coussinets des dynamos; A. Fraenkel. *Electrical Review*, 5 octobre 1923, t. XCIII, p. 488-489, 2 000 mots, 4 fig. — L'existence de ce courant est révélée par l'attaque de la surface des coussinets; il est produit par suite de l'existence d'un flux pulsatoire qui traverse l'arbre dans un plan perpendiculaire à son axe. Ce flux est dû : 1° à une dyssymétrie des enroulements; 2° à une dyssymétrie dans le circuit magnétique; l'article en montre un certain nombre d'exemples. Pour éviter la formation de ce flux, les joints du circuit magnétique doivent être convenablement exécutés et leurs emplacements judicieusement déterminés; le nombre de pôles entre deux joints consécutifs doit être impair. Le nombre possible de joints est, par suite, $u = x\frac{2p}{f}$, $2p$ étant le nombre de pôles, f le plus grand diviseur impair de $2p$ et x un nombre pair quelconque. Il n'est pas toujours possible de choisir ce nombre de joints ; il faudrait, dans ce cas, isoler les paliers du socle, ce qui souvent n'est pas non plus réalisable; on doit alors établir une bonne liaison électrique entre l'arbre et le socle pour éviter l'attaque du coussinet. — E. B.

621.312.16. — Etude théorique du mode de montage rationnel des balais; Philip Chapin Jones. *J. A. I. E. E.*,

décembre 1923, t. XLII, p. 1318-1321, 2000 mots, 5 fig. — Un balai frottant sur un collecteur de machine en mouvement de rotation est soumis à l'action des quatre forces suivantes (fig. 1) : 1° force *T* exercée par le ressort de pression ; 2° réaction *P* développée par la surface du collecteur ; 3° force de frottement *F* due au mouvement de rotation ; 4° réaction *H* exercée latéralement par le porte-balai. La résistance de contact, qui est une des caractéristiques importantes de fonctionnement de la machine, est en relation directe avec la pression développée entre le balai et le collecteur et il importe, en conséquence, de maintenir cette dernière à



621.312.16. — Fig. 1. Diagramme des forces appliquées à un balai frottant sur un collecteur de machine.

la valeur requise, pour les conditions variables d'un service courant. Le principal obstacle à l'obtention de ce desideratum est créé par la présence de la réaction latérale *H* qui s'oppose à un libre déplacement du balai dans sa gaine et qui, en outre, par le fait que son point d'application ne coïncide pas toujours avec le centre du porte-balai, est susceptible de provoquer des effets de flexion dans le balai se traduisant par un coincement de ce dernier à l'une ou l'autre de ses extrémités. L'auteur traite la question par la géométrie et la trigonométrie et montre que la seule variable indépendante du problème est représentée par l'angle α (fig. 1) ; son analyse prouve que le fonctionnement le plus satisfaisant est réalisé avec un montage de balai « en avance », c'est-à-dire dans la position dans laquelle le mouvement du collecteur a tendance à repousser le balai en dehors de sa gaine. L'annulation de la réaction *H*, qui correspond à des conditions idéales impossibles à obtenir dans le cas de moteurs à deux sens de rotation, est réalisée pour un angle α égal à 75° et un angle β égal à 90°. — L. D.

621.312.1. — La courbe de la tension de réactance dans les machines à courant continu. *E. u. M.*, 28 octobre 1923, t. XLI, p. 629-630, 300 mots. — Exposé des expériences faites sur une dynamo Lahmeyer de 5 ch à 110 v ayant 312 mm de diamètre d'induit et 150 mm de longueur, 2 mm d'entrefer, 4 pôles, 12 fils par encoche, 245 mm de diamètre au collecteur, 207 lames au collecteur et des pôles de commutation de 22 × 110 mm. L'auteur trace la courbe de la tension de réactance de cette machine, tension définie par l'équation

$$e = m \frac{dI}{dt}$$

dans laquelle *m* est le coefficient d'induction de la section en commutation et *I*, le courant dans cette section. — J. C.

621.312.2.00.14. — A propos de la détermination des coefficients du diagramme de Potier appliqué aux alternateurs ; J. Le Monnier. *R. G. E.*, 29 mars 1924, t. XV, p. 531-532, 1 200 mots, 1 fig. — L'auteur propose une nouvelle méthode simplifiée, mais pratiquement assez approchée, pour la détermination des coefficients α et λ du diagramme de Potier. On trace la caractéristique à vide de l'alternateur et on porte sur le dessin deux points de fonctionnement en charge réactive, A et B, correspondant, le premier, à un déphasage en arrière ; le second, à un déphasage en avant, pour une même tension *U*. En faisant tourner la caractéristique de 180° autour du milieu de AB, sa courbe symétrique la coupe en deux points H et K. On joint H à A, ou K à B, et on abaisse de H ou K une perpendiculaire sur AB. On obtient ainsi deux triangles rectangles égaux qui, tous les deux, donnent les coefficients cherchés. L'auteur termine en indiquant les limites d'emploi de sa méthode.

621.35 (064). — Piles et accumulateurs ; Ad Curchod. *R. G. E.*, 1er mars 1924, t. XV, p. 349-355, 4 800 mots, 7 fig. IVe partie de « L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. » — Au cours de ces dernières années, les piles ont été l'objet d'études qui ont amené dans leur construction d'intéressants perfectionnements, que font ressortir les piles présentées par M. Ch. Féry, la Société Le Carbone, M. L. Neu, la Société des Accumulateurs Heinz, piles qui sont décrites dans cet article. De leur côté, les fabricants d'accumulateurs au plomb n'ont cessé d'apporter, dans la construction de ces appareils, des améliorations de detail qui ont permis d'en augmenter la robustesse tout en diminuant leur poids rapporté à l'énergie emmagasinée ; c'est ce que montrent les résultats obtenus avec les accumulateurs qu'exposaient ces fabricants : Société nouvelle de l'Accumulateur Fulmen, Société pour le Travail électrique des Métaux, Société des Accumulateurs « Monoplaque », Compagnie générale d'Electricité, Société des Accumulateurs Heinz, Etablissements Paul Gadot. A la suite des renseignements concernant ces accumulateurs au plomb, on trouvera, dans cet article, quelques considérations sur les accumulateurs au fer-nickel qui sont construits en France par la Société des Accumulateurs fixes et de traction. A la fin de l'article sont mentionnés les divers types d'accumulateurs qui ont été établis par la plupart des constructeurs en vue de répondre aux conditions de fonctionnement qu'impose à ces appareils leur emploi en radiotélécommunication.

621.352. — Les piles à dépolarisation par l'air ; Ch. Féry. *Recherches et Inventions*, 1er et 15 mars 1924, t. I, 2e série, p. 397-402 et 421-425, 2300 mots, 8 fig. — Cet article examine la composition de ces piles, leur fonctionnement et l'emploi qui en a été fait dans le bureau central télégraphique d'Epernay. Nous n'insistons pas sur ces différentes questions qui ont été examinées, d'une part, dans la « Revue générale de l'Electricité », 3 mars 1917, t. I, p. 323 ; 2 avril 1921, t. IX, p. 471 ; 30 décembre 1922, t. XII, p. 1019 et, d'autre part, dans les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », juillet-août 1922, t. XI, p. 740 ; le résumé de ce dernier article ayant paru dans la « Revue générale de l'Electricité » du 30 décembre 1922, t. XII, p. 205 D. — B. E.

621.352. — Pile à dépolarisation par l'air ; H.-R. Dubois. *Brevet français n° 548 572*, demandé le 8 mars 1922, délivré le 25 octobre 1922. — Cette pile à dépolarisation par l'air utilise la double oxydation du cuivre et de l'ammoniaque mis en présence au contact de l'air. L'électrode négative est une plaque de zinc placée au fond du vase. Un deuxième réci-

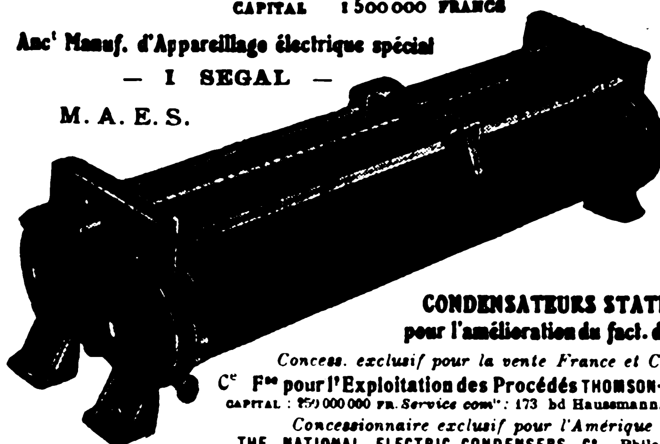
Siège social et Usine
à TRÉVOUX (Ain)
Registre du Commerce : Trévoux (Ain) N° 2896

SOCIÉTÉ ANONYME DES CONDENSATEURS DE TRÉVOUX

CAPITAL 1 500 000 FRANCS

Anc Manuf. d'Appareillage électrique spécial
— I SEGAL —
M. A. E. S.

Téléph. : 52
—
Adr. télégr. : SEGAL-TRÉVOUX



CONDENSATEURS

TÉLÉPHONIQUES
Verre, Mica, etc.

RHÉOSTATS à CURSEURS

toutes intensités, toutes résistances, tous genres de commandes.

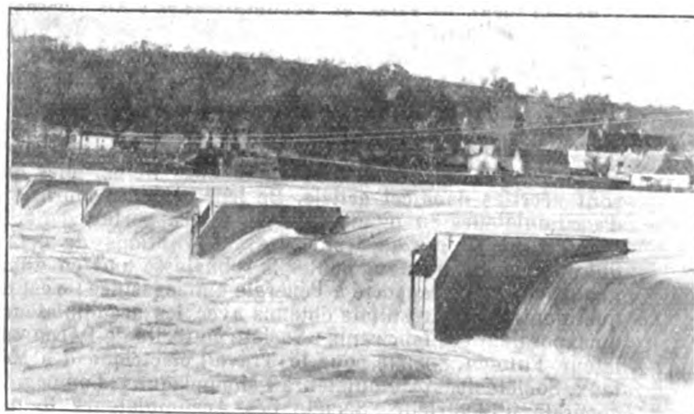
Agence générale FRANCE et COLONIES :
Charles TOURNAIRE
52, R. de Dunkerque, PARIS-X°
Tél. Trudaine 68-61

CONDENSATEURS STATIQUES
pour l'amélioration du fact. de puiss.
Concess. exclusif pour la vente France et Colonies :
Cie Fse pour l'Exploitation des Procédés THOMSON-HOUSTON
CAPITAL : 250 000 000 FR. *Service com'* : 173 bd Haussmann, Paris (8e)
Concessionnaire exclusif pour l'Amérique
THE NATIONAL ELECTRIC CONDENSERS C°, Philadelphie

Agence en ITALIE :
Ingr CORRADO LANDI
36, Via Morgagni
MILAN

BARRAGES AUTOMATIQUES

SOCIÉTÉ ANONYME
ZURICH (Suisse)



Barrage de Mauzac (Dordogne) — 4 vannes de 25 m × 2 m chacune.

Recommande ses spécialités de

VANNES AUTOMATIQUES

pour la régularisation des cours d'eau produisant le meilleur emploi des forces motrices. — Toute sécurité pendant les crues, élimination de la main-d'œuvre, augmentation du rendement de l'usine.

— MEILLEURES RÉFÉRENCES —

Installations en marche et en cours d'exécution :
Plus de 2 500 mètres de largeur pour une régularisation d'environ 28 000 mètres cubes par seconde.

CATALOGUE ILLUSTRÉ, PROJETS, DEVIS

Représentant pour la France :
H.-F. WEBER, Ing.-Conseil, 26, boul. de Grenelle, PARIS-15e
Téléph. : Ségur 73-05 et 34-02 *Adr. télégr.* : Weberel

186-186 bis-188, rue Championnet
PARIS — Téléphone Marcadet 05-51
Registre du Commerce : Seine N° 64 309

Chauvin & Arnoux

PYROMÈTRES
TACHYMÈTRES

APPAREILS POUR TOUTES MESURES ÉLECTRIQUES

pient fixé par des crochets à la partie supérieure du vase possède un fond poreux horizontal. Un flotteur placé dans ce récipient supporte une grille en métal mince ou en charbon qui constitue l'électrode positive. L'électrolyte est, de préférence, une solution de chlorure d'ammonium. — M.-H. B.

621.355.546.432. — **Emploi du radium dans les batteries d'accumulateurs** ; MAX HARTENHEIM. *E. T. Z.*, 17 janvier 1924, t. XLV, p. 41-43, 1500 mots, 2 fig. — L'auteur signale, tout d'abord, la rareté extraordinaire du radium qui rend son utilisation industrielle fort problématique. Il compte que, depuis 1896, date de la découverte de ce corps, on en a produit environ 170 g. Le plus gros producteur est la Standard Chemical Co, de Pittsburg, qui, à elle seule, en a extrait 90 g. L'Europe entière n'est arrivée qu'à 30 g. Le cours du radium vient de baisser brusquement à la suite de la découverte de gisements d'un minerai riche dans le Congo belge, mais l'abondance seule de ce dernier pourra maintenir le cours à un prix abordable. — Il donne ensuite l'historique des diverses tentatives effectuées pour augmenter la capacité des accumulateurs par l'adjonction aux plaques de matières radioactives. Presque tous les expérimentateurs ont mêlé ces substances au plomb des plaques et elles ne pouvaient jouer aucun rôle, car le plomb absorbe les rayons α et β et se laisse seulement difficilement traverser par les rayons γ durs. D'autres ont mélangé le radium ou ses composés à l'électrolyte, mais il est immédiatement transformé en sulfate de radium, insoluble dans l'acide sulfurique. L'auteur, après ces critiques, donne le résultat des recherches qu'il a effectuées, d'abord avec la collaboration du directeur de la Standard Chemical Co, puis avec l'aide de la Edison Battery Co. Son principe fut d'utiliser l'élément fer-nickel avec électrolyte alcalin. Il ajouta d'abord un chlorure de radium à une solution à 20 pour 100 de potasse ou de soude contenant un peu de lithine. Mais les résultats des expériences ainsi conduites furent incertains, et même souvent négatifs. L'auteur croit que les sels de l'électrolyte contenaient des traces de soufre qui précipitaient le radium à l'état de sulfate. Il eut alors l'idée d'imprégner, de la solution active, les séparateurs en bois disposés entre les plaques. Ces séparateurs, en bois de cyprès, reçurent chacun de 0,5 à 3 μ g de radium et chaque élément, ayant 11 électrodes, avait 10 séparateurs. Les expériences furent effectuées sur des batteries de démarrage de 70 A-h. Avec une charge de 0,5 à 1,5 μ g de radium par séparateur, aucune amélioration dans la capacité de la batterie ne fut observée, mais avec 3 μ g on obtint une grande augmentation de cette dernière, surtout pour les décharges intenses augmentation qui atteignit 61 pour 100. Tout semble se passer comme si la résistance intérieure de l'élément était diminuée ; pourtant la mesure, par la méthode de Kohlraush, de la résistance de l'électrolyte montre que cette dernière ne varie pas hors de la présence du radium. Comme la durée des séparateurs de bois est limitée, on a essayé de les faire en celluloïd, ébonite, liège ou même argile poreuse. Les résultats obtenus furent mauvais. L'auteur tenta alors de les construire en verre filé. Le tissu que cette matière permet d'obtenir est très souple, inattaquable et très poreux, mais il absorbe les radiations, et il fallut mettre, dans chaque séparateur, 4,5 fois plus de radium que dans les séparateurs de bois pour obtenir le même résultat. La fin de l'article indique les diverses tentatives que l'auteur effectua avec des séparateurs en verre sans plomb, plein, ou tissés ou mixtes, et donne les résultats quantitatifs des mesures faites sur des séparateurs de différents poids chargés de différents dépôts de radium : l'ionisation est proportionnelle à la teneur en radium et la radiation est inversement proportionnelle au poids du séparateur. Un autre auteur, H. Beckmann, termine l'article en commentant les résultats au point de vue pratique. — B. H.

621.314(064). — **Machines génératrices et appareils de transformation de la nature des courants** ; Ad. CURCHOD. *R. G. E.*, 22 mars 1924, t. XV, p. 501-517, 10 000 mots, 20 fig ; VIIe partie de « L'Électricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ». — Dans la première partie, il est question des commutatrices et des groupes convertisseurs, ce qui a amené l'auteur à parler en même temps des génératrices elles-mêmes. MM. Japy frères et Cie, par exemple, exposaient une commutatrice qui fonctionne également en dynamo polymorphique ; de même en ce qui concerne le matériel présenté par les Etablissements E. Ragonot ; l'auteur insiste, ici, sur les propriétés des divers types de génératrices pour télégraphie sans fil, pour téléphonie et qui figuraient dans ce stand. On retrouve un groupe dit amplificateur de courants électriques, également construit par les Etablissements E. Ragonot et créé par M. Monnier. Il est fait mention des groupes convertisseurs présentés par les Etablissements Bardon. Puis, suit une description des intéressantes machines de la Société alsacienne de Constructions mécaniques : la dynamo série à débit limité et l'alternateur à haute fréquence pour télégraphie sans fil. — La deuxième partie est consacrée à l'examen des redresseurs mécaniques de M. L. Rosengart, de M. F. Saldana et, à ce propos, est mentionné un mode de montage pour l'alimentation des sonneries en courant alternatif proposé par M. L. Neu. Dans la dernière partie sont décrits les clapets électrolytiques de la Société des Accumulateurs Heinz, les redresseurs à vapeur de mercure de la Société alsacienne de Constructions mécaniques et de la Verrerie scientifique, et les redresseurs « Tungar » exposés dans le stand de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston.

621.314. — **La dispersion dans les transformateurs à trois bobines coaxiales** ; O. COLARD. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, août-septembre 1923, t. I, (7e série), p. 273-276, 700 mots — Dans cette courte note, l'auteur effectue le calcul pour un transformateur dont chacun des noyaux porte trois bobines coaxiales occupant chacune toute la hauteur du noyau ; la bobine médiane constitue le secondaire, tandis que les première et troisième bobines, montées en série, constituent le primaire. Le calcul montre que ce montage, qui n'a que l'inconvénient d'exiger un allongement d'environ un quart de la longueur des portions de culasse comprises entre les noyaux, est avantageux au point de vue de l'utilisation du flux. — Y. G.

621 314. — **Transformateur à bain d'air et transformateur à bain d'huile** ; M. VIDMAR. *E. u. M.*, 10 février 1924, t. XLII, p. 78-82, 5000 mots. — Les électriciens éprouvent à l'égard du transformateur à bain d'air une répulsion que rien ne justifie ; celui-ci serait, dans les limites d'emploi compatibles avec les conditions d'échauffement, c'est-à-dire pour des puissances inférieures à 150 kv-A, nettement supérieur au transformateur à bain d'huile. — Le transformateur dans l'air ne nécessite ni cuve ni huile ; par contre, pour obtenir un refroidissement suffisant, il faut plus de matière active, fer et cuivre, que dans un transformateur dans l'huile. Il en résulte que, pour des puissances allant de 50 à 120 kv-A, les deux types représentent le même prix d'achat, l'avantage restant au premier au-dessous de 50 kv-A. En se plaçant uniquement sur ce terrain, il semblerait déjà que la préférence dût revenir au tranformateur dans l'air, en raison de sa simplicité de construction. Si on remarque, d'autre part, que les pertes y sont bien inférieures à celles qui se produisent dans un transformateur dans l'huile, on ne peut que se prononcer en sa faveur. Toutefois sa construction exige certaines précautions trop souvent négligées. Le refroidissement et l'isolation doivent être assurés d'une façon parfaite. L'auteur préconise, dans ce but, l'emploi de bobines concentriques qui permettent une circulation abondante de l'air. Pour éviter l'introduction de corps étrangers, d'insectes en particulier, et les risques de court-circuit qui en résultent, il est bon de prévoir une enveloppe constituée par un treillis métallique. — La tension limite qui convient à un transformateur dans l'air est d'environ 10 000 v. Dans ces conditions, s'il est construit rationnellement, il résiste beaucoup mieux que le transformateur dans l'huile. En cas

de perforation l'air se renouvelle rapidement tandis que l'huile se détruit en partie et les résidus ainsi produits restent dans la cuve. L'air est moins sensible que l'huile à l'humidification; à l'inverse de ce qui se passe pour l'huile, il n'y a pas lieu de procéder à son remplacement. Avec le transformateur dans l'air, pas d'opérations difficiles de levage et de séchage prolongé lors des réparations. — L'enroulement à haute tension n'est pas masqué par les parois d'une cuve opaque, la surveillance en est facilitée. C'est peut-être dans ce dernier avantage qu'il faut chercher les raisons de la défaveur du transformateur à bain d'air, car l'ingénieur, par une tendance toute humaine, accorde son entière confiance à un appareil dont il ne peut déceler les imperfections et qu'il a, par suite, lieu de supposer parfait tant qu'il ne se manifeste aucun trouble extérieur. — E. F.

621.314. — **L'autotransformateur monophasé**; P. Andronescu. *Bull. A.S.E.*, octobre 1923, p. 582-596, 6 000 mots, 19 fig. — Comme introduction à cette étude, l'auteur établit une classification des différentes façons dont un circuit monophasé peut être constitué au point de vue de l'arrangement (série, parallèle, série-parallèle) des résistances, inductances et capacités qu'il renferme. Il montre ensuite comment, dans les calculs, par l'introduction dans ceux-ci de l'impédance et de l'admittance, on peut établir un procédé de résolution des problèmes relatifs à ces circuits (relation entre la tension et le courant). Enfin, après avoir défini l'autotransformateur, son but, sa constitution, il applique ce procédé à la résolution du problème particulier de l'autotransformateur dans les deux manières principales de fonctionnement de ce dernier : *a*) en abaisseur, *b*) en élévateur de tension. Il montre qu'on peut traduire les équations d'analyse par un diagramme polaire en vue d'établir la dépendance entre la tension et l'intensité aux différentes charges, ainsi qu'entre ces deux grandeurs et les autres grandeurs caractéristiques du circuit. Ce travail est illustré de nombreuses figures et de diagrammes. — L. C.

621.311.7. — **Matériel destiné aux installations à très haute tension**; Ad. Curchod. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. xv, p. 211-222, 6000 mots, 16 fig. Ire partie de « l'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. » — Dans ces articles, l'auteur décrit le matériel destiné aux installations à très haute tension. Ce matériel peut être divisé en deux classes suivant qu'il se rapporte à la transmission de l'énergie par courants alternatifs ou à l'alimentation en courant redressé des ampoules à rayons X. La première classe peut elle-même être répartie en trois groupes, suivant que le matériel considéré sert à la production des courants à haute tension, a pour but la mise en circuit ou hors circuit ainsi que la protection des lignes de transmission, ou encore constitue la ligne de transmission. De là les quatre paragraphes de l'exposé qui suit. Dans le premier, est signalé le transformateur de 1 725 kv-A, pour 60000 v, de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Dans le second, sont décrits le poste de coupure à 150 000 v des Ateliers de Constructions électriques de Delle, le disjoncteur à 60 000 v de La Métallurgique électrique, les appareils de protection de la Société générale des Condensateurs électriques et de la Protection électrique Capart-Dubilier, le parafoudre à oxyde de plomb de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston. Les câbles pour courants triphasés à 60 000 v des Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont et les câbles à un conducteur pour 60 000 v de la Société Geoffroy et Delore, sont décrits dans le troisième paragraphe. Enfin, dans le dernier, on trouvera la description du matériel des Etablissements Gaiffe-Gallot et Pilon permettant l'obtention de courant redressé avec une différence de potentiel de 250000 v et celle de l'appareil de MM. Drault et Ch. Raulot-Lapointe ournissant du courant redressé à une tension de 80000 v.

621.311.7. — **Appareillage électrique, interrupteurs, disjoncteurs, dispositifs de commande et de réglage**: Ad. Curchod. *R. G. E.*, 23 février 1924, t xv, p. 296-306, 5000 mots, 18 fig., IIIe partie de « L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. ». — Dans cet article, le lecteur trouvera la description de l'interrupteur à mercure présenté par la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels, puis celle de divers types de disjoncteurs : disjoncteur extra-rapide de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, disjoncteur pour 15 000 A de la Société industrielle des Téléphones, disjoncteur « carter » Vedovelli et autres appareils exposés dans le stand de la Compagnie générale d'Electricité, disjoncteur à commande à distance pour 20 000 A de la Compagnie française pour l'Exploitation des Procédés Thomson-Houston, disjoncteur de la Manufacture d'Appareils électriques S. Iliyne Berline. Dans la troisième partie de l'article, sont décrits quelques dispositifs de commande automatique et à distance de Japy frères et Cie, de la Manufacture d'Appareillage électrique S. Iliyne Berline et de la Cambridge and Paul Instruments Company. Viennent, enfin, les descriptions des dispositifs de réglage : le régulateur Cuénod, présenté par la Compagnie générale d'Entreprises électriques, et un élément de jeu d'orgue pour les circuits d'éclairage des théâtres de la Compagnie générale des Travaux d'Eclairage et de Force.

621.315.2. — **Fils et câbles**; Ad. Curchod. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 255-256, 1 200 mots, 1 fig., IIe partie de « L'Electricité à l'Exposition de Physique et de T. S. F. — L'auteur rappelle tout d'abord les problèmes techniques que soulève l'emploi des fils et des câbles dans les diverses branches de l'électricité. Il signale ensuite les fils, câbles et cordons des Etablissements Alliot, Roll et Cie, les fils émaillés de la Compagnie générale de l'Electricité, les fils,émaillés et les câbles à 60 000 v de la Société Geoffroy-Delore, enfin, les fils en fer électrolytique que fabriquent les Aciéries et Forges de Firminy pour la confection des câbles téléphoniques Krarup.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33.00 3. — **Les économies réalisées avec de nouveaux équipements de tramways**; R. Stuart Pilcher. *Electrical Review*, 7 septembre 1923, t. xciii, p. 370-372, 2800 mots. — Cet article est un extrait d'un rapport présenté à la session annuelle de « The municipal Tramways Association » et un résumé de la discussion qui a suivi. L'auteur du rapport compare les résultats obtenus, après dix-huit mois d'exploitation, entre les anciens tramways et les nouveaux. Les anciens tramways sont équipés avec des moteurs G. E. 54 de 25 ch et Brush 1 002 B de 28 ch; les trucks sont du type Brill 21 E et du type Brush, dans les deux cas avec un empattement de 1,83 m. Les nouveaux tramways sont plus légers, la réduction de poids ayant porté à la fois sur la partie électrique et sur la partie mécanique, afin que la hauteur du centre de gravité ne varie pas sensiblement, elle est de 1,54 m au-dessus du niveau des rails pour les anciens tramways et de 1,52 m pour les nouveaux. La réduction de poids est de 1626 kg (11227 kg pour les anciens tramways et 9601 kg pour les nouveaux) dont 558 kg pour les moteurs et les trucks. Les nouveaux moteurs sont du type à carcasse en une seule pièce, avec pôles auxiliaires; leur poids complet, avec engrenages et carter, est de 750 kg contre 787 kg pour les anciens et leur puissance est le double grâce à l'efficacité de la ventilation et à l'emploi des pôles auxiliaires. L'élévation moyenne de température pour les nouveaux moteurs après seize heures de marche est de 48° C contre 67° C pour les anciens. Parmi les chiffres donnés par l'auteur, notons encore que les rapports de réduction utilisés sont respectivement de 4,75 et 4,5 pour les anciens et les nouveaux moteurs, que les consommations d'énergie en kilowatts-heure par mile-voiture sont respectivement de 1,24 kw-h et 1,18 kw-h, et que les vitesses respectives correspondantes sont 650 t : mn et 850 t : mn. Quant aux économies réalisées avec le nouveau matériel, le tableau ci-après les montre clairement :

Dépenses annuelles d'entretien par voiture pour les moteurs et les trucks.

	Ancien modèle Livres	Shillings	Pence	Nouveau modèle Livres	Shillings	Pence
Huile de graissage.....	1	13	6	0	16	9
Graissages (salaires)...	1	0	0	0	15	6
Examen et entretien des paliers de moteurs...	5	5	4	1	15	1
(Travail et matières premières)	(sur une base de 6 mois)			(sur une base de 3 ans)		
Réparations d'induits..	3	7	3	1	13	9
Consommation d'énergie pour un parcours moyen de 44 051 miles.	17	4	0	16	7	0
Entretien sur les trucks (retournage des bandages)............	8	9	10	0	0	0
Total...... £	36	19	11	£ 21	8	1

Soit une économie annuelle, par voiture, de 15 livres, 11 shillings, 10 pences. Il y a lieu d'ajouter les économies réalisées sur l'entretien de la voie, car les nouveaux tramways ayant des trucks à plus grand empattement fatiguent moins les rails. En outre, sept des nouvelles voitures font le même service que huit des anciennes, ce qui donne encore une économie de salaires pour les wattmen et contrôleurs se montant 0,7 pence par mile voiture pour l'ensemble du réseau. Au point de vue mécanique, les nouvelles voitures sont à trucks à deux essieux radiaux de 2,60 m d'empattement avec des roues de 625 mm de diamètre au roulement. On a étudié à Edimbourg la question de la suspension des tramways et des essais sont en cours avec des voitures munies de roues dans lesquelles un anneau élastique en caoutchouc est placé entre le bandage et le centre de roue, dont la liaison électrique reste toujours assurée. Ces essais n'ont pas encore duré suffisamment pour permettre de se faire une opinion bien nette sur l'économie de ce procédé. L'auteur termine en disant qu'un ingénieur peut très bien demander le remplacement d'un vieux matériel lorsqu'il prévoit, avec du matériel neuf des économies qui seront équivalentes aux charges du capital engagé dans cette opération. — J. S.

621.335 (73). — Locomotives d'essais monophasés, pour la Compagnie du Chemin de fer de Pensylvanie. *Electric Railway Journal*, 26 janvier 1924, t. LXIII, p. 133-134, 1500 mots, 6 fig. — Ces trois locomotives construites dans les ateliers d'Atoona de la compagnie sont destinées, l'une au service des marchandises et est alimentée en courant monophasé; les deux autres, après essais, seront employées au service des voyageurs sur la section terminus de la ligne et dans le tunnel de New-York et seront alimentées en courant continu. Ces trois locomotives sont du même type 1-D-1 et de construction identique au point de vue de la partie mécanique; en ce qui concerne l'équipement électrique, les moteurs et tous les autres accessoires sont les mêmes pour permettre l'interchangeabilité. Le poids de ces locomotives est de 200 t environ. Chacune est équipée avec quatre moteurs attaquant deux par deux par engrenages un faux essieu placé extérieurement aux roues motrices et qui transmet le mouvement à celles-ci par une bielle. Les rapports d'engrenages sont de 30/118 pour la locomotive à marchandises et de 50/98 pour celles à voyageurs. Les moteurs étant fixés dans un berceau solidaire du châssis de la locomotive, la liaison élastique entre eux et les roues est assurée au moyen de ressorts placés au centre de la roue dentée et de pignons flexibles. Les moteurs monophasés ont une puissance continue de 760 ch chacun. Ils sont à ventilation forcée, l'air étant aspiré à travers le moteur. Le transformateur employé est à huile et à refroidissement forcé. La cuve du transformateur est construite dans la locomotive et le couvercle forme une partie du toit de la cabine. Les caractéristiques de marche de cette locomotive avec roues motrices de 2,08 sont :

Service :	unihoraire	continu.
Effort de traction, en kilogrammes....	28 000	22 500
Vitesse, en kilomètres par heure......	31,5	37
Effort de traction maximum (pour 33 pour 100 d'adhérence), en kilogrammes..........	45 400	
Vitesse maximum, en kilomètre par heure...........................	56	

Les locomotives destinées à fonctionner en courant continu auront les mêmes moteurs de traction et groupes ventilateurs que celle à marchandises. Les autres parties de l'équipement électrique seront, autant que possible, interchangeables avec celles des locomotives actuellement utilisées sur la section terminus de la ligne. Elles sont à commande électro-pneumatique et comportent des contacteurs normalisés pouvant supporter 3 000 A, d'une façon continue ce qui est le maximum atteint à ce jour par un appareil de ce genre. L'équipement électrique de ces trois locomotives a été construit par la Compagnie Westinghouse. — J. S.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.394.73 (4). — Le réseau européen de câbles pour les transmissions télégraphiques et téléphoniques à grande distance; CRAEMER. *E. T. Z.*, 13 et 20 septembre 1923, t. XLIV, p. 859-864 et 875-879, 7 200 mots, 14 fig. — L'auteur signale d'abord tout l'intérêt de la question des câbles télégraphiques ou téléphoniques et se plaint que, par suite de la guerre, aucun travail nouveau n'ait été exécuté depuis dix ans. Pourtant, l'Amérique annonce l'installation de la ligne New-York-San Francisco, de plus de 5000 km de longueur, qui prouve bien la possibilité de téléphoner à grandes distances. Il discute ensuite les résultats de la conférence de Paris de mars 1923 et accuse la France de vouloir prendre, dans le réseau projeté, la place qui revient à l'Allemagne de par sa situation géographique. L'Allemagne n'était d'ailleurs pas représentée à cette conférence qui réunissait des techniciens de Belgique, d'Angleterre, de France, d'Italie, de Suisse et d'Espagne. Comme l'Angleterre, l'Italie et l'Espagne ne jouent aucun rôle comme pays intermédiaires, comme la France n'a qu'un réseau de câbles incomplet et comme la Belgique et la Suisse sont de peu d'importance, aucun des pays représentés ne pouvait proposer d'être point de jonction. Tout l'article tend à montrer que l'Allemagne doit servir de nœud dans le réseau européen projeté. Un tableau donne les distances entre capitales européennes et des cartes indiquent le tracé des câbles dont on envisage la pose dans les différents pays. Etudiant plus particulièrement le cas de son pays, l'auteur montre l'avantage que le câble réalise sur la ligne aérienne, à nombre de transmissions égal. Le câble ne mérite pas le qualificatif d'article de luxe que lui décerne la presse française et un tableau tiré des « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones » 1922, fascicule 3, montre que le câble à 100 paires, pupinisé et muni d'amplificateurs tous les 100 km, est environ deux fois meilleur marché que les autres dispositions employées : fil aérien en cuivre de 2 mm avec amplificateurs tous les 400 km, fil aérien en cuivre de 3 mm sans amplificateurs, fil aérien en cuivre de 5 mm sans amplificateurs. Pour une ligne de 900 km de longueur, les chiffres de la dépense entraînée sont entre eux comme 7,45 (câble), 10,81 (fil de 2 mm), 15,11 (fil de 3 mm), 19,60 (fil de 5 mm). Un tableau donne, pour les différents pays, la longueur des lignes doubles rapportée au kilomètre carré de superficie. L'auteur indique enfin le tracé proposé pour les grandes lignes : Londres, Hambourg, Saint-Pétersbourg (3 800 km); Londres, Berlin, Constantinople (4 300 km); Londres, Amsterdam, Rome (2 000 km); Londres, Paris, Madrid (1 700 km); Francfort, Nuremberg, Vienne, Budapest (950 km); Paris, Berlin, Varsovie (1 150 km); Paris, Prague, Lemberg (1 400 km); Christiania, Hambourg, Vienne (1 800 km); Stockholm, Berlin, Munich, Rome (2 600 km) qui empruntent autant que possible le passage en Allemagne. L'article se termine par une violente attaque

contre les prétentions de la France et un exposé des revendications allemandes. — B. H.

621.394.441. — Opinion de Pupin sur l'avenir des lignes aériennes et des câbles pupinisés. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet 1923, t. XII, p. 875-876, 600 mots. — Dans un article publié dans la revue « Das Fernkabel », Pupin a retracé l'historique de ses recherches à propos des câbles téléphoniques et donne son opinion sur l'avenir des communications télégraphiques et téléphoniques par câbles qui semblent rentrer à notre époque dans une période de développement intense. La note qui nous occupe reproduit les points principaux de cet article, — Y. C.

621.394.64. — L'application d'un tambour magnétique tournant aux relais électriques, siphons recorders et manipulateurs de transmission radiotélégraphique. *R. G. E.*, 5 janvier 1924, t. XV, p. 21-27, 2 500 mots, 15 fig. Analyse d'un article de N.-W. Mc Lachlan, publié dans *J. I. E. E.*, août 1923, t. LXI, p. 903-928, 14 000 mots, 40 fig.

621.395.34. — Un nouveau système de téléphonie automatique directe. *Sincronizzando*, mai 1923; bibliographié dans *Le Génie civil*, 21 juillet 1923, t. LXXXIII, p. 71-72, 200 mots. — Il s'agit d'un système automatique qui est en fonctionnement depuis quelque temps dans certains bureaux d'Italie et qui permet la communication directe de bureau à bureau sans intermédiaire, ainsi que les communications collectives entre un bureau central et les postes secondaires. Il remplit donc le même rôle que, par exemple, le système Dardeau bien connu en France, mais sa manœuvre est plus simple. Une pression sur un bouton suffit, en effet, pour donner instantanément la communication avec un correspondant ; en pressant sur plusieurs boutons, on peut obtenir plusieurs correspondants à la fois. De plus, le poste directeur peut faire cesser la communication directe et orienter celles-ci vers les services intéressés. Ceci permet d'éviter les attentes inutiles pour les communications qui peuvent être transférées. Signalons, enfin, que les communications restent secrètes vis-à-vis des postes qui n'ont pas été appelés. — Y. G.

621.396.5.613.3. — Les microphones pour la téléphonie sans fil; P.-P. Eckersley. *Electrician*, 11 janvier 1924, t. XCII, p. 35, 1 800 mots. — Autrefois, les microphones destinés aux communications téléphoniques devaient être étudiés pour permettre la transmission pure d'une certaine bande, relativement peu étendue, de fréquences audibles. Au contraire, les microphones destinés aux transmissions radiophoniques de concerts doivent permettre la transmission pure d'une bande beaucoup plus étendue des fréquences audibles et le tout avec une intensité uniforme, c'est dire que l'appareil ne doit pas présenter de résonance pour aucune de ces fréquences. Il résulte de ces observations que le microphone doit être parfaitement apériodique, mais on sait que cette apériodicité ne s'obtient qu'avec une perte de sensibilité ; heureusement, l'amplificateur à lampes permet d'augmenter le domaine des variations d'une manière considérable ; cependant, il faut alors prendre soin d'éviter toute distorsion. Une amplification trop grande amène d'ailleurs d'autres perturbations dont l'effet est nuisible. L'auteur mentionne particulièrement deux types de microphones qui ont fait leurs preuves. Le premier est celui de la Western Electric C° ; c'est un microphone ordinaire à granules de charbon fonctionnant d'une manière différentielle, c'est-à dire qu'il possède deux séries de granules, une de chaque côté du diaphragme. Ce dernier est fixé de telle manière et ses dimensions sont telles que sa fréquence propre de vibration est de l'ordre de 10000 p : s, au lieu de l'ordre de 1000 : s, ordinairement adoptée ; il en résulte que, pour les fréquences audibles, l'apériodicité parfaite est réalisée. L'amplificateur utilisé est à trois étages ; les lampes sont réglées pour fonctionner dans la partie rectiligne de leur caractéristique ; l'amplification est réglable à l'aide d'un potentiomètre ; suivant la voix à transmettre, l'ingénieur peut disposer dans une certaine mesure du degré d'amplification. L'autre type de microphone est dû à M. Sykes ; l'appareil consiste en un anneau de fil d'aluminium placé dans un fort champ magnétique. Le mouvement de cette bobine est libre et les variations de la pression due au son la déplacent dans le champ magnétique ; elle est alors le siège d'une force électromotrice due à ce déplacement. En désignant par F la force agissant sur la bobine, on peut écrire

$$F = m\,\frac{d^2x}{dt^2},$$

$\frac{d^2x}{dt^2}$ étant l'accélération de la masse m ; or la force F est telle que

$$F = A \sin pt,$$

d'où

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{A}{m} \sin pt$$

et

$$\frac{dx}{dt} = \frac{A}{pm} \cos pt \text{ (au signe près) ;}$$

cette valeur de la vitesse est proportionnelle à la force électromotrice induite E ; on voit ainsi que E est proportionnelle à $\frac{1}{p}$ et que l'influence des basses fréquences est prédominante. Pour corriger ce défaut, l'inventeur utilise « un circuit de correction » sur la première lampe de l'amplificateur. L'accouplement est tel que les tensions de la plaque soient proportionnelles à $p\,L\,i$, i étant le courant venant du microphone ; comme ce dernier est proportionnel à $\frac{1}{p}$, les tensions de l'amplificateur sont indépendantes de p et toutes les fréquences sont amplifiées dans le même rapport. La difficulté qui reste à surmonter consiste en la réalisation d'un type de transformateur utilisable dans de bonnes conditions sur une gamme de fréquences variant entre 30 et 10 000 p : s. — E. B.

621.395.5. — La téléphonie à grande distance; K.-W. Wagner. *E. T. Z.*, 3 et 10 janvier 1924, t. XLV, p. 1-6 et 25-29, 11 600 mots, 15 fig., 7 tab. — L'article écrit par le président de l'Office national technique allemand des Télégraphes donne l'état actuel de la téléphonie à grande distance. L'introduction contient d'abord une statistique. Il existe dans le monde entier 20,85 millions de postes téléphoniques d'intercommunication ; 25,4 pour 100 sont en Europe, et 63,9 pour 100 aux Etats-Unis d'Amérique. Pour les postes européens, 34 pour 100 sont en Allemagne, 18,5 pour 100 en Angleterre et 9 pour 100 en France. Par kilomètre carré de superficie, le Danemark a 5,35 km de ligne, la Hollande 4,17 km, l'Allemagne 3,31 km et les Etats-Unis 0,77 km. La plupart des lignes sont aériennes, quoique les câbles soient d'un emploi justifié et à conseiller. La ligne établie en câble n'aurait besoin que d'un conducteur de 1 mm de diamètre et permettrait de très grandes distances de transmission avec le concours de dispositifs compensateurs et amplificateurs. La pratique américaine et les expériences effectuées au cours de ces dernières années permettent d'envisager avec certitude le développement d'un vaste réseau transeuropéen. L'auteur étudie ensuite sommairement le problème de la téléphonie au point de vue pratique. Généralement la puissance à l'émission P_e est comprise entre 0,1 mw et 15 mw et celle nécessaire pour donner une audition suffisante P_r est d'au moins 0,002 mw. On pose $\frac{P_e}{P_r} = e^{2b}$, b étant l'amortissement qui est lui-même proportionnel à la distance. Donc $b = \beta l$, l étant la distance et β le coefficient

d'affaiblissement; ce facteur est donné avec une approximation suffisante par la formule

$$\beta = \left[\frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}\right]\left[1 - \frac{a^2}{8\omega^2}\right],$$

où ω est la pulsation et $a = \frac{R}{L} - \frac{G}{C}$; les autres lettres représentent les valeurs linéiques ; R, de la résistance ; L, de l'inductance; G, de la perditance et C, de la capacité. Diverses expériences effectuées sur les câbles courants ont fixé comme valeur du coefficient d'affaiblissement (l devant être exprimé en miles) $\beta = 0,109$ pour les types américains et 0,106 pour les types anglais. La fréquence des vibrations acoustiques varie entre 350 et 5700 p : s et même 9000 p : s. Cependant la plus importante ou prédominante est 800 p : s. Un tableau indique, pour des fréquences maxima décroissantes, les déformations successives de la parole. Comme l'amortissement b ne doit pas dépasser 1,5, les portées maxima permises par les différents coefficients d'affaiblissement β, sont données par $l_m = \frac{1,5}{\beta}$; on obtient ainsi 180 km pour une ligne en fil de bronze de 2 mm de diamètre et 750 km pour 5 mm de diamètre, 80 km pour une ligne en fil de fer de 3 mm de diamètre, 13 km pour un fil de câble de 0,6 mm de diamètre isolé au papier. On est donc forcé, pour réaliser directement des distances de transmission supérieures à celles indiquées, de réduire l'affaiblissement. Les procédés Krarup et Pupin augmentent la self-induction des lignes l'un par un fil magnétique enroulé autour du conducteur, l'autre par des bobines de self-induction insérées dans les lignes à des intervalles convenablement choisis. L'auteur étudie cette question au point de vue technique et en indique les applications. On peut aussi obtenir indirectement les grandes distances de transmission par l'emploi d'amplificateurs. Un paragraphe fait l'historique des amplificateurs et décrit les montages dits à deux fils et à quatre fils pour permettre l'amplification dans les deux directions d'échange de communications. La dernière partie contient surtout une description des dispositifs allemands. Les bobines de Pupin sont placées sur les câbles tous les 2 km ; leur constante de temps $\frac{L}{R}$ est de 0,02 s pour la fréquence de 800 p : s ; grâce à l'emploi de fer pulvérulent pour le noyau magnétique, leur réactance varie assez peu avec la fréquence : elle est, à 2000 p : s, 1,65 fois plus grande qu'à 500 p : s. Des dispositifs de compensation diminuent les perturbations déterminées par les transmissions étrangères. La déformation de la parole et la fréquence limite correspondant au câble normal allemand sont indiquées. On a récemment mis en service la téléphonie par courants porteurs à haute fréquence dont l'auteur dit quelques mots. Une société propose un générateur d'oscillations constitué par une machine à haute fréquence, avec modulation magnétique qui donnerait de bons résultats. L'auteur conclut en formulant son opinion sur un avis de la conférence de Paris de mars 1923, qui fixait à 1600 km la distance de transmission maximum possible avec câble. Il croit que cette distance peut être largement dépassée et que l'on peut envisager avec confiance la réalisation de communications transeuropéennes. — B. H.

621.396.11. — Théorie de la télégraphie sans fil. Solutions graphiques de quelques équations différentielles s'y rapportant. *Electrician*, 8 février 1924, t. XCII, p. 158-159, 1900 mots, 5 fig. — La théorie des générateurs à haute fréquence à ondes entretenues conduit à l'équation différentielle $\frac{d^2p}{dt} + f(p)\frac{dp}{dt} + m_2 p = 0$; la forme de la fonction f dépend de la disposition du circuit d'utilisation du courant qui peut être en dérivation ou en série avec le circuit en résonance. En posant $t = \frac{\omega}{m}$, l'équation ci-dessus devient :

$$\frac{d^2p}{d\omega^2} + \frac{f(p)}{m}\frac{dp}{d\omega} + p = 0;$$

on a, d'une façon générale,

$$\frac{ds}{d\omega} = p + \frac{d^2p}{d\omega^2}$$

et la deuxième équation devient

$$\frac{ds}{d\omega} + \frac{f(p)}{m}\frac{dp}{d\omega} = 0;$$

d'où

$$s + \frac{1}{m}\int f(p)\,dp = A$$

et c'est de cette équation que l'auteur cherche une solution graphique. — E. B.

621.396 662.3. — Théorie des filtres électriques; Ch. Lange. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1923, t. XII, p. 1256-1292, 7500 mots, 37 fig. — Ces appareils sont de plus en plus utilisés, aussi bien pour les radiocommunications que pour les transmissions de plusieurs communications télégraphiques et téléphoniques sur la même ligne. Pour étudier leur fonctionnement, on peut leur appliquer les formules générales établies par Kennelly au sujet du calcul des lignes artificielles. C'est ce que fait l'auteur après avoir repris, en quelques pages, l'établissement de ces formules. Il considère alors les lignes artificielles dont la résistance est négligeable et les désigne par filtres. Il montre que, pour chaque fréquence, une quelconque de ces lignes se ramène à une ligne plus simple qu'il désigne par « filtre équivalent au filtre donné à la fréquence considérée » ; cette réduction conduit à quatre types de filtres équivalents distincts dont deux seulement sont efficaces. Il fait, à ce propos, la distinction entre les filtres théoriques, qui correspondent à la définition ci-dessus et les filtres réels, donnant des résultats pratiques; parmi ceux-ci, il étudie plus particulièrement les filtres « passe-haut », laissant passer les courants de fréquence supérieure à une fréquence donnée; les filtres « passe-bas », laissant passer les courants de fréquence inférieure à une fréquence donnée et, enfin, les filtres « de bande » laissant passer les courants dont la fréquence est comprise entre deux valeurs données (les deux premières appellations sont calquées sur les noms américains : hight-pass filter et low-pass filter). Il reproduit les schémas de ces différents filtres qui sont tous des combinaisons plus ou moins simples de lignes artificielles en T ou en Π. L'impédance caractéristique de ces filtres, envisagée dans la dernière partie de cet article peut se définir de deux façons : l'une convient à tous les cas, mais seulement en dehors de la zone de filtrage; l'autre vient préciser la première et n'est valable, au contraire, que dans cette zone. L'auteur envisage ensuite ce qui arrive si, au lieu des impédances caractéristiques, on considère les impédances à l'émission. — On pourra utilement se servir de cette théorie pour la résolution de divers problèmes relatifs aux filtres, en particulier, pour l'établissement d'un filtre en vue d'un résultat bien déterminé ou pour rechercher quels sont les changements apportés par l'un de ces appareils sur un réseau auquel il doit être connecté. — B. E.

621.396.663. — Radiogoniométrie des ondes entretenues de 200 m et au-dessous. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. XV, p. 202. Communication présentée par du Bourg de Bozas à la séance du 2 février 1924 de la Société française des Electriciens.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.1 + 624.211. — Contribution à la recherche des tensions dans les goussets d'assemblage des nœuds des ouvrages métalliques en treillis; Th. Wyss. *Schweizerische Bauzeitung*, 15 septembre 1923, t. LXXXII, p. 133-136, 3200 mots, 8 fig. — Le schéma de la poutre d'épreuve, le cas de charge choisi et les détails du nœud 4 A sont représentés en figures 1 et 2. Le gousset avait 12 mm d'épaisseur; sa surface avait été polie et soigneusement quadrillée. De la mesure des déformations horizontales, verticales et diagonales de ce quadrillage, on déduisait la valeur et la direction des tensions. Ceci permettait de tracer leurs trajectoires (fig. 2) et d'en déduire, pour une série de sections horizontales, verticales ou diagonales, la répartition des extrémités normales et de cisaillement avec la détermination des zones tendues ou comprimées. Pour les régions recouvertes, on ne pouvait procéder que par approximation et étudier seulement des valeurs probables. Un travail analogue fut fait pour les barres constituant la poutre, sauf qu'on ne mesura pas les déformations transversales et que, de ce fait, les valeurs des tensions sont entachées de petites erreurs. Les résultats de ce travail sont consignés en figure 3 et rapprochés de ceux que donneraient les méthodes usuelles de calcul, soit qu'on suppose un nœud articulé, soit qu'on suppose un nœud élastique. On remarquera que, dans les membrures, les mesures et les calculs (dans l'hypothèse d'une articulation) donnent des valeurs de fatigues normales assez concordantes; on y remarquera aussi l'influence du rivetage. Dans les diagonales et le montant, les fatigues normales mesurées sont sensiblement supérieures aux fatigues calculées. D'une façon générale, les fatigues normales, contrairement à ce qu'enseigne la théorie, ne varient pas linéairement. Les fatigues tangentielles dans le gousset varient (exception faite pour les déformations dues aux trous de rivets) suivant une courbe à peu près parabolique. La simple inspection de la figure nous indique que les contraintes maxima peuvent se rencontrer dans la partie médiane du gousset. — Il n'est guère possible de tirer de là une formule donnant, le long d'une section particulière, la répartition des tensions dans un cas de charge déterminé. Elle se présenterait sous une forme trop complexe pour offrir le moindre intérêt pratique. Dans l'établissement d'un projet, on apportera toute son attention aux zones les plus fortement exposées; on considérera, en particulier, que certaines régions alternativement tendues et comprimées, sont placées, de ce fait, dans de très mauvaises conditions de résistance. L'auteur donne les deux formules suivantes applicables aux sections F et F_A.

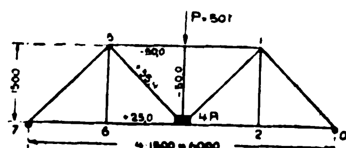


Fig. 1. — Schéma de la poutre d'épreuve avec indication du cas de charge étudié.

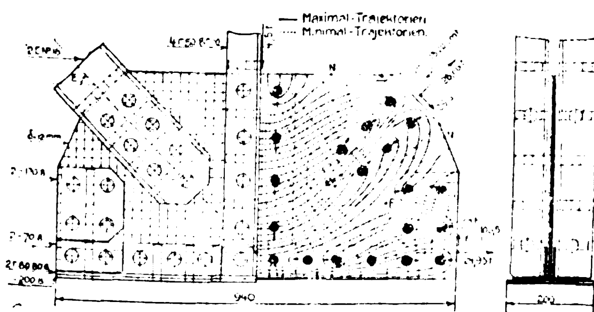


Fig. 2 — Disposition générale de l'assemblage 4 A (partie gauche) et tracé (partie droite).

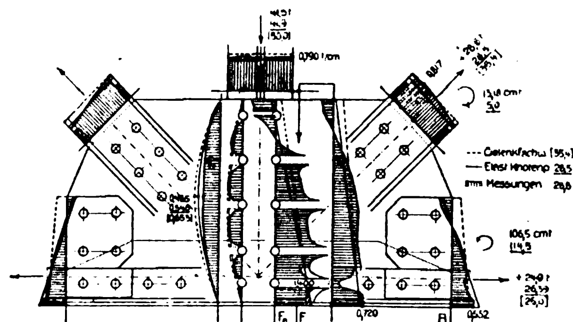


Fig. 3. — Résultats de mesures et de calculs : Forces élastiques, moments, fatigues normales τ et fatigues tangentielles σ. Gelenkfachw, nœud articulé; Elast. Knotenp, nœud élastique; Messungen, mesures.

Contrainte aux bords. $\sigma = \dfrac{D \cos \varepsilon + U}{F} \pm \dfrac{M_s \eta}{J}$

Contrainte dans la zone moyenne. $\sigma = \dfrac{D \cos \varepsilon + U}{F}$, $\quad t_{\max} = \dfrac{3}{2} \dfrac{D \sin \varepsilon}{F_s}$

où D est l'effort développé dans la diagonale; U, l'effort développé dans la membrure inférieure; M_s, le moment par rapport au centre de gravité; F_s, la section transversale médiane du gousset; F, la section pour le point considéré; J, le moment d'inertie de cette section; ε, l'angle de la diagonale et de l'horizontale; η, la distance de l'axe neutre au point extrême. Ces diverses forces peuvent être déterminées au moyen des lignes d'influence. — E. F.

621.315.14 : 674.714. — Durabilité des poteaux en bois pour lignes aériennes; Fr. Moll et Vaupel. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. XLIV, p. 1050-1051, 900 mots, 1 fig. — Fr. Moll donne ses appréciations personnelles sur l'article de Vaupel paru dans l' « E. T. Z. », du 1er mars 1923, p. 189. Il critique les divers calculs de résistance et les ténacités fixées pour plusieurs essences. Il trouve surtout exagérée la durabilité moyenne des poteaux en bois imprégnés au goudron à raison de 250 kg par mètre cube, durabilité que l'auteur a estimée à 35 ans, alors qu'elle ne dépasse pas 25 ans. L'article contient, dans sa deuxième partie, la réponse de Vaupel. — B. H.

SECTION DE LÉGISLATION

351.714.52. — Sur les droits d'investigation des agents des contributions. *R. G. E.*, 27 octobre 1923, t. xiv, p. 648, 300 mots.

351.715.1. — A propos des tarifs douaniers concernant l'industrie électrique. *R. G. E.*, 3 novembre 1923, t. xiv, p. 651, 400 mots.

351.715.1. — Sur la détermination de la valeur imposable des marchandises taxées à la valeur, importées de pays passibles du tarif général. *R. G. E.*, 6 octobre 1923, t. xiv, p. 519-520, 250 mots.

621.316 : 347.424. — Jugement du Tribunal de Commerce d'Aix admettant la sécheresse de 1921 comme cas de force majeure. *R. G. E.*, 29 septembre 1923, t. xiv, p. 476-479, 2 500 mots.

383.4. — Sur le rattachement à un réseau téléphonique général d'un abonné d'un bureau à service restreint pendant les heures de fermeture de son bureau d'attache. *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. xv, p. 119, 350 mots.

351.817 : 621.396. — Arrêtés du 12 décembre 1923 relatifs aux postes radioélectriques privés. *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 80, 600 mots.

351.817 : 621.396. — Décret du 14 décembre 1923 fixant la redevance applicable aux postes radio récepteurs privés destinés à des auditions publiques ou payantes *R. G. E.*, 12 janvier 1924, t. xv, p. 80, 150 mots.

351.817 : 621.396 — Décret du 24 novembre 1923 réglementant l'établissement et l'usage des postes radioélectriques privés. *R. G. E.*, 26 janvier 1924, t. xv, p. 156-159, 4200 mots.

347.771 (71). — Les brevets d'invention au Canada; R.-A. Robic. *Science et Industrie*, 30 septembre 1923, t. vii, p. 247-248. — Nous signalons cette note, bien qu'elle ne soit pas très étendue, en raison de l'intérêt qu'elle peut présenter pour les inventeurs français qui désireraient prendre des brevets dans ce pays. Les droits des étrangers sont les mêmes, sur ce point, que ceux des nationaux et le Canada offre à l'inventeur étranger un champ très vaste. — Y. G.

351.718. — Sur la perception des intérêts de retard concernant les droits d'enregistrement. *R. G. E.*, 16 février 1924, t. xv, p. 280, 200 mots.

621.315.14 : 351.712.2.028. — Cahier des charges pour la fourniture des poteaux en béton armé. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. xv, p. 473-476, 2 400 mots, 3 tab. — Ce cahier des charges a été arrêté par le Comité de Direction de l'Union des Syndicats de l'Electricité le 6 juin 1923 et modifié le 6 février 1924 sur étude de la vingt-troisième Commission de l'Union. Le texte reproduit est le modèle définitif que les parties contractantes devront observer.

347.714. — Sur l'application de la loi du 1er juin 1923 concernant le registre du commerce. *R. G. E.*, 19 janvier 1924, t. xv, p. 119-120, 600 mots.

621.347 : 347.735. — Décret du 13 décembre 1923 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 2 août 1923 facilitant, par des avances de l'Etat, la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes. *R. G. E.*, 2 février 1924, t. xv, p. 194-197, 4000 mots.

347.471.5 : 621.347. — Instructions déterminant la voie à suivre par les collectivités qui veulent créer un réseau rural de distribution d'énergie électrique. *R. G. E.*, 9 février 1924, t. xv, p. 238-240, 2300 mots.

621.311 : 351.838.1. — Décret du 30 janvier 1924 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 23 avril 1919 sur la journée de huit heures dans les entreprises de production et de distribution d'énergie électrique des départements autres que ceux de Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. *R. G. E.*, 15 mars 1924, t. xv, p. 485-487, 3 500 mots.

621.316 : 351.712.2.033.5. — Sur la possibilité de majorer, par avenant, les frais d'entretien des branchements extérieurs. *R. G. E.*, 18 août 1923, t. xiv, p. 240, 150 mots.

621.31 : 351.82. — Le développement de la législation électrique dans différents pays; G. Siegel. *Bulletin A. S. E.*, octobre 1923, t. xiv, p. 573-582, 5 560 mots. — Examen d'ensemble de la législation et du développement de l'industrie électrique dans les pays suivants : Suisse, Allemagne, Ville libre de Dantzig, Autriche, Tchéco-Slovaquie, Hongrie, Yougo-Slavie, Roumanie, Grèce, Pologne, Russie, Suède, Norvège, Danemark. — L. C.

621.31 : 351.82. — Le développement de la législation des distributions d'énergie électrique dans les différents pays; G. Siegel. *Bull. A. S. E.*, novembre 1923, t. xiv, p. 609-618, 6 000 mots. — L'auteur a déjà traité, dans le numéro précédent, la législation des distributions d'énergie électrique dans les pays de l'Est, du Nord et du Centre de l'Europe. Il passe, dans cet article, aux autres pays de l'Europe, à ceux de l'Amérique du Nord et du Sud, de l'Afrique du Sud, des Indes, du Japon et de l'Australie. — C'est l'Angleterre qui possède la législation la plus ancienne et la plus détaillée : la première de ses lois date de 1882. Pour la Hollande, c'est surtout au cours des dix dernières années qu'elle se précisa. En Belgique, elle n'est guère circonstanciée, mais un organe, la « Députation permanente » détermine les besoins des consommateurs divers et préside à l'électrification. En Italie, la première loi date de 1894, mais, depuis 1919, l'aménagement des chutes d'eau est fait par l'Etat ou donne lieu à une redevance. En Espagne, la concession des chutes d'eau est régie par l'ordonnance royale de 1921 ; les tarifs maxima et minima doivent être déterminés et les usines hydrauliques deviennent, au bout de 65 années, la propriété de l'Etat qui se réserve un droit d'achat de l'énergie produite. Au Portugal, la législation en vigueur offre beaucoup de ressemblance avec la nôtre. La législation des Etats-Unis d'Amérique est toute différente de celles d'Europe; les concessions, d'une durée maximum de 50 ans, sont données par les districts ou les villes et la surveillance est effectuée par une commission ; chaque état possède ainsi un régime particulier. Au Chili, la durée de la concession est fixée à 10 ans pour les lignes aériennes longeant les routes, à 20 ans pour les câbles; celle de l'exploitation des chutes d'eau n'est pas limitée. L'auteur indique encore les législations du Canada, du Transval, du Cap, des Indes, de l'Australie, de Victoria, des Indes néerlandaises, du Japon. Il conclut en émettant l'avis que l'Etat devrait se contenter d'établir des prescriptions pour réduire le danger que comportent les installations et, au surplus, laisser intacte la liberté d'action des entreprises particulières. — B. H.

PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

539.11. — Un argument en faveur de la nature électrostatique du champ moléculaire. *R. G. E.*, 22 mars 1924, t. xv, p. 499-500, 1000 mots. Note de Pierre Weiss, publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, t. clxxviii, p. 739-742.

553..... — L'évidence de la théorie d'Einstein; P. Drumaux. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, juillet, août-septembre, octobre et novembre-décembre 1923, t. I (7e série), p. 233-252, 277-291, 314-326, et 342-367. — Cet article est la reproduction de la brochure dont nous avons déjà donné un compte rendu bibliographique dans la *Revue générale de l'Electricité* du 28 avril 1923, t. xiii, p. 690. — Y. G.

535.1. — Un essai de la théorie des quanta légers; Louis de Broglie. *Phil. Mag.*, février 1924, t. xlvii, p. 446-458, 3700 mots. — Dans le présent rapport, on suppose que la lumière est essentiellement composée de quanta légers, qui ont tous la même masse extraordinairement petite. On montre mathématiquement que la transformation de Lorentz-Einstein, jointe à la relation des quanta, nous conduit nécessairement à associer le mouvement du corps et la propagation de l'onde et que cette idée donne une interprétation physique des conditions de stabilité analytique de Bohr. La diffraction semble d'accord avec une extension de la dynamique newtonienne. Il est alors possible de garder les caractères à la fois corpusculaires et ondulatoires de la lumière et, au moyen d'hypothèses inspirées par la théorie électromagnétique et le principe de correspondance, de donner une explication plausible de la cohérence et des franges d'interférence. Finalement, l'auteur montre pourquoi les quanta doivent intervenir dans la théorie dynamique des gaz et comment la loi de Planck est la forme limite de la loi de Maxwell pour un gaz à quanta légers. Beaucoup de ces idées peuvent être critiquées et peut-être corrigées, mais il semble que maintenant peu de doute subsiste relativement à l'existence de quanta légers. De plus, si les opinions de l'auteur sont acceptées, comme elles sont appuyées sur la relativité du temps, toute la grande évidence expérimentale des quanta tournera en faveur des conceptions d'Einstein. — C. F.

537.27. — Sur les constantes piézo-électriques adiabatiques et isothermiques de la tourmaline; David A. Keys. *Phil. Mag.*, novembre 1923, t. xlvi, p. 999-1001, 600 mots. — La question de la différence entre les constantes piézo-électriques de la tourmaline, lorsqu'elle est comprimée suivant une adiabatique ou une isotherme, est une des plus importantes lorsqu'on fait des mesures par la méthode piézo-électrique. Les pressions de calibrage doivent être appliquées d'une façon lente, par rapport au temps qui est nécessaire à la pression dans une onde explosive pour atteindre son maximum. La détermination expérimentale de la différence entre les effets adiabatiques et isothermiques étant trop difficile à obtenir, l'auteur l'a traitée complètement par le calcul. — C. F.

537.311 : 536.46. — La conductivité des flammes pour les courants à haute fréquence; H.-A. Wilson et A.-B. Bryan. *Phys. Rev.*, février 1924, t. xxiii, p. 195-199, 1500 mots, 1 fig. — Les auteurs rappellent d'abord que, dans des expériences précédentes, Bryan a montré que deux électrodes parallèles plongées dans la flamme d'un bec Bunsen chargée de vapeurs alcalines présentent une certaine capacité quand on leur applique une différence de potentiel alternative. Ils établissent alors des formules donnant la capacité d'un tel condensateur et la résistance en série et ils les utilisent pour calculer la densité des ions positifs et la mobilité des électrons. La densité calculée des ions positifs croît de 0,03 U. E. S. dans la flamme sans sel, à 1,5 U. E. S. pour la flamme dans laquelle on pulvérise une solution de 10 g par litre de K^2CO^3. Pour une concentration plus petite, elle varie à peu près comme la racine carrée de la quantité de potassium de la solution, comme on devait s'y attendre. La variation avec la fréquence et le champ électrique est faible On a trouvé aussi que la vitesse calculée des électrons diminuait de 200 à 60 m : s par volt et par centimètre, pendant que le champ croissait de 9 à 64 v : cm, ce qui est en bon accord avec les valeurs trouvées par Loch pour les électrons dans l'azote pur aux températures du laboratoire. Elle décroît d'une façon marquée à mesure que la concentration en potassium s'accroît. — C. F.

537.34. — Une mesure directe de la capacité de polarisation et de l'angle de pertes; Carl W. Miller. *Phys. Rev.*, décembre 1923, t xxii, p. 622-628, 2000 mots, 1 fig. — Il s'agit de la capacité de polarisation et de l'angle de perte d'une cellule électrolytique ayant des électrodes d'or et dont l'électrolyte est du bromure de potassium. En utilisant comme cellules des condensateurs symétriques dans lesquels l'écartement des armatures pouvait varier de 0,002 cm à 0,13 cm, on mesurait la résistance en série et la capacité pour une petite densité de courant. Cette mesure était effectuée à l'aide d'un pont à courant alternatif. Dans les limites des erreurs de l'expérience, l'auteur a constaté que la capacité initiale était indépendante de l'écartement des armatures et que la résistance était une fonction linéaire de cet

Abréviations employées pour quelques périodiques : *B. E. A. M. A.*, *The british electrical and allied Manufacturer's Association*, Londres. — *Bull. A. S. E.*, *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, Zurich. — *Chem. and Metall. Eng.*, *Chemical and metallurgical Engineering*, New-York. *Chem. Ztg. Chemische Zeitung.* — *C. R. Ac. des Sc.*, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris. — *El. Be.*, *Der elektrische Betrieb*, Munich. — *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *E. u. M.*, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, Vienne. — *E. R. J.*, *Electric Railway Journal*, New-York. — *G. E. R.*, *General electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of electrical Engineers*, Londres. — *J. A. I. E. E.*, *Journal of the american Institute of electrical Engineers*, New-York. — *Phil. Mag.*, *Philosophical Magazine*, Londres. — *Phys. Rev.*, *Physical Review*, New-York. — *Revue B. B. C.*, publiée par la *Société anonyme Brown, Boveri et Cie*, Baden. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abs.*, *Science Abstracts* Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « la classification décimale » dans la *R. G. E.* du 7 janvier 1922, fascicule *Documentation*, p. 1 D. et 2 D.



Accumulateurs Fer - Nickel

S. A. F. T.

pour :

TRACTION

Chariots d'Usine, Loco-Tracteurs, Camions
Locomotives

ÉCLAIRAGE

Villas, Yachts, Automobiles
Voitures de Chemins de fer,
Éclairage de secours

TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE

SIGNALISATION - HORLOGES

T. S. F., etc...

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION

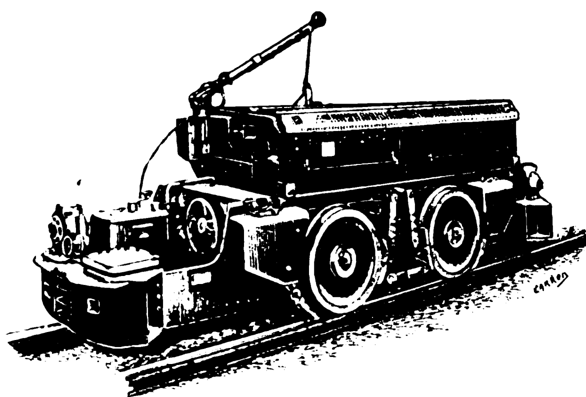
Société anonyme au capital de 2000000 francs

Siège social, Bureaux et Usines :

Route de Meaux, Pont de la Folie

ROMAINVILLE (Seine)

Tél. : Combat 02-38 — *Registre du Commerce* : Seine, N 139 850



POUR LA MINE ET L'USINE la locomotive ad hoc

Le problème complexe de la traction dans la mine exige des engins appropriés. Le montage d'un moteur quelconque sur un châssis plus ou moins lesté est une solution simpliste. La machine conçue et réalisée spécialement pour la mine et l'usine est la locomotive Goodman à trolley, à accumulateurs ou à combinaison.

MOTEURS D'UN TYPE PARTICULIER A TRÈS FAIBLE VITESSE. CHASSIS EN ACIER LAMINÉ. ÉQUILIBREURS COMPENSANT LES INÉGALITÉS DE LA VOIE. BUTOIRS EN ACIER MASSIF A DOUBLE RÉACTION. ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉ.

telles sont quelques caractéristiques :: de la locomotive Goodman. ::

50 types

de 10 à 500 Ch pesant 2 à 50 tonnes

12 000 locomotives Goodman sont en service dans le monde entier. Seul les usines Goodmann ont pu sortir des locomotives électriques de 500 Ch pesant 50 tonnes pour voie de 60 cm. La locomotive Goodman à batterie a été éprouvée contre le grisou par le departement :: des Mines des Etats-Unis ::

Vous avez intérêt à demander aujourd'hui le catalogue illustré et à nous soumettre le problème de votre traction.

"GOODMAN"

Locomotives électriques

Agent général **A. J. MATHIEU.** Ingénieur
6, Rue Saint-Georges - Paris
Tél. : Trudaine 60-32
:: R. C. Seine 30.507 ::

écartement, s'approchant cependant de la résistance d'une surface définie, à mesure qu'on réduisait l'écartement entre les armatures. Pour des concentrations supérieures au centième de la concentration normale, il était possible d'opérer avec de petits écartements tels que la résistance de l'électrolyte pouvait être négligée, relativement à la résistance de la surface. C'est pourquoi des mesures directes étaient possibles pour la capacité, la résistance et l'angle de phase. En effectuant les mesures aussitôt que possible après l'immersion des électrodes d'or dans l'électrolyte, on a fait une étude de la variation de ces constantes, avec l'écartement des électrodes, avec la concentration, et pour quelques fréquences de 570 à 3 500 p: s. La capacité a varié à peu près proportionnellement à la puissance 1,4 de la concentration et la résistance a varié en raison inverse de la même quantité, le produit *CR* étant presque constant. L'angle de perte était très approximativement constant pour les variations de la concentration et de la fréquence, diminuant légèrement avec l'accroissement de la concentration et augmentant légèrement avec une fréquence croissante. Il était d'environ 65°. — C. F.

537.531. — Une théorie quantique de la diffusion des rayons X par les éléments légers. *R. G. E.*, 5 avril 1924, t. xv, p. 577-580, 2 000 mots, 3 fig. Analyse d'un article de A.-H. Compton, publié dans *Phys. Rev.*, mai 1923, t. xxi, p. 483-502, 8 000 mots, 7 fig.

538.11. — Distribution du champ électromagnétique dans un milieu en repos. *R. G. E.*, 29 mars 1924, t. xv, p. 532-533, 1 000 mots. Note de Umberto Crudeli, présentée à la séance du 11 janvier 1924 de l'Académie des Sciences et publiée dans *C. R. Ac. des Sc.*, 25 février 1924, t. clxxviii, p. 758-761.

537.53. — L'énergie cinétique des électrons émis par un filament chaud de tungstène dans une atmosphère d'argon et une atmosphère d'hydrogène; J.-F. Congdon. *Phil. Mag.*, février 1924, t. xlvii, p. 458-465, 2 500 mots, 3 fig. — Des expériences récentes de J.-H. Jones, L.-H. Gesmer et H.-H. Potter ont montré que les électrons émis dans le vide par des métaux chauds possèdent une énergie cinétique en accord avec la loi de distribution de Maxwell. Ce rapport a trait aux expériences concernant l'énergie cinétique des électrons émis par un filament chaud de tungstène dans une atmosphère d'argon ou d'hydrogène. — L'énergie cinétique des électrons émis dans l'hydrogène par le platine chaud, a été mesurée par H.-H. Potter qui a trouvé que, pour des pressions de gaz supérieures à 50×10^{-3} mm de mercure, les pentes des courbes obtenues en portant en ordonnées les logarithmes des courants thermoioniques et en abscisses, les tensions correspondantes d'arrêt, étaient moindres que dans le vide; mais, dans chaque cas, la relation linéaire de la loi de Maxwell était vérifiée. L'appareil utilisé dans les expériences de l'auteur était semblable à celui utilisé par H.-H. Potter. La méthode de mesure de l'énergie cinétique des électrons était celle employée par J.-H. Jones dans la dernière partie de son travail. Les conclusions auxquelles arrive l'auteur sont les suivantes : 1° l'énergie moyenne des électrons émis par un filament chaud de tungstène dans le vide est en accord très étroit avec les exigences de la loi de distribution de Maxwell ; 2° la présence de l'argon pour une gamme étendue de pressions n'a pas d'effet sur l'énergie moyenne mesurée ; 3° la présence de l'hydrogène, même aux basses pressions, paraît accroître considérablement l'énergie moyenne mesurée, pendant que la relation linéaire entre $\log \frac{i}{i_0}$ et *e* se trouve toujours satisfaite. — C. F.

538.12. — Les caractéristiques du fer dans les champs magnétiques tournants à haute fréquence; Lewi Tonks. *Phys. Rev.*, février 1924, t. xxiii, p. 221-238, 6 000 mots, 10 fig. — Les caractéristiques du fer électrolytique dans les champs magnétiques tournants de haute fréquence (152 000 à 172 000 p : s) et d'une intensité de 0,7 à 5 gauss, ont été déterminées par des mesures effectuées sur un disque d'une épaisseur de 10^{-3} cm. Le disque était recuit dans l'hydrogène en chauffant à 1 000°C et en refroidissant lentement. Il était alors monté avec de la gomme laque fondue sur un verre pour préparation microscopique d'un diamètre de 12,5 mm et la surface externe du fer était recouverte d'un mince revêtement de gomme laque liquide. Ensuite, on le désaimantait avec soin. On en a déduit des équations au moyen desquelles $\mathcal{H}$ et $\mathcal{J}$ peuvent être calculées d'après les mesures du champ appliqué, des flux à travers une bobine avec et sans la présence du disque et du couple exercé sur le disque par un champ tournant. Ce dernier était produit au moyen de deux bobines de Helmholtz dont les axes sont à angle droit. Chacune de ces bobines est en série avec un circuit oscillant distinct couplé au circuit principal oscillant. Les résultats s'accordent avec ceux du travail antérieur et montrent que la susceptibilité décroît avec la fréquence croissante; que l'angle hystérétique tend à croître avec la fréquence et atteint un maximum pour une fréquence donnée, lorsque $\mathcal{J}$ est à peu près égal à 500 ; que la perte d'énergie par hystérésis et par cycle E_h croît avec la fréquence pour une intensité magnétique constante et décroît pour un champ constant, l'exposant α dans l'équation $E_h = AH^\alpha$ croissant de 2,9 à 3,37 à mesure que la fréquence croît de 52 000 à 172 000 p : s. — C. F.

MESURES ET ESSAIS

621.311.21.00.14. — Essais d'un turboalternateur; J. Bruce. *Electrical Review*, 4 janvier 1924, t. xciv, p. 4-6, 2 000 mots, 6 fig. — L'auteur donne la nomenclature complète des différentes mesures à effectuer pendant la durée d'un essai de cette nature et le nombre en est très grand. Un schéma montre la disposition des circuits de mesures électriques; les mesures de la pression de l'air de refroidissement, des poids d'eau d'alimentation et de refroidissement du condenseur ont fait l'objet d'une description détaillée complétée par des photographies des appareils utilisés. — E. B.

PRODUCTION ET DISTRIBUTION

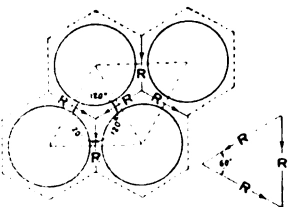
627.82(73). — Les barrages américains. *E. u. M.*, 10 fév. 1924, t. xlii, p. 84-85, 700 mots ; résumé d'un article de H. Fernau paru dans *Zeitschrift der österreischische Ingenieuren und Architekten Vereins*, t. lxxv, nos 46 et 47, 1923. — On emploie, en Amérique, les barrages en arc quand la longueur de la crête atteint le triple de la hauteur. On utilise encore cette forme dans certains cas particuliers, lorque des tremblements de terre sont à craindre, par exemple. L'inconvénient inhérent à ce mode de construction résulte de la difficulté d'établissement des transporteurs aériens. Après quelques lignes consacrées au calcul des barrages courants et des barrages en arc, cet article nous donne des indications sur leur mode de construction : emploi des divers matériaux, sondages préliminaires, établissement des fondations, travaux d'assèchement, joints de dilatation, drainages. L'auteur y condamne, en particulier, l'emploi des explosifs. Dans les barrages du type évidé, on s'abstiendra d'utiliser le béton armé dont les fers sont attaqués par la rouille. Suivent des considérations sur les barrages en maçonnerie de pierres et sur les barrages en terre. La fin de l'article est consacrée aux prises d'eau. — E. F

627.8 (43.6). — Construction de bassins d'accumulation alimentés par pompage en Autriche. *E. u. M.*, 26 janvier 1924, t. xlii, p. 45, 1000 mots. — La « Wasserwirtschaftsverband » de l'industrie autrichienne vient de publier un mémoire où l'on démontre l'importance économique de la construction de réservoirs d'accumulation sur tout le territoire de l'Autriche qui arriverait ainsi à se rendre indépendante du charbon étranger. Le problème est actuellement résolu en entier, pour ainsi dire, et l'auteur du mémoire le

prouve en citant les installations déjà réalisées et qui ont jusqu'ici donné entière satisfaction. — M. H.

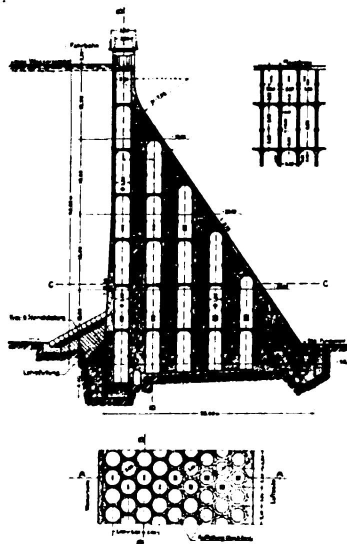
627.82 (43). — Le barrage réservoir de Waldeck, sur l'Eder, près de Cassel (Allemagne). *Le Génie civil*, 28 juillet 1923, t. LXXXIII, p. 96, 200 mots. — Ce barrage sert à l'accumulation des eaux de l'Eder, affluents de la Weser, de façon à faciliter, en été, l'alimentation du « Mittelland Kanal ». Le débit du fleuve se trouve ainsi régularisé de deux façons : par le barrage réservoir dont il est question ici et par un deuxième barrage réservoir retenant les eaux d'un autre affluent de la Weser. Ce barrage, construit dans la partie la plus étroite de la vallée, a une hauteur de 48 m avec une épaisseur de 36 m à la base et de 5 m à la crête, son volume est de 170 millions de mètres cubes ; au niveau des hautes eaux, sa longueur est de 400 m. Le réservoir qu'il forme couvre 11,7 km² sur une longueur de 27 km avec une largeur qui varie entre 200 m et 1 km. Le barrage est muni d'un déversoir régulateur et de deux séries d'orifices, l'une de 12, l'autre de 39 pour l'évacuation de l'eau en temps de crue. Cet ouvrage a été terminé un peu avant la guerre ; son prix de revient fut de l'ordre de 24 millions de marks. La note renvoie au numéro du 20 mars 1923 de la revue allemande « Bautechnik » pour la description détaillée de cet important ouvrage. Ajoutons qu'immédiatement après le barrage se trouve une usine électrique contenant 4 turbo-alternateurs de 4 000 ch, avec des turbines construites respectivement pour des hauteurs de chute de 20 et 32 m. L'énergie produite à 8 000 v est transmise à la tension de 60 000 v pour alimenter, en parallèle avec d'autres usines, un réseau assez étendu de la région de Cassel. — Y. G.

627.82. — Les barrages cellulaires Gutzwiller ; E. Gutzwiller. *Schweizerische Bauzeitung*, 10 novembre 1923, t. LXXXII, p. 239-241, 1 000 mots, 6 fig. — Etablir des barrages massifs dont le poids constitue le principal moyen d'action, c'est s'écarter du principe de la construction moderne qui attribue à chaque partie d'un ensemble la quantité de matière qui lui est strictement nécessaire pour supporter,



627.82. — Fig. 1. Schéma de la répartition des efforts dans une section horizontale.

sans faiblir le maximum d'effort ; c'est, aussi, gaspiller les matériaux. Des barrages partiellement évidés ont déjà été exécutés ; dans ceux-ci, des cloisons d'épaisseurs différentes, suivant les efforts qu'elles subissent, séparent les vides distribués de façon irrégulière. On n'est pas arrivé, cependant, à supprimer les efforts de flexion et de traction dans les membrures, efforts que l'on ne rencontre point dans les cellules d'abeilles. C'est de la ruche que s'inspirent les barrages du système Gutzwiller constitués par une succession d'étages dont chacun comprend plusieurs rangées de cellules cylindriques ménagées dans des blocs prismatiques hexagonaux et disposées en quinconces (fig. 1) ; les seuls efforts subis sont ceux de compression et de cisaillement et leur répartition est rendue homogène par la trisection de l'angle de 360° en chaque point de jonction de deux rangées successives. Les cellules, auxquelles on a donné des dimensions inégales afin de se rapprocher de la forme théorique admettant une distribution régulière des compressions, sont remplies de sable, de gravier et de cailloux. La figure 2 se rapporte à un barrage de 40 m de haut sur 85 m de long ; des joints de dilatation, situés dans des plans verticaux à des intervalles de 30 m séparent le barrage en tronçons ; chaque joint part d'un pilier en béton armé et contient un canal rempli de goudron que l'on ramollit de



627.82. — Fig. 2. Coupe vertical et coupe horizontale d'un barrage en nid d'abeille.

temps en temps au moyen d'un courant de vapeur ; celles des cellules qui se trouvent à cheval sur le joint sont remplies de béton. Certes, le calcul d'un barrage cellulaire est plus laborieux que celui d'un barrage massif, mais ce léger inconvénient est amplement compensé par la meilleure utilisation des matériaux et par l'économie qui en résulte. Le système cellulaire donne lieu à une économie de béton allant de 55,2 à 43,6 pour 100, pour des murs de 10 à 60 m de hauteur ; le prix de revient est réduit dans des proportions moindres (39,7 à 29,3 pour 100) à cause du prix plus élevé du béton pour cellules. La dépense en matériaux de remplissage représente environ 20 pour 100 de celle correspondant au béton. — Th. S.

621.24 (485). — Les premières turbines Kaplan en Suède. *E. u. M.*, 10 février 1924, t. XLII, p. 83-84, 700 mots, 4 fig. — La turbine de Gärle développe une puissance de 400 ch à la vitesse de 250 t : mn sous une hauteur de chute de 4,2 m, nombre qui peut s'abaisser à 3,4 m sans que le fonctionnement soit interrompu ; elle peut être abandonnée sans surveillance. Dans ce but, l'admission est réglée par un servo-moteur dont le tiroir est entraîné par un moteur électrique commandé à distance d'une usine voisine. D'autre part, un contrepoids tend à ramener l'organe d'admission dans la position de fermeture, en sorte qu'il suffit de couper le courant de la pompe à engrenages qui alimente en huile le servo-moteur pour fermer l'admission. Cette opération s'exécute de l'usine ou se produit automatiquement quand l'excès de vitesse atteint 10 pour 100. — Le rendement diminue très vite aux faibles charges. Pour éviter cet inconvénient, les aubes de la couronne mobile peuvent se déplacer sous l'action d'un servo-moteur placé dans le moyeu de la turbine. Le mouvement doit être progressif ; le régulateur attaque donc le tiroir du servo-moteur par l'intermédiaire d'une came qui en règle l'allure. Le rapport à observer entre la direction des aubes mobiles et l'ouverture de la couronne directrice pour obtenir le rendement maximum varie avec la hauteur de chute. — D'où la nécessité, pour les brusques variations de hauteur de chute, de prévoir une série de cames de profils appropriés ; le passage de l'une à l'autre

pouvant d'ailleurs se faire automatiquement. — Le tube d'aspiration joue un rôle important dans le fonctionnement des turbines Kaplan. Les alternateurs existant actuellement en Suède : à Gärle, à Forsvik (100 ch, 300 t : mn, 3,15 m de hauteur de chute), à Horle Bruk (400 ch, 300 t : mn, 6 m de hauteur de chute), sont accouplés avec des types de turbines différents. On espère tirer de leur étude comparative des résultats intéressants. — Enfin, quant aux relations de vitesse et de hauteur de chute à respecter, indiquons qu'à Gärle la vitesse périphérique est environ 2,25 à 2,5 fois celle de la vitesse des filets liquides en circulation libre sous la même hauteur de chute. — E. F.

621.181.00.2. — Progrès réalisés dans la construction des chaudières à vapeur de grande capacité. *E. u. M.*, 20 janvier 1924, t. XLII, p. 39-41, 4500 mots. — L'article est le compte rendu d'un livre de M. Friedrich Münzinger, intitulé : les générateurs de vapeur de grande capacité en Amérique et en Allemagne. Il contient la comparaison entre le matériel américain et allemand et des considérations sur la constitution de réserves d'énergie au moyen d'accumulateurs à eau chaude. — La surface de chauffe est en moyenne de 1000 m² par chaudière ; mais, dans des cas particuliers, elle peut s'élever à 2755 m² avec 43,8 m² de grilles ; la tension de la vapeur oscille entre 17 et 19 kg : cm², maximum 28,1 kg : cm². La surchauffe est moins élevée en Amérique qu'en Allemagne où la température de la vapeur, à la sortie du surchauffeur atteint 370° à 375°C ; les économiseurs ne sont pas non plus d'un emploi aussi répandu dans le premier pays que dans le second. En général, la charge des grilles varie de 20 à 50 kg de charbon par mètre carré de grille. L'auteur s'étend ensuite sur les appareils de contrôle des gaz, sur les dispositifs les plus adoptés pour l'évacuation des cendres et des mâchefers, sur les qualités des charbons, etc. Les grilles à alimentation par en dessous sont très appréciées en Amérique alors que les grilles mobiles ne font que s'y implanter ; il en est de même pour le chauffage au charbon pulvérisé. Vient ensuite une comparaison entre les différents types de chaudières, à tubes inclinés de Babcok et Wilcox ou à tubes verticaux, ceux-ci étant surtout répandus en Allemagne. Sont ensuite traités : les surchauffeurs, les économiseurs, les chaudières à haute pression, etc. — M. H.

621.181. — Pratique de l'utilisation des chaudières à vapeur ; J. Bruce. *Electrical Review*, 29 février et 7 mars 1924, t. XCIV, p 324-325 et 365-367, 5 100 mots, 4 fig. — L'exploitation des chaudières ne peut être faite efficacement et scientifiquement si l'ensemble n'est pas muni des appareils de mesures qui sont maintenant à la disposition des usagers. — L'auteur montre en un long préambule l'exactitude de cette proposition ; il indique ensuite quelles sont les différentes variables qu'il est indispensable de connaître et qui sont : 1° la consommation de charbon par grille et par unité de temps ; 2° la valeur calorifique du combustible consommé à ce moment ; 3° le pourcentage de charbon non brûlé et demeurant dans les cendres ; 4° le poids d'eau vaporisé ; 5° les températures et pressions de la vapeur et de l'eau d'alimentation ; 6° la teneur en acide carbonique des gaz à la cheminée ; 7° la différence de pression entre l'atmosphère et le circuit de combustion. — Il examine ensuite l'influence de chacun des articles ci-dessus sur la marche économique de l'installation ; il donne la description d'un certain nombre d'appareils et montre leur groupement rationnel sur un tableau de manœuvre qui permet le contrôle permanent de l'installation. — E. B.

621.181.6 — La chaudière Benson. Production de vapeur à une pression supérieure à 230 kg : cm². *Electrician*, 14 mars 1924, t. XCII, p. 324, 1 800 mots. — L'inventeur, en choisissant la pression de 230 kg : cm², a eu pour but de convertir l'eau en vapeur sans absorption de chaleur latente ; on sait que cette dernière diminue quand la pression augmente ; elle est nulle à la pression de 230 kg : cm² environ. — Pour la génération de cette vapeur, le type de chaudière à tube en hélice est tout indiqué, car le phénomène de l'ébullition est entièrement supprimé l'eau étant transformée en vapeur de volume égal. — En principe, la chaudière est constituée par une série de tubes de petit diamètre intérieur et à parois très épaisses ; ces tubes sont enroulés en hélice autour d'un corps cylindrique en matière réfractaire et ils sont enveloppés en outre par une certaine épaisseur de matière réfractaire plus légère ; la partie supérieure, composée de tubes semblables, forme un surchauffeur, dont l'ensemble a une hauteur de 6 m environ et un diamètre de 2 m ; la chaudière peut fournir 4500 kg de vapeur par heure. L'eau introduite à la pression de la chaudière est chauffée graduellement ; à la température critique, elle occupe environ trois fois le volume initial ; elle se transforme alors en vapeur et occupe le même volume. La vapeur est utilisée directement dans une turbine à haute pression tournant à 25 000 t : mn et d'une puissance environ 350 kw, la vapeur d'échappement à 15 kg : cm² est utilisée dans une turbine ordinaire à condenseur, la puissance totale fournie atteint 1 250 kw. L'inventeur se base sur les diagrammes de Rankine et de Mollies et montre que le rendement thermique est voisin de celui des moteurs à combustion interne. — E. B.

538.54 — Les courants de Foucault dans le fer massif ; A. Lang. *E. u. M.*, 28 octobre 1923, t. XLI, p. 621-624, 2200 mots. — Partant des deux équations fondamentales bien connues

$$\text{rot}\, H = 4\pi I$$

et

$$\mu \frac{dH}{dt} = -\,\text{rot}\, E,$$

dans lesquelles H est le champ magnétique et E, le champ électrique, l'auteur montre comment on peut calculer les courants de Foucault d'abord dans des plaques de fer massif soit que la résistivité soit constante, soit qu'elle soit variable, puis dans des barres rondes dans les mêmes hypothèses. — J. C.

621.314. — Transformateurs pour réseaux à haute tension ; A.-W. Copley. *J. A. I. E. E.*, décembre 1923, t. XLII, p. 1259-1260, 1500 mots. — On sait que, sur les réseaux destinés à fonctionner sous la haute tension envisagée, la mise à la terre directe du point neutre a été regardée, de prime abord, par la généralité des ingénieurs, comme une mesure nécessaire ; en vue de ce fait, il a été estimé possible et désirable non seulement de faire usage d'une seule borne de sortie isolée, pour la haute tension, mais encore de graduer l'isolement le long de l'enroulement entre une valeur maximum, sur le côté connecté au conducteur de ligne, à une valeur minimum, vers l'extrémité reliée au point neutre ; l'enroulement, vers ses deux extrémités, continue, du reste, à recevoir l'isolation complémentaire exigée, en raison de la production éventuelle de surtensions ou d'ondes à front raide ; il a été prouvé, en effet, qu'un transformateur, même avec un pôle à la terre, reste exposé au danger de ces surtensions et de ces ondes, soit du côté à haute tension, soit du côté à potentiel zéro. Pour un transformateur avec neutre à la terre, la tension en service ne dépassant pas, normalement, la valeur de la tension simple, c'est cette dernière, majorée de la tension composée, soit 2,73 fois la tension simple, que l'on adopte comme tension d'épreuve pour l'essai de tension de ces appareils : la marge qui en résulte est identique à celle prévue par les règles de l'American Institute of electrical Engineers. L'essai de tension s'effectue, logiquement, à la différence de la méthode ordinairement usitée, en mettant au préalable, à la terre, l'extrémité de l'enroulement destiné à être relié au point neutre ; la tension d'épreuve est alors développée dans l'enroulement par induction, de manière que la valeur du potentiel croisse progressivement de zéro, au point connecté

à la terre, à la valeur maximum correspondant à la tension d'essai, à l'autre extrémité. Le système d'isolation graduée a été récemment appliqué sur des transformateurs établis pour 165 000 v et même dans le cas de tensions encore plus faibles; l'économie ainsi réalisée, sans être aussi importante que pour la tension de 220 000 v, a été encore appréciable. Sur le réseau de la Southern California Edison Co. l'existence d'une distribution à 150000 v, avec un appareillage important correspondant à cette tension, a conduit à rechercher l'obtention de la tension de 220 000 v à l'aide de groupes d'autotransformateurs, nécessairement connectés en étoile; ces appareils ont été munis d'un enroulement tertiaire connecté en triangle, pour les raisons bien connues. Pour les mêmes considérations d'économie, une solution semblable a été adoptée à la Pacific Gas and Electric C° pour une transformation 220 000/100000 v. Dans ce cas, l'enroulement tertiaire est, en outre, utilisé comme moyen de connexion pour les compensateurs synchrones chargés d'assurer le réglage de la tension. A noter que, dans les usines nouvelles de Big Creek et la sous-station de Laguna Bell, où la transformation pour une tension intermédiaire ne s'imposait pas comme dans les cas signalés ci-dessus, les transformateurs utilisés sont du type ordinaire, à deux enroulements, connexion en étoile sur le circuit à haute tension et connexion en triangle sur celui à basse tension. — L. D.

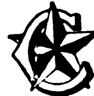
621.314.5.00.14. — Méthode générale de calcul des redresseurs à vapeur de mercure; Marcel Demontvignier. *R. G. E.*, 22 mars 1924, t. xv, p. 493-499, 2800 mots, 1 fig. — Dans cet article, l'auteur étudie le régime permanent le plus général d'un redresseur à vapeur de mercure à couplage magnétique symétrique entre anodes, débitant sur une force contre-électromotrice pure. Il établit les équations générales du courant redressé et déduit de celles-ci une méthode générale de calcul. Il établit ensuite, dans l'hypothèse d'une grande self-inductance de cathode, des formules approchées très simples, donnant, en particulier, la chute de tension du redresseur et l'oscillation du courant redressé, formules qui suffisent parfaitement à un calcul pratique.

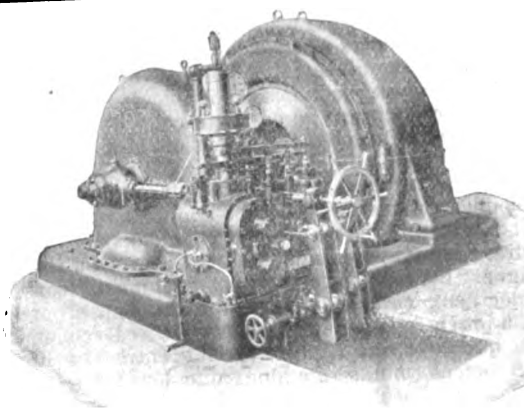
621.314.5. — Redresseurs et installations de redresseurs; H. Odermatt. *Bull. A. S. E.*, décembre 1923, t. xiv, p. 657-670, 6 500 mots, 21 fig. — Conférence sur le principe des redresseurs à vapeur de mercure avec considération particulière des redresseurs de la Société Brown, Boveri et C°. Constitution des appareils, schémas de montage et de fonctionnement des principaux organes. Rappel des principaux avantages de ces appareils : 1° rendement élevé constant à toutes charges ; 2° mise en marche et surveillance simple; 3° usure très faible, frais d'entretien minimes; 4° marche non troublée par les à-coups de la charge et les courants; 5° poids faible, n'entraînant ni massifs de fondation, ni appareils de levage coûteux; 6° faible encombrement: 7° marche silencieuse. Le nombre des installations de redresseurs s'élevait, au 1er septembre 1923, à 230 et la puissance totale des appareils installés est de 140 000 kw. Trois types de redresseurs seulement sont construits, grâce à la faculté de les grouper en parallèle pour augmenter la puissance d'une installation, et aussi de faire servir chaque modèle dans des limites de tension assez étendues (jusqu'à 1 000 kw, 2 500 à 3 000 v, 1 100 A). Ce travail est illustré de photographies d'installations, de schémas d'appareils et de graphiques de fonctionnement. — L. C.

621.316. — Transmission à très grande distance ou de très grande puissance. Economies qu'une telle ligne permet de réaliser, limitations qu'elle comporte: Percy H. Thomas. *J. A. I. E. E.*, janvier 1924, t. xliii, p. 3-17, 12 000 mots, 6 fig., 1 tab. — Une transmission de « superpuissance » ou « superligne », d'après la définition proposée par l'auteur, est une ligne de grande longueur dans laquelle le nombre de kilovolts-ampères correspondant au courant de capacité est du même ordre de grandeur que celui des kilovolts-ampères absorbés par la réactance de ligne, pour le courant de pleine charge ; la résistance est, d'ailleurs, supposée n'avoir qu'une valeur assez faible en comparaison de celle de la réactance. Pour mettre plus clairement en lumière les caractéristiques d'une telle transmission et examiner, dans nombres d'hypothèses typiques, les conditions auxquelles doivent satisfaire les machines et appareils divers qui sont chargés d'assurer, avec elle, la production et la transmission de l'énergie, M. Percy. Thomas prend comme exemple concret une ligne correspondant aux spécifications suivantes : longueur, 800 km; puissance totale transmise, 400 000 kw; tension, 220 000 v; fréquence, 60 p : s; nombre de circuits en parallèle, 4; diamètre des conducteurs, 27,8 mm; espacement des conducteurs, 4,75 m. L'article contient, à défaut de calculs détaillés, les résultats essentiels fournis par la solution mathématique du problème et, notamment, sous forme de courbes et de tableaux numériques, des données relatives au rendement, aux facteurs de puissance, aux courants déphasés, aux chutes de tension dans différentes hypothèses, etc. Les parties les plus importantes de l'installation font l'objet d'une étude approfondie : compensateurs synchrones, interrupteurs et disjoncteurs, relais de protection, etc. Les conditions particulières d'exploitation à prévoir (méthodes de démarrage et d'accrochage, notamment), les difficultés susceptibles d'être rencontrées (chutes de tension brusques et court-circuit, entre autres), et les moyens à mettre en œuvre pour y remédier, sont, à leur tour, examinés de très près. D'après le schéma des connexions entre machines, appareils et ligne proposé par l'auteur, aucun circuit ne doit être coupé, automatiquement, sous courant, du côté à haute tension. Le même schéma a été conçu, en particulier, pour faciliter, le plus possible, la tâche des disjoncteurs utilisés sur la basse tension, qui n'ont à couper qu'une puissance de 750000 kv-A, au maximum. Une transmission du type de grande distance permet d'atteindre, avec un bon rendement, des points d'utilisation très éloignés; mais, en regard de cet avantage, il convient de signaler deux caractéristiques qui lui sont propres et qui sont, à tout le moins, défavorables : elle n'est économique ou stable que pour une charge variant entre des limites comparativement moins étendues que les transmissions actuellement réalisées; elle est particulièrement sensible aux chutes de tensions importantes se produisant à l'extrémité opposée aux génératrices, ces dernières étant sujettes à s'emballer dans le cas d'une installation insuffisamment étudiée à ce point de vue. — L. D.

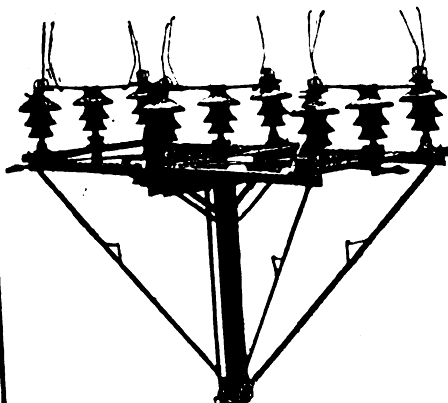
621.315.14. — Sur un problème de transmission par ligne aérienne; H.-M. Lacey. *Electrical Review*, 22 février 1924, t. xciv, p. 284-285, 1300 mots, 1 fig. — L'auteur indique une solution graphique du problème qui consiste à déterminer la tension à l'extrémité de la ligne en fonction de la tension à l'origine pour une puissance transmise et des constantes de ligne bien données ainsi que pour le facteur de puissance de la charge en bout de ligne. Cette solution graphique est assez simple; elle est cependant d'une application plutôt laborieuse par suite de l'ignorance où se trouve l'opérateur, de la valeur de l'intensité du courant correspondant à la charge prévue. Les opérations peuvent être simplifiées et accélérées en prédéterminant une valeur approximative de cette intensité. Un diagramme complet est donné pour une application particulière. — L. B.

621.315.14.00.12. — Le calcul mécanique des lignes (note sur les fondations); Renzo Norsa. *Elettrotecnica*, 15 et 25 mai 1923, t. x, p. 302-306 et 327-332, 9000 mots, 9 fig. — Le problème du calcul des fondations de poteaux et pylônes, comme tous ceux dans lesquels entre en jeu la poussée des terres, offre des difficultés particulières au point de vue technique. Le but de l'auteur n'a pas été, par suite, de traiter le projet d'une façon définitive; mais il s'est proposé surtout de rassembler des matériaux pouvant servir de base à une discussion. Son étude se divise en deux parties, les différents modes de fondations étant exposés dans la première avec le minimum de formules, tandis que





Turbine Pelton de 3000 chevaux, 850 m de chute et 630 tours par minute



Interrupteur aérien 45 000 volts monté sur un seul poteau.

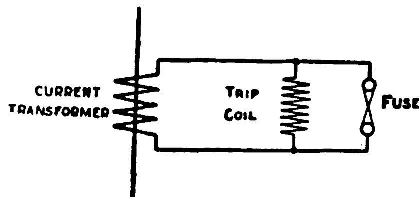
e détail des calculs est reporté dans la seconde. Les études les plus importantes pour tenir compte de la résistance du terrain latéral dans le calcul des fondations sont probablement celles entreprises par l'ingénieur Fröhlich pour le compte du Ministère des Postes allemandes. Il démontre le désaccord qui existe entre la théorie et la pratique quand on néglige la résistance des terres entourant le massif, même en tenant compte des prismes de poussée. Se référant, d'autre part, à des expériences d'Engels interprétées par Mohr, Fröhlich arrive à toute une série de formules que les règles allemandes ont prises en considération pour le calcul des fondations. Mais si Fröhlich a eu le mérite d'appeler l'attention sur l'inutile dépense de matières qui se produit quand les fondations sont supposées simplement appuyées, un doute subsiste nécessairement sur la rigueur des formules qu'il propose. Quoi qu'il en soit, l'auteur estime indispensable de tenir compte de la résistance du terrain latéral, toute la difficulté résidant dans son évaluation convenable. Une méthode assez simple a été indiquée à ce sujet dans la note sur le calcul mécanique des lignes aériennes, établie par la Commission technique du Syndicat professionnel des Producteurs et distributeurs d'Energie électrique (*R. G. E.*, 12 mars 1921, t. IX, p. 538). Mais les méthodes précédentes tiennent compte seulement ou de la réaction du terrain sous-jacent ou de celle du terrain latéral, tandis qu'en réalité il faudrait tenir compte à la fois de l'une et de l'autre. Une telle méthode a été proposée récemment par le professeur Andrée (*Der Eisenbau*, 15 juin 1921). Quand les fondations dépassent une certaine limite, il faut alors faire travailler les montants du pylône, chacun pour son propre compte, soit en les enfonçant directement dans le sol, soit en les fixant à des blocs séparés de béton. Dans l'un et l'autre cas, le calcul doit être effectué en tenant compte non seulement des efforts de tension ou de compression qui s'exercent dans la direction de chaque montant, mais aussi des efforts qui peuvent se produire normalement à celui-ci et qui se manifestent alors par une tendance au renversement du pied ou du bloc. Diverses solutions ont été proposées pour remédier à ce dernier inconvénient. Quoi qu'il en soit, l'ensemble de ces deux actions se traduit par un effort de soulèvement ou d'arrachement du sol. On tient compte ordinairement, pour résister à cet effort, du pied du bloc augmenté de celui des prismes de poussée. Une autre solution du problème est donnée par l'emploi de fondations à plaques (bois, fer ou ciment armé). On peut avoir recours à une plaque unique reliant les quatre montants ou bien à des plaques séparées. Les expériences entreprises par Fröhlich l'ont conduit à la conclusion que ces dernières devaient être préférées. — Dans la deuxième partie, l'auteur donne, d'une part, une conclusion aux considérations qu'il a développées précédemment et, d'autre part, l'appendice contenant le détail des calculs relatifs aux différentes méthodes indiquées. En ce qui concerne la conclusion, il semble tout d'abord injustifié de ne tenir compte en aucun cas, comme le font certaines règles, de la résistance latérale du terrain. En outre, et tout le monde semble d'accord sur ce point, la résistance des fondations doit être de préférence supérieure et ne doit en aucun cas être inférieure à celle des appuis. La chute d'un appui par suite de l'affaissement d'une fondation serait beaucoup plus grave que la rupture d'une ligne et plus grave aussi que la déformation d'un appui. Enfin, dans quelques règles (règles françaises, règles des chemins de fer italiens de l'Etat), on prescrit un facteur de sécurité égal à 1 ou 1,4 pour le rapport entre le moment de stabilité et le moment de renversement et l'on prévoit, de plus, que la pression maximum doit être comprise entre des limites opportunes, alors que du fait de l'établissement de l'équation d'équilibre la valeur de la réaction et de la résistance du terrain se trouve déterminée implicitement. Il semblerait donc que, dans une énonciation éventuelle des règles concernant les fondations, on devrait, tout en n'excluant pas la possibilité de tenir compte de la résistance du terrain latéral, se limiter à fixer le principe suivant : la sécurité de la fondation doit être au moins égale à celle de l'appui, dans ce sens que, à égalité des actions extérieures, la réaction imposée au terrain se maintienne dans les limites sanctionnées par la bonne pratique des constructions ordinaires. — P. B.

621.311.7. — La protection des circuits à courant alternatif ; A.-S. Fitzgerald. *Electrician*, 7 mars 1924, t. XCII, p. 290-295, 2 500 mots. — Un certain nombre de dispositifs utilisés dans ce but ont été créés depuis quelques années, ils possèdent tous un certain nombre d'avantages et d'inconvénients qui doivent être pesés dans chaque cas particulier, les circonstances se présentant rarement deux fois de la même manière. L'auteur propose un nouveau dispositif utilisant un transformateur spécial dont le circuit magnétique peut être coupé par un entrefer. Les bobines sont fabriquées et imprégnées à l'avance, les tôles constituant le circuit magnétique sont mises en place une à une, le tout est plongé dans une masse isolante contenue dans une enveloppe métallique de dimensions convenables ; l'ensemble est très robuste et l'auteur revendique de nombreux avantages à l'actif de son dispositif, qui n'est pas plus explicitement décrit. — E. B.

621.315.4. — Etude des surtensions. *E. T. Z.*, 17 janvier 1924, t. XLV, p. 45, 500 mots. — La grandeur des surtensions qui se produisent lors d'une mise à la terre dépend de la charge qui reste sur les conducteurs lorsque l'arc s'éteint, et, par conséquent, indirectement des conditions d'extinction de l'arc. On sait que, si l'arc s'amorce et s'interrompt au rythme de la fréquence propre du circuit oscillant sur lequel il est couplé, la tension atteint, dans celui-ci, sa valeur limite, qui serait infinie si l'amortissement était nul. Lorsque l'oscillation qui parcourt le circuit constitué par les capacités par rapport à la terre et les inductances des lignes et des transformateurs se superpose à l'oscillation que produit le générateur, le courant à la terre s'annule après l'amorçage de l'arc dès que la demi période de l'oscillation propre s'est écoulée. Les dispositifs que préconise Petersen utilisent cette particularité. Il est également possible, ainsi que l'ont indiqué J.-F. Peters et J. Slepian, que l'arc ne puisse s'éteindre qu'après une alternance de l'oscillation du générateur, car, pour les hautes fréquences, la caractéristique de l'arc prend une allure particulière, puisque les électrodes ont moins le temps de se refroidir qu'en courant à basse fréquence au moment où l'intensité s'annule entre deux alternances. Comme, dans ce cas, l'oscillation accidentelle est déjà amortie lorsque l'arc s'éteint, la charge résiduelle et la tension nécessaires pour déterminer un nouvel amorçage de l'arc sont plus petites que dans le cas précédent. Cette question a été étudiée au moyen d'un réseau fictif composé de condensateurs et de bobines d'auto-induction qui fut excité par un transformateur de 250 kv-A à 13 500 v et sur lequel on déterminait des arcs à la terre avec un interrupteur à levier avec électrodes de cuivre. La tension aux bornes des condensateurs fut étudiée au moyen de l'éclateur et de l'oscillographe. Pour que le courant de l'équipage de ce dernier ne faussât pas les mesures, on monta l'oscillographe sur le circuit d'anode d'un tube à vide dont la grille fut soumise à la tension à étudier. L'expérience montra, à la fois par les valeurs des tensions mesurées et par leurs allures, que l'arc ne s'éteint pas lorsque le courant de l'oscillation à haute fréquence s'annule, et que les surtensions observées sont plus petites que dans le cas contraire. On n'a pas établi que le phénomène se passe dans les mêmes conditions pour des tensions supérieures à celle de 13 000 v de l'expérience, mais tout porte à croire qu'il en est ainsi. — B. H.

621.311.72. — L'usage des fusibles pour l'obtention d'un élément de temps exact dans les dispositifs de protection ; W. Wilson. *World Power*, février 1924, t. I, p. 91-99, 5 000 mots, 5 fig. — Laissant de côté les cas où les fusibles sont utilisés seulement pour rompre un circuit en cas de surcharge de courant, l'auteur examine les principales parties d'appareils et les montages où l'on emploie les fusibles

pour l'obtention d'un retard de temps dans le fonctionnement d'un interrupteur de courant. L'utilisation la plus directe d'un fusible dans ce but consiste à le connecter en dérivation sur une bobine de déclenchement d'un disjoncteur (fig. 1). Pratiquement, tout le courant du secondaire du transformateur de courant est détourné du circuit de la bobine de déclenchement en raison de la réactance relativement élevée de cette dernière comparée à la réactance nulle et à la résistance très faible du fusible. Aussitôt que la fusion se produit, le courant est obligé de passer dans la bobine qui déclenche immédiatement le disjoncteur. La tension de rupture étant pratiquement négligeable, il n'est nul besoin de prévoir des moyens d'extinction de l'arc. La difficulté du problème réside seulement dans la façon de soutenir le fil, afin que les conditions dans lesquelles il fond soient aussi constantes que possible On réalise ce desideratum en enfermant le fil dans un tube de verre muni à ses extrémités de capsules métalliques auxquelles on soude le fusible. Ces capsules constituent les borpes qui sont embrassées par des mâchoires à ressort fixées au panneau ou à la boite qui les contient. En particulier, le fil ne doit pas se dilater suffisamment avant la fusion pour s'arc-bouter le long de la paroi du tube. La longueur du tube étant fixée à 75 mm, l'auteur a essayé successivement des fils de cuivre et de plomb qui ne donnèrent pas satisfaction. Il fut plus heureux avec l'étain qui fond à 217°C seulement au-dessus de la température normale. L'avantage de l'étain, spécialement lorsqu'on le compare au cuivre, est que l'oxygène de l'air est absolument sans effet sur lui, même aux températures avoisinant le point de fusion. L'auteur donne quelques courbes expérimentales des durées de fusion de fils d'étain de diverses dimensions en fonction de l'intensité du courant qui les parcourait. Il établit ensuite une expression du temps nécessaire pour atteindre la température de fusion. Dans cette équation, figurent deux constantes qui peuvent être trouvées expérimentalement pour un échantillon donné en faisant deux mesures de l'intervalle de temps pour deux intensités différentes de courant. Il en déduit ainsi l'équation de la courbe théorique et vérifie sa concordance avec la courbe expérimentale, ce qui lui permet de montrer, incidemment, qu'on peut négliger les périodes de fusion et de formation d'arc, tout au moins dans la limite des essais. La méthode a été utilisée en se servant de courbes concernant des intervalles très courts, de l'ordre d'une ou deux périodes, et les conclusions que l'auteur en a tirées ont été de nouveau mises en pratique. Ainsi, la courbe obtenue en répétant deux fois l'essai de fusion sur un fil avec des courants convenables est précise depuis la valeur critique du courant pour un temps infini jusqu'à des courants de surcharge très élevés amenant la fusion en quelques périodes. — Pour l'obtention de la courbe entièrement par le calcul, on prendra 0,00075 pour valeur du pouvoir émissif (taux d'énergie abandonné par unité de surface en une seconde par unité de différence de température entre la surface et les corps qui l'entourent) et cette courbe sera d'autant plus exacte que le pouvoir émissif sera lui-même déterminé avec une plus grande approximation à la température moyenne. Les valeurs du pouvoir émissif pourront être mises sous forme de tables comme résultat d'un nouveau travail expérimental, permettant ainsi de calculer la courbe pour n'importe quel fusible. L'auteur indique ensuite un moyen rapide pour la détermination du pouvoir émissif d'un fusible en tenant compte du refroidissement auquel il est exposé par son contact avec les serre-fils. C. F.

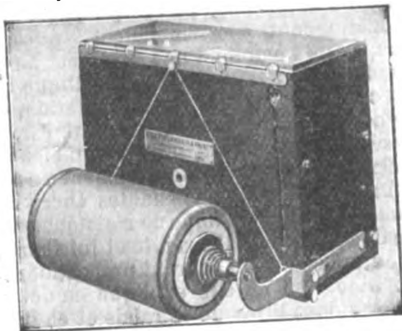


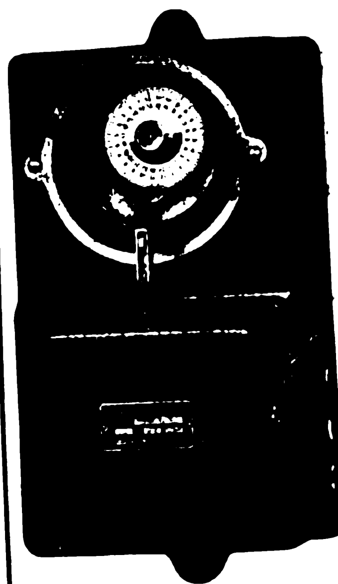
621.311.72. — Fig. 1. Montage d'un fusible en dérivation sur une bobine de déclenchement. Current transformer, transformateur de courant ; Trip coil, bobine de déclenchement ; Fuse, fusible.

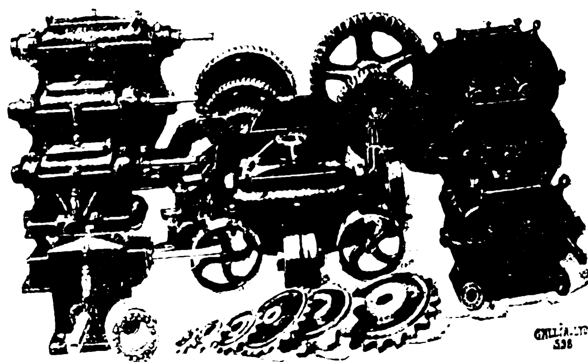
621.311 : 77. — Un nouveau type de relais de protection contre les surcharges ; A.-B. Campbell. *G. E. R.*, décembre 1923, t. XXVI, p. 837-840, 2000 mots, 2 fig. — Ce type de relais est basé sur le principe de la protection contre un échauffement exagéré ; c'est un relais thermique. Son efficacité est donc plus grande que celle du simple relais à surcharge fonctionnant électriquement, puisque, seul, l'échauffement limite l'emploi d'une machine. Le relais consiste en trois éléments : 1° une pièce métallique thermostatique dûment calibrée servant, par sa dilatation, de moyen d'action en vue du déclenchement, et qui est, en même temps, traversée par un courant proportionnel à celui de la machine ; elle constitue, en somme, l'élément à action rapide du relais ; 2° une enceinte de constantes thermiques bien connues ; 3° un élément calorifique de résistance déterminée, monté convenablement dans l'enceinte et lui fournissant les calories dues au passage d'un courant proportionnel au courant de la machine. — L'auteur explique en détail le fonctionnement et les possibilités de ce relais et en décrit le réglage. On conçoit facilement que le temps intervient tout naturellement dans ce nouveau type de relais, comme pour les relais retardés usuels. — P. V.

621.311.74. — Couvercle en cuir pour interrupteur électrique. *E. T. Z.*, 13 décembre 1923, t. XLIV, p. 1079, 200 mots, 1 fig — Pour protéger mécaniquement les interrupteurs électriques ou autres pièces d'appareillage, un constructeur établit des couvercles en cuir embouti dont la forme convient parfaitement à l'usage auquel on les destine. Ces couvercles peuvent être ou bien appliqués sur le véritable couvercle ou bien le remplacer. Le cuir, en tant qu'isolant, possède aussi de précieuses qualités mécaniques dont la principale est de résister plus que tout autre isolant aux chocs. Il présente l'inconvénient de coûter cher, mais un changement de la situation économique peut le faire disparaître. De plus, sa longue durée en assure l'amortissement. La fabrication de ces couvercles de cuir ne demande pas l'emploi de moules chers comme pour beaucoup d'autres isolants, mais de simples matrices de presses que l'on peut établir même pour la production d'une petite série. — B. H.

621.311.73. — Disjoncteurs à haute tension ; A.-W. Copley. *J. A. I. E. E.*, janvier 1924, t. XLIII, p. 17-18, 1000 mots. — Il s'agit de disjoncteurs actuellement installés sur la ligne à 220 000 v établie, l'an dernier, par la Southern California Co, entre ses usines de Big Creek et la ville de Los Angeles. La Pacific Gas and Electric Co, qui a en projet une transmission à cette même tension destinée à relier son usine de Pit River et le district de San Francisco, a également décidé d'employer, sur cette ligne, des interrupteurs du même genre, à fonctionnement automatique. Les disjoncteurs à 220 000 v en question ne diffèrent pas, essentiellement, dans leur mode de construction, des appareils analogues actuellement en service sur les lignes de tension moins élevée (110 000 et 150 000 v). Les dimensions des bacs et leur résistance ont été, seulement, accrues, pour tenir compte de la tension plus élevée et de la puissance plus importante mises en jeu. Les organes de contact sont restés à peu près inchangés ; les isolateurs d'entrée sont du modèle connu type condensateur ou à remplissage d'huile ; ils sont interchangeables avec les éléments correspondants des transformateurs fonctionnant sous la même tension. Le pouvoir de rupture des nouveaux disjoncteurs a été déterminé, par le calcul, d'après certains de leurs éléments caractéristiques et les résultats d'essais obtenus avec les appareils de construction analogue, établis pour 110000 v, permettent, d'ores et déjà, d'inférer que la valeur théorique







ainsi prévue sera effectivement réalisée dans la pratique. — L. D.

621.316. — Le relèvement du facteur de puissance des réseaux à courants polyphasés; M. Sarazin. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore*, juin-juillet et septembre-octobre 1923, t. 1, 7e série, p. 217-232, 253-266 et 292-300, 10000 mots, 21 fig. — L'auteur envisage succinctement, dans une étude d'ensemble, les différents systèmes qui peuvent être appliqués dans ce but : condensateurs statiques, moteurs et commutatrices surexcités, vibrateur de Kapp, machines à collecteurs alimentées par le courant alternatif. Il reprend, au sujet de ces dernières, la théorie des machines shunt à collecteur donnée par M. A. Blondel (*L'Eclairage électrique*, 25 avril, 2 mai, 27 juin et 26 septembre 1903, t. xxxv, p. 121-139, 167-183, 481-487 et t. xxxvi, p. 481-495) pour tenir compte des modifications apportées par la présence de l'enroulement auxiliaire d'un moteur polyphasé, shunt à collecteur, utilisable pour le relèvement du facteur de puissance, puis il donne les résultats d'essais effectués avec un moteur triphasé de ce genre, à 8 pôles et établi pour fournir une puissance de 29 ch, sous la tension de 127/220 v et 50 p : s. Il examine ensuite les transformateurs de fréquence; les avanceurs de phase « série » (compensateurs tournants) et les avanceurs de phase « shunt ». — Y. G.

621.315.15. — La protection contre la foudre des lignes aériennes; Hermann Bohle. *E. u. M.*, 12 août 1923, t. xli, p. 471, 600 mots. — L'auteur rend compte des résultats acquis en Afrique du Sud pour la protection des lignes, notamment dans la région de Johannesbourg, au Transvaal, où éclatent tous les jours de gros orages, ce qui amène des surtensions extraordinairement fortes. Cependant, tandis que les lignes à 20000-40000 v sont fréquemment détériorées, celles à 80 000 v ne sont que rarement atteintes. Comme causes de perturbations, il faut citer : *a*) les différences d'altitude des lignes; *b*) le vent et la poussière accompagnés de sécheresse; *c*) les coups de foudre directs; *d*) les phénomènes d'induction provoqués par les décharges voisines. Les premiers sont rarement puissants et ne se font pas sentir au delà d'un rayon de 1,5 km des deux côtés de la ligne. Les machines et les transformateurs sont protégés par le fait que les lignes sont souterraines jusqu'à une distance de 1,5 km des bâtiments ou bien sont entourées d'un filet mis à la terre. Les cas correspondant à *d*) sont les plus fréquents et les plus dangereux, car ils provoquent des amorçages d'arc aux isolateurs et, par suite, entre phases, qui donnent naissance à des ondes à front raide capables de détériorer les transformateurs. Les fils de garde ne peuvent servir que s'ils entourent complètement la ligne; mais ce dispositif coûte trop cher. Comme les décharges d'une double ligne à courant alternatif, orientée de l'Est à l'Ouest, et qui a 3 fils protecteurs, se répartissent régulièrement sur les 3 phases, l'auteur considère comme douteuse l'efficacité des fils de terre (conclusion erronée, car le champ terrestre dans le voisinage du sol est toujours perpendiculaire à ce dernier). Le dispositif de la mise à la terre du point neutre pour se protéger contre les pertes à la terre doit être réglé pour 1000 à 1500 a, c'est-à-dire que l'on ne doit pas dépasser le pouvoir de rupture des disjoncteurs; pour des raisons économiques, on utilise des résistances hydrauliques. Dans les réseaux à 4 fils avec transformateurs couplés en étoile, le courant non compensé, qui est surtout du courant réactif, pourrait troubler, par son 3e harmonique, les lignes à faible courant avoisinantes, c'est pourquoi la mise à la terre se fait par des transformateurs dont l'un des enroulements est connecté en triangle. Les longues lignes aériennes doivent être mises à la terre à leurs deux extrémités. L'auteur justifie la mise à la terre par des résistances en s'appuyant sur les raisons suivantes : un défaut d'isolement reste limité à la phase intéressée; les courants résultants sont limités par la résistance; les oscillations propres sont diminuées et les charges statiques sont écoulées dans la terre. Les parafoudres à cornes sont courants, mais se sont toujours montrés complètement inutiles parce qu'ils agissent trop tard si bien que, avant qu'ils aient fonctionné, des dommages ont déjà pu être causés par ailleurs. Comme la résistance d'amortissement laisse passer 10 ou 15 a, alors qu'il peut se produire par induction des courants atteignant jusqu'à 1 000 a, on recommande le couplage en série de plusieurs parafoudres à cornes, pour assurer une extinction plus rapide, etc. Les parafoudres de la General electric Co sont munis de 3 éclateurs. Les appareils à cornes sont, la plupart du temps, installés à l'air libre, car, en espace clos, ils constituent un danger pour les ouvriers. La résistance d'amortissement doit être calculée d'après la formule $R = 0,5 \frac{z}{f - 1}$ où R est la résistance d'amortissement en ohms; z, la résistance d'onde de la ligne et f, le coefficient de sécurité de l'installation, valant de 2 à 6, suivant l'état hygrométrique. Dans la pratique, les résistances d'amortissement sont beaucoup plus fortes. On propose : pour une tension de service, de 10 000, 20000, 40 000, 80 000 v, un nombre de cornes en série de 2, 2, 2 et 4 et un réglage de 7-7, 14-14, 35-25, 45-30-25-25 mm; une résistance d'amortissement de 400, 1 500, 3 000, 9 000 ohms. — L'isolation renforcée des spires d'entrée des transformateurs ne donne pas une protection suffisante; l'enroulement entier devrait être isolé plus complètement. Les déchargeurs électrolytiques, à cause de leur échauffement, ne doivent être reliés au réseau que par l'intermédiaire d'un éclateur dont ils ont, par suite, tous les inconvénients : leur *formation* quotidienne est bien gênante, exception faite pour les appareils Steinmetz au superoxyde. On compte, dans la pratique, 300 v par élément et on calcule le nombre d'éléments d'après la tension composée. On les couple de préférence par 4; par exemple, à une ligne à 20000 v, on connecte trois groupes de 34 éléments par un de leurs pôles à chaque phase, les autres pôles sont reliés ensemble et à la terre à travers un 4e groupe de 34 éléments. — M. H.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

621.395.5. — La transmission téléphonique à longue distance; H.-S. Osborne. *J. A. I. E. E.*, 6 octobre 1923, t. xlii, p. 1051-1062, 8 200 mots, 21 fig., 3 tab. — L'auteur fait ressortir dans cet article les analogies et les contrastes que présentent la transmission de puissance et la transmission téléphonique à longue distance. Les problèmes de la transmission téléphonique sur les lignes aériennes à fils nus sont mis en lumière par une discussion des méthodes qui ont grandement amélioré le rendement global du circuit téléphonique transcontinental. L'auteur donne une brève étude des récents progrès importants accomplis dans la transmission téléphonique à longue distance par câbles, et un aperçu des résultats obtenus dans l'application industrielle des systèmes télégraphique et téléphonique par courants porteurs. Il décrit enfin une conversation établie à titre d'essai entre La Havane (Cuba) et Avalon dans l'île Catalina au large de la côte du Pacifique, comme exemple de ce que peut donner le téléphone dans son état actuel de développement. — P. L.

621.395.623. — Réalisation d'un oscillographe téléphonique peu coûteux permettant l'observation et l'enregistrement de courants de fréquences audibles, d'intensité efficace de l'ordre de 10 microampères; Raymond Dubois. *Journal de Physique*, août 1923, t. iv, p. 272-280, 4000 mots, 12 fig. — L'auteur a réussi, avec un téléphone, à réaliser un oscillographe pratique pour courants microphoniques. Il a choisi, pour cela, un écouteur du type Baldwin, à membrane de mica reliée à une palette oscillante. Cet écouteur a l'avantage d'avoir des amplitudes d'oscillation proportionnelles à l'intensité du courant microphonique, ce qui n'est le cas, dans les systèmes à réluctance variable, que pour de très faibles amplitudes. Un miroir mobile autour d'un axe, reçoit, par l'intermédiaire d'une tige rigide et légère (un

chaume d'épi d'avoine), les vibrations de la lame de mica, que l'on n'utilise ici que pour l'amortissement, par l'air, du mouvement de l'appareil. Par le choix du couple antagoniste appliqué à la palette, on impose à l'appareil telle fréquence propre que l'on désire. L'appareil ainsi monté peut être utilisé comme indicateur de courant ou comme galvanomètre à très courte période (fréquence de 1 000 à 2 000 p : s). Sa sensibilité, très élevée, permet d'obtenir une déviation du spot de 1 mm sur une échelle placée à 1 m, pour un courant de 1 microampère. Il est particulièrement indiqué dans l'essai des amplificateurs à lampe, puisqu'on se place là dans les conditions de self-inductance et résistance mêmes d'utilisation. — G. H.

621.396.615.3. — Etude oscillographique de quelques émetteurs à triodes; MM. A. Dufour et R. Mesny. *L'Onde électrique*, novembre et décembre 1923, t. II, p. 620-633 et 692-705, 5 200 mots, 38 fig. — L'étude théorique des oscillateurs permet de prévoir les relations qui existent entre les différents facteurs de leur fonctionnement dans le cas où les variations de ces facteurs sont supposées sinusoïdales en fonction du temps. Alberti et Zickner ont comparé la théorie à l'expérience dans le cas où le fonctionnement de l'oscillateur à lampes étudié est commandé par une excitation séparée. Dans la majorité des cas pratiques, l'excitation de l'oscillateur n'est pas créée par un autre circuit oscillant, et la variation de la tension de la grille n'est pas nécessairement sinusoïdale. Les différents circuits du poste réagissant les uns sur les autres, il faut s'attendre à des complications provenant de la constitution des circuits utilisés. Les auteurs se sont donc proposé d'étudier, par la méthode oscillographique, le fonctionnement des oscillateurs dans leurs conditions réelles d'emploi. Ils se sont limités aux grandeurs principales faciles à observer telles que : courant oscillant, tension de plaque, tension de grille et courant de plaque, sans négliger la question de leurs phases respectives. Bien que les données obtenues soient nécessairement incomplètes, elles suffiront cependant pour montrer combien le fonctionnement réel de ces oscillateurs diffère, en général, du cas simple théorique et l'intérêt qu'aurait leur étude oscillographique systématique et plus complète. Les circuits des oscillateurs employés étaient des types courants et ne présentaient aucune particularité importante. Le triode employé était du type E_6 et ses caractéristiques étaient les suivantes : chauffage 9,5 v, tension de plaque 1 000 à 2 000 v, courant de saturation 0,4 A, puissance maximum que peut dissiper la plaque 200 w. Le courant de chauffage provenait d'une batterie d'accumulateurs soigneusement isolée du sol. La tension de plaque était assurée par une dynamo à haute tension de faible puissance (1 500 v, 300 milliampères, 450 w maximum). Le circuit oscillant de résistance égale à environ 4 ohms était constitué de manière à pouvoir fournir successivement les longueurs d'onde de 2 300 m ou 3 350 m. L'appareil enregistreur était constitué par l'oscillographe cathodique Dufour dont on utilisait seulement le dispositif de haute fréquence. Conformément à la technique oscillographique habituelle, l'enregistrement du courant oscillant se faisait par voie magnétique à l'aide d'un petit solénoïde connecté à demeure dans le circuit oscillant. Les tracés des tension de plaque et tension de grille s'effectuaient par voie électrostatique en utilisant le champ d'un condensateur plan à armatures parallèles, d'écartement réglable à volonté, extérieures au tube et qui étaient connectées, d'une part, au point commun et, d'autre part, respectivement à la plaque et à la grille. Les connexions étaient aussi courtes que possible afin de ne pas perturber d'une manière constatable la courbe cherchée. C'est aussi par voie électrostatique que la forme du courant de plaque a été obtenue, afin d'éviter l'introduction d'une inductance nuisible dans ce circuit. A cet effet, tous les montages comportaient une résistance sans self-induction, de valeur comprise entre 700 et 1 000 ohms, mise en série dans le circuit de la plaque; le condensateur précédent de l'oscillographe était connecté aux extrémités de cette résistance et la déviation électrostatique du faisceau cathodique traduisait ainsi les variations du courant de plaque. Pour étudier les différences de phases que présentent entre elles les grandeurs considérées, les auteurs ont utilisé la méthode des figures de Lissajous, où les deux grandeurs agissent simultanément à angle droit sur le faisceau enregistreur. Ils ont opéré de deux manières : avec ou sans balayage supplémentaire de la plaque photographique par le faisceau cathodique. De leur étude, ils ont conclu que c'est le montage en dérivation qui fournit les formes de courant et de tension les plus classiques, la constitution du circuit total étant telle qu'elle assure les liaisons les plus simples entre les différents éléments du circuit. Les auteurs se proposent de continuer leur étude du fonctionnement des oscillateurs à lampes en employant systématiquement la méthode expérimentale oscillographique et en examinant particulièrement la question du rendement et celle de la puissance maximum qu'un triode est susceptible de fournir dans un circuit oscillant. — G. M.

621.396.661.2. — Dispositif d'ondemètre remplaçant l'oscillographe pour l'analyse des courbes de courant alternatif. *R. G. E.*, 23 février 1924, t. XV, p. 293-294, 800 mots, 6 fig. Analyse d'une communication du Laboratoire de la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, publiée dans *E. T. Z.*, 9 août 1923, t. XLIV, p. 757-758, 2000 mots, 8 fig.

621.396.615.3. — Les nouvelles lampes de radiophonie à l'Exposition de Physique et de T. S. F. *Le Génie civil*, 26 janvier 1924, t. LXXXIV, p. 92-93, 900 mots. — Dans cette description sont signalées trois sortes de lampes à trois électrodes; ce sont : *a*) les lampes pour « radio-secteur » qui peuvent utiliser les courants des secteurs électriques. Pour éviter les variations d'intensité du courant de filament, on donne de l'inertie thermique à ce dernier. Un courant de 2 à 3 A paraît le mieux approprié pour réaliser ce but ; *c*) les lampes à faible consommation : on emploie du tungstène thorié susceptible de fournir une émission égale à celle du tungstène à une température beaucoup moins élevée et, par conséquent, pour un courant plus faible. Ce système a été imaginé par Langmuir ; *b*) les lampes à double grille étudiées par M.-J. Roussel qui leur a consacré un article succinct dans « Radioélectricité » du 15 décembre 1923. — M.-H. B.

621.396.62 24. — Procédés de réception des ondes de petite longueur; M. Clavier. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet 1923, t. XII, p. 794-818, 6 500 mots, 22 fig. — Cet article, qui est la reproduction d'une conférence faite par l'auteur et transmise par le poste radiotéléphonique de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, expose les difficultés spéciales qu'on rencontre dans la réception des signaux radiotélégraphiques émis sur ondes de petite longueur. Il décrit, d'une façon rapide, les méthodes spéciales pouvant être employées, à savoir : les antennes de forme particulière, les amplificateurs à transformateurs spéciaux pour petites longueurs d'ondes ; les montages à une lampe à réaction ; les montages par « super-réaction », « super-hétérodyne » et les procédés par modulation. — Y. G.

621.395.622. — Etude du rendement du récepteur téléphonique. Le récepteur à résonance variable; K. Okabe. *J. I. E. E. of Japan*, décembre 1923, n° 425, p. 977-988, 21 fig. — L'auteur a étudié et réalisé un dispositif pour la comparaison directe des récepteurs et l'a utilisé pour des mesures absolues. Il a en outre étudié un récepteur dont la fréquence propre de la membrane pouvait être variée à volonté. — E. B.

621.396.615(072) + 533.5. — Le laboratoire des Ministères de la Guerre, de la Marine et des Postes et Télégraphes, pour l'étude des lampes de radiotélégraphie de grande puissance. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1923, t. XII, p. 1 210-1 215, 800 mots, 4 fig. — Malgré son titre, cet article ne donne que quelques renseignements très généraux sur ce laboratoire dirigé par

M. Holweck et installé dans l'annexe de la rue Lhomond de l'École polytechnique. Il est consacré à peu près en entier à la description de la pompe moléculaire hélicoïdale Holweck et à celle de la lampe à vide démontable utilisée par le poste de la Tour Eiffel pour ses émissions radiotéléphoniques. Ces descriptions ont déjà fait l'objet de notes parues dans la « Revue générale de l'Electricité. ». — Y. G.

621.395.623. — Note complémentaire sur une machine parlante sans contact glissant: G. Valensi. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juillet 1923, t. xii. p. 852-855, 700 mots, 4 fig. — L'auteur donne quelques procédés pour l'obtention d'un oscillogramme correspondant à l'enregistrement de la voix et destiné à la reproduction des sons. Voir à ce sujet « R. G. E. » du 14 avril 1923, t. xiii, p. 123 D. — Y. G.

621.396.625. — La machine à composer des textes chiffrés « Enigma »; Arthur Scherbius. *E. T. Z.*, 29 novembre 1923, t. xliv, p 1035-1036, 1800 mots, 3 fig. — Après avoir indiqué le besoin auquel répond la machine à chiffrer et mentionné quelques-unes de ses applications : ordres militaires, transmissions radiotélégraphiques, l'auteur donne le principe et une courte description de la machine à chiffrer « Enigma ». Cette machine comporte un clavier de machine à écrire ordinaire. Derrière le clavier se trouvent quatre rouleaux portant, à une extrémité, un anneau avec les lettres de l'alphabet et, à l'autre extrémité, un pignon denté. Ces rouleaux sont accouplés par des engrenages et entraînés par un moteur électrique. Les engrenages ont leurs dents irrégulièrement distribuées et leur combinaison forme une sorte d'interrupteur tournant. Les combinaisons possibles sont très nombreuses Leur nombre atteint environ 20 000; il serait ainsi possible de chiffrer un texte de 20 000 manières différentes. Elles sont commandées par des clefs qui sont données ici par les positions initiales du rouleau. L'impression est assurée automatiquement et le texte chiffré a ses lettres groupées par cinq. La même machine permet enfin de déchiffrer les transmissions. Il suffit de tourner un levier qui peut prendre trois positions : chiffrage, clair, déchiffrage, sur la position déchiffrage, et de taper la transmission chiffrée. Les combinaisons des rouleaux se reproduisent et le texte s'imprime en clair. En mettant le rouleau sur la position clair, la machine peut servir de machine à écrire ordinaire. La manœuvre du levier permet donc de passer, au milieu d'un texte, de l'écriture claire à l'écriture chiffrée. — B. H.

621.397.22 (014). — Représentation schématique des divers éléments des installations de signalisation. *E.T.Z.*, 25 octobre 1923, t. xliv, p 967-972, 1 tab. — L'article ne contient que le tableau des représentations schématiques des divers éléments des installations de signalisation, choisies par la Commission de Signalisation du Verband deutscher Elektrotechniker. — B. H.

MATIÈRES PREMIÈRES

620.128.2. — Les porteurs aériens à câbles. Calcul des sections des câbles porteurs et tracteurs. Essais des fils entrant dans leur composition: F. Chrétin et J. Seigle. *Le Génie civil*, 24 novembre et 1er décembre 1923, t. lxxxiii, p. 510-514, 3500 mots, 5 fig. — « Le Génie civil » avait déjà publié, les 20 et 27 novembre 1920, des extraits d'un mémoire de M. Ceretti sur le calcul des câbles. Des recherches récentes ont incité les auteurs à revenir sur quelques points particuliers de cette question. Ils étudient d'abord le travail élastique dû à la tension longitudinale et à la courbure, en recherchant les indications que l'on peut tirer de la résistance des matériaux sur les efforts provenant du mode de travail des câbles. Ils appliquent leur calcul au cas des câbles tracteurs, puis à celui des câbles porteurs. — Ils examinent ensuite les causes de détérioration des câbles, notamment l'influence du câblage, et ils exposent enfin les méthodes à employer pour l'essai mécanique des fils des câbles. — M.-H. B.

621.315. 6 : 668.4. — L'emploi de l'« Albertol » dans la fabrication des isolants comprimés: Otto Fischer. *E. T. Z.* 27 décembre 1923, t. xliv, p. 1104-1105, 1800 mots, 3 fig. — Dès le début de la fabrication des isolants comprimés, l'industrie s'est attachée à la recherche d'un agglomérant susceptible de renforcer les propriétés mécaniques et isolantes des produits créés. On sait comment le problème fut résolu par Bakeland, mais il s'agissait là d'une découverte américaine et les constructeurs allemands ont cherché à ne pas rester tributaires de l'étranger. — D'après l'auteur, le produit l'« albertol » de la firme « Chemische Fabriken Dr. Kurkt Albert » pourrait concurrencer aisément les divers agglomérants connus. Bien plus, suivant les chiffres qu'il indique, l'albertol donnerait des résultats bien supérieurs à ceux qu'on peut attendre de la bakelite. Sous sa forme primitive, l'albertol, qui date de 1916, se présente sous l'aspect d'une résine solide, presque transparente, d'une teinte variant du fauve clair au fauve brun. On l'ajoute au goudron ou à la poix qui doit imprégner les substances isolantes. Par malaxage à chaud et passage entre deux cylindres, on obtient des feuilles minces. C'est de ces feuilles que l'on tire, par estampage, les produits finis. — La matrice est chauffée par un courant de vapeur ; une fois la forme donnée, on substitue un courant d'eau, le poinçon restant en place. On obtient ainsi un refroidissement sous pression. Cet usinage par pressage à chaud donne des produits qui résistent mal aux hautes températures. Cet inconvénient prend d'autant plus de valeur que l'électrotechnique se développe ; d'où l'urgente nécessité de procéder par pressage à froid. Dans cet ordre d'idées, le goudron et la poix n'ont jamais donné de résultats satisfaisants. L'huile de lin et l'huile de bois conduisent à des opérations délicates et coûteuses, car il faut opérer le durcissement en autoclave sous une atmosphère de gaz carbonique ou d'azote. — Ici encore, la firme précédemment citée a réalisé l'agglomérant idéal, c'est l'albertol fluide spécial, qu'on incorpore dans la proportion de 12 à 20 pour 100 aux matériaux isolants. Il serait possible, grâce à son usage, de produire des isolants pour haute tension présentant une contrainte à la rupture de 425 kg : cm², une résistance diélectrique, entre deux cavités de 5 mm de diamètre remplies de mercure et à une distance moyenne de 15 mm sous une tension continue de 1 000 v, supérieure à 1 million de mégohms ; une résistivité superficielle, sur une longueur de 1 000 mm et une largeur de 10 mm, de 10 000 à 1 million de mégohms-centimètres; une augmentation de poids de 0,06 pour 100 après une exposition à l'humidité de vingt-quatre heures et de 0,53 pour 100 après exposition de trois semaines aux vapeurs ammoniacales. Les examens micrographiques décèlent une texture beaucoup plus fine avec l'albertol qu'avec les huiles de lin ou de bois. Il ne faut pas perdre de vue que ces résultats ne peuvent être atteints que par suite des soins apportés à la fabrication. Sans précautions, le meilleur agglomérant ne donnerait que des produits médiocres, et il y a lieu de veiller tout particulièrement à l'effilochage de l'amiante et à la parfaite siccité des substances de remplissage. — E. F.

621.315.6 : 679.91. — Mica et micanite : A. Dickson. *Electrical Review*. 16 novembre 1923, t. xciii, p. 749-750, 2000 mots. — Le mica est, comme on sait, la substance solide présentant les meilleures propriétés isolantes (Voir Désiré Pector; De quelques matières premières nécessaires à l'industrie électrique. Le mica. *R. G. E.*, t. v, 1919, p. 673, 701, 735 et 769). Il est utilisé, sur une grande échelle, dans la construction des machines et appareils électriques, dont la valeur dépend considérablement des qualités du mica. Il est de mauvaise politique de s'approvisionner en mica à bon marché, car les défauts de l'isolant ne tarderont pas à ruiner la machine et à compromettre la réputation du constructeur. Parmi les innombrables variétés de mica, on peut distinguer les principales catégories suivantes : 1° mica tendre, clair.

brun ambré, mica tendre brun de Madras et mica tendre vert; 2° mica ambré opaque, physiquement le plus pur; il contient parfois de minuscules bulles d'air dont les parois sont facilement écrasées, ce qui entraîne l'affaiblissement de l'isolant; 3° mica blanc des Indes, mica tacheté de rubis et certains micas ambrés opaques; 4° certaines variétés de micas tachetés provenant de Calcutta et de Madras; certains micas ambrés opaques; 5° certaines variétés de mica couleur rubis brun ou vert; 6° micas durs, verts, bruns ou couleur rubis. La désignation de la classe à laquelle appartient le mica ne peut suffire à caractériser entièrement la substance au point de vue de ses propriétés physiques; on constate, cependant, que le mica de Calcutta est mieux sélectionné que celui de Madras. Dans les micas ambrés, le produit de bonne qualité est presque toujours mélangé aux variétés inférieures. La coloration peut servir, jusqu'à un certain point, d'indice de la valeur du mica, puisqu'elle est déterminée par la constitution chimique même de la substance; les propriétés physiques, telles que l'élasticité, la dureté, ainsi que les propriétés diélectriques, sont, évidemment, liées de façon intime à la coloration. On peut, sans danger aucun, chauffer à 400°C, voire même à 800°C, les micas ordinaires, mais, ici encore, le groupe potassique (muscovites) et le groupe magnésique (micas ambrés) se comportent différemment. La résistance à la chaleur ne caractérise pas la valeur du mica : on tire en effet parti, suivant le cas, d'une résistance faible ou d'une grande résistance. Les taches noires, qui sont disséminées sans régularité sur la surface de certains micas verts ou rubis, ne constituent pas un indice de mauvaise qualité, mais des taches transversales sur les micas importés du Sud de l'Afrique indiquent la présence du fer et disqualifient entièrement le produit. La qualité de la micanite dépend autant des propriétés du mica que de la pureté du liant : ce dernier doit être de la gomme laque pure dans les micanites les plus résistantes qui sont, pour cette raison, les meilleures et les plus chères. La bonne micanite pour collecteurs contient 2 à 5 pour 100 de liant; elle est parfaitement blanche et doit pouvoir être séparée aisément en lamelles. — Th. S.

621.315.6 : 666.5. — La fabrication de la porcelaine électrotechnique. VII ; Frank H. Riddle. *J. A. I. E. E.*, octobre 1923, t. XLII, p. 1097-1102, 2000 mots, 13 fig. — Les essais de contrôle de fabrication, très importants pour l'industriel, le sont aussi pour l'acheteur du produit. Les frais de production seront d'autant plus faibles que les pertes du fabricant seront moindres. Moins il y aura de pièces présentant des défauts visibles, moins il y en aura d'entachées de ces défauts moins graves que l'inspection la plus sérieuse ne peut déceler. Les essais éliminant les pièces qui présentent ces défauts secondaires sont de grande importance pour le consommateur; mais ceux qui permettant de rejeter les pièces de porcelaine poreuses sont d'intérêt capital. Si l'on a recours à la méthode par la pénétration de la fuchsine, le choix des spécimens à essayer doit se faire d'une façon logique. Si la cuisson de la porcelaine n'est pas faite d'une manière uniforme, de façon qu'on connaisse l'emplacement des pièces pour lesquelles la porosité est le plus probable, l'essai d'une pièce quelconque serait sans valeur, et il est évidemment impossible de les essayer toutes. Quand on emploie un four tunnel à feu continu et à chariot, dont la section transversale est faible, il est possible de choisir le spécimen qu'il convient d'essayer, et c'est ce qu'on fait avec succès depuis plusieurs années. Un nouveau procédé pour l'essai des isolateurs suspendus consiste en un mécanisme qui soumet chacun des isolateurs en essai à une épreuve de traction de 2260 kg pendant deux minutes, en même temps qu'ils subissent l'épreuve de l'oscillation à haute fréquence. L'étude pétrographique de coupes minces des diverses porcelaines est d'un grand intérêt : elle est même essentielle si le fabricant ou le consommateur désire connaître la structure du produit, le degré auquel sont parvenues les réactions pyrochimiques et les variations qui se produisent d'un moment à un autre. L'article reproduit plusieurs microphotographies de divers types de porcelaine. La dilatation et la contraction thermiques inégales des divers éléments de la porcelaine est sans doute la cause de certaines de ses détériorations à l'usage. Il est évident que, si certaines particules de la porcelaine subissent une contrainte due à leur tendance à se contracter plus que le moulage vitreux qui les entoure pendant le refroidissement apres cuisson, il y aura tendance pour ces particules à se briser sous cet effort. C'est ce que montre très bien une des illustrations. La cuisson à trop haute température produit un développement de gaz dans la masse à une période où la matrice vitreuse est à l'état de fusion. Le prolongement de la cuisson produit l'expansion de ces gaz et donne lieu à une structure vacuolaire. Le degré d'excès de température détermine la dimension des vacuoles et le plus ou moins de développement de leurs communications entre elles. Il faut éviter la structure trop vitreuse, car elle rend la matière fragile. — P. L.

621.314 : 665.3. 00.14. — Purification et essai diélectrique des huiles de transformateurs. — *E. u. M.*, 5 août 1923, t. XLI, p. 455-456, 600 mots. — L'auteur mentionne les diverses méthodes de purification des huiles de transformateurs; en particulier, la méthode par centrifugeage en usage en Amérique et qui permet d'éliminer rapidement l'eau et les impuretés, l'acide carbonique étant annihilé, d'autre part, par un anticolloïde. Wedmore plonge dans l'huile deux électrodes portés à une très grande différence de potentiel et sur lesquelles les impuretés viennent se déposer. Stern emploie des filtres colloïdaux à membrane. Friese a obtenu les tensions de perforation suivantes entre électrodes cylindriques : 22 kv : cm pour de l'huile humide, 50 kv : cm pour de l'huile normale, 145 kv : cm pour de l'huile récemment séchée, 230 kv : cm pour de l'huile bien séchée. Stern a obtenu de 168 à 245 kv : cm pour de l'huile filtrée par le filtre à membrane colloïdale, et 100 kv : cm pour de l'huile simplement centrifugée. L'auteur a employé des distances explosives de 1 mm qu'il a examinées au microscope; il a remarqué la formation de ponts constitués par des parcelles ayant une plus grande conductivité ou une plus grande constante diélectrique qui sont attirées par le champ et finissent par provoquer un arc. Il a remarqué également la présence fréquente de petites gouttes d'eau ayant un diamètre d'environ 5 μ qui sont attirées par le champ des électrodes. Les expériences ont été faites sur les échantillons suivants : *a*) huile non purifiée : 50 kv : cm ; *b*) huile filtrée par un filtre ordinaire : 160 kv : cm ; *c*) huile séchée par ébullition : 180 kv : cm ; *d*) huile filtrée par une membrane : 170 kv : cm ; *e*) huile filtrée par des cellules d'argile : 120 kv : cm ; *f*) huile centrifugée : 130 kv : cm ; *g*) huile filtrée dans le vide à 80° C : 230 kv : cm ; *h*) huile filtrée deux fois dans le vide à 80° C à travers un filtre en argile : 330 kv : cm. L'auteur a vérifié que la tension explosive est proportionnelle à la distance des électrodes. — J. C

621.314 : 665.3.00.14. — Méthode de prélèvement des échantillons d'huiles pour transformateurs et interrupteurs. *E. T. Z.*, 20 décembre 1923, t. XLIV, p. 1099. — L'article indique la méthode de prélèvement des échantillons d'huiles pour transformateurs et interrupteurs dont le Verband deutscher Elektrotechniker propose l'emploi officiel. — Lorsque l'huile se trouve dans un wagon-citerne, on opère avec un tube de verre d'environ 1,5 m ou 2 m de longueur et 15 mm de diamètre intérieur, bien rodé à une extrémité et légèrement étiré à l'autre extrémité. On ferme incomplètement avec le pouce l'extrémité rodée et on enfonce lentement et régulièrement le tube dans l'huile de manière qu'un peu de liquide de toutes les couches traversées soit recueillie. Lorsque le tube touche le fond, on applique soigneusement le pouce et on retire le tube. Le contenu est alors vidé dans un récipient et on recommence jusqu'à ce que l'on ait prélevé un échantillon du volume de 2 litres. — Lorsque l'huile se trouve dans des tonneaux en fer, on opère comme précédemment avec un tube légèrement plus court,

en faisant une prise dans un tonneau sur cinq de façon à constituer également un échantillon d'un volume de 2 litres. — B. H.

COMBUSTIBLES

662.64. — L'extraction hydraulique de la tourbe; P. Classon. *Electritchestvo*, n° 5-6, 1923, t 1 (nouvelle série), p. 257-266, 2800 mots, 7 figures. — Le procédé hydraulique d'extraction de la tourbe n'est pas d'origine allemande ou danoise, ainsi que l'ont prétendu certaines revues techniques; il a été inventé par des russes, l'auteur de l'article, ainsi que M. Kirpitchnikoff et d'autres ayant pris de nombreux brevets à ce sujet. Selon le principe de la méthode, la couche de tourbe, après avoir été soumise à l'action de jets d'eau sous pression, est attaquée par des pompes de succion spéciales portées par des grues; celles-ci sont montées sur chenilles et se déplacent le long de la tourbière. Des grues accessoires portent les dispositifs destinés à ramasser les troncs d'arbres et morceaux de bois qui surnagent. La masse boueuse extraite de la tourbière subit un premier pétrissage du fait de son passage dans la pompe, par laquelle elle est envoyée au malaxeur proprement dit qui achève le traitement. Du malaxeur une pompe centrifuge envoie la tourbe aux réservoirs d'accumulation où un rouleau automobile de construction spéciale la découpe en briques. Le séchage a lieu dans des champs dont le lit peut être constitué par de la tourbe; ces champs sont arrosés à trois reprises durant la saison d'extraction. Les principaux avantages du procédé sont les suivants : centralisation de l'exploitation, possibilité de refouler la tourbe à des distances quelconques dans des canalisations, en raison de la constitution liquide de la masse déplacée, possibilité de donner aux briques la forme voulue, adaptation plus facile aux réactions chimiques. Cette dernière propriété est particulièrement importante; on peut, en effet, au moyen d'une légère addition de solution de chaux, former de la tourbe coagulée, séchant en 8 ou 10 heures. Traitée par du fer en dissolution, la tourbe hydraulique se prête à une dessication par simple compression. On peut enfin donner au produit la forme pulvérulente, brûlant à longue flamme comme le naphte. L'auteur ajoute qu'il a découvert récemment un catalyseur rendant possible la distillation de la tourbe à très basse température. Traitée par le même catalyseur, en présence d'un courant d'air, la tourbe est volatilisée à la température de 300° à 350°; ce produit gazeux servirait de combustible aux chaudières et pourrait même être utilisé dans les turbines à gaz. Dès maintenant, on peut voir combien il serait avantageux, pour les usines génératrices à turbines, d'établir des séchoirs de tourbe dont une partie (un quart ou un cinquième) suffirait aux besoins de l'usine elle-même. Il s'agirait simplement, bien entendu, de la dessication finale. Les séchoirs prendraient ainsi la place des condenseurs; l'industrie du séchage de la tourbe reléguerait, pour ainsi dire, l'énergie électrique à l'état de sous-produit de l'usine. — Th. S.

621.182.14. — L'emploi du combustible pulvérisé dans les usines à vapeur; L.-W.-W. Morrow. *Electrical World*, 15 septembre 1923, t. LXXXII, p. 525-532, 3 000 mots, 10 fig. — Dans cette étude, l'auteur expose les avantages qui découlent de l'emploi du charbon pulvérisé dans les usines, avantages au premier rang desquels sont à citer la grande souplesse de fonctionnement et l'économie qui en résultent. Déjà, existent aux Etats-Unis de nombreuses usines qui ont fourni de précieux renseignements sur les rendements à attendre des divers appareils mis en service pour la pulvérisation, la manutention et l'utilisation des combustibles pulvérisés dans la chaufferie. L'auteur passe en revue un grand nombre d'installations caractéristiques et fait ressortir les avantages propres aux appareils les plus nouveaux. Il estime que, dans un avenir prochain et grâce au nombre élevé d'entreprises importantes en cours d'exécution actuellement, il sera possible d'apprécier plus exactement l'efficacité des appareils existants et leur appropriation possible aux usines les plus puissantes et aux conditions de service les plus sévères. Les installations en service fonctionnent généralement de façon satisfaisante et prouvent les hauts rendements qu'on est en droit d'attendre de celles qui sont en cours d'exécution à l'heure actuelle et parmi lesquelles on peut prendre comme exemples : celle de l'usine de Springdale de la West Penn Power C°, celle de l'usine de la Narragansett electric Lighting C°, celle de l'usine de Cahokia de la Union electric Light and Power C°, celle de l'usine de Lake Shore de la Cleveland electric Illuminating C°, celle de l'usine de Brunot Island de la Duquesne Light C°. — M.-H. B.

661.642. — La distillation des lignites; F. Colomer. *Le Génie civil*, 25 août 1923, t. LXXXIII, p. 181-183, 3500 mots. — L'auteur passe d'abord en revue les différents gisements de lignite en France. Ils sont nombreux et on les évalue, au total, à 4 milliards de tonnes; 1 300 000 t ont été extraites en 1918 et 960 000 t en 1920, la moitié de cette production devant être attribuée au département des Bouches-du-Rhône (bassin de Fuveau). D'autres gisements exploitables existent dans l'Yonne, l'Ain, l'Isère, la Dordogne, le Gard et la Vaucluse (l'un des bassins les plus importants en superficie), l'Aveyron, les Landes, l'Aude et l'Hérault, les Basses-Alpes, enfin le Var où se retrouvent d'une manière plus ou moins continue les dépôts des Bouches-du-Rhône. Les types de fours et de gazogènes utilisés pour la distillation sont nombreux; il faut remarquer que le gazogène se prête assez mal à l'opération parce qu'il doit marcher à température élevée et que son fonctionnement est difficile à régler à cause de la forte production de cendres. Les gaz, qui forment la partie la plus importante des sous-produits, peuvent être employés au chauffage des fours métallurgiques ou, mieux, à la production d'énergie électrique après leur épuration pour enlever le soufre; le coke, qui se présente à l'état de poussier, ne peut être brûlé directement; il faut l'utiliser sous forme de briquettes ou de boulets; on retire, entre 350° et 400° C, environ 3 pour 100 de goudron qui, distillé à nouveau, donne des huiles de diverses densités et la paraffine; il faut aussi signaler la production de sulfate d'ammonium qui atteint 2 pour 100 (22 kg environ, par tonne de lignite traité). — Y. G.

DIVERS

92. — Nécrologie; François Borel. *R. G. E.*, 22 mars 1924, t. XV, p. 491-492, 800 mots, 1 photographie.

621.31(061). — Comité électrotechnique français (Procès-verbaux des séances du 18 octobre 1923 et du 20 mars 1924. *R. G. E.*, 26 avril 1924, t. XV, p. 726-730, 4700 mots.

621.32(061). — Comité national français de l'Eclairage : Séance du 28 mars 1924. *R. G. E.*, 26 avril 1924, t. XV, p. 721, 200 mots.

621.32 + 621.36(061). — Comité français de l'Eclairage et du Chauffage : Séance du 28 mars 1924. *R. G. E.*, 26 avril 1924, t. XV, p. 721-722, 800 mots.

PARIS — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.

Le Gérant : J. Blondin.

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES RIVA

58, Via Savona - Milan

Turbines Hydrauliques

puissance installée : 2000000 ch

- Pompes Centrifuges -

Bureaux à PARIS, 120 bis, Avenue Mozart



La plus grande PELTON à un jet du monde 26.000 H.P. sous 1.200 mètres

Téléphone : AUTEUIL 09-26

UN EMBRAYAGE PROGRESSIF IDÉAL

PAR LES

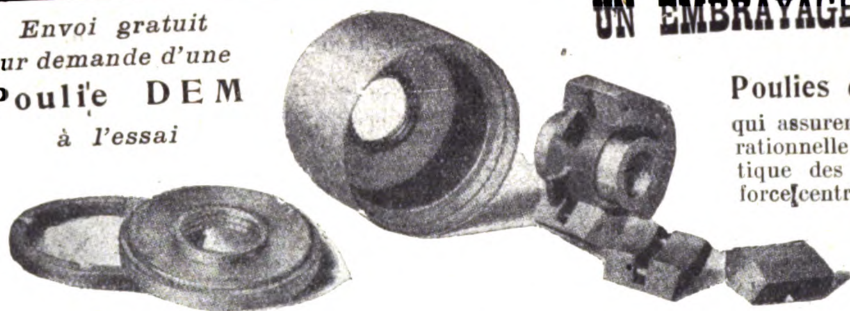
Poulies et Accouplements "DEM"

qui assurent d'une façon simple, économique, rationnelle le démarrage progressif automatique des moteurs par la combinaison de la force centrifuge et de l'essorage de l'huile.

TOUTES PUISSANCES ET TOUS DIAMÈTRES

Voir la description *R. G. E.*, 7 juin 1924, t. XV, p. 1 066

Envoi gratuit sur demande d'une **Poulie DEM** *à l'essai*



SOCIÉTÉ LA POULIE "DEM" 44, rue de Lisbonne, Paris (8e)

Téléph. : LABORDE 04.00, 04.01, 04.02, 04.03

ACCESSOIRES POUR CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

Coudes Manchons Equerres
Tés Boites de dérivation
Bacs pour piles
Bobines
Capots divers
Abat-jour

SOCIÉTÉ NOUVELLE DES ETABLISSEMENTS ADT

USINES DE PONT-A-MOUSSON (M. & M.)

SIÈGE SOCIAL À PARIS
45, Rue de Turbigo

Immatriculée au Registre du Tribunal de Commerce de la Seine sous les N°s 55 117 du Registre chronologique 20 55 014 du Registre analytique

Tubes isolateurs armés de laiton, de tôle d'acier plombée, d'acier étiré.

SOCIÉTÉ ANONYME
CAPITAL 6000000 de fr

MICA DES INDES

Importé directement de la mine et livré en caisses d'origine.

PLAQUES & SPLITTINGS

PAR TOUTES QUANTITÉS ET EN TOUTES DIMENSIONS

Prix et Échantillons sur demande.

A. VALDELIÈVRE & G. MAITRE

11, rue d'Hauteville, PARIS (10e) — Tél. Bergère 54-77

Registre du Commerce : Seine N° 184 215

PETITS MOTEURS TRIPHASÉS

à Vitesse VARIABLE

(500 à 6000 t : mn) Système SOULIER

7, rue de la Gare, ARCUEIL (Seine) — Tél. 53

Registre du Commerce : Seine N° 623

Canalisations Électriques

"HALLEY"

HAUTE TENSION

BASSE TENSION

LE MEILLEUR ISOLANT POUR CABLES

MARQUE DE FABRIQUE DÉPOSÉE — HALLEY

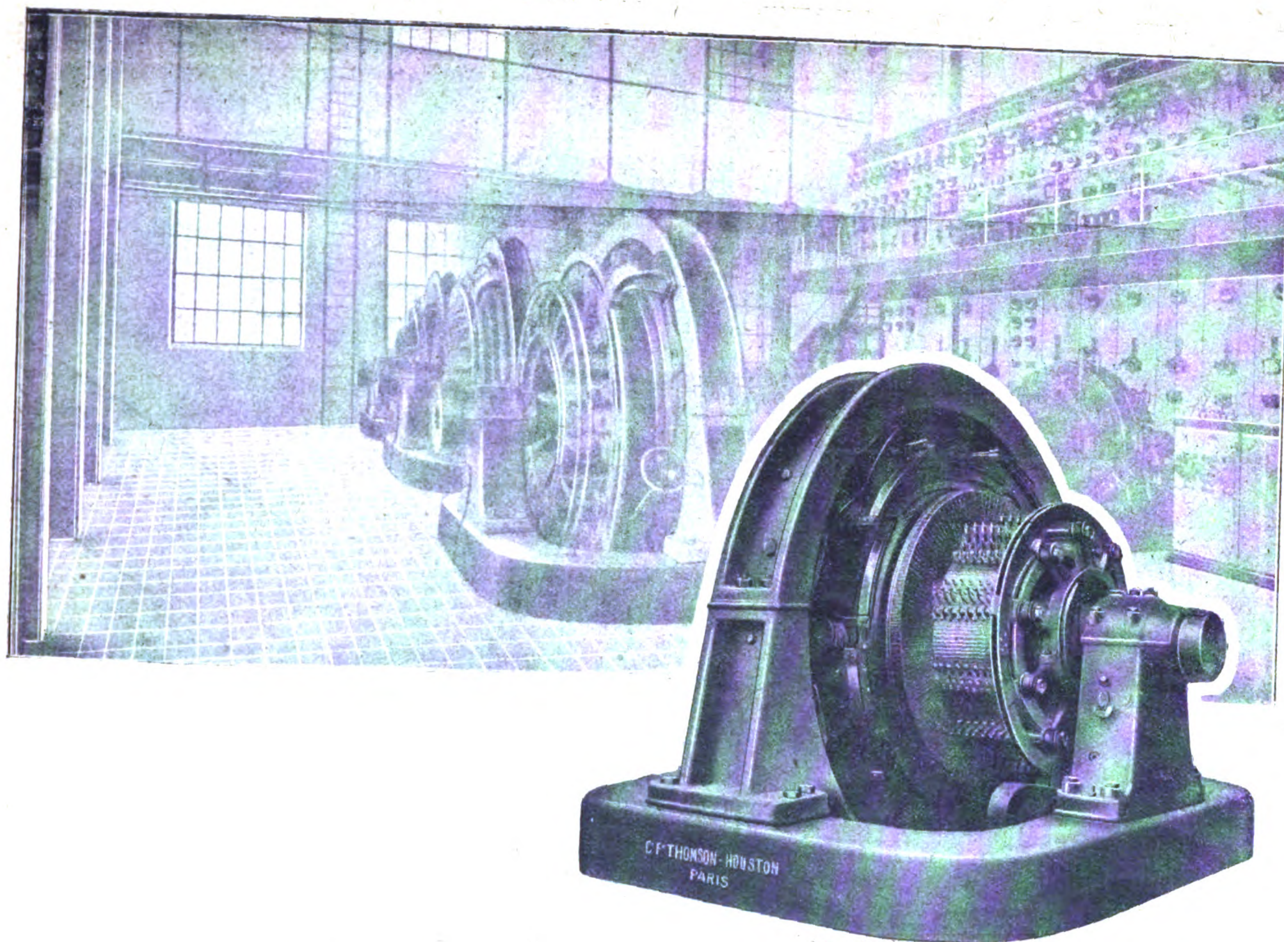
Le Fibromica, 6, Place Ste-Aurélie, Strasbourg

SPÉCIALITÉ DE RUBANS CAOUTCHOUTÉS

POUR L'ÉLECTRICITÉ

TOILE CHATTERTON et CHATTERTON EN BATONS - GUTTA

E. BORSCHNECK, Usine et Bureaux : 17, r. de la Fraternité, à BAGNOLET (Seine). — Tél. : Roq. 06-75.


CIE THOMSON-HOUSTON
PARIS

SOCIÉTÉ ALSACIENNE de Constructions Mécaniques

Usines à : BELFORT (TERR. DE), MULHOUSE (H.-RHIN), GRAFFENSTADEN (B.-RHIN)

Maisons à :

PARIS .... 32, rue de Lisbonne (8e)
LYON .... 13, rue Grôlée
LILLE .... 61, rue de Tournai
NANCY .... 21, rue Saint-Dizier
MARSEILLE . 40 rue Sainte

ROUEN .... 7, rue de Fontenelle
NANTES ..... 7, rue Racine
BORDEAUX 9, crs du Chapeau-Rouge
TOULOUSE. 21, rue Lafayette
EPINAL ..... 12, rue de la Préfecture

UNIS·FRANCE

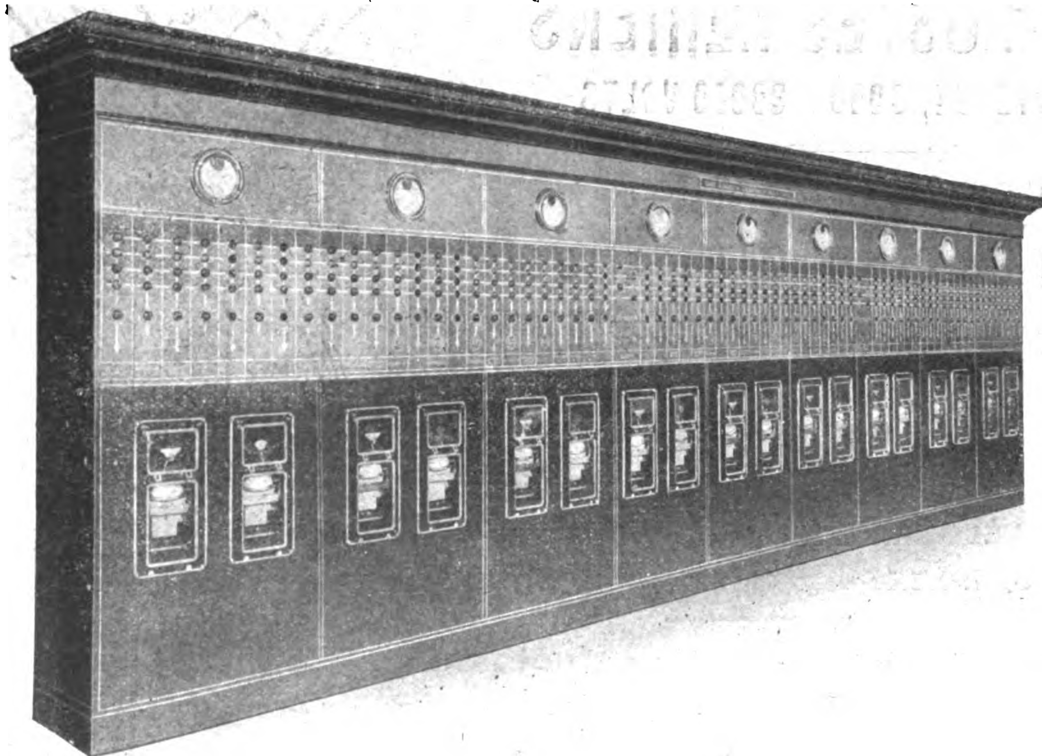


TABLEAU SYMBOLIQUE LIVRÉ A LA **Société anonyme des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin, pour la station centrale d'Escaudin.**

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE _ TABLEAUX DE DISTRIBUTION

Interrupteurs automatiques à haute et basse tension, Rhéostats, Coffrets, Coupleurs etc. _ Fils et Câbles isolés, Câbles armés, Matériel pour canalisations souterraines.

AUTRES FABRICATIONS : Chaudières — Machines et Turbines à vapeur — Moteurs à gaz et installations d'épuration de gaz — Turbo-compresseurs — Machines et turbo-soufflantes — Matériel électrique de toutes puissances et pour toutes applications — Traction électrique — Fils isolés et Câbles armés pour l'électricité Machines pour l'industrie textile — Machines et Appareils pour l'industrie chimique — Locomotives à vapeur — Machines-outils — Petit outillage — Crics et Vérins UG — Bascules — Transmissions

C^IE GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE

Capital : 20000000 Francs

Siège Social : **NANCY** Rue Oberlin

(Registre du Commerce : Nancy N° 521)

APPAREILLAGE VEDOVELLI

Usines PARIS-JAVEL, 160, rue Saint-Charles — Bureaux de PARIS, 26, rue Lafayette

LES POSTES AÉRIENS

SUR POTEAUX, 6000 A 30000 VOLTS

ÉCONOMIE D'INSTALLATION

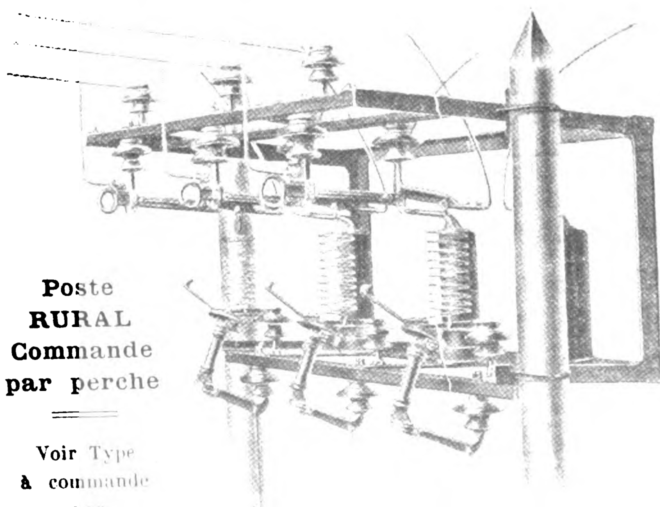
SIMPLICITÉ DE MANŒUVRE ET D'ENTRETIEN

SÉCURITÉ ABSOLUE

NOS MODÈLES :

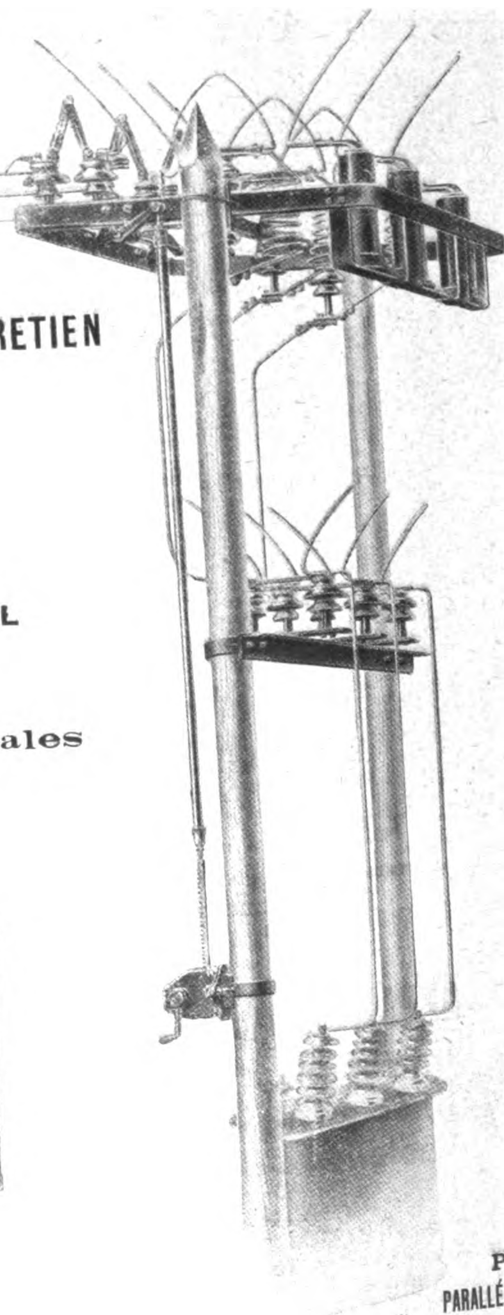
RURAL	LUXVIS
PARALLÉLOGRAMME	INDUSTRIEL
SIMPLEX	BLOC

Demandez nos Notices spéciales



Poste RURAL Commande par perche

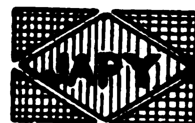
Voir Type à commande par crémaillère

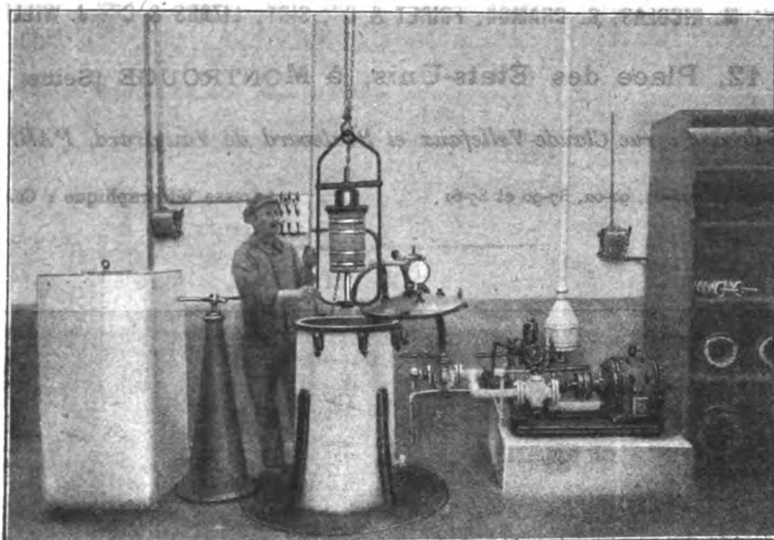


Poste PARALLÉLOGRAMME



ATELIERS DE CONSTRUCTION DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE





INSTALLATION D'INJECTION A CŒUR POUR PETITS MOTEURS CONSTRUCTION « JAPY FRÈRES ET Cie ».
(chauffage mixte vapeur et électrique).

MOTEURS & GÉNÉRATRICES

COURANT CONTINU ET ALTERNATIF DE 1/50 à 50 HP

GÉNÉRATRICES POLYMORPHIQUES *POUR ALIMENTATION DES PLATEAUX ET MANDRINS MAGNÉTIQUES, SOUDEUSES ÉLECTRIQUES, TRANSFORMATEURS D'ESSAIS,* ETC.

COMMUTATRICES DE 2 à 50 KW "TRIPHASE-CONTINU"

CONVERTISSEURS ROTATIFS — ÉLECTRO-POMPE à PISTON de 1 à 20 M³/H.

"MOTEURS PETITE SÉRIE" - PERCEUSES - MOTEURS "MACHINE A COUDRE"

APPAREILLAGE "BLINDÉ" — RHÉOSTATS — TABLEAUX DE DISTRIBUTION

APPAREILS DE MESURE — LIMITEURS DE COURANT

JAPY FRÈRES & Cie

BEAUCOURT (Territoire de Belfort)
PARIS 4-7, Rue du Château-d'Eau
(*Registre du Commerce* : Belfort N° 107)

45 000 MACHINES EN FONCTIONNEMENT

PRODUCTION ANNUELLE : 10 000 MACHINES

DEVIS à TARIFS SUR DEMANDE

DEMANDER LA LISTE MENSUELLE DE STOCK

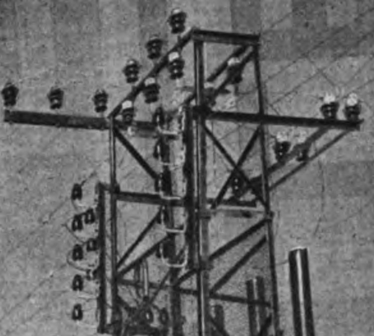
DELLE

28, BOUL^D DE STRASBOURG

PARIS

TEL: NORD 56-06
47-96

Type de disjoncteur à 120 000 VOLTS, avec commande électrique
INSTALLÉ
au Poste d'Abbevile de la Société électrique du Nord-Ouest




MERLIN & GERIN

GRENOBLE

POSTE-PYLONE INSTALLÉ DANS LES ALPES DAUPHINOISES A 1200 MÈTRES D'ALTITUDE *(150 postes analogues actuellement en service).*
Notre modèle est déposé. — Aucune des nombreuses copies ne vaut l'original.



Registre du Commerce : Seine N° 116354

SOCIÉTÉ

SAVOISIENNE

DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

AIX LES BAINS

Télégramme : SAVOISIENNE-AIXLESBAINS **Téléphone : N° 120**

Registre du Commerce : Chambéry N° 2743

TRANSFORMATEURS

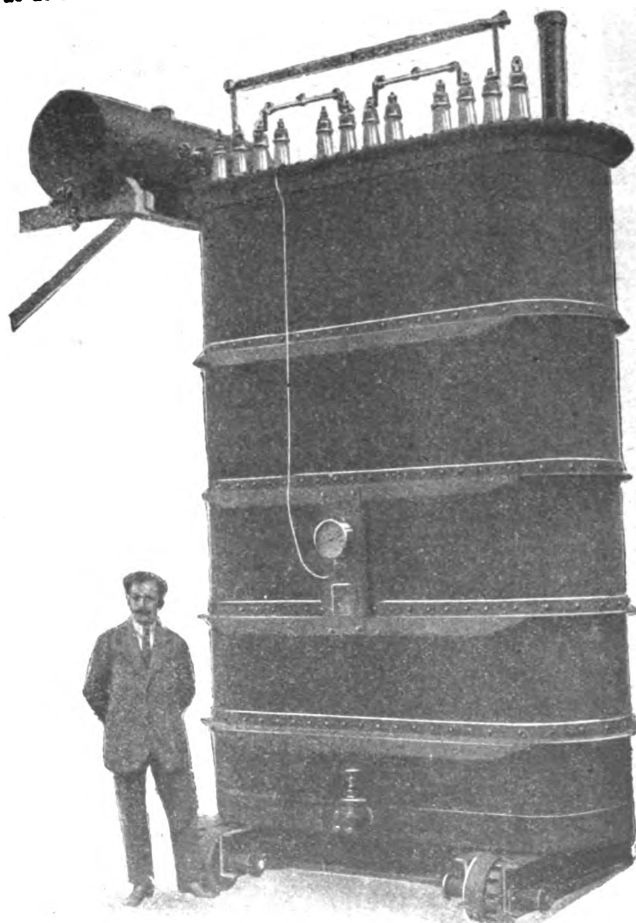
TRANSFORMATEURS DE POTENTIEL JUSQU'A 150000 VOLTS

TRANSFORMATEURS D'ESSAIS JUSQU'A 1000000 VOLTS

BUREAUX : à PARIS, 29, rue de Miromesnil, Tél. Elysées 65-73, à LYON, 38, Cours de la Liberté, Tél. Vaudrey 15-39

AGENCES

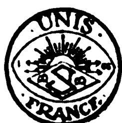
- Bordeaux
- Dijon
- Lille
- Marseille
- Nancy
- Nantes
- Reims
- Rouen
- Strasbourg
- Toulouse



TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ DE 5 000 KV-A A REFROIDISSEMENT PAR CIRCULATION D'EAU

AGENCES

- Tours
- Alger
- Bruxelles
- Londres
- Milan
- Madrid
- Barcelone
- Séville
- Alexandrie
- Rio-de-Janeiro



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE à HAUTE et BASSE TENSIONS

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS

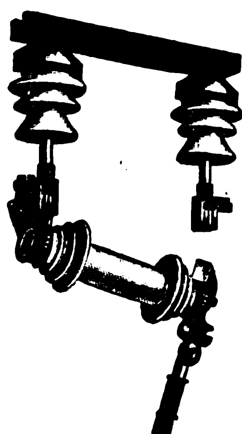
D. SOULÉ

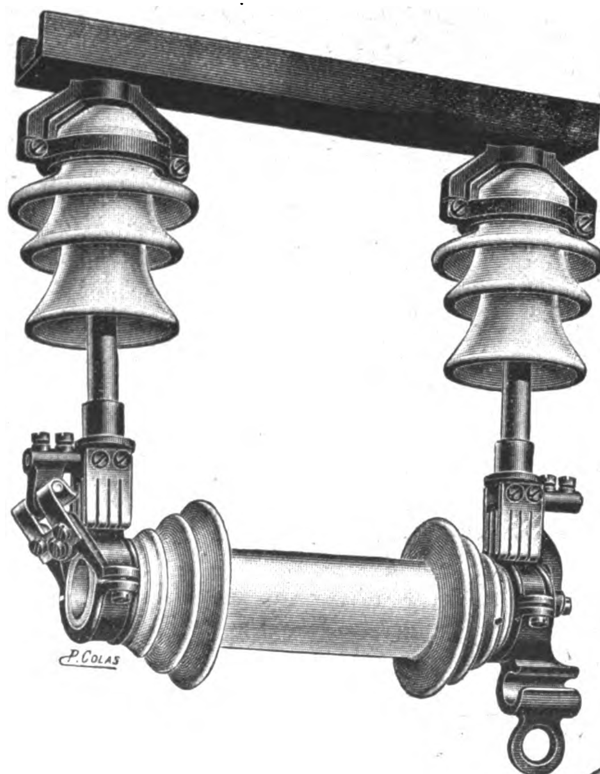
Capital : 8 000 000 Francs

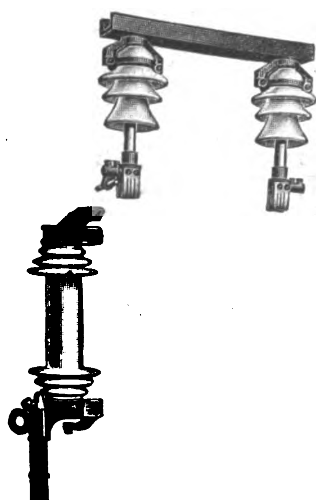
Registre du Commerce : Bagnères-de-Bigorre, N° 1404

Siège social et Usines : BAGNÈRES-DE-BIGORRE (H.-P.)

AGENCES PRINCIPALES : PARIS — LILLE — LYON — MARSEILLE — NANCY — NANTES









COUPE-CIRCUIT SECTIONNEUR

MANŒUVRABLE A DISTANCE PAR PERCHE

(*Breveté s. g. d. g.*)

SCHNEIDER & CIE

Siège social et Direction générale : 42, rue d'Anjou, PARIS (8e).

(Registre du Commerce : Seine N° 112 622)

Usines du CREUSOT, du BREUIL et "HENRI-PAUL"

Chantiers de CHALON

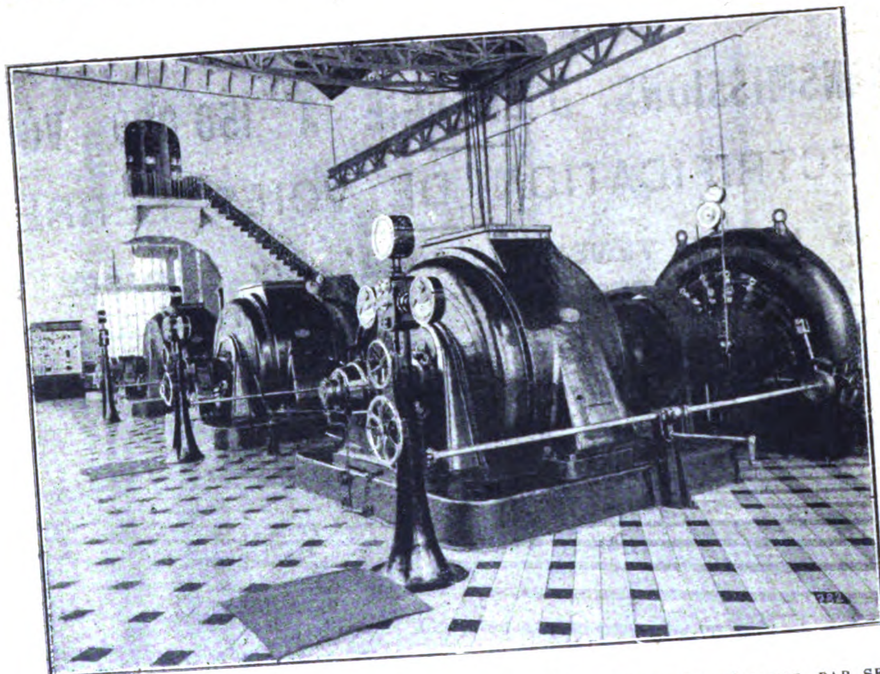
Usine de la LONDE-LES-MAURES



Usines du HAVRE, d'HARFLEUR et du HOC

Usine de CHAMPAGNE-SUR-SEINE

Usine de BORDEAUX



ALTERNATEURS DE 2400 KV-A, 750 TOURS PAR MINUTE, 3100 VOLTS, 50 PÉRIODES PAR SECONDE
(Station centrale des Forges d'Allevard).

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

Locomotives à voie normale et à voie étroite,
Locotracteurs à essence et benzol.
Turbines à vapeur marines avec ou sans réducteurs de vitesse.
Chaudières Kestner.
Moteurs et soufflantes à gaz.
Accumulateurs de vapeur « Ruths ».
Appareils de levage et de manutention mécanique, licences Wellman.
Installations complètes de sucreries.
Machines d'extraction, à vapeur et électriques,
Moteurs Diesel, terrestres et marins.
Navires de Commerce et de Guerre,
Chalands maritimes et fluviaux.

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

Matériels de toutes puissances pour la production ou l'utilisation des courants électriques continus ou alternatifs.
Groupes électrogènes avec turbines à vapeur Schneider.
Groupes électrogènes avec turbines hydrauliques Wellman.
Traction électrique.
Commutatrices.
Transformateurs statiques.
Moteurs synchrones.
Cabestans.

TRAVAUX PUBLICS

Ponts fixes et mobiles. — Charpentes métalliques. — Réservoirs. — Chevalements de mines
Outillage de ports. — Bateaux-portes. — Portes d'écluses
Conduites forcées. — Construction d'usines thermiques et hydro-électriques. — Construction de ports

HOTCHKISS & CIE

Capital : 16 000 000 francs

Adresse télégraphique : HOTCHKISS-St-DENIS-SUR-SEINE

6, route de Gonesse, SAINT-DENIS (Seine)

Registre du Commerce : Seine N° 30 280

Téléphone (Réseau de Paris) : NORD 38.38, 38.41

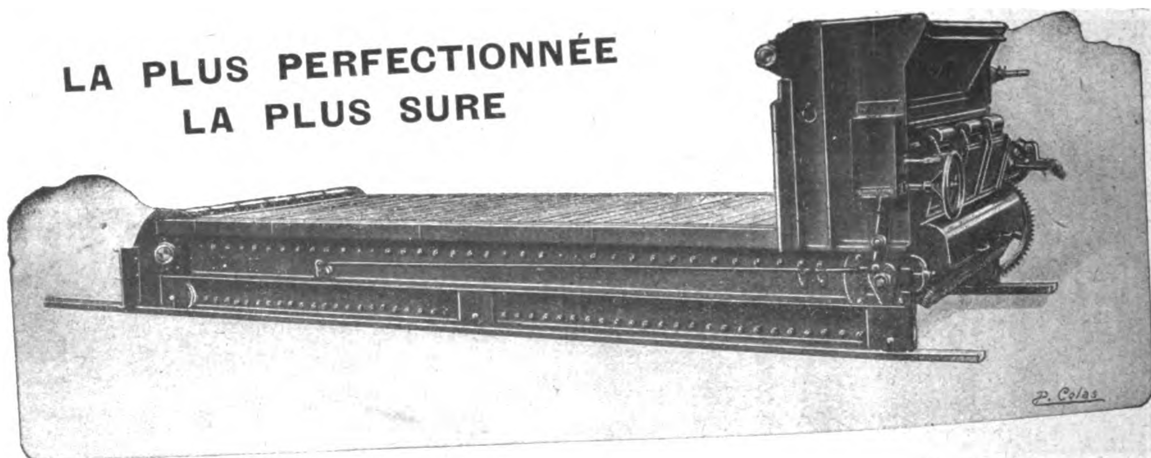
LA GRILLE AUTOMATIQUE A CHAINE

SYSTÈME **WECK-HOTCHKISS** BREVETÉ S. G. D. G.

BRULE tous les genres de combustibles.

RÈGLE automatiquement l'admission d'air d'un bout à l'autre du tapis.

FONCTIONNE indifféremment au tirage naturel et au tirage soufflé.



AUCUNE AUTRE GRILLE
ne peut revendiquer tous ces avantages

2500 GRILLES
installées en France et à l'Étranger

Société française des Constructions Babcock et Wilcox

Société anonyme au capital de 12000000 francs

Siège social : 48, rue La Boëtie, PARIS (8e)

(Registre du Commerce : Seine N° 83 885)

Ateliers : LA COURNEUVE (Seine)

CHAUDIÈRES

BABCOCK & WILCOX

GRILLES MÉCANIQUES SOUFFLÉES POUR TOUS COMBUSTIBLES
SURCHAUFFEURS — ÉCONOMISEURS — TUYAUTERIES
MANUTENTION MÉCANIQUE -- ASPIRATION PNEUMATIQUE DES MACHEFERS

25000000 mètres carrés de surface de chauffe

installés dans le monde entier tant à terre qu'à bord



LIVRAISONS RAPIDES

Devis et Propositions

sur demande adressée au SIÈGE SOCIAL : 48, rue La Boëtie, PARIS (8e)


Dam

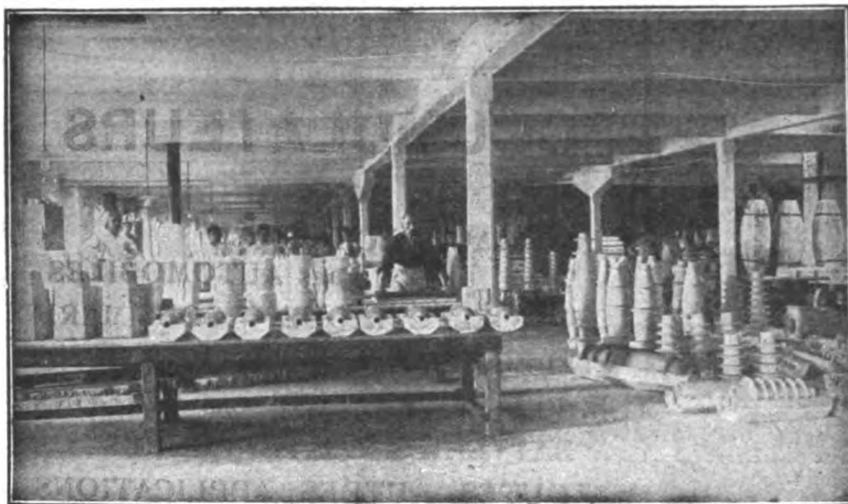
FABRIQUE DE PORCELAINES DE FUISSEAUX

ISOLATEURS

Société anonyme
BAUDOUR (Belgique)

POUR

TOUTES. LES APPLICATIONS DE L'ELECTRICITÉ :



TRANSMISSION D'ÉNERGIE

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION

PETIT APPAREILLAGE

Transformateur à 250 000 v. pour les essais de toute notre porcelaine

LABORATOIRES à la disposition de notre clientèle

TÉLÉPHONES LE LAS

131, Rue de Vaugirard, PARIS (15e)

Adr. télégr. : Télénautic-Paris *Téléph.* : Ségur 43-46

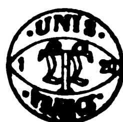
Registre du Commerce : Seine N° 106 296

TÉLÉPHONES HAUTS PARLEURS
ET APPAREILS DE SIGNALISATION ÉTANCHES

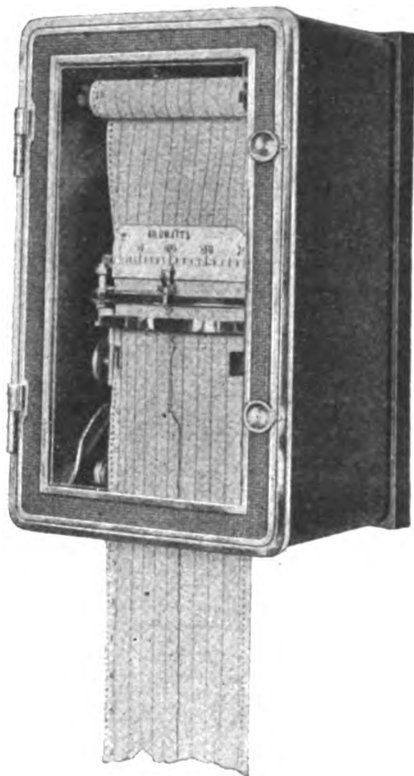
Marine, Mines, Aciéries, Hauts-Fourneaux, Chemins de fer

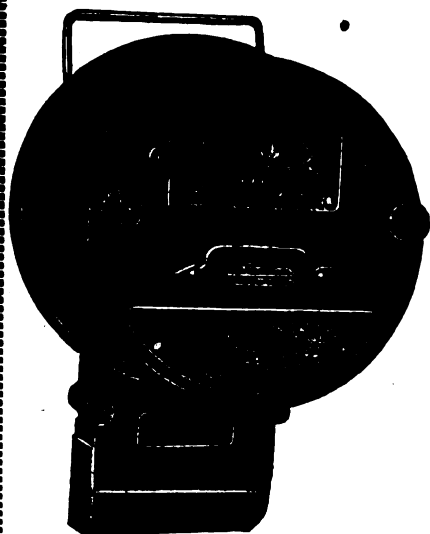
HAUTS PARLEURS RADIOPHONIE

Gueulard Le Las



AMPLION





Compteur monophasé
type AMTR

PETITES ANNONCES

Le tarif des « Petites annonces » *est fixé à 4 fr la ligne, avec minimum de 20 fr par insertion, sauf pour la rubrique* « Offres et demandes d'emplois ». *Pour cette rubrique le tarif est de 1,75 fr la ligne, avec minimum de 8 fr; il est porté à 2 fr. la ligne, avec minimum de 10 fr, pour les annonces de cette rubrique portant la mention* « Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra ». *Le montant doit être joint à la demande d'insertion.*

SOCIÉTÉS

Convocations

30 juin. — Compagnie d'Électricité de Varsovie, Assemblée générale ordinaire, 15 heures, 60, rue Caumartin, Paris (9e).

30 juin. — Société d'Études des Chutes de la Cure et des Chemins de fer électriques de l'Yonne, Assemblée générale ordinaire, 16 heures, 56, rue Laffitte, Paris (9e).

30 juin. — Le Triphasé (Nord-Lumière), Assemblées générales ordinaire et extraordinaire, 16 heures, 30, 7, rue de Madrid, Paris (8e).

30 juin. — Société d'Éclairage électrique du Secteur de la Place Clichy, Assemblée générale ordinaire, 17 heures 30, 7, rue de Madrid, Paris (8e),

30 juin. — Société des Engins de Levage et de Manutention électromécaniques, Assemblée générale ordinaire, 15 heures, 79, rue de Miromesnil, Paris (8e).

30 juin. — Compagnie immobilière électro-mécanique, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 12, rue Portalis, Paris (8e).

30 juin. — Tramways de Dinard a Saint-Briac et extensions, Assemblée générale ordinaire, 10 heures, 161, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

30 juin. — Foncière hydro-électrique, Assemblée générale ordinaire, 14 heures, 55, rue de Chateaudun, Paris (9e).

30 juin. — Compagnie franco-argentine de Télégraphie sans fil, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 79, boulevard Haussmann, Paris (8e).

30 juin — Société de Gestion des Domaines Radio-France, Assemblée générale ordinaire, 10 heures, 79, boulevard Haussmann, Paris (8e).

30 juin. — Compagnie du Gaz et de l'Électricité du Littoral normand, Assemblée générale ordinaire, 14 heures, 30, 16, rue de la Pépinière, Paris (8e).

30 juin. — Compagnie du Gaz et de l'Électricité pour la France et l'Algérie, Assemblée générale ordinaire, 14, heures, Aubusson (Creuse).

30 juin. — Société industrielle de Gaz et d'Électricité, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 10, rue de Milan, Paris (9e).

1er juillet. — Compagnie de Produits chimiques et électrométallurgiques, Alais, Froges et Camargue, Assemblée générale extraordinaire, 9 heures, Lyon (Rhône).

1er juillet. — L'Électricité appliquée au Spectacle et a la Décoration, Assemblée générale ordinaire, 14 heures 30, 4, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

3 juillet. — Electro-Entreprise, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 51, rue de Clichy, Paris (9e).

3 juillet. — Société électrique, Ilot Wagram, Assemblée générale ordinaire, 14 heures, 12, rue de l'Étoile, Paris (17e).

3 juillet — Société française de Métallurgie électrique, Assemblée générale ordinaire, 11 heures, 31, rue Mogador, Paris (9e).

BREVETS OU LICENCES A CÉDER

La Société Siemens-Schuckert Werke G. m. b. H, titulaire du brevet d'invention français 540710, pour :

distribution de démarrage pour électro-moteurs,

offre de vendre ce brevet ou d'en concéder des licences d'exploitation.

Pour renseignements techniques, s'adresser à M. Emile Bert, 7, boulevard Saint-Denis, Paris.

MATÉRIEL

A VENDRE :

300 compteurs O K continu.

S'adresser : Bouillet, 156, rue de Vanves, Paris (14e).

LIBRAIRIE

INVENTEURS lisez le **Manuel-Guide** envoyé gratis et franco par l'Ingénieur-Conseil. **BOETTCHER, 39, Boulevard Saint-Martin, Paris.**

DIVERS

Le Syndicat professionnel des Industries électriques informe ses adhérents qu'il tient à leur disposition, à son siège social, 9, rue d'Edimbourg, Paris (8e), les documents suivants :

116464. Bulgarie. — **Note sur les possibilités de vente de matériel électrique.**

Chemin de fer de Paris à Orléans. — *Un bureau de voyageurs, 124, boulevard Raspail, à Paris.* — Il est rappelé au

Société Anonyme des Anciens Établissements

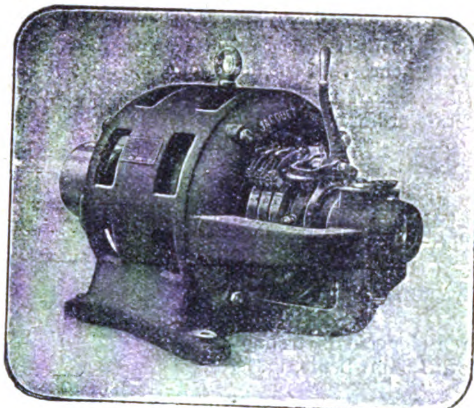
JACQUET FRÈRES

CAPITAL : 1 000 000 FRANCS

Siège social et Usines

à VERNON (Eure). — *Téléphone : N° 13*

(*Registre du Commerce* : Evreux N° 1095)



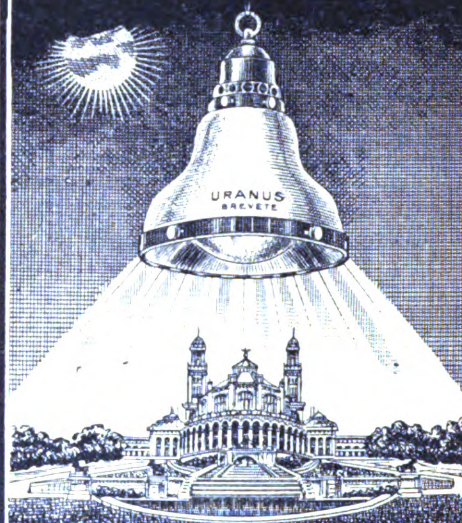
GÉNÉRATRICES & MOTEURS

ÉLECTRIQUES

A COURANT CONTINU & A COURANTS ALTERNATIFS

JUSQU'A 120 KW

L'URANUS remplace le Soleil



Le seul diffuseur breveté scientifique doublant l'effet lumineux d'une lampe demi-watt

SOCIÉTÉ ANONYME **" URANUS "**

Direction générale et magasins : 20, rue Beccaria, Paris (12e)

Téléph. : Diderot [illegible] — Métro : Gare de Lyon — Adr. télégr. : Sunaru

DEMANDER NOTRE CATALOGUE

A INDUSTRIE NOUVELLE VENDEURS NOUVEAUX

C'est le cas de la T. S. F. dont le succès augmente chaque jour le nombre des revendeurs. Prenez donc à bonne source les

renseignements commerciaux

indispensables, auprès d'un organisme dont les informations, venant de correspondants différents, sont contrôlés avec un répertoire de douze millions de fiches.

Office commercial Laurent-Roux

G. LEBLANC, Succr.

Agence française de Renseignements sur le Crédit des Commerçants et des Industriels.

FONDÉ EN 1858

10 et 12, Place des Victoires, PARIS (2e)

Téléph. : Gutenberg 49-58 et 49-59

En spécifiant : Section Électricité

Registre du Commerce : Seine N° 5381

Société "ÉLECTRO-CABLE"

Société anon. au capital de 20 000 000 fr.

2, rue de Penthièvre, PARIS



MARQUE DÉPOSÉE

CUIVRE
BRONZE
ALUMINIUM

en Fils, Câbles, Barres, Méplats, etc.

FILS ET CABLES ISOLÉS

pour toutes Applications électriques

USINES :

Laminoirs, Tréfileries, Câbleries : ARGENTEUIL
Fils et Câbles isolés : PARIS et ROUEN

public que, pour faciliter ses déplacements, la Compagnie d'Orléans a ouvert, 124, boulevard Raspail (téléph. : SÉGUR 02-12), un bureau affecté au service des voyageurs.

Ce bureau délivre les diverses catégories de billets au départ de Paris pour toutes gares du réseau d'Orléans et de ses au-delà. Il peut fournir tous renseignements et brochures concernant les voyages sur les réseaux d'Orléans et du Midi (Touraine, Bretagne, Auvergne, Pyrénées).

Un service de location organisé à ce même bureau, permet de réserver des places dans les trains rapides et express, dans un délai de sept jours avant la date fixée pour le départ.

D'autre part, du 1er juin au 1er octobre, les bagages à destination du réseau d'Orléans ou des lignes correspondantes sont acceptés à l'enregistrement, à ce bureau, 124, boulevard Raspail, comme ils le seraient dans une gare; en outre de la taxe afférente au transport par chemin de fer, il sera perçu pour le transport de ces bagages, entre ledit bureau et la gare départ, les prix ci-après :

un colis	1 fr
deux colis	1,60 fr
par colis en plus de deux	0,40 fr

En résumé, le voyageur peut prendre à ce bureau son billet, louer sa place, faire enregistrer ses bagages et se rendre à la gare le jour de son départ libre de tout souci.

Le bureau 124, boulevard Raspail est ouvert tous les jours, sauf les dimanches et jours fériés, de 8 h 30 à 12 heures et de 14 heures à 17 h 30.

OFFRES D'EMPLOIS

On demande un magasinier **comptable**, sérieux, au courant expéditions, connaissant un peu matériel électrique.

Ecrire références et prétentions à C. E. I., 32, rue Jean-Jaurès, Levallois-Perret (Seine).

Graphiqueur, bonnes références, demandé par la S. E. V. 26, rue Guynemer, Issy (Seine).

On demande **chef de fabrication** au courant de l'organisation du travail en série : petite mécanique de précision pour petits moteurs électriques, ventilateurs, instruments de mesure.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [1207]

Importante usine région parisienne, petite construction électrique, demande : 1° un **ingénieur-électricien** pour essais et recherches de laboratoire, connaissant de préférence l'équipement électrique des automobiles, et si possible, langue anglaise; 2° **dame** ayant connaissances techniques suffisantes pour tenue d'archives de documentation, recherche de brevets, parties essais électriques, connaissant l'anglais.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [1208]

DEMANDES D'EMPLOIS

Ingénieur A. et M. et I. E. G., 35 ans, au courant exploitation centrales et réseaux disposant de capitaux, recherche gérance ou achat d'un secteur de préférence hydraulique. Eventuellement s'intéresserait dans industrie similaire ayant plusieurs années d'existence et susceptible d'extension.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [266]

Chef monteur mécanicien-électricien, 34 ans, 14 ans de pratique, connaissant turbines à vapeur, Diésel et toute la partie électrique cherche place chef de centrale ou chef d'entretien, si possible aux colonies.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [267]

Ex-chef d'atelier technicien s'occuperait de représentations d'appareils électriques dans régions Nord-Est.

Ecrire à *R. G. E.* qui transmettra................. [268]

Ex-ingénieur directeur important réseau, ex-directeur Société de constructions électromécaniques, ex-ingénieur chef de service des travaux des toutes premières maisons de constructions électriques demande situation, construction ou exploitation de réseaux ou direction de travaux.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [269]

Ingénieur, parfaitement au courant matériel, études et installations à haute et à basse tension, grande pratique questions commerciales et administratives, parlant français, allemand, anglais, espagnol, cherche situation secrétaire général ou sous-directeur. Références de premier ordre.

Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [270]

Chef de centrale parfaitement au courant de la conduite, entretien et réparation de tout matériel électrique ou mécanique recherche emploi de **chef d'exploitation** ou **chef de centrale hydraulique** ou de préférence **usine à vapeur**, 10 années de pratique.

S'adresser au SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, 25, rue de la Pépinière, Paris (8e), qui transmettra.

2945. **Ingénieur**, 38 ans, actif et sérieux, spécialisé dans construction et exploitation lignes et réseaux à haute et à basse tension, usines thermiques et hydrauliques, cherche situation en rapport ou direction secteur électrique.

S'adresser au SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, 25, rue de la Pépinière, Paris (8e), qui transmettra.

2946. Ancien **chef de quart** et **chef de réseau**, apte à diriger tous gros travaux : usines; montage postes à haute tension; lignes aériennes à haute et à basse tension; câbles souterrains à haute et à basse tension; force motrice, etc..., demande emploi analogue, de préférence Algérie, littoral méditerranéen ou vallée du Rhône.

Écrire au SYNDICAT PROFESSIONNEL DES PRODUCTEURS ET DISTRIBUTEURS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, 25, rue de la Pépinière, Paris (8e), qui transmettra.

REPRÉSENTATIONS

On demande **représentants** à la commission dans tous départements et en Italie, Espagne, Belgique, Angleterre, pour matériel électrique, transformateurs et appareils.

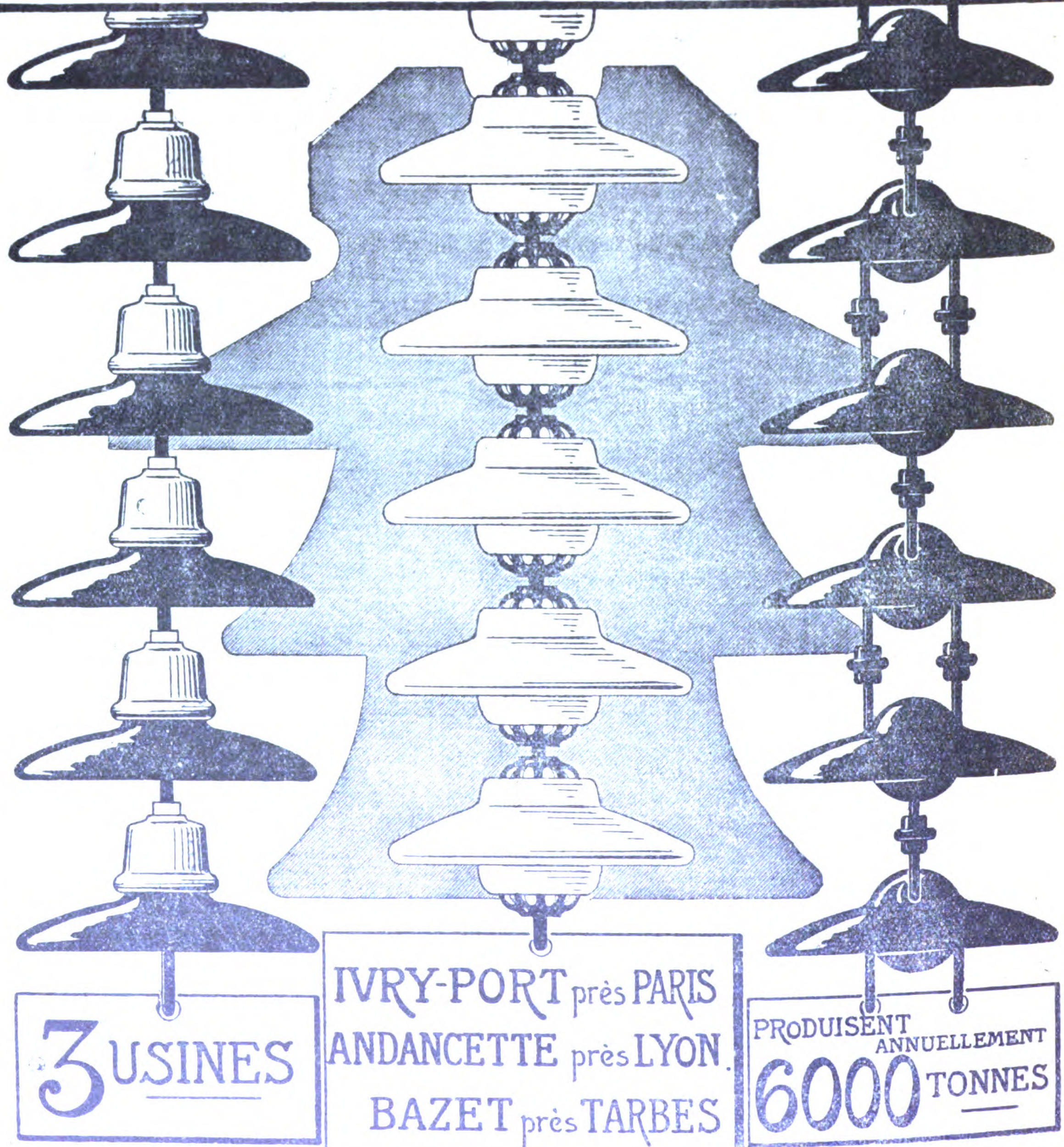
Ecrire à la *R. G. E.* qui transmettra................. [1205]

La marque "Unis-France" est la garantie sévèrement contrôlée de l'origine française d'un produit.

La marque **UNIS-FRANCE**, *insérée dans une annonce, indique que le fabricant a été autorisé à l'appliquer sur certains de ses produits, dont l'***origine française** *est ainsi certifiée.*

La rédaction de la **R. G. E.** *décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces.*

INDEX DES ANNONCES



Registre du Commerce : Seine N° 104.401
PARIS. — SOC. Gle D'IMP. ET D'ÉDIT., 17, RUE CASSETTE.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 07501 5985

